

**CIHM
Microfiche
Series
(Monographs)**

**ICMH
Collection de
microfiches
(monographies)**



Canadian Institute for Historical Microreproductions / Institut canadien de microreproductions historiques

© 1997

Technical and Bibliographic Notes / Notes techniques et bibliographiques

The Institute has attempted to obtain the best original copy available for filming. Features of this copy which may be bibliographically unique, which may alter any of the images in the reproduction, or which may significantly change the usual method of filming are checked below.

- Coloured covers / Couverture de couleur
- Covers damaged / Couverture endommagée
- Covers restored and/or laminated / Couverture restaurée et/ou pelliculée
- Cover title missing / Le titre de couverture manque
- Coloured maps / Cartes géographiques en couleur
- Coloured ink (i.e. other than blue or black) / Encre de couleur (i.e. autre que bleue ou noire)
- Coloured plates and/or illustrations / Planches et/ou illustrations en couleur
- Bound with other material / Relié avec d'autres documents
- Only edition available / Seule édition disponible
- Tight binding may cause shadows or distortion along interior margin / La reliure serrée peut causer de l'ombre ou de la distorsion le long de la marge intérieure.
- Blank leaves added during restorations may appear within the text. Whenever possible, these have been omitted from filming / Il se peut que certaines pages blanches ajoutées lors d'une restauration apparaissent dans le texte, mais, lorsque cela était possible, ces pages n'ont pas été filmées.
- Additional comments / Commentaires supplémentaires:

L'Institut a microfilmé le meilleur exemplaire qu'il lui a été possible de se procurer. Les détails de cet exemplaire qui sont peut-être uniques du point de vue bibliographique, qui peuvent modifier une image reproduite, ou qui peuvent exiger une modification dans la méthode normale de filmage sont indiqués ci-dessous.

- Coloured pages / Pages de couleur
- Pages damaged / Pages endommagées
- Pages restored and/or laminated / Pages restaurées et/ou pelliculées
- Pages discoloured, stained or foxed / Pages décolorées, tachetées ou piquées
- Pages detached / Pages détachées
- Showthrough / Transparence
- Quality of print varies / Qualité inégale de l'impression
- Includes supplementary material / Comprend du matériel supplémentaire
- Pages wholly or partially obscured by errata slips, tissues, etc., have been refilmed to ensure the best possible image / Les pages totalement ou partiellement obscurcies par un feuillet d'errata, une pelure, etc., ont été filmées à nouveau de façon à obtenir la meilleure image possible.
- Opposing pages with varying colouration or discolourations are filmed twice to ensure the best possible image / Les pages s'opposant ayant des colorations variables ou des décolorations sont filmées deux fois afin d'obtenir la meilleure image possible.

This item is filmed at the reduction ratio checked below /
Ce document est filmé au taux de réduction indiqué ci-dessous.

10x		14x		18x		22x		26x		30x	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	12x		16x		20x		24x		28x		32x

The copy filmed here has been reproduced thanks to the generosity of:

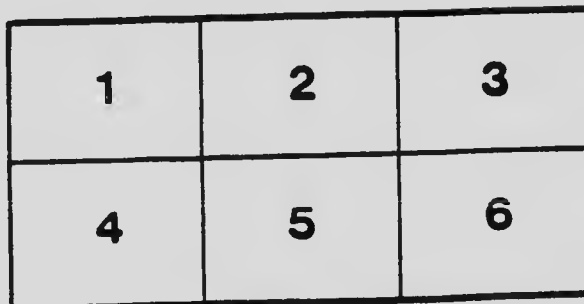
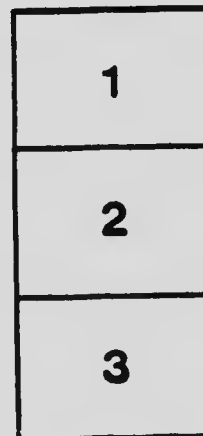
National Library of Canada

The images appearing here are the best quality possible considering the condition and legibility of the original copy and in keeping with the filming contract specifications.

Original copies in printed paper covers are filmed beginning with the front cover and ending on the last page with a printed or illustrated impression, or the back cover when appropriate. All other original copies are filmed beginning on the first page with a printed or illustrated impression, and ending on the last page with a printed or illustrated impression.

The last recorded frame on each microfiche shall contain the symbol \rightarrow (meaning "CONTINUED"), or the symbol ∇ (meaning "END"), whichever applies.

Maps, plates, charts, etc., may be filmed at different reduction ratios. Those too large to be entirely included in one exposure are filmed beginning in the upper left hand corner, left to right and top to bottom, as many frames as required. The following diagrams illustrate the method:



L'exemplaire filmé fut reproduit grâce à la générosité de:

Bibliothèque nationale du Canada

Les images suivantes ont été reproduites avec le plus grand soin, compte tenu de la condition et de la netteté de l'exemplaire filmé, et en conformité avec les conditions du contrat de filmage.

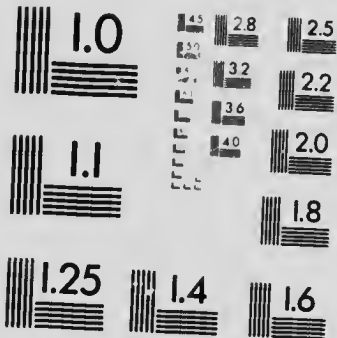
Les exemplaires originaux dont le couvercle en papier est imprimé sont filmés en commençant par le premier feuillet et en terminant soit par le dernier feuillet qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration, soit par le second feuillet, selon le cas. Tous les autres exemplaires originaux sont filmés en commençant par la première page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration et en terminant par le dernier feuillet qui comporte une telle empreinte.

Un des symboles suivants apparaîtra sur la dernière image de chaque microfiche, selon le cas: le symbole \rightarrow signifie "A SUIVRE", le symbole ∇ signifie "FIN".

Les cartes, planches, tableaux, etc., peuvent être filmés à des taux de réduction différents. Lorsque le document est trop grand pour être reproduit en un seul cliché, il est filmé à partir de l'angle supérieur gauche, de gauche à droite, et de haut en bas, en prenant le nombre d'images nécessaire. Les diagrammes suivants illustrent la méthode.

MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)



APPLIED IMAGE Inc

1653 East Main Street
Rochester, New York 14609
(716) 482-1300 Phone
(716) 288-5989 Fax

85 MEDP

SUPPLÉMENT

AU

QUARANTE-TROISIEME RAPPORT ANNUEL DU MINISTRE DE LA MARINE ET
DES PECHERIES, POUR L'EXERCICE 1909-10

RAPPORT SUR LA FORMATION DES GLACES

DANS

LE FLEUVE SAINT-LAURENT

SUIVI

D'UN RAPPORT SUR L'INFLUENCE QUE LES ICEBERGS ONT SUR LA TEMPERA-
TURE DE LA MER AINSI QUE CONSTATE PAR DES EXPERIENCES INSTI-
TUEES A L'AIDE DUN MICROTHERMOMETRE, AU COURS D'UN VOYAGE
FAIT DANS LE DETROIT ET LA BAIE D'HUDSON EN JUILLET 1901

PAR

H. T. BARNES, D.Sc., F.R.S.C.

*Directeur des laboratoires de physique et titulaire de la chaire Macdonald, de physique,
à l'université McGill, Montréal*

Traduit de l'anglais

IMPRIMÉ PAR ORDRE DU PARLEMENT

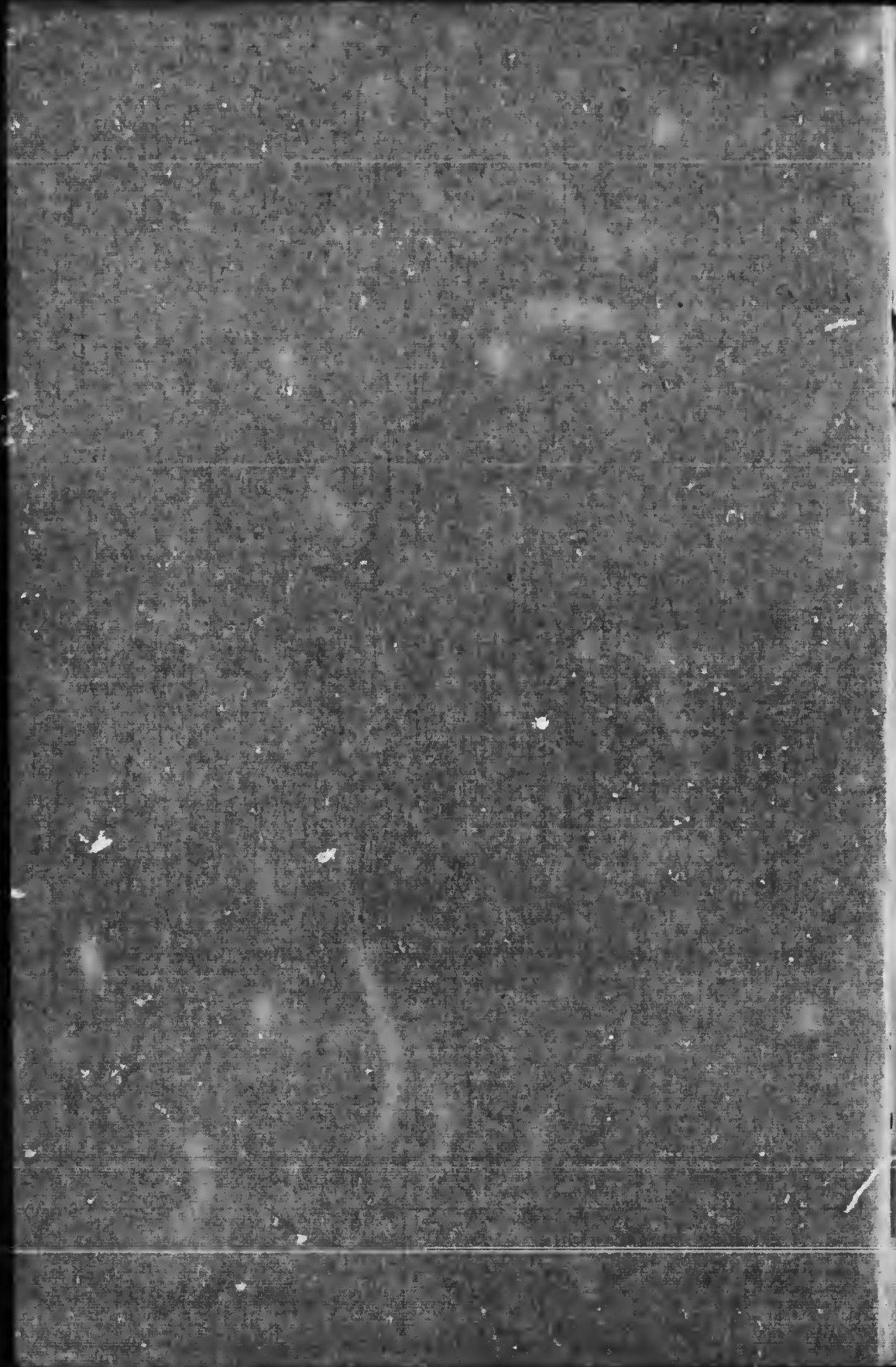


OTTAWA

IMPRIMÉ PAR J. DE L. TACHÉ, IMPRIMEUR DE SA TRÈS EXCEL-
LENTE MAJESTÉ LE ROI

1914

N° 21b—1911] Prix, 15 cts



SUPPLÉMENT

AU

QUARANTE-TROISIÈME RAPPORT ANNUEL DU MINISTRE DE LA MARINE ET
DES PÊCHERIES, POUR L'EXERCICE 1909-10

RAPPORT SUR LA FORMATION DES GLACES

DANS

LE FLEUVE SAINT-LAURENT

SUIVI

D'UN RAPPORT SUR L'INFLUENCE QUE LES ICEBERGS ONT SUR LA TEMPÉRA-
TURE DE LA MER AINSI QUE CONSTATE PAR DES EXPÉRIENCES INSTI-
TUÉES À L'AIDE D'UN MICROTHERMOMÈTRE, AU COURS D'UN VOYAGE
FAIT DANS LE DÉTROIT ET LA BAIE D'HUDSON EN JUILLET 1901

PAR

H. T. BARNES, D.Sc., F.R.S.C.

*Directeur des laboratoires de physique et titulaire de la chaire Macdonald, de physique,
à l'université McGill, Montréal*

—
Traduit de l'anglais
—

IMPRIMÉ PAR ORDRE DU PARLEMENT



OTTAWA

IMPRIMÉ PAR J. DE L. TACHÉ, IMPRIMEUR DE SA TRÈS EXCEL-
LENTE MAJESTÉ LE ROI

1914

N° 21b—1911] Prix, 15 cts

TABLE DES MATIÈRES

Rapport fait au sous-ministre de la Marine et des Pêcheries, sur la formation des glaces dans le fleuve St Laurent.....	5
Ière PARTIE	
Considérations météorologiques, en général.....	7
Extraits provenant des rapports fournis par M. King, à la suite d'observations faites sur le fleuve St Laurent, à bord des brise-glaces "Montcalm" et "Lady Grey", et description de la formation des différentes sortes de glaces, etc.: glace de "batture," "frasil", glace de fond, glace contenue et glace à aspect de neige à demi fondue.....	8
IIème PARTIE	
Détermination de la température de l'eau, à l'aide d'un nouveau thermomètre marlu.....	47
IIIème PARTIE	
Effet du soleil sur les glaces.....	49
Absorption de la chaleur solaire par l'eau.....	49
IVème PARTIE	
Influence de la présence de la glace sur la température de l'eau.....	53
Vème PARTIE	
De l'augmentation d'épaisseur de la glace de surface.....	55
VIème PARTIE	
Considérations sur certaines particularités locales touchant le maintien d'un chenal navigable entre Montréal et Québec, en hiver.....	63
Rapport ayant trait à l'"Influence des icebergs sur la température de la mer".....	65
ILLUSTRATIONS, DIAGRAMMES ET CARTE	
Figure N° 1—Diagramme : Elévation de la température de l'eau due à la présence du navire. Illustrations :—Glaçon retourné. Lames de proue du vapeur "Lady Grey."	
Figure N° 2—Route que l'on s'est frayée en brisant la glace du lac St-Pierre.	
" 3—Diagramme de l'effet de la radiation solaire sur la température de l'eau.	
" 4—Diagramme de l'élévation de température de l'eau.	
" 5—Diagramme de l'élévation de température de l'eau, à l'Île-aux-Grues, (hors texte, sous enveloppe).	
" 6—Diagramme montrant les variations de température de l'eau, dans le lac St-Pierre.	
" 7—Diagramme de l'accroissement de l'épaisseur de la glace de surface.	
" 8—Diagramme montrant l'influence de l'humidité relative au début de la formation de la glace.	
" 9—Diagramme montrant les conditions de formation de la glace.	
" 10—Diagramme de la limite d'épaisseur de la glace en formation, correspondant aux différentes températures de l'air et de l'eau.	
" 11—Diagramme montrant l'influence de la température de l'air sur l'augmentation d'épaisseur de la glace (hors texte, sous enveloppe).	
Illustrations :—Thermomètre marin hors de l'eau. Thermomètre marlu.	
Figure N° 12—Glace en fusion dans de l'eau salée, d'après une expérience instituée par le Dr Otto Pettersson.	
GRANDS DIAGRAMMES ET CARTE (hors texte, sous enveloppe), etc.	
N° 1—Diagramme fourni par le thermométrographe marin dans le détroit de Belle-Isle.	
N° 2—Diagramme fourni par le thermométrographe marlu sur la côte du Labrador.	
N° 3—Diagramme montrant les variations de la température de l'eau dans le voisinage d'un iceberg (avec le texte).	
N° 4—Diagramme montrant les variations de la température dues à la radiation (avec le texte).	
N° 5—Diagramme de la température de l'eau dans le détroit de Belle-Isle.	
N° 6—Carte du détroit de Belle-Isle.	
N° 8—Diagramme fourni par le microthermométrographe dans le détroit de Belle-Isle.	

De la formation des glaces dans le fleuve St-Laurent *

Par H. T. Barnes, D. Sc., F. R. S. C., F. R. Met. Soc.

Directeur des laboratoires de physique et titulaire de la chaire Macdonald, de physique, à l'université McGill de Montréal.

M. GEO. J. DESBARATS,

Sous-ministre de la Marine et des Pêcheries.

MONSIEUR,—Permettez qu'avec mes compliments j'aie l'honneur de soumettre le rapport suivant.

H. T. BARNES.

De nouveau, grâce à la bienveillance du ministère de la Marine et des Pêcheries, j'ai pu poursuivre l'étude des phénomènes que présente la glace, et aborder avec soin certains sujets intéressants entrevus au cours de mes travaux de l'année dernière. Aussi, suis-je heureux d'exprimer ici ma reconnaissance envers M. le ministre L. P. Brodeur, qui a bien voulu faciliter les travaux scientifiques auxquels je fais allusion, et qui s'est toujours intéressé à leur succès final. En ma qualité d'auteur je prie aussi M. le Sous-ministre G. J. Desbarats, du ministère de la Marine et des Pêcheries, d'accepter mes plus vifs remerciements: non seulement pour l'aide spontanée qu'il m'a accordée en toutes circonstances, mais aussi pour l'intérêt qu'il a porté à mes travaux et pour ses sages conseils, qui ont considérablement contribué au progrès et au succès des recherches entreprises.

Ainsi qu'il l'avait déjà fait à l'occasion d'une précédente campagne d'études, le département de la Marine et des Pêcheries m'a généreusement adjoint un aide qui, cette fois, fut M. Louis Vessot King, B.A. Pendant quatre mois ce monsieur a étudié de près les multiples particularités des glaces de formation naturelle, à bord des vapeurs de l'Etat *Lady Grey* et *Montcalm*. Je ne saurais trop priser les travaux de M. King, ni trop dire combien important a été son concours, tant qu'ont duré mes recherches, car la majeure partie de ma besogne eut été impossible si je n'avais disposé des services d'un auxiliaire aussi capable.

Au cours de l'hiver on a étudié les glaces du Cap-Rouge, puis, dans de bonnes conditions, la débâcle de celles du lac St-Pierre. Un voyage fait dans le détroit de Northumberland permit en outre de se livrer à maintes observations, à bord du nouveau brise-glace

* Traduit de l'anglais par L. d'Ornano, B.Sc.

Lady Grey qui, cette année, a rendu d'excellents services entre Pictou et Charlottetown, I.-P.-E. Enfin, trois semaines passées au mois d'avril à bord du *Lady Grey*, près de l'Île-aux-Grucs, mirent fin aux travaux d'hiver.

Pendant cette saison nous avons vérifié comme il faut certaines particularités se rapportant à des suggestions que nous fîmes dans notre rapport de l'année dernière. C'est ainsi que l'emploi de deux brise-glace au Cap-Rouge supprima entièrement les embâcles de glace qui se formaient de façon permanente au dit cap, et que, à aucun moment, les brise-glace n'eurent à accomplir une besogne réellement ardue. Car il est à remarquer que ces bâtiments n'éprouvèrent aucune difficulté à maintenir le chenal libre de glaces, ce qui fit que la marée et les courants purent agir dans toute leur puissance sur la partie du fleuve en amont, et assurer sans interruption la navigation du St-Laurent jusqu'à Trois-Rivières.

C'est dire que l'œuvre des brise-glace fournit cette année le plus bel exemple que l'on pourrait désirer, quant à l'efficacité et à la facilité de la lutte à entreprendre contre les glaces du fleuve. Je répète donc ce que j'ai déjà donné à entendre l'an dernier: "Le fameux pont de glace du Cap-Rouge se forme en quelques jours, parfois même en moins de temps, et, cependant, il faut environ deux mois pour s'en débarrasser." Nous ferons remarquer, néanmoins, que si un brise-glace manœuvrait sur ce point du fleuve, durant les quelques jours qui précèderaient la formation du pont de glace, et durant ceux qui la suivraient, si les choses se passaient comme par le passé, cette formation deviendrait absolument impossible, ce qui rendrait facile la tâche de maintenir le fleuve libre de glaces à cet endroit. J'ajouterais même que: "L'on ne voit guère pourquoi deux puissants brise-glace ne pourraient maintenir un chenal exempt de glaces entre Québec et le lac St-Pierre: bien que les masses de frasil qui continueraient à se former en eaux libres puissent jusqu'à un certain point gêner la navigation."

En tout cas, cette année, les deux brise-glace dont nous avons parlé ci-dessus ont pu facilement assurer la navigabilité du fleuve jusqu'à Trois-Rivières, du fait qu'ils manœuvrèrent au Cap-Rouge. L'une des plus importantes observations qui aient été faites cette année a trait à l'action que les eaux libres, c'est-à-dire navigables, ou à ciel ouvert, eurent en hiver sur la température de l'eau en général. Je me souviens que l'année dernière j'avais pronostiqué que le nouvel état de choses recherché serait peut-être cause d'une plus grande formation de frasil. Or, je tiens à dire qu'au cours de l'hiver dernier jamais le frasil ne causa d'ennuis sérieux, et que pendant toute cette saison la température de l'eau se maintint à Québec au-dessus de son point de congélation par suite de l'action des rayons solaires sur des eaux libres. De ceci

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

il découle que l'action totale de la glace de surface sur la température des grandes masses d'eau se présente sous un nouvel aspect, si l'on tient compte de l'absorption de la chaleur solaire.

Je suis convaincu que la tâche des brise-glaces à Québec fut beaucoup facilitée par la présence d'eaux libres dans la partie d'amont du fleuve, car je craignais que l'action produite par ces eaux libres fût bien différente de ce qu'elle a été.

M. King a consacré beaucoup de temps à l'étude de l'action du soleil sur la température de l'eau, et il est probable que d'importants résultats météorologiques découleront de ses observations. Le rapport suivant que j'ai l'honneur de soumettre a été subdivisé comme suit:

Ière partie. Considérations météorologiques en général, et extraits provenant des rapports fournis par M. King sur les glaces étudiées durant l'hiver.

IIème partie.—Détermination de la température de l'eau à un 1000ème de degré près, au moyen d'un nouveau thermomètre marin.

IIIème partie.—De l'action du soleil sur les glaces. Absorption de la chaleur solaire par l'eau.

IVème partie.—De l'influence de la présence de la glace sur la température de l'eau.

Vème partie.—De l'augmentation d'épaisseur de la glace de surface.

VIème partie.—Considérations sur certaines particularités locales touchant le maintien d'un chenal navigable entre Montréal et Québec, durant l'hiver.

Ière PARTIE**Considérations météorologiques, en général, et extraits provenant des rapports fournis par M. King sur l'étude des glaces du fleuve Saint-Laurent**

A en juger d'après les statistiques météorologiques, l'hiver 1909-10 a été relativement doux, la température de tous les mois, sauf février, ayant été au-dessus de la moyenne, et celle de ce mois, seulement, au-dessous. Ce fut surtout en mars que l'écart de température, par comparaison aux conditions climatiques habituelles, fut considérable, la moyenne de la température pour ce mois ayant été de 8 degrés plus élevée que par le passé. Aussi, la

chaleur prononcée du soleil et un superbe temps d'oux aidèrent considérablement à produire une débâcle hâtive du fleuve. Il est bon de faire remarquer à cet égard que de grandes variations de température se succédant les unes les autres, contribuent à compliquer les opérations appelées à éliminer la présence des glaces fluviales, ceci parce qu'un froid intense congèle rapidement l'eau, qui se prend en glace d'autant plus épaisse qu'elle est nouvelle, cependant qu'une hausse de température suffisante provoque le charriage des glaces et augmente la possibilité d'une embâcle au Cap-Rouge. Quand le froid persiste les "battures de glaces" demeurent attachées aux rives et leur épaisseur augmente. Je crois, cependant, que dans ces conditions l'épaisseur totale qu'atteint la glace est inférieure à celle qu'elle acquiert lorsqu'une hausse de température ayant détaché les "battures" ou banes qu'elle avait formés, ceux-ci se reforment sous l'action d'une nouvelle vague de froid.

EXTRAITS PROVENANT DES RAPPORTS DE M. KING

20 décembre 1909 (lundi).—J'arrive à Québec et m'installe à bord du brise-glace de l'Etat *Lady Grey*. A cette date ce vapeur a quitté le port entre la marée haute de midi et 3 h. 30 s. Il s'est rendu jusqu'à la Pointe-aux-Trembles, et nous avons constaté la présence dans le fleuve de glace ouverte peu épaisse (4 à 6 pouces d'épaisseur).

21 décembre 1909 (mardi).—Chute de neige modérée durant la journée. Vent N.-O. Le *Lady Grey* quitte son bassin à marée haute, vers une heure de l'après-midi. Nous rencontrons de la glace ouverte peu épaisse, mais qui l'est cependant un peu plus que celle vue la veille. La glace que nous apercevons présente surtout des plaques d'environ 8 pouces d'épaisseur, et ayant parfois plusieurs centaines de pieds de largeur. Cette glace, très cassante, cède sous les efforts du *Lady Grey* en produisant un érépitement caractéristique. Les lames de proue du vapeur suffisent à disloquer cette sorte de glace sur une distance de près de 60 pieds de chaque côté du bâtiment. Principalement en aval et en amont du pont de Québec, on voit de grandes étendues d'eau libre. D'aucunes, néanmoins, sont partiellement recouvertes de glaçons récents, isolés, peu consistants, d'aspect floconneux, et faciles à briser. Cette glace particulière se forme très rapidement, surtout quand il vente; on peut alors constater qu'un petit glaçon gros comme le poing finit par avoir jusqu'à deux pieds de diamètre en deux ou trois heures. Nous remarquons que de ces glaçons se forment en grand nombre du côté du vent, près des masses de glaces importantes, qu'indubitablement ils finissent par souder entres elles.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

Plus loin, dans la partie étroite du fleuve qui fait face au pont de Québec, l'eau a disparu sous de la glace bouleversée qui a l'aspect de petits glaçons entassés les uns sur les autres, soudés ensemble et formant masse. Très probablement ce genre de formation est dû à la désagrégation des glaces flottantes dans la partie resserrée du fleuve. En amont de ce point et jusqu'à St-Nicolas, la glace est ouverte. Apparemment son peu d'épaisseur actuelle écarte tout danger d'embâcle au Cap-Rouge. Le moment critique, quant à ce phénomène local, survient à l'époque des grandes marées, car, si jusqu'alors le temps s'est maintenu au froid, de grands champs de glace de 2 à 3 pieds d'épaisseur ont eu le temps de se former dans les vastes baies peu profondes du fleuve, près de la Pointe-aux-Trembles, à environ 10 milles en amont du Cap-Rouge.

A cet endroit le fleuve s'élargit et atteint 4 milles de largeur, mais sur bien des points il offre au plus 6 pieds d'eau. Aussi, une très forte marée et un vent du nord N.-E. suffisent-ils, là, à provoquer la dislocation des glaces et le charriage, au jusant, d'énormes masses de glace. Quelques-unes de ces glaces flottantes sont si volumineuses qu'elles parviennent à barrer le fleuve au Cap-Rouge. Dans ce cas, si la glace est assez forte pour ne pouvoir être brisée, elle forme embâcle d'une rive à l'autre et constitue les premières assises d'un pont de glace. Ce pont, bien entendu, fait obstacle aux glaces charriées par le fleuve. D'autres passent dessous, d'autres s'entassent dessus et le tout, relié par du frasil, finit par faire du pont une masse de glace contenue de 15 à 20 pieds d'épaisseur. Or, il est probable que ce pont de glace ne se formerait jamais si, à son début, il n'était sommairement constitué par les grands glaçons dont nous avons parlé, lesquels proviennent en général des hauts-fonds de la Pointe-aux-Trembles. Il est à noter que sur le point de formation de ces glaçons l'eau est trop basse pour que le *Montcalm* ou le *Lady Grey* aillent les y entamer. Cependant, une flottille de petits remorqueurs envoyés par un grand navire pourrait accomplir cette besogne. En outre, il se pourrait qu'en établissant dans la baie en question deux ou trois grands massifs de maçonnerie, sur des points bien choisis, ils suffisent à maintenir en place les grandes banquettes, au moment des plus fortes marées, et par conséquent tout l'hiver. S'il en était ainsi on peut être assuré que les grands glaçons provenant des parties du fleuve dans l'amont, ne causeraient aucun désagrément.

Arrivé à St-Nicolas le *Lady Grey* a rebroussé chemin, et nous sommes arrivés à Québec à 4 h. s.

22 décembre 1909 (mercredi).—Neige durant la nuit; temps couvert durant le jour. Température de l'air: max. 26° F., min. 22° F. Humidité relative: max. 90%, min. 81%. Le *Lady Grey*

Emplot de remorqueurs.

Effet produit sur la glace par l'humidité atmosphérique.

quitte son bassin vers une heure de l'après-midi, c'est-à-dire une heure avant le commencement du jusant. L'augmentation de l'humidité relative, depuis hier, est perceptible à première vue, tant l'aspect de la glace a changé. Celle que nous rencontrons aujourd'hui, par grands glaçons, est recouverte de neige. Elle est très peu consistante, et cède sous la poussée du brise-glace en produisant un bruit sourd de déchirement. Parfois cette glace s'ouvre devant le vapeur en formant de longs canaux. Bien que la plupart des glaçons ne soient pas plus épais que ceux vus hier, ils sont beaucoup plus "collants", ce qui fait qu'ils résistent considérablement à la poussée du navire. Un certain nombre des grandes masses de glaces flottantes ont l'aspect de glaçons détachés ou bourquignons qui se seraient soudés ensemble. Cette sorte de glace provient du morcellement des très grands bancs de glace lorsqu'ils atteignent l'étranglement du fleuve au Cap-Rouge, poussés par le flux ou le reflux. Plusieurs de ces grandes masses de glace, que nous apercevons, ont de 3 à 4 pieds d'épaisseur, flottent au-dessus de glaces morcelées et sont très difficiles à briser. Un nombre considérable des grands glaçons que nous examinons ont retenu de la vase et du gravier à leur partie inférieure, ce qui prouve qu'ils se sont formés au-dessus de hauts-fonds et se sont échoués à marée basse.

Nous avons examiné un échantillon d'eau prise sur un point du fleuve exempt de glaces, et nous n'avons pu y déceler la présence de cristaux de frasil.

Le *Lady Grey* a rebroussé chemin juste en aval de la Pointe-aux-Trenbles, et nous arrivons à Québec à 4 h. s.

23 décembre 1909.—Temps couvert durant la nuit; beau et clair durant la matinée; ciel un peu nuageux et couvert dans l'après-midi. Temp. de l'air: max 28° F., min. 16° F. Humidité relative: max. 86%; min. 70%.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 h. s. environ deux heures avant la marée haute. La glace est beaucoup moins épaisse qu'hier, beaucoup plus ouverte, et, à cause du vent qui souffle du nord-ouest, elle est plus épaisse sur la rive sud qu'ailleurs, cependant que près de la rive nord l'eau est pratiquement libre. Il est certain que la glace est quelque peu plus cassante qu'hier. Son aspect n'a guère changé jusqu'au pont de Québec. En amont de ce pont nous constatons que la glace est très mince ($\frac{1}{2}$ à 1 pouce d'épaisseur), et qu'apparemment elle s'est formée dans les eaux tranquilles baignant les masses de glaces flottantes, épaisses et ouvertes. Nous apercevons de grandes masses de glace spongieuse, de frasil, collées à la partie inférieure des glaçons les plus épais, et, surtout, de ceux recouverts de neige. L'examen de plusieurs échantillons d'eau décelent la présence d'un certain nombre de cristaux de frasil

Nous apercevons
du frasil.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

(environ 5 par e. e. en moyenne). En amont de St-Nicolas il semble qu'il n'y ait pas de glace épaisse. En général celle qui s'y trouve paraît mince, de formation récente, et analogue à celle que nous avons déjà décrite. A cet endroit, le *Lady Grey* rebrousse chemin: nous arrivons à Québec à 3 heures et demie de l'après-midi. Au moment de l'accostage nous prenons la température de l'eau, et constatons qu'elle est de 0° C. à 1 $\frac{1}{100}$ de degré près; cependant que la lecture de l'échelle donne 16.

23 décembre 1909.—Le temps est quelque peu couvert durant la nuit; clair et lumineux vers le matin et durant l'avant-midi. Température de l'air: max. 18° F., min. 13° F. Humidité relative: max. 80%, min. 66%.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à la fin du jusant: à sept heures et quinze minutes du matin. Le temps est parfaitement clair et lumineux. La glace qui se trouve dans le fleuve ne saurait nuire à la navigation. Cette glace est plus cassante qu'hier et tend toujours à s'entasser sur la rive sud. Le froid très vif de la nuit dernière a produit beaucoup de glace nouvelle et mince, qui s'est formée entre les gros glaçons. Dans les éclaircies, entre les glaçons, nous constatons souvent que l'eau est recouverte d'une sorte d'écume mince, de cristaux de glace sur le point de former de la jeune glace de surface peu épaisse. Nous rencontrons plusieurs grands champs de "glace conglomérée", relativement mince. Ces champs de glace sont constitués par des glaçons arrondis d'environ deux pieds de diamètre, formés sous l'action d'un vent modéré, qui brasse les arêtes de la glace mince de surface et la morcèle. Sous l'action des éléments, de la glace de frasil semble former des billons autour des glaçons que nous apercevons. Plusieurs des champs de glace que nous avons devant nous n'offrent pas une masse compacte ce qui fait que nous voyons l'effet que produisent sur eux les lames de proue du navire. La plupart du temps, ces champs de glace nous donnent l'illusion de grands espaces chambrés.

Nous avons examiné plusieurs échantillons d'eau pour y rechercher du frasil, et nous avons constaté, aujourd'hui, que le nombre de cristaux s'y trouvant était plus grand qu'hier (environ 10 par e. e.). A maintes reprises ces cristaux de glace nous ont paru être réunis de manière assez lâche, sur une surface de plusieurs centimètres de diamètre, nous fournissant ainsi un aperçu de la formation initiale de la glace: alors que par son aspect elle rappelle de la neige à demi-fondue.

28 décembre 1909.—Temps clair et lumineux au début de la matinée. Brise de l'ouest.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à marée haute, à huit

heures du matin. Jusqu'au Cap-Rouge nous constatons que la glace est peu épaisse et ouverte: les plus gros glaçons ont de six à huit pouces d'épaisseur. Le temps se fait brumeux et il y a formation de *barber* au-dessus du fleuve. Nous apercevons un chapelet de nuages qui suivent la vallée du St-Laurent, descendant progressivement sur ses eaux. Au Cap-Rouge, la glace tend à vouloir s'accroître. En amont nous rencontrons plusieurs grands bancs de glace, les "battures de glace". Sur un de ces bancs se trouve une cabane d'un pêcheur. Les marées de vive eau, que nous avons maintenant, ont détaché les "battures de glace" qui s'étaient formées sur les hauts-fonds entre la Pointe-aux-Trembles et les Ecureuils. Les marées de basse mer, si elles étaient plus épaisses, par suite d'un froid prolongé, pourraient, vu leurs dimensions, commencer à former embâcle au Cap-Rouge. Il nous semble que l'une de ces "battures" a une longueur de 1 1/2 mille de largeur par 2 milles de longueur. Nous ne devons pas perdre de compte qu'en présence d'une telle situation des appareils de télégraphie sans fil, à bord du *Lady Grey*, rendraient de précieux services; car nous pourrions communiquer avec le *Montcalm* ce qui permettrait aux deux brise-glace d'entamer au bon moment le grand banc où "batture de glace" dont nous signalons l'existence et la possibilité d'un commencement d'embâcle au Cap-Rouge serait fort diminuée. A certains endroits nous constatons maintenant que les "battures de glace" ont jusqu'à six pieds d'épaisseur et sont à formation de congloméré, mais, cependant, ne sont ni compactes, ni difficiles à briser. A St-Nicolas le *Lady Grey* a rebroussé chemin, et après avoir facilement traversé le grand champ de glace susdit nous arrivons à Québec à onze heures du matin.

Action des marées de vive eau.

Le "Lady Grey" devrait disposer d'appareils de T. S. F.

Frasil.

Nous trouvons beaucoup de frasil dans les échantillons de glace que nous venons de recueillir: environ 20 cristaux par c. c.

29 décembre 1909--Temps couvert durant la nuit; beau et clair vers le matin.

Le *Lady Grey* ayant à subir de légères réparations reste au quai aujourd'hui. Le *Montcalm* le remplace dans son voyage. Nous quittons Québec à neuf heures du matin. Partout la glace est peu épaisse et ouverte. Nous ne rencontrons qu'un très petit nombre de "battures de glace". La plupart de celles déjà charriées par le fleuve ont franchi le Cap-Rouge, s'en allant au fil de l'eau.

L'action du froid, relativement rigoureux, qu'il fait, est visible sur la glace, plutôt épaisse, des gros glaçons flottants: six à huit pouces d'épaisseur. Le *Lady Grey* convient tout autant que le *Montcalm* pour briser la glace que nous avons devant nous. Il tient peut-être à ce que le *Montcalm* n'est pas encore pourvu de ses grandes hélices d'hiver, indispensables lorsqu'il lui faut

s'appuyer sur l'eau pour fonder à petite vitesse sur la glace. De plus, les soupapes des machines de ce bâtiment sont encore réglées de manière à empêcher une trop grande dépense de force de sa part. Telles qu'elles sont elles suffisent aux besoins de sa navigation estivale, mais il est indispensable que lorsque le fleuve charriera aux prochaines marées de vives eaux, le *Montcalm* se trouve à même de pouvoir disposer de ses moyens les plus puissants, tant au point de vue de ses hélices qu'à celui de ses machines et de leur capacité de vaporisation, ce qui exigera l'emploi de charbon meilleur que celui que l'on brûle maintenant. Le *Montcalm* a rebroussé chemin à St-Antoine. Nous arrivons à Québec vers midi.

30 décembre 1909.—Beau temps, clair et froid la nuit; clair et calme le matin; se couvrant vers midi; pas de frasil dans l'eau.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à dix heures du matin. La glace est plutôt épaisse à cause du froid intense qu'il fait; toutefois, il n'y a pas du tout de "battures de glace". La majeure partie de la surface de l'eau libre est recouverte de jeune glace, d'environ $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur. Cependant, nous apercevons au-dessus de la brume qui se maintient très bas. En amont du Cap-Rouge, la glace paraît plus ouverte. Nous rencontrons de grands bancs de jeune glace (4 à 6 pouces d'épaisseur), qui s'étendent presque d'une rive à l'autre. A environ 1 mille de St-Nicolas la glace semble atteindre les deux rives. On est porté à croire que sur ce point elle va former un pont. Les grands bancs dont il vient d'être question ont probablement été détachés de cette masse de glace par le flux. Ces glaces se sont formées depuis 24 heures, c'est-à-dire depuis le passage du *Montcalm* hier, ce qui permet de se rendre compte de l'épaisseur que la glace peut acquérir en un temps donné, lorsqu'il fait très froid.

Vers midi nous avons examiné des échantillons d'eau et malgré le froid très intense qu'il faisait nous n'y avons trouvé aucun cristal de glace. Aujourd'hui le *Lady Grey* a rebroussé chemin à un mille en amont de St-Nicolas. Nous arrivons dans son bassin vers une heure de l'après-midi.

31 décembre 1909.—Temps beau et clair pendant la nuit; couvert pendant la matinée et l'après-midi; quelques légers flocons de neige; calme.

Frasil.—Dans un échantillon d'eau: pas de cristaux; dans trois autres: beaucoup de frasil; environ 30 cristaux par c. c.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à midi. Bien que jusqu'au Cap-Rouge la glace nous paraisse peu épaisse et ouverte, au cap même il nous semble qu'elle soit accumulée en grande quantité. Beaucoup de cette glace est très bouleversée, et ses masses sont cons-

tituées par des glaçons entassés les uns sur les autres, sur une épaisseur de 4 à 5 pieds avec, au-dessous, du frasil à demi-fondu. Cette sorte de glace, bien que n'étant pas compacte, est très difficile à désagréger et elle oppose une très grande résistance à la marche de notre brise-glace. Néanmoins, le *Lady-Grey* finit par s'y frayer un passage à la vitesse approximative de 3 milles à l'heure. En amont du pont de Québec, jusqu'à St-Nicolas, nous naviguons parmi de nombreux champs de glace de 4 à 6 pouces d'épaisseur. Parfois ces glaces flottantes s'étendent d'une rive à l'autre, et l'on n'aperçoit guère plus d'eau libre. Les échantillons que nous en recueillons contiennent beaucoup de cristaux de glace de frasil. A St-Nicolas, le *Lady Grey* a rebroussé chemin : nous arrivons à Québec à 4 heures de l'après-midi.

Frasil.

1er janvier 1910.—Temps couvert pendant la nuit et le jour. Il tombe un peu de neige; faible brise de l'est. Le frasil est relativement abondant: 15 cristaux par c. c.

Frasil.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à une heure de l'après-midi. Nous ne rencontrons partout que de la glace très peu épaisse, et nous apercevons deux "battures de glace". L'une d'elles supporte trois huttes de pêcheurs, lesquelles partent ainsi à la dérive. Ces "battures" sont très minces; leur charriage a été causé par le temps doux que nous avons maintenant. Près de ces grandes masses de glaces flottantes, nous voyons des bourguignons arrondis, d'aspect spongieux, qui émergent très peu hors de l'eau et dont la couleur est brune, ce qui est dû à la quantité de vase qu'ils contiennent. Notons que ces glaçons constituent une sorte de "glace de fond". On assure qu'ils se forment sur des hauts-fonds vaseux sous l'action du froid et du vent, à marée basse. En amont du pont de Québec nous rencontrons de grands glaçons flottants, peu épais (2 à 3 pouces). A St-Nicolas, le *Lady Grey* a rebroussé chemin: nous arrivons à Québec à quatre heures de l'après-midi.

Glace de fond.

2 janvier 1910.—Temps couvert durant la matinée; il tombe quelques légers flocons de neige par intermittence. Journée claire et tempérée; vent modéré de l'ouest.

Le *Montcalm* quitte son bassin à 1 heure vingt-trois minutes de l'après-midi. Nous rencontrons des glaces très peu épaisses, qui sous l'action du vent d'ouest tendent à se masser sur la rive sud. En amont du pont de Québec nous apercevons une grande "batture de glace", près de 1½ mille de long par 200 ou 300 pieds de large. Notre bâtiment a brisé cette "batture" en remontant et en redescendant le fleuve. La glace de cette masse flottante à 4 à 5 pieds d'épaisseur, c'est dire qu'elle est assez épaisse pour arrêter presque complètement le brise-glace qui nous porte. Le *Montcalm* a rebroussé

FORMATION DES GLACES SUR LE ST-LAURENT

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

chemin tout juste en aval de St-Nicolas; nous arrivons à Québec à 3h. 45 s.

3 janvier 1910.—Temps assez beau et clair pendant la nuit, s'est couvert vers le matin. Neige abondante durant l'après-midi; légère brise de l'est. Quinze cristaux de glace de frasil par c. c. Température de l'eau près du quai: 32° F. Température de l'air: max., 12° F., min. 8° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 heure de l'après-midi. Nous rencontrons partout de la glace ouverte et aussi quelques fragments de "glaces de battures". Toutes les étendues d'eau libre que nous apercevons sont recouvertes d'une mince écume glacée, formée par de la neige qui continue à tomber. En amont du pont de Québec la glace est jeune et très ouverte. Il est remarquable combien une journée peu froide peut avoir d'effet sur la glace, et y marquer son action durant les deux ou trois jours suivants. En effet, la glace pendant ce laps de temps se forme très lentement, et celle que charrie le fleuve devient alors très mince. Les échantillons d'eau que nous recueillons, aujourd'hui, contiennent en outre de beaucoup de neige à demi-fondue un grand nombre de cristaux de frasil. Le *Lady Grey* a rebroussé chemin à St-Nicolas; nous arrivons à Québec à 3. 45. s. Juste en face de la "batture" de Beauport, nous avons vu un grand champ de "glace de batture" qui s'étendait presque d'une rive à l'autre: Nous avons brisé ce banc de glace avant de nous rendre dans le bassin où s'amarre le bâtiment.

Effet qu'une journée tempérée peut avoir sur la glace.

Frasil et neige à demi-fondue.

4 janvier 1910.—Temps couvert pendant la nuit, avec vent d'est. Baisse soudaine de température vers le matin, avec vent N.-O. Beau temps clair pendant la journée. Température de l'air: max., 10° F., min.—13° F. Beaucoup de frasil: 40 cristaux par c. c. Frasil.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 heure de l'après-midi. La baisse soudaine de température (10° F. à—13° F.) a formé de grandes plaques de jeune glace. Comparativement parlant, nous n'apercevons que quelques rares espaces d'eau libre. Il souffle un fort vent d'ouest et la glace de frasil se forme très rapidement. (Les échantillons d'eau recueillis contiennent environ 40 grands cristaux de frasil par c. c.) Sous l'action du vent et du côté où il souffle, le frasil se rassemble près des glaces flottantes.

Frasil.

Aux endroits où le frasil se forme, on aperçoit une sorte d'écume peu épaisse, qui finit pas se congeler et adhérer aux plaques de jeunes glaces flottantes. La glace que nous rencontrons a la plupart du temps de 2 à 5 pouces d'épaisseur, et nous n'en rencontrons pas de réellement très épaisse. Le *Lady Grey* a rebroussé chemin à St-Nicolas. Au cours de notre voyage de retour, nous remarquons avec quelle rapidité se forme la glace par une température d'en-

Effet qu'un
froid soudain
produit sur les
glaces.

viron 10° F. Nos observations nous paraissent d'autant plus frappantes qu'à plusieurs reprises, au retour, nous coupons la ligne de route que nous avons suivie en remontant le fleuve. En effet, bien qu'il ne se soit pas écoulé plus d'une demi-heure ou trois quarts d'heure depuis notre passage sur certains points, la glace morcelée par notre bâtiment a durant ce bref espace de temps pu se ressouder: grâce à de la toute jeune glace de liaison, de près d'un demi-pouce d'épaisseur. A notre retour dans le bassin du navire, vers 3 heures et demie de l'après-midi, nous constatons que pendant l'absence du bâtiment, il s'est formé de la glace d'un pouce d'épaisseur, à la place qu'il occupait quelques heures auparavant, en eau tranquille.

5 janvier 1910.—Temps beau et très froid pendant la nuit; couvert vers le matin. A une heure quinze minutes de l'après-midi commence une violente tempête de neige en poudre, poussée par un vent nord-est. Température de l'air: max. 14° F., min.—14° F.

Effet produit
par une tempête
de neige.

Le *Montcalm* quitte son bassin à une heure de l'après-midi. Nous constatons que dans le fleuve, en face de Québec, la glace est ouverte et en mouvement, bien qu'elle soit plutôt épaisse par suite du grand froid qu'il fait. A notre départ le temps est calme et le ciel quelque peu couvert. A une heure quinze minutes de l'après-midi il commence à neiger, et, quelques minutes après, nous sommes enveloppés dans une violente tempête de neige en poudre, et perdons immédiatement de vue les rives du fleuve et tout ce qui était visible au-delà du bâtiment, avant de le commencement de la tempête. Nous nous trouvons dans l'impossibilité d'avancer. A une heure vingt minutes de l'après-midi le *Montcalm* rebrousse chemin, et, gouvernant au compas, nous entrons dans son bassin à une heure dix minutes de l'après-midi.

Neige à demi-
fondue et glace
de fond.

6 janvier 1910.—Temps couvert pendant la nuit; neige intermittente. La neige cesse de tomber vers minuit et le temps se radoucit au début de la matinée. Vent d'ouest. Temps couvert pendant la matinée; beaucoup d'humidité. L'eau contient des traces de neige à demi-fondue, mais pas de cristaux de frasil, à proprement parler. Glace de fond.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à sept heures quinze minutes du matin. La glace est ouverte jusqu'au pont de Québec, et elle est plutôt épaisse par suite du froid intense qu'il fait depuis deux ou trois jours.

Effet produit
par l'humidité
atmosphérique.

Glace de fond.

Nous notons l'effet produit sur les glaces par la hausse soudaine de la température et l'augmentation de l'humidité: la glace n'est pas aussi cassante que d'habitude et le fleuve charrie beaucoup de glace de fond. En amont du pont de Québec la glace est moins ouverte. De grands champs de glace de 4 à 6 pouces d'épaisseur

recouvrent le fleuve d'une rive à l'autre. Le jusant charrie ces glaces, mais moins rapidement, toutefois, que ne fuit son onde. Nous prenons note que les champs de glace se brisent par longues bandes, parallèlement à leur bord, du côté de l'aval. Ces masses de glaces, détachées de la grande banquise, sont charriées plus rapidement que la banquise dont elles proviennent. Dans les échantillons d'eau que nous recueillons nous n'apercevons pas de cristaux de frasil en aiguilles, mais nous y voyons toutefois des traces de neige à demi-fondue, ou ce qui paraît être des cristaux de neige à demi-fondue.

Effet produit
par le jusant
sur les glaces.

Neige à demi-
fondue, pas de
frasil.

12 janvier 1910.—Temps couvert pendant la nuit; dans la matinée il tombe par intermittence de légers flocons de neige; temps clair et calme pendant l'après-midi. Traces de frasil. Température de l'air: max. 18° F min. 5° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 7 h. 45 m., à la marée haute. La glace est peu épaisse et ouverte, jusqu'au pont de Québec et dans la partie du fleuve, en amont de ce pont, où l'eau est libre. Le bâtiment met une heure à briser une "batture de glace" qui se forme sur son passage, entre le pilier nord du pont et la rivière du Cap-Rouge. D'habitude quand cette "batture" se forme et qu'elle atteint une certaine largeur, elle grandit très vite, vu que là le chenal se trouve considérablement rétréci et que les glaces flottantes, poussées avec beaucoup de force par le courant du fleuve à cet endroit, s'accumulent contre ladite "batture de glace". Cette année, depuis le 10 janvier, la "batture" a grandi d'environ 200 pieds, c'est-à-dire qu'elle peut s'étendre d'une cinquantaine de pieds au cours de la durée d'une seule marée. Du reste, il est facile de se rendre compte de l'accroissement progressif de cette "batture de glace", à chaque marée, attendu qu'il se forme une sorte de billon de glace le long de la "batture", parallèlement à son bord, entre chaque nouvel apport de glace dû à la marée.

Formation d'une
"batture de
glace".

Entre ces billons de démarcation naturelle la glace de la "batture" est constituée par des bourguignons accumulés, dont l'épaisseur est celle des glaces au moment de la formation de la partie de la batture où ils se trouvent. Ceci fait que la "batture" indique *grosso-modo* qu'elle fut la température du moment, l'intensité du froid, etc., aux différentes étapes de sa formation. Aujourd'hui, afin de briser cette "batture", nous sommes obligés de l'éperonner, c'est-à-dire de lancer dessus notre brise-glace à toute vapeur. Quand on se résout à cette manœuvre, on obtient les meilleurs résultats en plaçant le bâtiment dans la direction du courant de la marée. On remarque au cours de ce genre de manœuvre que le champ de glace se casse plus facilement le long des petits billons de glace formés aux diverses marées, ainsi que nous l'avons dit.

Morcellement
d'une "batture".

Dès que la glace est entamée, et s'ouvre devant le navire, on voit venir à la surface de l'eau de grandes quantités de petits glaçons brisés et de la neige à demi-fondue. Tout d'abord le navire avance très lentement, mais bientôt, toute la "batture de glace" cède rapidement sous les coups d'éperon répétés du bâtiment, et aussi sous l'action du déplacement d'eau causé par sa coque et par le mouvement de ses hélices. Aussi, en peu de temps, voit-on de grands morceaux de glace se détacher facilement du banc de glace attaqué. Après une heure de travail, nous sommes parvenus sans difficulté à détacher une longue bande de "batture" d'environ un mille de long par 500 ou 600 pieds de large.

Le *Lady Grey* continue sa route jusqu'à l'église St-Nicolas. A cet endroit la glace est très mince; nous n'apercevons pas de "battures de glace" en dérive. Le brise-glace prend de l'eau au quai de l'Etat, puis fait route vers Québec. Nous entrons dans le bassin vers midi.

15 janvier 1910.—Beau temps clair pendant la nuit. Clair et lumineux durant le jour; calme, puis suivi d'une brise de l'ouest vers l'après-midi. Température de l'air: max. 16° F., min.—10° F.

Le *Montcalm* quitte son bassin à 10 h. 30 m. Partout la glace est ouverte et peu épaisse (3 à 5 pouces); à l'exception des grandes masses qui ont été poussées au-delà de l'étranglement du fleuve au Cap-Rouge. Le *Montcalm* poursuit sa route jusqu'à la hauteur du feu de Ste-Croix. Nous constatons qu'en face de la Pointe-aux-Trembles la glace est mince et que ses "battures" n'ont pas encore atteint une grande largeur. Nous notons aussi que les grandes plaques de glace se font de plus en plus minces au fur et à mesure que le *Montcalm* remonte le fleuve. A notre retour, qui coïncide avec le jusant, nous ne croisons aucune "batture de glace". Celles qui se sont formées sont fermes et apparemment trop bien prises pour que la marée haute puisse les détacher. Le *Montcalm* est de retour à Québec à 3h. s.

Frazil.

16 janvier 1910.—Temps beau et clair pendant la nuit et la matinée et un peu couvert vers le soir. Baromètre, 30.95. Frazil: pas de petits cristaux, quelques grands cristaux. Température de l'air: max. 16° F., min., 0° F.

Le *Lady Grey* quitte le bassin à 1 h. s. Jusqu'au pont de Québec la glace est remarquablement ouverte. Dans l'étranglement du fleuve, au Cap-Rouge, nous voyons beaucoup de jeune glace (3 à 4 pouces), qui sous la poussée violente de la marée est charriée vers l'épanouissement du fleuve en aval. Jusqu'à St-Nicolas nous rencontrons de grandes plaques de glace mince, de 3 à 4 pouces d'épaisseur, mais pas de battures. Le *Lady Grey* a rebroussé chemin

DOC. PARLEMENTAIRE No 216

à St-Nicolas. Nous arrivons à Québec vers 4 heures de l'après-midi. Il nous est déjà arrivé maintes fois d'établir une différence entre les petits et les "grands" cristaux de frasil, nous allons dire pourquoi. Les petits cristaux (environ $\frac{1}{2}$ pouce de long) semblent ne se former que lorsqu'il fait très froid (au-dessous de zéro), et alors, il peut arriver même que l'on n'en trouve pas du tout quand le temps est clair. Ces petits cristaux de frasil ont la forme d'aiguilles, flottent très peu sur l'eau, et paraissent exister en même quantité dans l'eau de tout fleuve; cependant que les grands cristaux ne se voient d'habitude qu'en masses isolées les unes des autres et peu compactes. Ces derniers cristaux peuvent avoir la forme d'aiguilles, ou celle de petites disques irréguliers. Dans la plupart des cas plusieurs de ces cristaux de glace se présentent ensemble, sans adhérer considérablement entre eux. Les masses de ces grands cristaux de frasil flottent mieux que les petits cristaux en aiguilles, dont il vient d'être question, et elles tendent à se réunir dans les eaux libres. Il se pourrait même que le clapotis contribue à la prise en masse de cette sorte de glace. En effet, quand l'eau se ride sous l'action d'une brise légère, les plaques qui contiennent des cristaux de glace de frasil paraissent tranquilles: soit par plaques, soit par bandes, et il est évident que la tension de surface est modifiée par la présence des cristaux de glace, qui empêchent la formation des "rides capillaires". Aussi, même par assez forte brise, les étendues d'eau libre qui contiennent de grands cristaux de frasil demeurent calmes, ce qui facilite la formation de la jeune glace de surface. Les étendues d'eau libre et tranquille dont il vient d'être parlé finissent par se confondre en une seule nappe d'eau, où la formation de la jeune glace de surface se manifeste rapidement, surtout si l'eau dont il s'agit contient un grand nombre de bourguignons séparés par de petits canaux.

Description de
la formation du
"frasil" ou glace
en aiguilles

Formation de la
glace de surface
aidée par la
présence du
frasil

20 janvier 1910.—Temps clair pendant la nuit; avec un peu de neige et tendance à se couvrir vers le matin; couvert pendant l'après-midi; calme.

Ce matin nous avons été informés que le "pont de glace" au Cap-Rouge est pris, depuis hier à huit heures du soir environ. A 11 h. 30 m. le *Montcalm* quitte son quai et il est suivi par le *Lady Grey*, qui fait de même à midi. En arrivant au pont de Québec nous constatons la réunion de deux immenses "latures de glace" qui s'étant soudées ensemble, bloquent complètement le fleuve à l'étranglement qu'il offre à cet endroit. Jusqu'à deux milles en amont, à partir des piles du pont, le fleuve est couvert de bancs de glace épaisse ou "battures de glace", qui montrent de longues digues de glace d'apport accumulées, ayant parfois de six à sept pieds d'épaisseur. La marée continue à monter pendant que nous

Le fleuve est
pris en totalité
au Cap-Rouge.

Morcellement
du pont de
glace.

Belle manœuvre
du "Lady Grey".

Glace de fond.

faisons ces observations. Au bord du grand banc de glace le courant est très fort, et, fréquemment, nous voyons les glaçons charriés par le flot qui monte, disparaître sous la glace de surface du champ de glace qui fait pont. Dans ces conditions nous nous apercevons qu'il est impossible aux brise-glace de faire œuvre utile, attendu que le courant, qui est très fort, continue à accumuler la glace aussi vite que les brise-glace en détachent de grands morceaux. Nous décidons d'attendre le jusant, qui doit se produire vers 3 h. s. Nos vapeurs commencent donc à évoluer à l'étales, et dès que le jusant se fait sentir ils manœuvrent plus facilement. Les brise-glace procèdent de façon à couper dans la glace un chenal de 200 verges* de large. Ils avancent tous deux à peu près à la même vitesse à travers le banc de glace, qui se casse entre eux par grands morceaux, que charrie le jusant. Parfois, la glace est si épaisse que nos bâtiments montent dessus, et se trouvent dans l'impossibilité de faire machine en arrière. Ceci arrive deux fois au *Montcalm* et trois fois au *Lady Grey*. Dans ces occurrences le bâtiment disposant encore de ses moyens se dirige diagonalement vers celui qui est temporairement immobilisé, et cassant la glace transversalement, le dégage bientôt de sa fâcheuse position. En manœuvrant de cette façon nous nous avançons assez vite pour atteindre l'eau libre qui est en amont. Il nous faut dire, cependant, que nous éprouvons les plus grandes difficultés à vaincre la résistance des 250 pieds de glace qui nous séparent encore de cette eau libre. Le banc de glace est très épais (15 à 20 pieds), et c'est au-dessus de cette grande épaisseur de glace que nos vapeurs risquent le plus de s'échouer. Enfin, vers 5h. 10m. le pont de glace cède et nos deux navires ne perdent pas de temps à rebrousser chemin et à regagner Québec, où nous arrivons à 6 h. s. environ. A 10 h. s. on nous informe que toute la masse de glace du Cap-Rouge est emportée par le fleuve, qui, maintenant, la charrie en aval de Québec. Au cours de l'après-midi la manœuvre du *Lady Grey* a été vraiment remarquable. En effet, malgré le peu de poids relatif de ce bâtiment et la puissance comparativement faible de ses machines, il s'est avancé aussi rapidement, sinon plus vite, que le *Montcalm* à travers les glaces. Grâce à son peu de poids le *Lady Grey* pouvait éperonner la glace et faire machine en arrière plus vite que son compagnon de route. En somme, et tout bien considéré, ce vapeur n'avait rien à envier au *Montcalm*; car ce dernier ne disposant que de ses petites hélices prenait un temps considérable à acquérir de la vitesse et à aller de l'avant.

22 janvier 1910.—Nuit pluvieuse; pluie intermittente et fréquente pendant la journée. Le fleuve charrie de grandes quantités de glace de fond. Température de l'air; max. 38° F., min. 33° F.

* N. D. T.—Dans la province de Québec la "verge" correspond au yard anglais.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 10 h. 30 m. Partout la glace est très ouverte et peu adhérente. La pluie et la marée haute ont détaché les "battures de glace" jusqu'au niveau de la laisse des basses eaux. Nous apercevons de grandes quantités de glace de fond. La glace de "batture" que nous croisons n'offre à la vue que de petits glaçons. Le *Lady Grey* rebrousse chemin à St-Nicolas. Nous arrivons à Québec à 1 h. 15s.

23 janvier 1910.—Nuit pluvieuse. Temps couvert et neige légère pendant la matinée. Beau temps dans l'après-midi et au commencement de la soirée. Vent d'ouest. Pas de frasil. Le fleuve charrie de la glace de fond. Température de l'air: max. 36° F., min. 26° F. Glacé de fond.

Comme on nous a informé que samedi soir dernier le fleuve a emporté les "battures de glace" des Ecureuils, le *Lady Grey* et le *Montcalm* reçoivent l'ordre de remonter le fleuve afin d'empêcher la formation de l'embâcle qui pourrait se produire au Cap-Rouge. Le *Lady Grey* quitte le bassin à 8 h. m. et le *Montcalm* le suit à 9 h. m. Le *Lady Grey* ne rencontre que deux petites "battures de glace" en aval du pont de Québec, et constate qu'en amont de ce pont la glace est ouverte, peu adhérente, et tend à se porter sur la rive nord. Apparemment les grandes battures redoutées ont été charriées en aval pendant la nuit. Le *Lady Grey* rebrousse chemin en face de l'embouchure de la rivière du Cap-Rouge, et nous arrivons à Québec à 10 h. m. Crakute mal fondée.

24 janvier 1910.—Temps quelque peu couvert durant la nuit; couvert durant le jour. Brise d'est. Pas de frasil.

Le *Lady Grey* quitte le bassin à 8 h. m. La glace est très détachée et ouverte. Nous rencontrons surtout de petits glaçons, détachés d'une "batture" épaisse (1 pied à 1½ pied d'épaisseur). En face de l'embouchure de la rivière du Cap-Rouge nous rencontrons un grand banc de glace, ou "batture de glace", d'environ ½ mille par ¾ mille. La pluie et la hausse de température ont beaucoup miné cette "batture". Aussi nous n'éprouvons aucune difficulté à la briser. La glace peu épaisse que nous apercevons, et que charrie le fleuve, contient beaucoup de vase. Comme la plupart des "battures" de cette partie du fleuve ont disparu, cette glace a dû se former au-dessus des hauts-fonds et des battures de vase aux basses eaux puis avoir été charriée par la marée haute. On nous informe que le fleuve est navigable et libre jusqu'à Trois-Rivières. Comme nous avons empêché la formation du pont de glace au Cap-Rouge, les marées et les courants n'éprouvant plus d'obstacles, empêchent la formation de grandes plaques de glace de surface épaisse, entre Québec et Trois-Rivières. Le *Lady Grey* a rebroussé chemin à St-Nicolas. Nous arrivons à Québec à 10 h. m. Eaux libres jusqu'à Trois-Rivières.
Effet produit sur le fleuve, en amont par l'absence du pont de glace.

6 février 1910.—Neige et vent fort d'ouest pendant la nuit. Beau temps froid pendant le jour. Léger vent d'ouest. Température de l'air: max. 5° F., min.—3° F.

La jeune glace
empêche les
rides.

Le *Montcalm* quitte le bassin à 8 h. m. Il y a très peu de glaces en aval du pont de Québec, bien qu'à la suite du froid intense de la nuit dernière, l'eau soit recouverte d'une couche de très jeune glace de surface, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{8}$ de pouce d'épaisseur. Cette jeune glace suffit à empêcher la formation de rides à la surface de l'eau. En amont du pont de Québec, nous rencontrons des plaques de glace mince de 2 à 3 pouces d'épaisseur, formées durant la nuit. Le *Montcalm* rebrousse chemin à St-Nicolas. Il est de retour à Québec vers 10 h. 30 m.

7 février 1910.—Baromètre 29.9. Temps clair et froid pendant la nuit. Beau et clair pendant le jour. Vent d'ouest léger. Frasil: un grand nombre de cristaux (30 à 40 par c. c.). Température de l'air: 0° F. et—7° F.

Le *Lady Grey* quitte le bassin à 7 h. 30 m. Avant de remonter le fleuve ce brise-glace s'attaque à la "batture de glace" qui existe en face du brise-lames. Par suite du froid intense de la nuit dernière il y a beaucoup de glace dans le fleuve, laquelle a en général de 4 à 6 pouces d'épaisseur. En amont du pont de Québec, il y a très peu d'eau libre. Nous rencontrons de grands champs de glace, auxquels la force du courant a fait franchir l'étranglement du fleuve en amont dudit pont. Ces glaces sont accumulées et ont acquis une certaine épaisseur. Le *Lady Grey* rebrousse chemin à St-Nicolas. Il arrive à Québec vers 11. h 30 m.

8 février 1910—Temps clair et froid pendant la nuit avec tendance à se couvrir vers minuit. Il tombe par intermittence de la neige légère, vers le matin et pendant la journée. Léger vent d'est. Température de l'air: max. 16° F., min.—4° F.

Au cours de l'après-midi du 7 février nous avons mesuré plusieurs fois la glace de surface, afin de déterminer l'augmentation progressive de son épaisseur. A ce effet, nous avons brisé des morceaux de la glace qui se formait dans l'eau libre du bassin (du *Lady Grey*) et, à plusieurs reprises, nous en avons apporté à bord pour les mesurer. Dans le tableau suivant on trouvera les résultats de nos observations à cet égard. Il nous a été impossible de mesurer l'épaisseur de la glace pendant la nuit, attendu qu'il a commencé à neiger vers le matin et que la marée avait morcelé la glace de surface.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

TABLEAU DONNANT L'ÉPAISSEUR PROGRESSIVE DE LA GLACE EN FORMATION.

Heures	Épaisseur de la glace en centimètres	Température de l'air	Température de l'eau
11.30 h. m.	Pas de glace.	Fahr - 4°	+ .092 C
12 midi.	Ecume mince	- 3°	
12 20 S.	0 31 cm.	- 2°	+ .068
1 05 "	0 62 "	- 1°	+ .053
1 35 "	0 9 "	- 0.5°	+ .053
2 05 "	1.1 "	- 1°	
2 35 "	1 3 "	- 1°	
3 05 "	1.6 "	- 1°	+ .045
3 35 "	1.8 "	- 1.05°	
4 05 "	1 9 "	2°	
5 05 "	2 3 "	- 3.5	

Observations faites pour déterminer l'augmentation progressive de l'épaisseur de la glace.

10 février 1910.—Le *Lady Grey* quitte son bassin à 11 h. m. Au cours de la nuit une marée montante, exceptionnellement forte, due à un violent coup de vent d'est a détaché les battures de glace qui se trouvaient en amont du Cap-Rouge. En remontant le fleuve nous rencontrons plusieurs grands glaçons épais, dont quelques-uns ont jusqu'à 2 pieds d'épaisseur, d'une glace de formation uniforme. Il y a très peu d'eau libre et les glaces sont de plus en plus denses dans le voisinage du rétrécissement du fleuve. Nous constatons qu'il nous est impossible d'avancer au-delà des piles du pont de Québec. Nous apercevons de grandes masses de glaces de batture qui s'accumulent dans la partie resserrée du Saint-Laurent, en amont du pont, et qui tendent à s'entasser les unes sur les autres sur la rive. Aussitôt que ces masses de glace se poussent les unes les autres franchissent les piles du pont et atteignent l'épanouissement du fleuve en aval, comme elles sont soumises à une moins grande poussée, nous les voyons se détacher et se casser en petits fragments, que les courants emportent dans toutes les directions. Nous remarquons que le courant du fleuve est plus rapide que le mouvement des glaces qu'il charrie, et qu'à un moment donné la poussée de l'eau est si considérable sur les glaces flottantes que leur charriage cesse presque entièrement. Les "battures de glace" que nous avons sous les yeux se sont formées au cours de l'hiver, et on croit qu'elles viennent des Eureuils. Apparemment le dégel survenu en janvier n'a pas suffi à les détacher. Le *Lady Grey* reste au pont de Québec pendant quelques heures, et brise les grands banes de glace au fur et à mesure qu'ils franchissent l'étranglement du fleuve, afin de diminuer les possibilités d'une embâcle à la prochaine marée montante. Ce brise-glace mouille dans son bassin vers deux heures et trente minutes du soir.

Embâcle dans la partie resserrée du fleuve.

23 février 1910.—Bar. 29.70. Temps beau et clair pendant la nuit et la journée. Température de l'air: max. 18°, min. 5° F.

Nous entamons un champ de glace.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 9 h. 30 m. Nous nous trouvons en présence d'un champ de glace épaisse qui s'étend au-delà du pont de Québec jusqu'à St-Nicolas. C'est de la vieille glace d'automne que nous apercevons sur une longueur de près de 2 milles et sur une largeur de près d'un mille. Nous mesurons cette glace: son épaisseur, dans sa partie compacte, est de 25 pouces, mais sur d'autres points, elle est beaucoup plus épaisse et retient au-dessous d'elle de grandes masses de frasil. Incontestablement cette "batture de glace" est la plus volumineuse que nous ayons rencontrée cette année. Le *Lady Grey* attaque cette énorme masse de glace et la morcèle à plusieurs reprises, jusqu'à ce que le jusant l'ait presque totalement charriée au-delà du rétrécissement du fleuve au Cap-Rouge. A 12 h. 30 m. nous jugeons prudent de conduire le bâtiment en aval du pont de Québec, du côté de l'ancienne capitale, et d'attendre là le passage des banes de glace détachés. Nous constatons que plusieurs de ces banes, malgré le morcellement auquel nous avons soumis le champ de glace dont ils proviennent, sont encore assez grands pour atteindre d'une rive à l'autre du fleuve, ce qui fait que parfois leur charriage se trouve retardé, et qu'ils s'arrêtent presque complètement en franchissant le rétrécissement du St-Laurent, sur ce point de son cours. Cependant, en fonçant sur ces morceaux de banquise, d'aval en amont, nous les brisons et facilitons leur charriage. Aussi, à 1 h. 30 s. toute la batture se trouve avoir gagné l'aval. Ceci constaté le *Lady Grey* remonte le fleuve jusqu'à la rivière du Cap-Rouge, pour s'assurer s'il n'y a plus là de "battures de glace", mais en cours de route nous ne croisons que de grandes plaques de jeune glace de deux à trois pouces d'épaisseur. Le coincement des glaces contre les deux berges du fleuve est tel qu'elles subissent une poussée considérable de la part du courant.

Grande résistance offerte par des glaces contenues.

Nous remarquons, non sans surprise, combien le *Lady Grey* éprouve de difficulté à traverser ces glaces, tant qu'elles ne se détachent pas des rives. En effet, il nous est aussi difficile d'avancer au travers de cette glace mince que de traverser un bane de glace d'un pied d'épaisseur, flottant librement. Enfin, sur plusieurs de ses points la grande masse de glace contre laquelle lutte le bâtiment cède à vue d'œil, en faisant un bruit considérable, et nous voyons s'y former des crevasses, qui partent des points de fléchissement et s'étendent vers les deux rives. Aussitôt le brise-glace prend de la vitesse. Le *Lady Grey* rentre dans son bassin vers 2 h. 45 m.

Effet de la chaleur dégagée par la vapeur sur la température de l'eau environnante.

Nous déterminons peu après la température de l'eau du bassin Louise à différentes profondeurs, jusqu'à 34 pieds, et constatons qu'elle augmente d'autant plus que l'observation a lieu à une plus grande profondeur. Nous remarquons, en outre, que la température

de l'eau dudit bassin varie au fur et à mesure que notre observation se prolonge.

Ci-dessous nous donnons sous forme de tableau les températures de l'eau observées, et le diagramme (1), qui illustre nos observations:

Profondeurs	Heures	Lecture de l'échelle de l'appareil	L. en c. du fil du pont	Température en degrés C.
1 pied	2h. 55 s.	38.45	2.95	+ .048
5 pieds	3 h. 00 "	38.65	2.75	.045
12 "	3 h. 09 "	38.13	3.25	.053
20 "	3 h. 25 "	36.85	4.55	.074
34 "	3 h. 30 "	35.55	5.85	.096
20 "	3 h. 37 "	37.35	4.05	.061
5 "	3 h. 46 "	36.20	5.20	.085
1 pied	3 h. 55 "	34.50	6.90	.113

2 mars 1910.—Temps couvert pendant la nuit, avec neige et vent d'est; couvert et brumeux pendant la matinée; calme. Vers 2 h. s. le brouillard se dissipe. Pas de frasil. Beaucoup d'écume de neige. Temp. de l'air: Le. E. 39.7, T. +.0305° C.; Temp. de l'air: Max. 34° F. min. 27° F. Pas de frasil.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 h. 20s. Jusqu'au pont de Québec le fleuve est remarquablement exempt de glaces. En amont de ce pont nous croisons de nombreux petits bourguignons provenant de banes épais. Quelques-uns de ces bourguignons ont de 3 à 4 pieds d'épaisseur. Nous n'apercevons pas de glaçons flottants de grande étendue. Le *Lady Grey* rebrousse chemin à St-Nicolas; nous sommes de retour à Québec à 4 h. s.

TEMPERATURE DE L'EAU (DANS LE BASSIN.)

	4 h. 25 s.	5 h. 10 s.	6 h. 30 s.	7 h. 30 s.	11 h. 15 s.	9 h. m., (Mars 3)
Le. E.	36.4	33.5	38.7	39.2	39.5	36.0
T.	+ .084°C.	+ .131°C.	+ .017°C.	+ .039°C.	+ .034°C.	+ .091°C.

Baisse de la température de l'eau pendant la nuit.

3 mars 1910.—Bar. 29.70. Beau et clair pendant la nuit et le jour. Vent d'O. modéré. Temp. de l'air: max. 38°, min. 25° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 h. 30 s. En aval du pont de Québec le fleuve est presque entièrement exempt de glaces. Au pont même nous croisons un "flœ" de glaçons, détachés du fleuve. Au Le fleuve est presque exempt de glaces.

d'épais banes de glace. D'aucuns de ces glaçons flottants ont de 3 à 4 pieds d'épaisseur, mais pas un seul d'entre eux n'a une grande étendue. A St-Nicolas et plus en amont nous constatons que le fleuve est presque entièrement libre de glaces. Le *Lady Grey* rebrousse chemin au sémaphore de St-Nicolas et nous sommes de retour à Québec vers 4 h. s.

Température du
fleuve.

TEMPERATURE DE L'EAU.

9 h. m. (dans le bassin)	3 h. s. (dans le chenal)	4 h. s. (dans le bassin)
+ .091° C.	+ .099° C.	+ .118° C.

4 mars 1910.—Bar. 29.95. Beau et clair pendant la nuit et le jour. Vent d'O. modéré. Temp. de l'air: max. 32° F., min. 18° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 h. 20s. Jusqu'au pont de Québec le fleuve est pratiquement libre de glaces. En face de l'embouchure de la rivière du Cap-Rouge nous croisons une grande "batture de glace" d'environ 1 mille de long par un quart de mille de large. La glace de ce bane n'est pas très épaisse, attendu qu'en général elle a de douze à quinze pouces d'épaisseur. On croit à bord que cette "batture" provient du Cap-Santé. Notre brise-glace la morcèle à plusieurs reprises. Comme nous nous rendons à St-Nicolas nous rencontrons quelques petits banes de glace, cependant que la majeure partie du fleuve est libre, et qu'il charrie à certains endroits des plaques de très jeune glace. Le *Lady Grey* rebrousse chemin au sémaphore de St-Nicolas; nous arrivons à Québec à 4 h. 30 s.

La température
de l'eau monte.

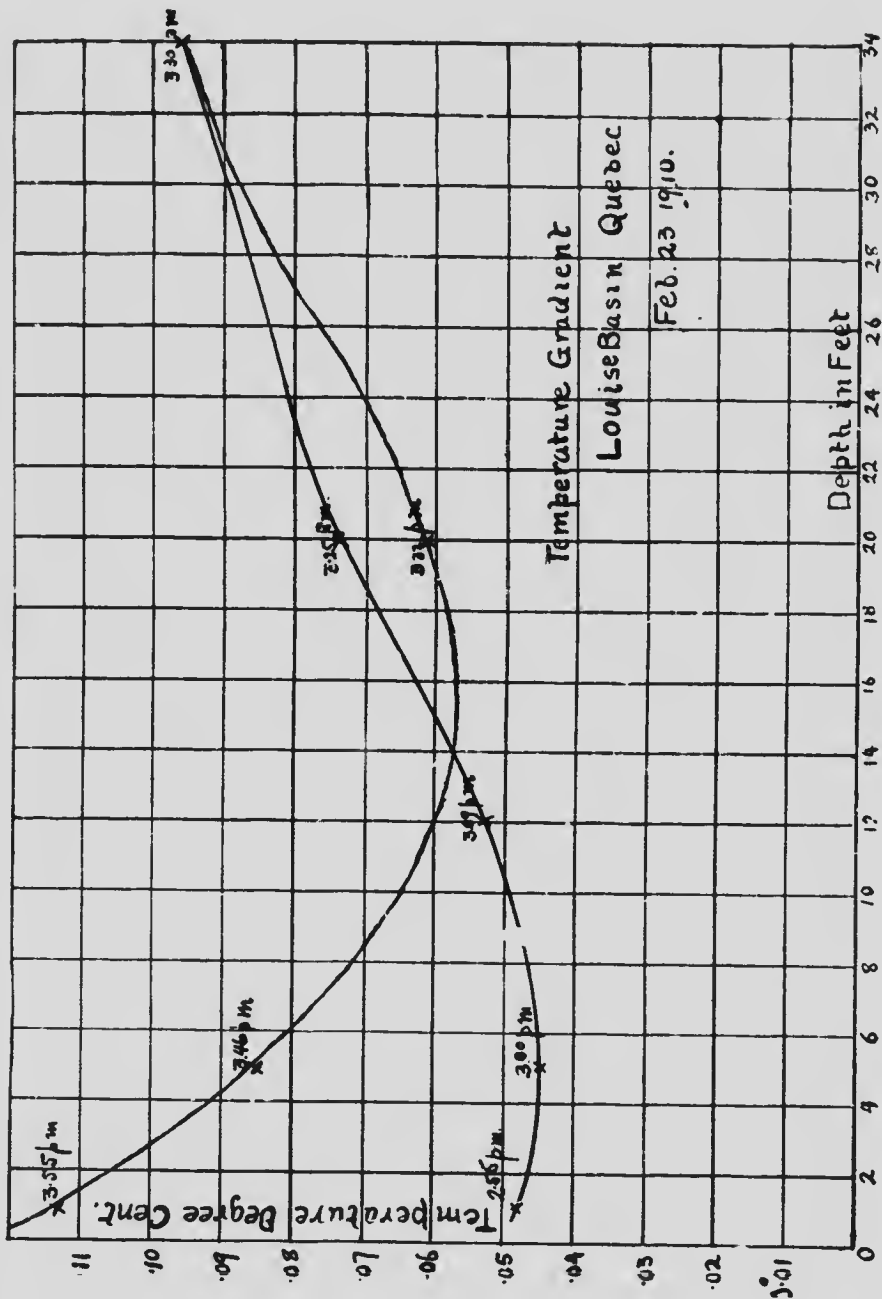
TEMPERATURE DE L'EAU.

	3 h. s. (dans le chenal)	4 h. s. (dans le bassin)
T.	+ .107° C.	+ .110° C.

5 mars 1910.—Temps beau et clair pendant la nuit; couvert avec un peu de neige légère pendant la matinée. A midi la neige cesse de tomber, mais le ciel reste couvert. Beaucoup d'écume de neige flottante. Température de l'air: max. 30° F., min. 19° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin vers 1 h. 30 s. En amont et en aval du pont de Québec le fleuve est presque entièrement libre. Notre bâtiment consacre quelques instants à morceler par tranches

FIGURE n° 4



la "batture de glace" du Cap-Rouge. Le *Lady Grey* est de retour dans son bassin vers 4 h. s.

La température de l'eau du fleuve monte.

TEMPERATURE DE L'EAU.

	9 h. m. (dans le bassin)	3 h. s. (dans le chenal)	4 h. 15 s. (dans le bassin)
T.....	+ .091° C.	+ .123° C.	+ .107° C.

6 mars 1910.—Bar. 29.95. Temps beau et clair pendant la nuit; brouillard épais, et temps calme, vers midi. Temps beau et clair pendant l'après-midi, avec légère brise de l'E. Température de l'air: max. 34° F., min. 14° F.

La chaleur relative de l'eau empêche la formation de la glace.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 1 h. 30 s. Il n'y a pratiquement pas de glaces sur le fleuve, sauf quelques petits bourguignons de glace épaisse de "batture", que nous croisons de temps en temps, et quelques grandes plaques de très jeune glace de surface. Le *Lady Grey* rebrousse chemin en face du sémaphore de St-Nicolas, et arrive à Québec vers 4 h. s.

L'élévation de la température de l'eau du fleuve est due à l'absence de glaces flottantes et de glaces contenues.

TEMPERATURE DE L'EAU

A 3 h. s. dans le chenal.....	à 3 pieds sous la glace.....	+ 140° C.
	à 3 pieds en eau libre.....	+ 148° C.
	à la surface (soleil voilé).....	+ 143° C.
	3 pieds de profondeur (soleil v.).....	+ 135° C.
A 4 h. 15 s. dans le bassin.....	entouré de glace à la surface.....	+ .055° C.
	à 3 pieds de profondeur.....	+ .099° C.
	à 3 pieds de profondeur.....	+ 123° C.

15 mars 1910.—Temps beau et clair pendant le jour. Température de l'air: max. 26° F., min. 16° F.

Le pont de glace est pris.

Le *Montcalm* quitte le bassin vers 1 h. s. En arrivant au pont de Québec nous constatons qu'une embâcle s'est formée entre les piles de ce pont. A 3 h. s. le *Lady Grey* reçoit un radiogramme l'informant qu'on a besoin de ses services. Avant l'arrivée du *Lady Grey* nous nous apercevons qu'une autre embâcle s'est formée en face de la pointe de la Confédération. Dès qu'ils se trouvent réunis les deux brisse-glace manœuvrent ainsi que nous l'avons déjà décrit. Ils éperonnent l'embâcle et y ouvrent un chenal d'environ 500 pieds de large, ce qui permet à la glace d'être charriée par le fleuve au jusant. En cette occasion, le *Lady Grey* prouve de nouveau qu'il peut rendre autant de services que le *Montcalm*. Disons que ce dernier brisse-glace ne donne aujourd'hui qu'environ 3,000 c.v. au lieu de donner son maximum de 4,200 c.v.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

Les deux navires travaillent de conserve jusqu'à six heures du soir, manœuvrant ainsi que nous l'avons dit. A cette même heure l'embâcle, ou pont de glæce, cède enfin sous les choes répétés des brise-glæce. Ceux-ci sont de retour à Québec vers 7 h. s.

16 mars 1910.—Légère brise de l'E. Temps beau et clair pendant la nuit; légère neige vers le matin.

8 h. 05 m.—Le *Lady Grey* part de Québec. Jusqu'au pont de Québec, il n'y a pratiquement pas de glæce sur le fleuve.

8 h. 45 m.—En arrivant au pont de Québec nous apercevons un énorme champ de glæce, d'environ 1½ mille de long et de trois à quinze pieds d'épaisseur, qui bloque le fleuve dans sa partie resserrée. A ce moment nous constatons que la marée monte et comme nous nous approchons du bane de glæce jusqu'à une distance a peu près égale à la longueur du bâtiment, nous constatons que cette grande masse de glæce cède sous la poussée du flux. Notre brise-glæce attend près de dix minutes que cette "batture de glæce" remonte le fleuve sur une certaine distance, afin de pouvoir la contourner. Nous demandons au *Montcalm* de remonter le fleuve et de venir morecler cette "batture de glæce" avant qu'elle ne soit charriée par le jusant; après quoi le *Lady Grey* se remet en route pour atteindre Trois-Rivières.

Le "*Lady Grey*" rencontre un grand bane de glæce dans la partie étroite du fleuve.

Le "*Lady Grey*" se rend à Trois-Rivières.

17 mars 1910.—Temps beau et clair pendant la nuit et le jour. Il fait très froid; brise de l'O. Il n'y a pas de frasil dans l'eau. Température de l'air: max. 22° F, min. 0° F.

DE LA FORMATION DE LA GLACE SUR LE LAC ST-PIERRE.

La jeune glæce qui se forme à l'automne sur le lac St-Pierre, forme embâcle dans le chenal étroit qui se trouve en face de Port St-François, à la décharge du lac, là où le fleuve est traversé dans sa largeur par des hauts-fonds. C'est ce qui fait que le fleuve se prend entre Port St-François et Trois-Rivières avant que le lac lui-même ne soit pris. Au printemps c'est un phénomène contraire qui se produit. Il arrive alors que la partie du fleuve en amont du lac St-Pierre se trouve souvent libre avant que le lac lui-même ne le soit, la glæce de ce lac commençant à céder en général à sa partie d'amont avant de céder à sa décharge. Les glæces flottantes du fleuve provenant de la partie d'amont sont alors charriées sous la glæce encore contenue du lac, et, apparemment, elles se fondent à l'entrée de ce lac, dont l'eau est comparativement chaude (peut-être 1° C.), vu que l'eau du lac a été réchauffée par l'action solaire, dans les parties du fleuve qui sont libres en amont. Mais quand l'eau ainsi réchauffée atteint la décharge du lac elle se trouve si

Formation de la glæce sur le lac St-Pierre.

La débâcle sur le lac se manifeste d'abord à sa partie d'amont.

refroidie, et sa température si près de 0° C., qu'elle n'a alors que peu ou point d'effet pour fondre ou affaiblir les glaces qui se trouvent à cette décharge.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 6 h. 30 m., à 7 h. m. il attaque la glace, à environ 1 mille en amont de Trois-Rivières. Nous constatons que cette glace est beaucoup plus consistante et difficile à entamer qu'elle ne l'était hier.

Effet produit sur la glace par l'eau froide et l'humidité.

Pendant la nuit, le temps s'est refroidi (près de 0° F.) et le vent a beaucoup séché l'air (humidité relative entre 50 et 70 pour cent). Nous avançons très lentement au travers des glaces. Dans l'après-midi notre marche est plus rapide. La glace à une épaisseur variable de 15 à 20 pouces. Sa coloration est bleuâtre et elle est recouverte d'à peu près 6 pouces de neige. Nous ne pouvons avancer qu'en "éperonnant" continuellement le champ de glace. Le *Lady Grey* manœuvre en faisant machine en arrière sur une distance approximative de 200 pieds, puis en se lançant sur la glace dans laquelle il pénètre de 60 à 100 pieds de longueur à chacune de ses attaques. En procédant de la sorte, nous parvenons, dans notre journée de travail de 10 heures, à ouvrir un chenal de 200 à 300 pieds de large et de 3 milles de long. La difficulté que nous éprouvons à nous frayer un passage dans cette masse de glace tient à ce qu'elle est contenue sur les deux

La glace n'a pas de "jeu".

rives, et n'a pas de "jeu". En retournant à Trois-Rivières à 5 h. 15s., le *Lady Grey* parvient à élargir le chenal qu'il a ouvert, en détachant sur son côté nord une bande de glace de 200 pieds. Le bâtiment parvient à ce résultat sans avoir à diminuer sa vitesse, de près de 6 milles à l'heure: la vitesse du courant étant de près de 3 milles à l'heure. Ce que nous venons de dire prouve qu'en parlant de la marche des brise-glace on doit dire si les champs de glace qu'ils attaquent sont "contenus" ou "flottants", c'est-à-dire fermes sur leurs bords ou détachés de la rive. Ce n'est qu'après une telle explication qu'on peut se faire une idée exacte du rendement de travail des brise-glace. En employant deux brise-glace qui, marchant dans des directions parallèles, éperonnent alternativement un champ de glace, celle-ci cède plus facilement, et le travail effectué est triple de celui que l'on obtiendrait avec un seul brise-glace; c'est-à-dire que la glace est brisée trois fois plus vite, approximativement parlant.

Il est nécessaire de bien défilir l'état des glaces à attaquer.

Particularités physiques de la glace de surface.

La glace que nous brisons offre plusieurs particularités physiques très remarquables. En majeure partie elle est transparente, bleuâtre, et recouverte de neige, ainsi que nous l'avons déjà dit. Sur certains points elle est striée de façon bien définie, en d'autres nous apercevons beaucoup de frasil lorsque cette glace cède sous le choc du navire et se fend. A plusieurs reprises nous constatons que sur toute son épaisseur la glace semble avoir été formée par

plaques minces successives, et superposées (d'environ 1 pouce d'épaisseur), soudées entre elles, et dont quelques-unes contiennent de la vase et de la boue. Dans plusieurs cas nous avons constaté que de la glace boueuse se trouvait à la partie inférieure de la masse conglomérée. La présence de glace de cette sorte confirme ce que nous avons dit, et semble prouver que la jeune glace mince de la surface du lac est charriée sous la glace qui s'est formée à l'automne à Port St-François. Ce qu'il y a de plus remarquable à noter, c'est que cette glace a dû s'immobiliser avant que le lac fût pris et recouvert d'une carapace de glace continue, ce qui prouverait, apparemment, que la glace sous nos yeux n'a pas augmenté d'épaisseur depuis ce moment-là, c'est-à-dire depuis deux mois au moins. Ceci semblerait confirmer la supposition que la glace atteint une certaine épaisseur vers le commencement de l'hiver, et qu'ensuite cette épaisseur n'augmente guère.

Épaisseur limitée de la glace.



Glaçon retourné.

Au bord de la glace nous prenons la température de l'eau, à 6 h. 55m. Nos deux lectures indiquent une température plus basse qu'aucune de celles observées à Québec, même durant les plus grands froids. Ceci montre que la chaleur solaire maintient la température de l'eau quelque peu au-dessus de 0° C., lorsque la surface de cette eau est libre de glace, ainsi que ce fut le cas au cours de l'hiver entre Trois-Rivières et Québec. Dans le chenal ouvert par le *Lady Grey* nous constatons que la vitesse du courant du fleuve est approximativement de 3 milles à l'heure. A notre retour

Effet produit par la glace de surface sur la température de l'eau.

Effet que l'humidité relative a sur la formation de la glace.

dans le bassin, vers 5 h. 50 s., nous remarquons que malgré une brise légère il se forme de la jeune glace de surface sur les eaux en face de Trois-Rivières, ce qui donne une idée de la rapidité de formation de la glace de surface, lorsque l'air est sec (environ 60% d'humidité relative) et que la température de l'eau est voisine de 0° C., cependant que celle de l'air est modérément froide: environ 15° F.

18 mars 1910.—Temps beau et clair pendant la nuit et toute la journée. Epre brouillard de gelée blanche au-dessus du fleuve au commencement de la matinée.

Effet produit par l'humidité sur le travail des brise-glaces.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 9 h. m. En se rendant à l'extrémité du chenal qu'il a ouvert hier, il l'élargit de 100 à 200 pieds. A 9 h. 35 m. notre bâtiment recommence à attaquer la glace à l'extrémité obstruée du dit chenal. La glace n'est pas aussi résistante ni aussi dure qu'hier—l'humidité relative s'est élevée à 90% pendant la nuit. Somme toute le navire avance moins vite que 24 heures auparavant. A 5 h. 10 s. le *Lady Grey* n'en n'a pas moins ouvert un chenal de 300 pieds de large jusqu'au quai de Port St-François ce qui accuse une vitesse de marche à travers la glace de milles en 7 heures 45 minutes. La glace contre laquelle nous luttons est presque entièrement de la glace conglomérée, telle que déjà décrite, et plusieurs fois il nous est donné de constater qu'il existe des masses de frasil de 4 à 6 pieds d'épaisseur sous cette glace. Lorsqu'il nous arrive de rencontrer de ces masses de frasil sous la glace, la marche du bâtiment s'en trouve considérablement retardée. En retournant à Trois-Rivières nous élargissons de près de 200 pieds le chenal pratiqué dans les glaces. Le *Lady Grey* entre dans son bassin à 6 h. 15 s.

19 mars 1910.—Temps beau et clair pendant la nuit et la matinée. Vers midi le ciel s'est couvert. Grésil et pluie vers 3 h. s. Ciel couvert et averses intermittentes de pluie. Temp. de l'air: max. 35° F., min. 6° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 6 h. 30 m. En face de Trois-Rivières nous prenons la température de l'eau (T. +. 09° C.). En se rendant à la tête du chenal qu'il a pratiqué dans la glace, tête qui se trouve un peu en amont de Port St-François, le bâtiment suit ce chenal en marchant à toute vitesse. Les lames de proue qui en résultent aident beaucoup à élargir le chenal. Nous constatons que ces lames de proue ne produisent que peu d'effet sur la glace tant qu'elles ne forment qu'un angle presque droit avec les bords du chenal, mais que cet effet devient considérable lorsqu'elles atteignent ces mêmes bords sous un angle très aigu, ce qui provoque alors le morcellement de la glace.

Les lames de proue favorisent le morcellement de la glace.

A 7 h. 15 m. le bâtiment reprend son travail où il l'a quitté à la tête du chenal. Tout d'abord la glace étant épaisse, nous n'avançons guère plus vite qu'hier. A quelque distance devant nous nous apercevons ce que l'on pourrait appeler des "trous d'air", Nous apercevons des "trous d'air" dans la glace. disposés ainsi qu'on les a figurés sur la carte.

Comme nous nous approchons de ces trous d'air nous constatons que la glace se fait de moins en moins épaisse (environ 15 pouces). Sur ce point nous nous rendons compte que la meilleure manœuvre à employer, pour aller vite, consiste à faire machine en arrière sur une distance de 300 ou 400 verges, afin de permettre aux vagues de proue de bien produire leur effet sur la glace. Il nous suffit pour cela de serrer de près l'un des côtés du chenal, ce qui permet aux lames de proue de suivre pour ainsi dire le brise-glace et de disloquer la glace sur une longueur de 200 ou 300 pieds sur un des côtés du chenal. Quand la glace a plus de 15 pouces d'épaisseur cette manœuvre ne rend pas autant d'effet des lames de proue étant alors sensiblement diminué. A 10 h. 05 m. le *Lady Grey* traverse un trou d'air. La glace sur ses bords est plus mince qu'ailleurs et elle se termine abruptement, son épaisseur mesurée étant de 12 pouces. Nous prenons la température de l'eau à cet endroit, et relevons une lecture constante de 34.3 sur l'échelle de l'appareil, ce qui correspond à la température $T. = +. 118^{\circ} \text{C}$. Le trou d'air dont nous parlons, ou étendue d'eau libre, appartient à une sorte de chapelet de ces trous qui s'étend en travers de la décharge du lac juste au-dessus d'un haut-fond (excepté là où passe le chenal maritime) qui va presque d'une rive à l'autre du fleuve. Ceci semble indiquer que les couches d'eau les plus chaudes du fond du lac sont à cet endroit ramenées vers la surface. Le fait que ces trous d'air ont existé durant tout l'hiver corrobore de façon frappante les conclusions auxquelles on s'est arrêté lorsque l'on a étudié "l'augmentation progressive de l'épaisseur de la glace de surface", attendu que les résultats obtenus alors tendent à prouver que lorsque la température de l'eau courante est quelque peu au-dessus du zéro $^{\circ} \text{C}$. la glace ne peut se former que si la température moyenne de l'air est au-dessous d'une certaine limite. La température de l'eau dans ce cas est de $+118^{\circ} \text{C}$. et la glace ne se forme que si la température moyenne de l'air est au-dessous de 8°F . Température de l'eau dans un "trou d'air" Cause probable de la présence des "trous d'air" dans la glace lacustre.

A 4 h. 50 s. le bâtiment a ouvert dans les glaces un chenal qui suit le chenal maritime jusqu'à environ 1,000 pieds au-delà du quai qui s'est enfoncé dans le fleuve. Le chenal ouvert dans les glaces par le brise-glace a maintenant $4\frac{1}{2}$ milles de long, ce qui fait qu'il a fallu en moyenne une heure de travail pour l'ouvrir sur une longueur d'un demi-mille. En général, la glace du lac que nous avons devant nous est bleuâtre, a 15 pouces d'épaisseur, et est recouverte de 6 pouces de neige durcie par le froid. A certains Aspect de la glace brisée par le bâtiment.

endroits nous constatons la présence de masses de frasil, à d'autres la glace semble pourrie (par colonnes perpendiculaires à la surface du fleuve). Nous constatons invariablement que la glace transparente et dure se trouve à la partie inférieure du champ de glace. Nous prenons la température de l'eau au moment de rebrousser chemin (4 h. 50 s.) à l'extrémité du chenal ouvert par le brise-glace: Le. E. 37.5 (plutôt variable), ce qui donne $T. = +.066^{\circ}$ C. Bien que nous prenions cette température à une heure avancée de la journée, nous constatons que sur ce point l'eau est beaucoup plus froide que celle du trou d'air dont nous avons pris la température au cours de la matinée. Le *Lady Grey* rebrousse chemin, suit le chenal qu'il a ouvert et entre dans le bassin à 5 h. 40 s.

Température de l'eau à l'extrémité du tronçon de chenal ouvert dans la journée.

20 mars 1910.—Temps clair pendant la nuit; brouillard et pluie vers le matin; puis brouillard et brume jusqu'à 1 h. s., suivis par temps clair. Beau temps pendant l'après-midi et la soirée. Température de l'air: max. 36° F., min. 28° F.

Effet de la pluie sur la glace et sur la température de l'eau du fleuve.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 8 h. m. En se rendant sur le point du fleuve où il doit manœuvrer, il consacre quelques instants à élargir le chenal dans les glaces près de la traverse de Nicolet. A 9 h. 30 m. le bâtiment reprend son travail à l'extrémité obstruée du chenal, à 1,500 pieds en amont du bateau-feu No 8. Nous avançons à raison d'un demi-mille par heure. La pluie a amolli la glace qui est chambrée, c'est-à-dire criblée de trous, à plusieurs endroits. L'effet de la pluie est perceptible sur l'eau dont elle a élevé la température: c'est du moins ce que nous constatons à l'aide d'observations faites pendant la journée.

9h. 30 m. près du bateau-feu No 8: Le. E. 34.5, $T. = +.115^{\circ}$ C.

4 h. 50 s. à l'extrémité du chenal, 7,500 pieds en amont du feu No 35: Le. E. 31.5., $T. = +.165^{\circ}$ C.

A 4 h. 50 s. notre bâtiment a ouvert le chenal jusqu'à 7,500 pieds en amont du feu No 35, ce qui fait que durant la journée nous avons au total ouvert 18,600 pieds de chenal, c'est-à-dire un peu plus que $3\frac{1}{2}$ milles. A 5 h. 50 s. le *Lady Grey* est de retour dans son bassin à Trois-Rivières.

21 mars 1910.—Bar. 30.05. Temps beau et clair pendant la nuit et la journée. Temp. de l'air: max. 36° F., min. 16° F.

Le *Lady Grey* quitte le bassin à 6 h. 30 m. et se rend à l'extrémité obstruée de la tranchée qu'il a ouverte dans les glaces. En route nous prenons la température de l'eau pendant que le navire marche à toute vitesse. La lecture des appareils est assez constante et donne: Le. E. 35.5; $T. = +.099$ C. Le *Lady Grey* continue à manœuvrer le long du chenal, avançant en moyenne à raison d'un demi-mille à l'heure. A 4h. 50 s. il a ouvert un tronçon supplémen-

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

taire de chenal d'un peu moins de 5 milles de long. Nous constatons que la glace est apparemment beaucoup plus pourrie aujourd'hui qu'elle ne l'était hier.

Avant de rebrousser chemin nous prenons la température de l'eau à l'extrémité du chenal ouvert. La lecture des appareils donne : Le. E. 38.5 (plutôt variable) T. = +.050° C. En retourant au bassin nous faisons des lectures de température de l'eau pendant que le brise-glace marche à toute vitesse.

Nous observons que la température de l'eau augmente dans la nouvelle partie de chenal pratiquée dans les glaces.

Le long du chenal entre les feux Nos. 47 et 35	Le. E.	37.0	T = +.075 C.
Entre les feux Nos. 13 et 6	Le. E.	33.9	T = +.125 C.
Autres lectures des appareils		35.0	+ .107 C.
		35.4	+ .100 C.
		34.9	+ .109 C.
		36.0	+ .091 C.

Le *Lady Grey* rentre dans son bassin de Trois-Rivières vers 6 h. s.

22 mars 1910.—L'eau du fleuve monte de 5 pouces; sa hauteur totale est de 33 pieds 3 pouces. Temps couvert pendant la nuit; pluie et grêle pendant la matinée. A partir de 2 h. s. le temps s'éclaircit; il fait beau et calme. Temp. de l'air: max. 40° F., min. 28° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 8 h. 10 m. En arrivant à Port St-François nous constatons que la débâcle commence à se produire, et que le fleuve charrie des glaces dans le nord du chenal, entre Trois-Rivières et Port St-François. Nous nous apercevons que la glace a cédé en formant une crevasse qui part du bateau-feu No 8 et suit la ligne des feux de la Pointe du Lac, cependant que le champ de glace au sud de cette crevasse, bordé d'un côté par le chenal pratiqué le long de la traverse de Nicolet, commence aussi à être emporté en aval par le fleuve. Le brise-glace *Montcalm* est à l'œuvre en aval de Port St-François, afin de briser les grands bancs de glace que charrie le St-Laurent. Quant au *Lady Grey* il manœuvre partout où il y a assez de tirant d'eau entre le bateau-feu No 8 et Port St-François. L'eau est si basse que les glaces s'échoient sur les hauts-fonds prononcés qui se trouvent dans le voisinage de la Batture-au-Fer. Au moment où les deux brise-glace se disposent à regagner Trois-Rivières le fleuve a déjà charrié beaucoup de glace, dont un grand banc descend lentement au-dessus du haut-fond qui est en face de Port St-François.

Commencement de la débâcle.

A 8 h. s. une grande partie de ce banc de glace s'est détachée de la masse principale, et on la voit descendre au fil de l'eau en face de Trois-Rivières.

TEMPERATURE DE L'EAU.

8 h. 45 m.	Un demi-mille en haut de Port St-François.....	Le. E.	35.0	T = +.107 C.
2 h. s.	A proximité de la crevasse, près du bateau-feu No. 8.....		29.0	T = +.106 C.
4 h. s.	Dans le chenal en face du haut ford de la Pointe du Lac.....		36.0	T = +.091 C.
5 h. 34 s.	Entre Port St-François et Trois-Rivières.....		37.7	T = +.068 C.

23 mars 1910.—Bar. 30.12. Hauteur de l'eau du fleuve 33 pieds 11 pouces. Temps beau et clair pendant la nuit et l'après-midi; se couvrant vers les 6 h. s. Temp. de l'air: max. 46° F., min. 19° F.

Après avoir fait du charbon le *Lady Grey* remonte le fleuve. La glace que nous avons détachée hier s'est arrêtée sur les hauts-fonds en face de Port St-François. Nous brisons cette glace et la détachons. Aujourd'hui le *Lady Grey* emploiera toute la journée à briser la glace qui se trouve à la décharge du lac, partout où le bâtiment aura assez de tirant d'eau. Quant au *Montcalm*, il doit manœuvrer en face de Port St-François pour activer le charriage des glaces. Le tracé grossier de la carte représentée par la figure N° 2, donne une idée de l'étendue de la glace qui a été détachée au cours de la journée. Le *Lady Grey* est de retour dans son bassin à 5 h. 45 s.

TEMPERATURE DE L'EAU.

9 h. 20 m. Près du feu No 25. Le. E. 38.9 T. = +.043° C. Bâtiment immobilisé.

11 h. 20 m. Entre les feux Nos 8 et 47. Bâtiment à toute vitesse remontant le fleuve.

Lecture de l'échelle de l'appareil faites toutes les demi-minutes.

35.0 +.107°C. 34.5 +.115°C. 34.0 +.124°C. 33.5 +.131°C. 33.0 +.140°C.
32.5 +.148°C. 32.0 +.157°C. 32.5 +.148°C. 33.0 +.140°C. 33.0 +.140°C.
33.5 +.131°C. 33.0 +.140°C. 33.0 +.140°C.

24 mars 1910.—La crue du fleuve est de neuf pouces. Temps couvert pendant la nuit. Beau et clair pendant le jour. Temp. de l'air: max. 44° F., min. 27° F.

Le *Lady Grey* quitte le bassin à 6. h. m. et remonte le fleuve pour briser les glaces dans le voisinage du Banc-des-Anglais, partout où il peut disposer d'un tirant d'eau suffisant. Le *Montcalm* marche à toute vitesse le long du chenal à la hauteur des feux de la Pointe du Lac; les lames de proue du navire contribuent beaucoup à briser la glace et à élargir le chenal. Vers 11 h. m. le *Lady Grey* manœuvre de la même façon et aussi vers 2 h. 30 s. Entre ces deux heures il attaque la glace, et prend continuellement des sondes. Vers 1 heure du soir la glace devient très molle. Du côté de la rive sud nous apercevons de l'eau au-dessus des glaces. Le *Lady Grey*

Effet produit
par les lames de
proue.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

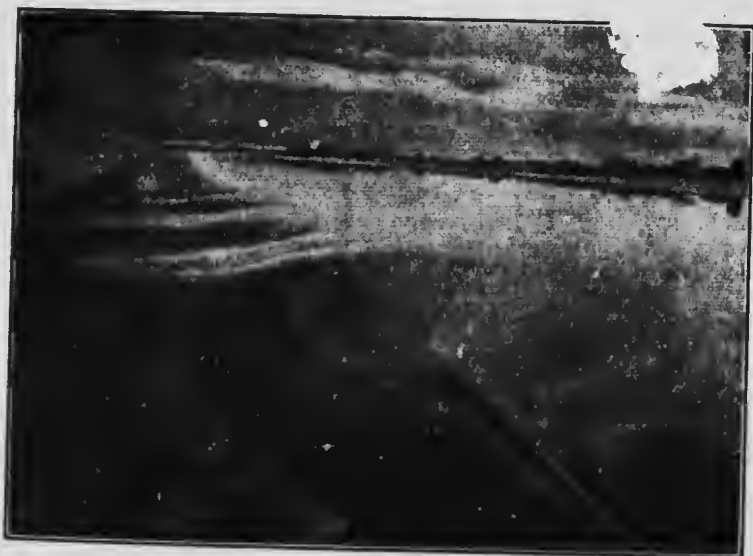
cesse de travailler à 3 h. s. et attend jusqu'à 5 h. 40 s. pour se remettre en marche, la glace ayant été brisée partout où il était possible d'aller avec sécurité. Le déplacement d'eau produit par le va-et-vient du navire dans le chenal, facilite le détachement et le charriage de grandes plaques de glace que le fleuve emporte au cours de l'après-midi. A 5 h. 40 s. le *Lady Grey* retourne à Trois-Rivières où il entre dans le bassin vers 6 h. 20 s. après avoir employé quelques instants à détacher un banc de glace qui s'était arrêté sur le haut-fond qui se trouve en face de Trois-Rivières.

La température de l'eau prise aujourd'hui reflète *grosso modo* les variations de la température de l'air.

La température de l'eau du fleuve reflète celle de l'atmosphère.

6 h. 40 m.	Près du feu No. 13	Le. E.	40.8	T =	+ 013
10 h. 45 m.	Dans le chenal près du feu No. 35	Le. E.	36.0	35.5	36.0
		T.	+ .091	+ .099	+ .091
10 h. 45 m.	Dans le chenal près du feu No. 57	Le. E.	35.5	T =	+ .099° C.
1 h. 45 s.	Près du bateau-feu No. 8		32.0		+ 157° C.
2 h. 10 s.	Près du bateau-feu No. 8		31.0		+ 173° C.
4 h. 00 s.	A un quart de mille du feu No 35		39.0		+ 042° C.
4 h. 40 s.	A un quart de mille du feu No 35		39.8		+ 029° C.

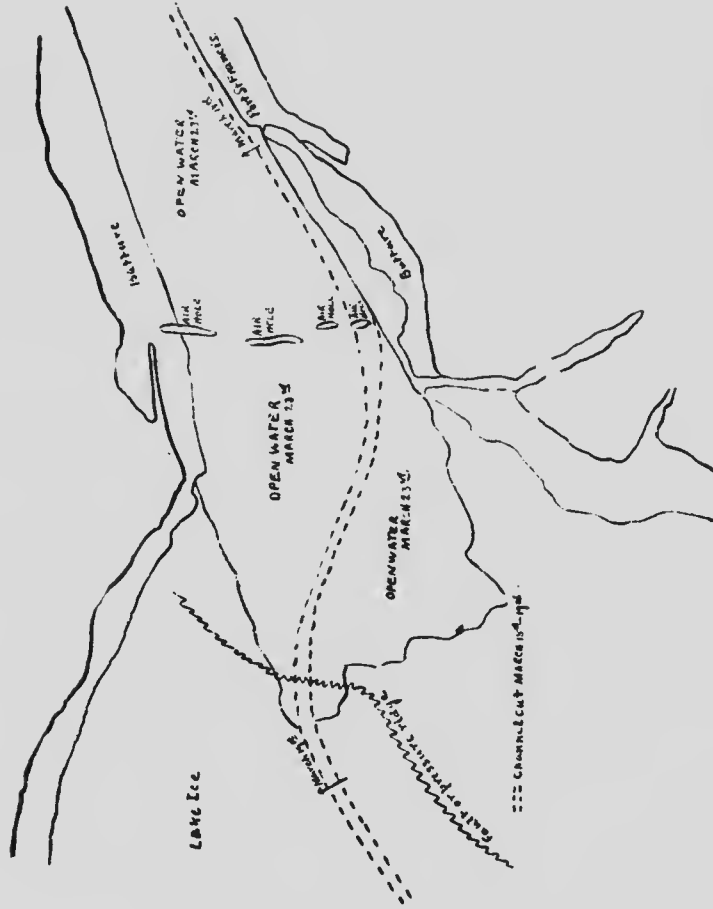
25 mars 1910.—Hauteur de l'eau du fleuve: 35 pieds le matin, 35 pds. 6 pouces le soir. Temps couvert pendant la nuit et le jour, avec brouillard blanchâtre vers 8 h. 30 m. Temp. de l'air: max. 35° F., min. 30° F.



Lames de poue produites par le brise-glace "Lady-Grey."

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 6 h. 10 m. et se rend sur le point où il doit manœuvrer, en marchant à toute vapeur le long du

FIGURE N° 2.



Routte que l'on s'est frayée en brisant la glace du lac St-Pierre, 18-19 mars 1910. — Echelle de 3,000 pieds au pouce. On voit comment l'établissement d'un chenal étroit pratique dans les glaces a pu faire se détacher celles plus en aval dans le lac.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

chenal du lac St-Pierre, A 8 h. 30 m., le brouillard oblige ce bâtiment à stopper. Le *Lady Grey* est en conséquence obligé à demeurer immobile près du feu de Nicolet jusqu'à 3 h. 30 s., alors qu'il parcourt le chenal à toute vitesse, puis se rend dans son bassin où il entre à 5 h. 40 s. environ.

TEMPERATURE DE L'EAU.

7.00 m. Le. E. 41.0 T = +.010° C. Traverse de Nicolet.
3.00 s. 37.0 +.075° C. Dans le chenal en suivant les feux de la Pointe du Lac.

26 mars 1910.—Hauteur de l'eau 36 pieds. Temps couvert pendant la nuit et l'après-midi, avec éclaircie vers 6 h. 30 s. Vers 9 h. s. le temps se ouvre de nouveau. Temp. de l'air: max. 44° F., min. 28° F.

Après avoir fait son charbon, le *Lady Grey* quitte son bassin à 9 h. 30 m. et suit le chenal à toute vitesse jusqu'à 1 mille en aval de la bouée No 57. Il mouille vers 11 h. 30 m. et reste à l'ancre jusqu'à 3 h. 15 s., alors qu'il parcourt de nouveau le chenal. Le *Lady Grey* est de retour dans son bassin vers 5 h. 10 s.

TEMPERATURE DE L'EAU.

9 h. 30 m.	Le. E.	39.5	T = +.034° C	Entre Trois-Rivières et le che- nal de Port St. François, à 1/2 mille en aval du feu No 57.	Effet du soleil sur la tempéra- ture de l'eau.
11 h. 00 m.		38.5	.050		
12 h. 30		38.9	.043	A l'ancre en amont du feu de Nicolet. Ciel couvert—courant 1 1/2 m. par heure. Glace, à en- viron 1 1/2 mille en amont.	
12 h. 45		39.1	.046		
1 h. 05		39.1	.040		
2 h. 00		39.1	.040		
2 h. 33		37.2	.071		
2 h. 39		36.6	.081		
2 h. 46		36.6	.081		
2 h. 50		36.8	.078		
2 h. 56		37.0	.074		
3 h. 00		36.5	.082		
3 h. 15		36.5	.082	Au soleil.	

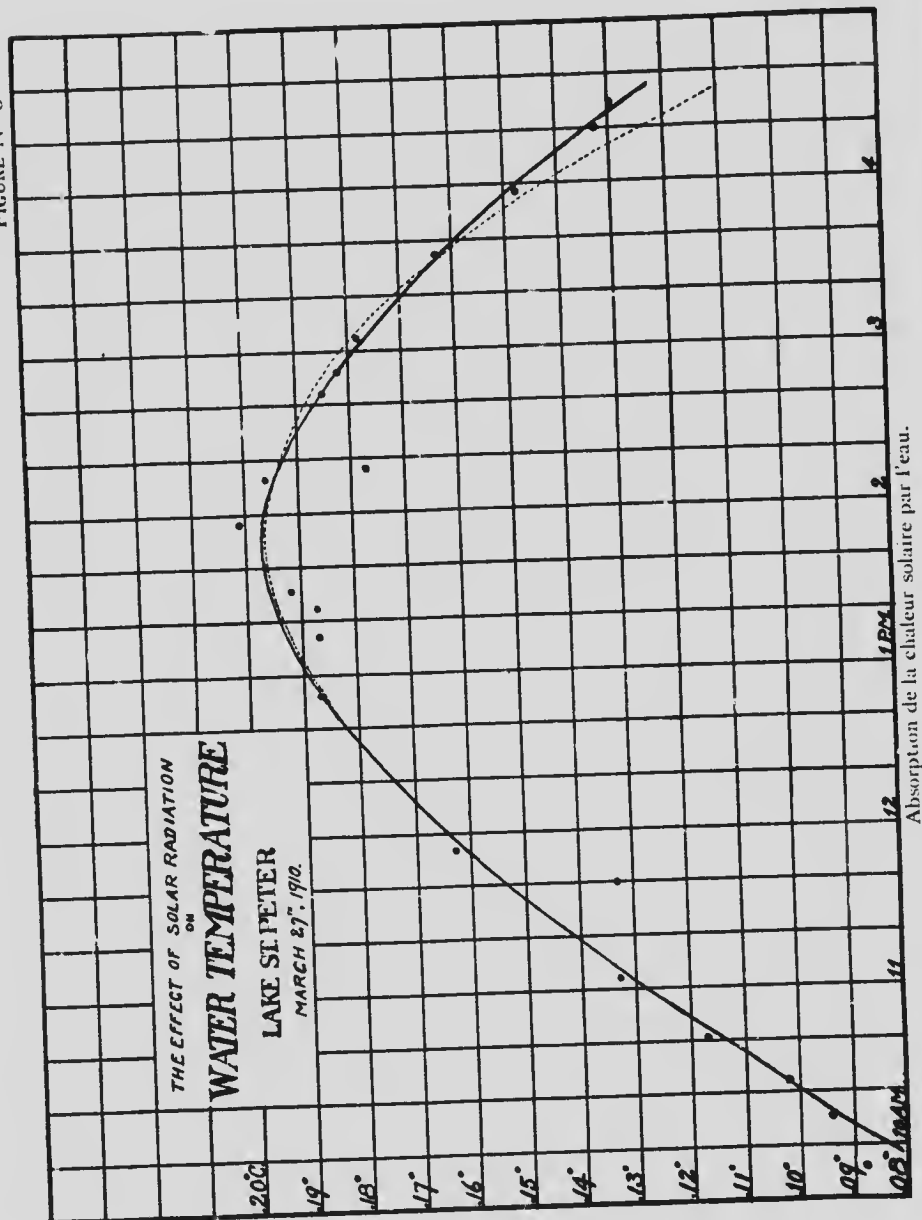
Le relevé de ces températures montre de façon frappante l'effet du soleil sur l'élévation de la température de l'eau.

27 mars 1910.—Hauteur de l'eau: 36 pieds 4 pouces le matin, 36 pieds 8 pouces le soir. Beau et clair pendant la nuit et le jour. Temp. de l'air: max 42° F., min. 23° F.

Le *Lady Grey* quitte le bassin vers 8 h. 30 m. et remonte le fleuve. Il passe toute la journée à l'ancre à environ un demi-mille en amont du feu de Nicolet. Nous faisons toute une série d'observations qui montrent l'effet de la chaleur solaire sur la température de l'eau.

La vitesse du courant est d'environ 1 1/2 mille à l'heure et le bord de l'ice-field est à environ 1/2 mille du point d'observation.

FIGURE N° 3



DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

Heures du jour	Intervalles de temps	Lecture de de l'échelle de l'app.	Temp. C.	Temp. de l'air	Humidité	Effet du soleil sur la température de l'eau qu'il réchauffe.
9 h. 52 m.	0	36.5	+ .088° C.			
10 h. 11	19	35.8		41° F	51%	
10 h. 25	33	35.3				
10 h. 41	49	34.4				
11 h. 04	72	33.4		33°	43%	
11 h. 40	108	33.4				
11 h. 53	121	31.0		36°	48%	
12 h. 52 s.	200	30.2				
1 h. 24	212	30.2				
1 h. 31	219	29.9				
1 h. 56	244	29.3				
2 h. 13	261	29.6		40°	52%	
2 h. 44	292	30.3				
2 h. 52	300	30.5				
3 h. 05	313	30.7		41°	50%	
3 h. 35	343	31.6				
3 h. 58	366	32.5		42°	53%	
4 h. 20	388	33.4				
4 h. 30	398	33.6		42°	69	

Ces résultats sont représentés par la courbe du diagramme ci-joint. Ainsi qu'il est permis de s'y attendre, cette courbe de température est une fraction de courbe de sinus, puisque la quantité de chaleur reçue du soleil par unité de surface est proportionnelle à eos. α étant la hauteur du soleil à un moment donné, qui, bien entendu, est proportionnelle à l'heure du jour.

28 mars 1910.—Bar. 29.65. Hauteur de l'eau: 36 pieds 9 pouces le matin; 37 pieds le soir. Temps beau et clair pendant la nuit; couvert vers le matin; grains et grêle vers 8 h. 30 m.; éclaircie vers 11 h. m.; puis beau et clair pendant le reste de la journée. Temp. de l'air: max. 44° F., min. 28° F.

Le *Lady Grey* quitte son bassin vers 6 h. 30 m. et se rend à la tête du chenal ouvert dans la glace du lac St-Pierre. Sur ce point la glace est encore assez contenue. Partout où le tirant d'eau le permet le bâtiment élargit le chenal, puis le *Lady Grey* se rend à la décharge du lac où il demeure jusqu'à 2 h. s., après quoi ce bâtiment pendant le reste de l'après-midi brise la glace partout où l'eau est assez profonde pour permettre son passage. Étant donnée la hauteur d'eau disponible le brise-glace est à même de morceler plusieurs grands banes de glace. Il est de retour dans son bassin à 6 h. s.

On attend le charriage de glace du lac.

Le ciel étant couvert la température de l'eau baisse.

TEMPERATURE DE L'EAU.

8 h. 00 m.	Lc. E. 40.9	T. + .011° C.
10 h. 00 m.	39.3	+ .037° C. à la tête du chenal o. d. les glaces.

1911
Absorption de la chaleur solaire par l'eau.
1/2
1/4
3/4
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Le ciel étant couvert nous constatons un très grand abaissement de la température de l'eau.

29 mars 1910.—Hauteur de l'eau: 37 pieds 1 pouce le matin et le soir. Beau et clair pendant la nuit et le jour. Temp. de l'air: max. 50o F., min. 36o F.

L'eau absorbe
la chaleur
solaire.

Le *Lady Grey* après avoir fait du charbon quitte son bassin à 9 h. 30 m. Tout d'abord il suit le chenal puis il mouille à environ 1½ mille en amont du feu de Nicolet. Jusqu'à 2. h. 16 s. nous prenons la température de l'eau à intervalles rapprochés, ce qui nous donne une courbe de la nature de celle obtenue le 27 mars:

Heures du jour	Intervalles de temps	Le. E.	Temp.
9 h. 30 m.	0	35.3	+ .102° C.
11 h. 25	115 min.	32.3	+ .152
11 h. 36	126	32.0	+ .157
11 h. 47	137	31.2	.170
12 h. 09	159	30.6	.180
12 h. 23	173	29.7	.195
1 h. 11 s.	221	28.4	.216
1 h. 35	245	27.8	.226
1 h. 58	268	29.7	.195
2 h. 16	286	28.8	.211

Vers 2 h. s. le *Lady Grey* s'avance lentement en luttant contre le courant jusqu'au bord du champ de glace, parcourant une distance de 1,200 pieds. Nous prenons la température de l'eau à toutes les minutes jusqu'à ce que nous ayons atteint le bord de la glace; ce qui nous permet de consigner les variations de la température de l'eau au fur et à mesure que nous nous approchons du banc de glace.

Tableau
montrant l'effet
produit par la
glace sur la
température de
l'eau.

Heures du jour	Intervalles de temps	Le. E.	Temp.
2.16	80	28.8	+ .210° C.
2.18	78	.9	.208
2.19	77	29.0	.206
2.20	76	.1	.205
2.22	74	28.7	.211
2.23	73	29.1	.205
2.24	72	.2	.203
2.25	71	.1	.205
2.27	69	.5	.198
2.29	67	30.1	.188
2.30	66	.2	.186
2.31	65	.3	.185
2.32	64	.3	.185

FORMATION DES GLACES SUR LE ST-LAURENT

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

Heures du jour	Int rvalles de temps	Le. E.	Temp.
2.33	63	6	180
2.34	62	2	186
2.35	61	.5	182
2.36	60	.8	177
2.37	59	31.0	173
2.38	58	30.8	177
2.39	57	5	182
2.40	56	7	178
2.41	55	30.5	182
2.42	54	4	183
2.43	53	6	180
2.44	52	2	186
2.45	51	29.8	193
2.46	50	6	197
2.48	48	28.0	222
2.49	47	27.7	227
2.50	46	.5	236
2.51	45	.6	229
2.52	44	28.2	220
2.54	42	0	222
2.55	41	27.8	226
2.56	40	.9	221
2.57	39	.6	229
2.58	38	.9	224
2.59	37	.7	227
3.00	36	.8	226
3.01	35	.5	231
3.02	34	.1	237
3.03	33	.2	236
3.04	32	.4	232
3.05	31	.3	234
3.06	30	.8	226
3.07	29	28.0	222
3.08	28	.4	216
3.10	26	.3	218
3.11	25	29.0	206
3.12	24	28.8	210
3.13	23	.5	215
3.14	22	.9	208
3.15	21	.9	208
3.16	20	.9	208
3.18	13	29.3	201
3.19	17	30.2	187
3.20	16	.2	187
3.21	15	29.8	193
3.22	14	31.2	170
3.23	13	.1	172
3.24	12	.0	173
3.26	10	.5	165
3.27	9	32.0	157
3.28	8	.0	157
3.30	6	31.7	162
3.31	5	32.4	150
3.32	4	33.0	140
3.33	3	32.8	143
3.34	2	33.0	140
3.35	1	33.5	131
3.35.5	0.5	34.0	123
3.36	0	107

30 mars 1910.—Hauteur de l'eau, 37 pieds 9 pouces. Temps clair pendant la nuit; couvert pendant la matinée; clair vers midi; couvert pendant l'après-midi et le soir. Vent frais du N.-E. Temp. de l'air: max. 38° F., min. 34° F.

La glace conglomérée fond moins vite que la glace de surface soumise au phénomène de la conductibilité calorifique.

Le *Lady Grey* quitte son bassin à 6 h. 30 m. et remonte le lac jusqu'à la tête du chenal ouvert dans les glaces, détachant des bandes de glace le long du chenal toutes les fois qu'il le peut. La glace est très pourrie. Le brise-glace ouvre le chenal sur un nouveau parcours, l'allongeant de 3½ milles. Au cours de sa manœuvre, il a à traverser beaucoup de glace de frasil conglomérée. Cette glace est encore assez ferme, et est loin d'être aussi chambrée que la glace de formation uniforme rencontrée ailleurs. Ceci tient à ce que les axes de la plus grande conductibilité de la chaleur sont dans son cas dirigés de tous les côtés, et à ce que des couches de neige durcie, etc., empêchent que la conductibilité de la chaleur de l'eau et de l'air puisse se manifester jusque dans les masses de cette sorte de glace. Au delà de ces accumulations de glace de frasil la glace transparente ou "claire" est très pourrie. Le *Lady Grey* s'avance de 2,000 pieds dans cette glace sans s'arrêter. Il mouille vers 3 h. s., et comme il s'est produit un petit accident de machine, il est obligé de regagner Trois-Rivières en n'employant qu'une de ses machines. Ce bâtiment entre dans le bassin vers 5 h. 10 s.

La glace transparente est très pourrie.

TEMPÉRATURE DE L'EAU.

7 h. 00 m.—Lc. E. 39.3 T = +.037° C. Entre Trois-Rivières et Port St-François.
2 h. 30 s.— 35.0 +.107° C. Dans le chenal o. d. les glaces.

31 mars 1910.—Temps couvert pendant la nuit, avec forte pluie. Couvert dans la matinée; éclaircie vers midi; puis beau et clair. Temp. de l'air: max. 48° F., min. 34° F.

Charriage de la glace du lac.

Le *Lady Grey* quitte le bassin à 9 h. 30 m. En arrivant à Port St-François nous constatons que le fleuve charrie toute la glace du lac. Le *Montcalm* et le *Lady Grey* évoluent toute la journée dans le voisinage de la décharge du lac, pour briser les grands glaçons que charrie le fleuve ou pour les détacher lorsque quelque chose les arrête dans leur marche ou que celle-ci se ralentit.

Les deux brise-glace sont de retour dans le bassin vers 6 h. s.

TEMPÉRATURE DE L'EAU.

10 h. m.—Lc. E. 35 T = +.107° C.

1er avril 1910.—Beau et clair pendant la nuit et le jour. Temp. de l'air: max. 43° F., min. 32° F.

Le *Lady Grey* après avoir fait du charbon quitte Trois-Rivières

DOC. PARLEMENTAIRE No 216

à 9 h. m. Déjà au cours de cette matinée la glace du lac a été en partie charriée au delà de ses limites par le fleuve. A 10 h. m. environ le field du lac s'arrête le long du chenal, près du bateau-feu No 8. En conséquence les brise-glace *Montcalm* et *Lady Grey* s'efforcent immédiatement de pratiquer un chenal à travers ce champ de glace. A 2 h. s. cette glace commence à s'en aller à la dérive, et les deux vapeurs se rendent à l'extrémité d'aval du lac afin de morceler ce grand amas de glace au fur et à mesure qu'il descend, ce qui permet aux glaces ainsi morcelées de suivre le cours de l'eau en face de Port St-François. Vers 5 h. 30 s. les deux brise-glace sont de retour à Trois-Rivières.

Les brise-glace brisent une embâcle qui se forme à l'extrémité d'aval du lac.

TEMPÉRATURE DE L'EAU.

9 h. m.: Le. E. 29.0 T. = +.206° C. près de Port St-François.

9 h. 20 m.: Le. E. 29.0.

A cet endroit la température de l'eau monte par suite du morcellement des glaces, et, par conséquent, de la présence d'eau libre.

L'eau libre fait monter la température de l'eau du fleuve.

2 avril 1910.—Beau et clair pendant la nuit et l'avant-midi. Partiellement couvert pendant l'après-midi et la soirée. Température de l'air: max. 47°, min. 36° F.

Le *Lady Grey* quitte Trois-Rivières vers 6 h. m. En arrivant dans le lac nous nous apercevons qu'il est libre, sauf sur le côté nord du chenal où il y a encore des glaces. Le long du chenal de la Pointe du Lac la glace qui se trouvait sur le côté sud de ce chenal a été poussée sur son côté nord, et elle s'est accumulée au-dessus de la glace qui s'y trouvait, ce qui fait que de grands glaçons se trouvent maintenant échoués sur des fonds que recouvrent de quinze à dix-huit pieds d'eau. Les accumulations de glace dont nous parlons ont jusqu'à 15 pieds de hauteur au-dessus de l'eau. Elles contribuent à contenir les glaces sur le côté nord du chenal. Durant la matinée le *Lady Grey* évolue à toute vitesse en remontant et en redescendant le chenal, afin de briser la glace à l'aide du déplacement d'eau produit par sa marche. A midi 30 m. nous décidons de nous rendre à Sorel. Les glaçons flottants que nous croisons sont très pourris, étant donnée la température plutôt élevée de l'eau. En face des feux de l'île Stone un morceau de glace de "batture" très épaisse nous barre le chemin. Cette glace a environ 4 pieds d'épaisseur et est supportée par une masse de frasil compacte. En amont de cette barrière il y a des glaces sur un parcours d'environ $\frac{3}{4}$ de mille. Nous éprouvons plus de difficulté à traverser cette "batture de glace" que nous en avons éprouvé en présence de glaces de cette formation au cours de tout l'hiver. Dès que nous

Grands glaçons échoués dans le lac.

"Le Lady Grey" se rend à Sorel.

Embâcle très résistante rencontrée à l'île Stone.

avons traversé ce banc de glace qui n'a seulement qu'une centaine de yards de largeur, la glace en amont cède facilement devant le navire et nous nous retrouvons en eau libre à l'extrémité d'amont de l'île Boat. Le *Lady Grey* arrive à Sorel à 4 h. 35 s.

Nous arrivons à Sorel.

TEMPÉRATURE DE L'EAU.

1 h. s. En face de Port St-François.—Le. E. 17.3 T. = +397° C. Il y a de la glace jusqu'à deux milles en amont. Au delà le lac est libre.

La lecture des appareils montre l'effet produit sur l'eau du fleuve St-Laurent par celle plus chaude de la rivière Richelieu.

1 h. 55 s. Dans le chenal le long des feux d'alignement de la Pointe du Lac.—Le. E. 17.5 T. = +391° C.

3 h. 15 s. Dans le chenal maritime, en aval de l'île Stone—T. = +0.60° C.. Embâcle de glace en face de Sorel.

4 h. 30 s. Dans le chenal en face de Sorel. Température prise à l'aide d'un thermomètre à mercure: 34° 3 F.; T. = +1° 3 C.

Débâcle.

De ce qui vient d'être dit, il ressort que l'affaiblissement de la force de résistance des glaces du fleuve, au printemps, résulte d'une petite augmentation de la température de ses eaux. Il faut rechercher à terre les origines de la débâcle. Voici comment se passent les choses: les rayons solaires fondent la neige, dont l'eau de fusion réchauffée atteint les petits ruisseaux, etc., puis s'en va fondre les glaces des grands cours d'eau, ce qui provoque leur morcellement et leur charriage, c'est-à-dire la débâcle. Ce phénomène de la débâcle commence à se produire dans les petits tributaires des rivières et des fleuves. Dès qu'ils deviennent libres leurs eaux réchauffées commencent à agir sur les glaces des cours d'eau plus importants et, en fin de compte, ceux-ci subissent à leur tour les effets calorifiques dont il est question et se libèrent de leurs glaces. Les choses ne se passent pas autrement, et il est évident que le charriage des dernières glaces survient dans le cours d'eau principal. De là l'observation faite par les pilotes fluviaux et les capitaines, qui savent pertinemment que le charriage des glaces du lac St-Pierre ne se produit qu'un certain nombre de jours après qu'il n'y a plus de glaces dans la Richelieu, ce qui, en d'autres termes, veut dire que lorsque la rivière Richelieu est libre de glaces, elle peut fournir une somme de chaleur définie aux eaux plus froides du St-Laurent.

Effet produit par les eaux de la riv. Richelieu sur celles du St-Laurent.

Et comme chaque année il faut approximativement qu'une même quantité de glace soit fondue dans le lac St-Pierre avant que sa débâcle se produise, on est en droit de s'attendre à ce que d'année en année il faille à peu près le même nombre de jours pour que ce phénomène s'y manifeste à la suite de sa constatation dans les cours d'eau d'amont.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

3 avril 1910. — Beau et clair pendant la nuit (vent frais) et pendant le jour.

Le *Lady Grey* quitte Sorel à 5 h. 30 m. à destination de Montréal. Pratiquement parlant tout le fleuve est libre de glaces, bien bien que de ci et de là nous apercevions des accumulations de glaçons sur les points où des "poussées" se sont produites. A 9 h. m. le *Lady Grey* arrive à Montréal. C'est de la nouvelle saison de navigation le premier vapeur qui ait remonté le fleuve jusqu'à la métropole canadienne.

Le *Lady Grey*
arrive à Montréal

Le *Montcalm* arrive aussi à Montréal à cette même date.

IIÈME PARTIE.

Détermination de la température de l'eau à l'aide d'un nouveau thermomètre marin.

Parmi les résultats obtenus au cours des études faites sur les glaces fluviales, etc., avec le concours du département de la Marine et des Pêcheries, l'un des plus importants a été le perfectionnement d'un nouveau thermomètre marin, spécialement conçu dans le but de déterminer les petites variations de température de l'eau, même quand le navire portant l'instrument marche à toute vitesse. Ce fut en 1896 que, pour la première fois, je fis remarquer combien les petites variations de l'eau peuvent avoir d'effet sur la formation ou la désintégration de la glace. Déjà à l'époque j'employais un thermomètre électrique spécial, mais cet instrument était beaucoup trop frêle pour que l'on put s'en servir couramment sur un navire.

Après de nombreux essais, et des insuccès, j'ai enfin établi un instrument qui a donné des résultats satisfaisants au cours des études que je poursuis sur les glaces. Ce thermomètre que je décris ci-après a été établi de manière à pouvoir être employé sur l'un des flancs d'un navire, à environ cinq pieds au-dessous de la surface de l'eau. Les fils électriques atteignent la chambre des cartes où à l'aide d'un simple pont à fil gradué et d'un galvanomètre portatif de Weston, j'ai pu enregistrer rigoureusement des variations de température de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de degré centigrade, et ce avec la plus grande facilité, bien que le navire marchât à toute vitesse. Ceci permet d'obtenir la température moyenne de l'eau sur une vaste étendue, ce qui est très important comme nous le verrons dans un prochain ouvrage.

Jusqu'ici on obtenait la température de l'eau de mer par la méthode dite du "seau", employée à intervalles déterminés. Or cette méthode ne donne nullement une idée exacte de la véritable température de l'eau; tandis que l'influence des courants de surface à température variable, et pouvant exister en un lieu donné, est complètement déterminée à l'aide des températures moyennes que l'on

peut obtenir en employant la nouvelle méthode du thermomètre électrique; ce qui fait que l'on a déjà pu recueillir de nombreux, utiles et nouveaux renseignements touchant la température de l'eau de l'Océan. Le thermomètre dont il s'agit est du type dit à résistance électrique, c'est-à-dire que les variations de la résistance offerte par un fil métallique servent à mesurer les variations de température du milieu dans lequel l'instrument est immergé.

La résistance donnée au fil est si élevée que les plus petites variations de température produisent, comparativement parlant, de grands accroissements de résistance. Aussi, pour chaque résistance particulière appartient-il au domaine des mathématiques de résoudre le problème touchant le réglage convenable des instruments de mesurage et du galvanomètre.

En conséquence, on a décidé d'employer une bobine de 125 ohms, constituée par 250 pieds de fil de fer pur, recouvert de soie et enroulé sur un cylindre de cuivre d'environ 4 pouces de diamètre et de six pouces de long. Ce cylindre ajuste exactement dans un second cylindre aussi en cuivre. Les extrémités de ces cylindres ont été soigneusement soudées et rendues étanches à l'eau, cependant que les fils conducteurs sortent par le milieu du cylindre extérieur. Un fort tube en cuivre est rivé sur ce cylindre extérieur auquel on peut assujettir d'autres tubes. Les fils conducteurs atteignent la chambre des cartes dans un câble en plomb; là ils sont reliés au pont du dispositif électrique afin de permettre de mesurer la résistance du thermomètre. De la sorte il est possible de déterminer rigoureusement la température de l'eau, ainsi que ses petites variations thermiques. De récentes observations ont démontré qu'il est possible d'enregistrer automatiquement la température de l'eau à 1-100 de degré centigrade près, en combinant et en modifiant convenablement un enregistreur Calendar et notre pont à fil. Bien que ces modifications n'aient pas été faites à temps pour que je puisse les faire figurer dans l'étude des glaces dont il est parlé: au moment où j'écris ces lignes elles sont employées pour rechercher l'effet que les icebergs produisent sur la température de la mer. Les expériences auxquelles je fais allusion se poursuivent à bord du vapeur de l'Etat *Stanley*, qui se rend dans le détroit d'Hudson et à bord duquel le département dont il relève a permis gracieusement de poursuivre ces expériences. Dans la suite j'aurai l'honneur de soumettre le rapport qui sera fait sur ces observations scientifiques. Grâce à l'instrument de précision ci-dessus décrit il a été possible de recueillir de précieux renseignements. C'est ainsi qu'il a permis de faire des lectures de la température de l'eau toutes les demi-minutes, et par suite de dessiner les courbes qui montrent les variations des températures relevées. Ce thermomètre est tellement sensible aux variations de température de l'eau que l'effet produit

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

par le soleil, brillant pendant une minute sur de l'eau libre, peut être facilement déterminé, et que l'on a pu établir et enregistrer avec précision un graphique de température variant de 1-10 de degré par mille, alors que le navire marchait à demi vitesse en se dirigeant d'une eau libre vers un icefield.

Je dois dire que le dispositif définitif d'un thermomètre à cylindres ou anneaux concentriques n'a pas été réalisé sans avoir au préalable donné lieu à de nombreux essais et modifications.

Maintes difficultés qui étaient une source de découragement et d'insuccès, par suite d'une isolation défectueuse, durent être surmontées. Cependant il est maintenant permis d'affirmer que tel qu'il est le thermomètre marin ne laisse rien à désirer, étant à la fois très robuste et doué du maximum de sensibilité nécessaire.

Je dois une grande somme de reconnaissance au département de la Marine qui m'a fourni l'aide indispensable au perfectionnement de cet instrument qui, je l'espère, pourra rendre des services à la mer. Certes on peut concevoir d'autres dispositifs pour fixer de façon permanente le dit thermomètre aux flanes d'un navire, mais la description de ces dispositifs doit être remise à plus tard.

IIIème PARTIE.**Effet du soleil sur les glaces. Absorption de la chaleur solaire par l'eau.**

D'après le rapport que M. King a fait sur l'étude des glaces en hiver, et plus particulièrement au printemps, il est évident que le soleil plus que tout autre chose contribue à pourrir la glace nouvellement formée, et à empêcher la formation de jeune glace sur les eaux libres.

Du reste, depuis longtemps les personnes chargées des usines qui produisent de l'énergie hydro-électrique savaient qu'il n'y a rien à redouter de fâcheux de la part du frasil ou de la glace de fond, au point de vue du travail de ces usines, tant que le soleil brille, car, en général, même si ces glaces produisent un "arrêt", il suffit de quelques heures de soleil pour que cet arrêt prenne fin. Jamais je ne m'étais douté, avant d'entreprendre l'étude que je présente ici, que le soleil avait un effet aussi considérable, en tant qu'agent d'enrayement de formation de la glace.

En effet, dès qu'une nappe d'eau est en totalité amenée à son point de congélation, à l'automne, la formation de la jeune glace de surface se manifeste et se poursuit rapidement, sur tous ceux de ses points où le courant n'est pas assez rapide pour former des clapotis ou des remous. Or, dès que la surface de l'eau est prise le vent n'a plus d'effet sur le liquide désormais recouvert de glace. De plus, la glace à gros cristaux qui se forme d'habitude la première,

et la glace sur laquelle de la neige est tombée et s'est accumulée, dispersent les ondes calorifiques solaires et empêchent que l'eau ne les absorbe. Aussi la glace de surface contribue-t-elle à maintenir l'eau à son point de congélation pendant l'hiver et bien avant dans le printemps, alors que les glaces sont désagrégées par l'action du soleil. Sans la présence des glaces de surface la chaleur solaire est pratiquement absorbée en totalité par l'eau, et la température de celle-ci suffisamment élevée au-dessus de son point de congélation pour qu'il soit impossible que de la glace se forme.

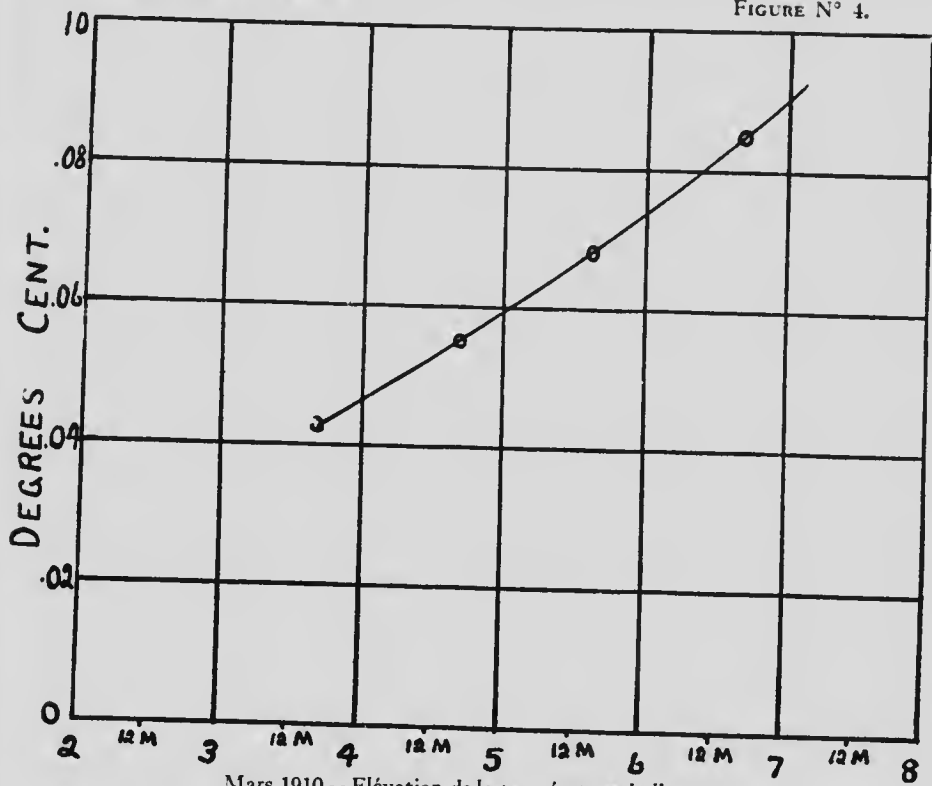
La glace de surface ne peut se former que lorsque la température de l'air est au-dessous du point de congélation, que le temps est calme, exempt de vent, et que le courant de l'eau n'est pas assez fort pour former des remous. Lorsque l'on tient compte de ces différents facteurs, le problème consistant à empêcher la formation de la glace de surface n'est pas difficile. En ce moment, je suis en train de considérer un moyen pratique d'empêcher la formation de la glace de surface, au moyen de la production de vagues que l'on créerait artificiellement dans l'eau.

Je ferai remarquer ici que le maintien de l'eau libre dans le St-Laurent, au Cap-Rouge, pendant l'hiver, s'est favorablement fait sentir en remontant le fleuve jusqu'à Trois-Rivières; ceci surtout parce que le flux et le reflux pouvaient se produire librement dans cette partie du fleuve, sans qu'un pont de glace vint barrer la marche de la marée. En outre, l'eau libre qui se trouvait en amont du dit pont joua le rôle d'un grand réservoir d'absorption de la chaleur solaire. Les températures de l'eau que nous avons prises dans le fleuve, à Québec, surprennent par leur élévation. Elles eurent une grande influence sur l'affaiblissement des glaces. La courbe donnée ci-après permet de se faire une idée de l'effet produit sur la température de l'eau par plusieurs journées ensoleillées, qui se produisirent au commencement de mars.

Se basant sur l'étude des courbes de température, résultant d'observations faites à Trois-Rivières, quant à l'absorption de la chaleur solaire par l'eau libre, M. King en est arrivé à formuler certaines conclusions préliminaires non sans importance. Des courbes de cette nature furent établies à plusieurs reprises, et grâce à l'amabilité du département on a pu poursuivre les observations de la température de l'eau à l'Île-aux-Grues vers la fin du mois d'avril.

La courbe que nous donnons à la page 40 résulte d'observations faites le 27 mars sur le pont du *Lady Grey* au mouillage. Cette courbe montre la précision remarquable que l'on peut obtenir en déterminant les petites variations de température de l'eau.

FIGURE N° 4.



Mars 1910.--Élévation de la température de l'eau.

La variation diurne de la température de l'eau n'est pas représentée par une simple courbe harmonique de sinus, mais bien, avec plus de précision, par une fonction presque périodique de la forme:

$$\theta - \theta_0 = A e^{at} + \beta \left\{ \sin \frac{2\pi}{T} (t+E) - \sin \frac{2\pi}{T} E \right\}$$

dans laquelle θ représente la température du temps t .

θ_0 , la température à midi ($t=0$).

T est la durée du jour (24 heures).

e est la base des logarithmes népériens.

A une constante.

a, β, E , des constantes qui peuvent être exprimées par les constantes: solaire, de radiation, de la déclinaison du soleil, de la latitude, etc.

Les courbes que nous donnons page 40 représentent: celle en trait plein le résultat des observations faites, et elle en pointillé la courbe théorique de la forme conçue. Quant aux observations elles sont indiquées par de gros points noirs, ce qui permet de constater que les variations de température sont de l'ordre du $\frac{1}{1000}$

de degré et que l'écart maximum des observations de température n'est seulement que de 0.15° C. Même le 13 avril on a établi une autre courbe analogue qui n'accuse qu'un écart de $\frac{9}{100}$ de degré.

Parmi les résultats remarquables obtenus, il faut signaler la valeur élevée de la constante solaire, même lorsque le ciel était couvert de nuages, lesquels agissaient comme un écran qui diminuait la valeur de la constante de la radiation terrestre.

Au cours des observations faites à l'Île-aux-Grues, l'un des résultats les plus remarquables que l'on ait alors consignés a trait aux particularités de l'élévation et de l'abaissement de la température de l'eau au-dessous et au-dessus de 4° C., température à laquelle l'eau a son maximum de densité. C'est ainsi que l'on a remarqué que dès que l'eau était réchauffée par le soleil ces couches les plus chaudes tombaient, ce qui tendait à donner à toute la masse liquide une température sensiblement uniforme, mais dès que l'on avait franchi 4° C. l'eau réchauffée tendait à rester à la partie supérieure, ce qui, par conséquent, accentuait l'écart extrême de température à la surface. J'ai déjà dit quelque part que presque toute la chaleur émanant du soleil est absorbée par la couche supérieure de l'eau, d'une épaisseur de 5 pieds. Quant à l'action du soleil, lors qu'il détache des glaces de fond, elle semble prouver que sa chaleur peut pénétrer dans des eaux comparativement claires jusqu'à 30 pieds au-dessous de la surface libre de l'eau.

Ce n'est pas sans intérêt que j'ai observé l'effet produit sur les eaux libres du fleuve par des nuages dispersés dans le ciel pendant le jour, attendu qu'alors il m'a été donné de constater dans l'eau ce que j'appelle des zones thermiques, lesquelles sont bien faites pour établir le contraste existant entre l'effet produit par la chaleur directe des rayons solaires et celui produit par ses radiations affaiblies lorsqu'elles ont à traverser les nuages.

Le diagramme N^o 5 qui est annexé à ce rapport, illustre les résultats obtenus à la suite d'observations faites à l'Île-aux-Grues, et aussi la façon dont s'élève la température de l'eau du fleuve. Le bâtiment se trouvant à l'ancre, le courant suffisait alors à donner de façon assez précise l'intégration de la température, tout comme si le navire avait été en marche en eau tranquille. Apparemment, il semble exister une autre source de radiation calorifique que celle des rayons directs du soleil. Il est probable que cette source se trouve dans les couches supérieures de l'atmosphère, où se produirait un phénomène de dispersion de la chaleur avant que le soleil se lève réellement.

IV^{ème} PARTIE.

Influence de la glace sur la température de l'eau.

Le 29 mars M. King a fait quelques observations qui sont rapportées aux pages 42 et 43 de ce rapport. Ces observations montrent de façon remarquable l'effet de la glace sur l'abaissement de la température de l'eau.

Se trouvant à l'ancre à Port St-François le brisc-glacé à vapeur remonta le fleuve à demi-vitesse, pour atteindre le champ de glace du lac St-Pierre, qui était déjà partiellement libre. Le diagramme de la figure (6) illustre les résultats fournis par les observations que l'on fit alors. La carte qui a été placée dans ce diagramme indique la route suivie par le navire à des intervalles de 1,000 pieds. Quant au courant il est indiqué par des lignes en pointillé, et le bord du champ de glace par une ligne en pointillé plus accusée. On remarquera que tout d'abord la courbe s'infléchit, ce qui indique le voisinage de la glace, puis qu'elle se relève au fur et à mesure que le navire s'éloigne du field (le mesurage de la distance étant fait dans le sens du courant). On a constaté qu'à partir de 1 mille la température de l'eau baissait à raison de $\frac{1}{10}$ de degré par mille, jusqu'à environ 500 pieds, alors qu'elle baissait plus rapidement. Ces résultats suggèrent la possibilité de déterminer le voisinage de grandes masses de glace dans les eaux libres de la mer. Dans son étude ayant trait à l'effet produit par les icebergs sur les courants de l'océan, Otto Pettersson a démontré qu'une grande masse de glace agit thermo-dynamiquement comme grande source d'énergie. Et il prétend qu'un iceberg en fusion produit trois courants, savoir: un courant froid d'eau douce qui s'élève et s'étend de tous les côtés de l'iceberg, un courant inférieur d'eau salée froide qui tend à descendre, et un courant chaud intermédiaire qui se dirige vers l'iceberg et le fond à la hauteur de son milieu. Il est vraiment intéressant de constater à quelle distance on peut déceler la présence d'un iceberg à l'aide d'un thermomètre sensible. Aussi l'importance de ce fait a-t-elle été reconnue par le département qui, au moment où j'écris ces lignes, permet à M. King de se livrer à des observations thermiques à bord du vapeur de l'Etat *Stanley* parti à destination de la baie d'Hudson.

D'autres faits, du reste, semblent indiquer combien il serait utile d'avoir des thermomètres enregistreurs sensibles à bord des navires qui sillonnent des eaux où se trouvent des glaces flottantes, car, nous l'avons vu, la température des courants arctiques est modifiée par le voisinage des masses de glace, et c'est pourquoi j'espère que les observations faites actuellement par M. King donneront des renseignements utiles.

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

6 août.—Tandis que je corrige les épreuves de ce rapport, j'apprends que l'on a reçu des nouvelles de M. King dont les travaux, assure-t-il, ont déjà fourni des résultats remarquables.

Vème PARTIE.

De l'augmentation d'épaisseur de la glace.

Il est très intéressant de connaître de combien augmente en un temps donné l'épaisseur de la glace de surface d'un lac ou d'une rivière et aussi quelle est la limite que peut atteindre cette épaisseur pendant une certaine saison. Jusqu'ici les savants se sont très peu ou même pas du tout occupés de cette question, et ce qu'on en sait est pratiquement sans valeur lorsqu'il s'agit de déterminer exactement quelle peut être l'accroissement d'épaisseur de la glace dans chaque cas particulier. Et, comme les facteurs météorologiques sont nombreux dans ce problème, cela en complique encore d'avantage la solution. En outre, on ne dispose pas souvent des facilités ou des circonstances nécessaires au mesurage exact de la glace en formation. C'est ainsi que lorsque M. King était sur le *Lady Grey* il n'eut qu'une occasion propice de se livrer à cette étude. Les résultats qu'il obtint alors sont donnés à la page 23 de ce rapport. Tels qu'ils sont ils ont fourni de très précieux renseignements. A ma demande M. King a consacré beaucoup de temps à l'analyse de ces résultats, et bien qu'à son avis on doive multiplier les mesurages de la glace pour vérifier certaines conclusions, ou soutenir certaines vues, je n'hésite pas, cependant, étant donnée l'importance de cette question, à en dire ici quelques mots. Je sais qu'il n'est guère possible de donner dans ce rapport une description adéquate de l'analyse mathématique sur laquelle se basent les conclusions auxquelles on est arrivé, j'en esquisse toutefois les grandes lignes, et remets à plus tard la discussion à fond du sujet, afin qu'entre temps on puisse se livrer à de nouvelles et indispensables observations du phénomène.

Le principal agent de formation de la glace n'est autre que la perte de chaleur qu'elle subit, perte qui est due à sa conductibilité calorifique, lorsqu'elle est exposée à l'air. Toutefois l'accroissement d'épaisseur de la glace peut varier, selon qu'elle perd ou gagne de la chaleur, lorsqu'il y a présence de courants de convection dans l'eau. Il faut, en outre, tenir compte: de l'effet de refroidissement dû à l'évaporation se produisant à la surface de l'eau congelée, lequel dépend de l'humidité relative de l'atmosphère ou des courants aériens passant au-dessus de la glace, et de la perte ou du gain de chaleur due à la radiation. Ceci comprend l'effet de radiation que la glace éprouve de la part de l'atmosphère, et réciproquement l'effet de radiation de la glace vers ce dernier. Il est à noter que l'effet de

conductibilité est des plus considérables, et que l'on peut tenir les autres pour bien moins importants, comparativement parlant. On simplifie le problème en considérant d'abord des équations qui ne comportent que les facteurs principaux, quitte à y faire entrer les autres par la suite, pour voir ce qu'il en est. Cela est préférable à l'introduction de tous les facteurs en jeu, ce qui compliquerait par trop la question. En premier lieu, lorsqu'il s'agit de glace perdant de la chaleur par conductibilité, considérons une plaque de glace maintenue au point de congélation d'un côté, et perdant de la chaleur à l'air de l'autre côté. L'état physique existant entre la plaque de glace et l'air est défini par la loi de refroidissement de Newton, qui a dit que: "Dans le plan qui sépare un corps de l'air la perte de chaleur est proportionnelle à la différence de température entre la surface du corps conducteur et la température de l'air". Dans le cas que nous considérons il doit s'agir d'air tranquille saturé d'humidité.

Dans ces conditions simples on peut obtenir facilement une expression de la forme:

$$\frac{K}{\rho L} \int_0^t \theta dt = x \left(I_0 + \frac{x}{2} \right)$$

Dans laquelle:

K = conductibilité de la glace.

ρ = densité de la glace.

L = chaleur latente de fusion de la glace.

θ = température de l'air.

x = épaisseur atteinte par la glace au temps t .

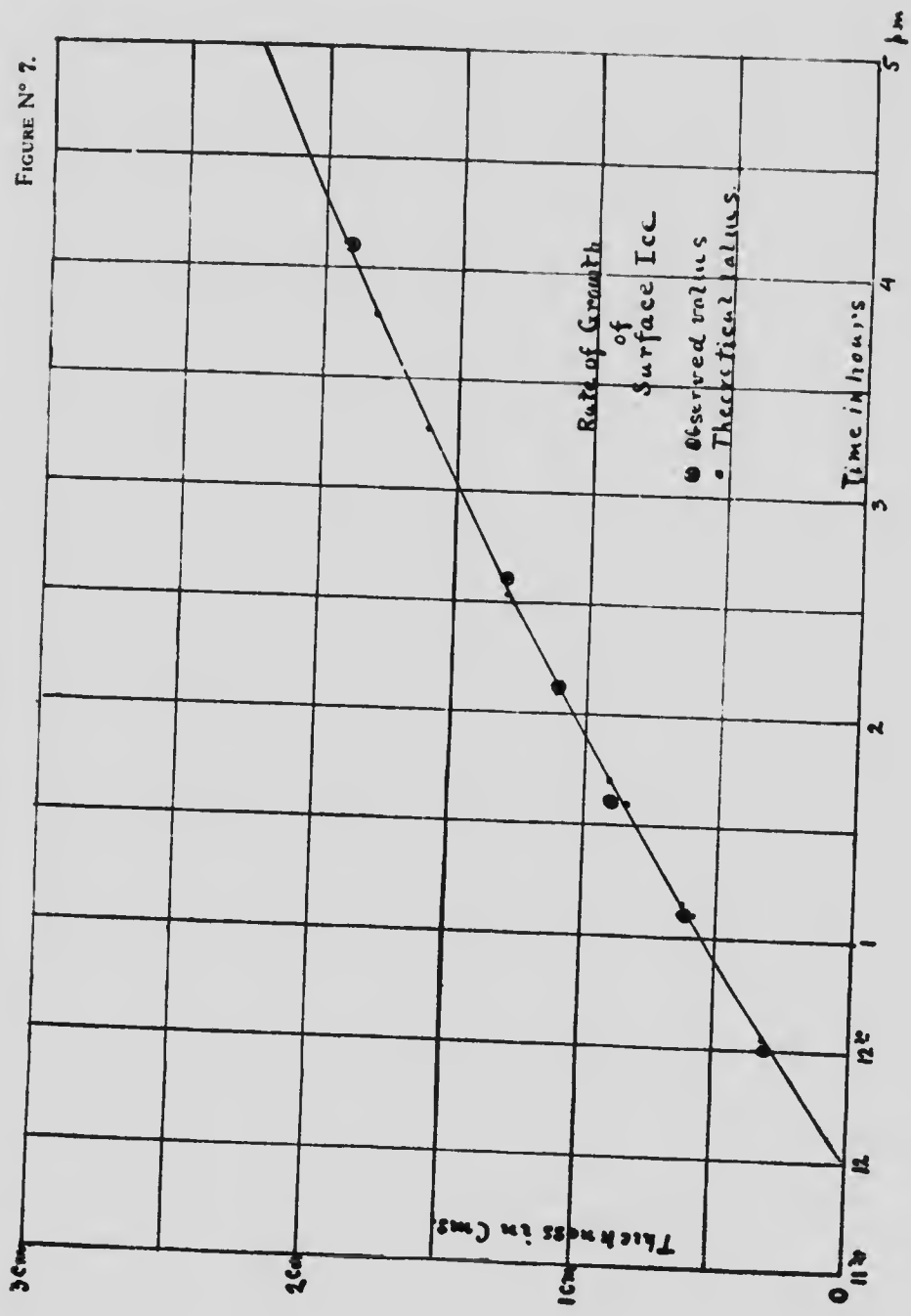
I_0 = terme dont l'interprétation physique comporte la notion d'épaisseur.

Ainsi, si d'une plaque de glace conductrice de chaleur, il s'échappe de la chaleur que reçoit un corps mauvais conducteur, de tempér. $-\theta$ degré, le résultat est le même que si l'épaisseur de la glace conductrice avait augmenté de I_0 , cependant que sa face supérieure aurait été maintenue à la tempér. $-\theta$ degré. Afin de déterminer I_0 il est nécessaire de faire une série d'observations sur l'accroissement d'épaisseur d'une plaque de glace en formation.

EFFET DE LA CONVECTION SUR LES RÉSULTATS.

Des mesurages précis de température, à $\frac{1}{1000}$ de degré près, ont prouvé qu'en hiver, dans le St-Laurent, la température de l'eau varie de $\frac{1}{100}$ de degré centigrade dans le voisinage de 0° . Parfois cette fraction de degré est de sens positif, parfois de sens négatif par rapport au zéro, point de congélation. Si l'eau sous la glace est courante, ainsi qu'il en est généralement dans le St-Laurent, les courants de convection jouent alors un rôle important, selon qu'ils fondent la glace en-dessous, ou qu'ils augmentent son épaisseur. En général, l'eau qui se trouve sous la glace est quelque peu au-

FIGURE N° 7.



dessus du point de congélation, ce qui fait que l'introduction dans l'équation du terme qui tient compte de ce fait, semble indiquer que la glace ne saurait dépasser une certaine limite d'épaisseur. On peut aussi arriver à cette conclusion en étudiant la courbe établie à ce sujet par M. King, à la suite d'observations expérimentales. Enfin, il est possible d'établir théoriquement une expression donnant l'accroissement d'épaisseur de la glace, en étudiant les seuls effets de la conductibilité calorifique de ce corps.

Cette notion de l'épaisseur limitée de la glace est très importante. M. King a démontré que la limite d'épaisseur de la glace dépend de la température moyenne de l'air durant un laps de temps donné, et de la température moyenne de l'eau, mesurée à $\frac{1}{1000}$ de degré près à partir du point de congélation. Étant donnés ces deux termes il est par conséquent facile, à l'aide d'un simple diagramme, de déterminer l'épaisseur que peut atteindre la glace. Évidemment, le cas de "pas de glace" peut exister, et c'est bien ce que l'on voit facilement en étudiant le diagramme, qui explique aussi, sans plus de difficulté, la présence de trous d'eau libre dans les rivières ou les lacs, partout ailleurs pris par les glaces. Il s'agit alors de la présence de hauts-fonds qui renvoient vers la surface de l'eau ses couches inférieures, les plus chaudes, ou, dans les lacs, de la présence d'une source d'eau chaude, dont les ondes tendent à monter. D'après des mesurages de températures faits à bord du *Lady Grey*, il ressort que la température de l'eau d'un "trou d'air" du lac St-Pierre est franchement élevée (voir page 34).

HUMIDITÉ ATMOSPHÉRIQUE.

Jusqu'ici on a presque totalement ignoré l'effet de l'évaporation provenant de la surface de la glace. J'ai noté cet effet l'année dernière à bord du *Montcalm*, lorsqu'il brisait les glaces, et j'en ai parlé dans mon rapport. Cette année ce même effet, dû à l'évaporation, a été observé plusieurs fois, ainsi qu'il est dit dans la première partie de ce rapport.

L'effet que produit l'humidité atmosphérique sur la formation de la glace de surface, à son début, est tellement grand qu'il en est surprenant. Toutefois, ainsi qu'il nous est permis de le supposer, cet effet se fait de moins en moins sentir au fur et à mesure que l'épaisseur de la glace augmente. Quand il y a peu d'humidité dans l'air la glace se forme beaucoup plus facilement que pendant les journées humides, alors qu'il n'y a pas d'évaporation.

En considérant l'effet de l'humidité atmosphérique sur l'accroissement progressif de l'épaisseur de la glace, on peut en arriver à d'importantes conclusions. Pour cela il faut se souvenir que la température à la surface de la glace est plus élevée que celle de l'air,

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

principalement quand la glace est mince. Dans ce dernier cas l'humidité relative de l'air est diminuée, c'est-à-dire que l'évaporation se produit plus vite, et le refroidissement est plus considérable que ne semble l'indiquer le psychromètre. Ce point de vue est confirmé du fait que des nuages denses de "barber" se forment alors au-dessus de l'eau libre et de la jeune glace (froid: 6 degré au-dessous de 10° F). Ceci parce que l'air en contact avec l'eau et la jeune glace est quelque peu réchauffé, et peut, par conséquent, contenir plus de vapeur d'eau que lorsqu'il est emporté par le phénomène de la convection dans les régions plus froides de l'atmosphère. Ainsi, même lorsque l'humidité relative de l'air est de 100 pour cent, il se peut que l'évaporation se poursuive au-dessus de l'eau et de la glace, et ce suffisamment pour que l'air qui est en contact immédiat avec l'eau et la glace se trouve sensiblement réchauffé.

Puisque la chaleur latente d'évaporation est très grande, l'effet qu'elle produit est aussi très considérable, au début de la formation de la glace dont elle augmente l'épaisseur d'au moins 50 pour cent, jusqu'à ce que cette glace ait près d'un pouce (voir la fig. 8).

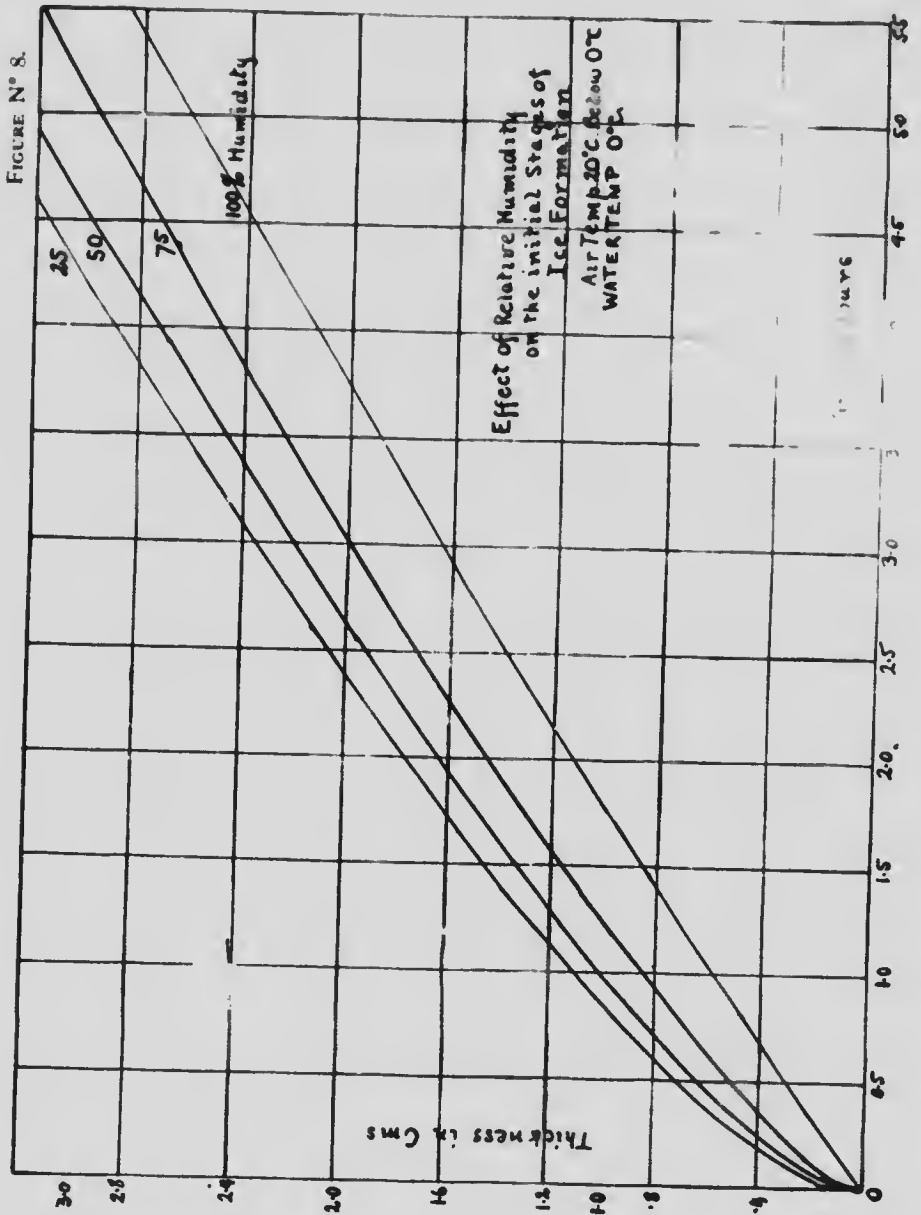
EFFET DE LA RADIATION CALORIFIQUE.

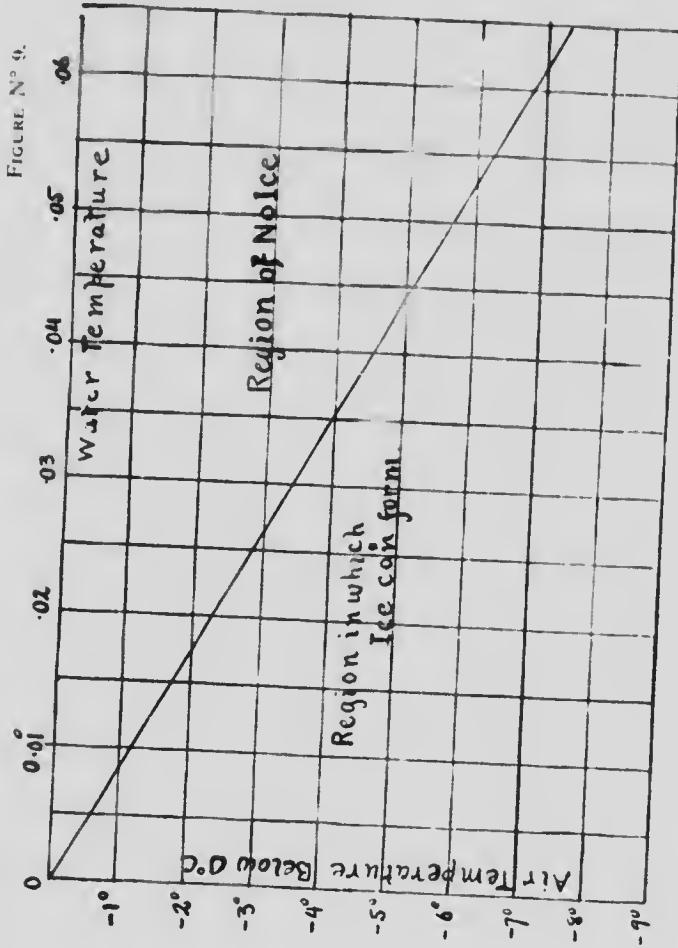
La glace en plaques peut, par radiation, dégager de la chaleur ou en recevoir de l'atmosphère. Toutefois, comme les données expérimentales sur le pouvoir diathermane de la glace nous font défaut, ainsi que celles sur le mode de transmission de la chaleur à travers une certaine épaisseur de glace, il est très difficile de déterminer quel effet la radiation peut avoir sur la formation de la glace. Il est probable, cependant, que cet effet est faible, car il semble que la glace doive laisser passer la radiation calorifique de l'eau à zéro degré C. Il s'ensuit que si dans l'expression mathématique de la question, le terme affecté à la radiation est indépendant, ou presque, de l'épaisseur de la glace, l'effet de radiation peut être ajouté à celui dû à la convection. Ce terme dépendra, en somme, de l'état du ciel, de la quantité de la lumière solaire et de l'état de la glace de surface, eu égard à une couche de neige opaque s'il y a lieu. Les diagrammes ci-joints illustrent les conclusions auxquelles nous sommes arrivés au cours de notre étude sur les glaces:

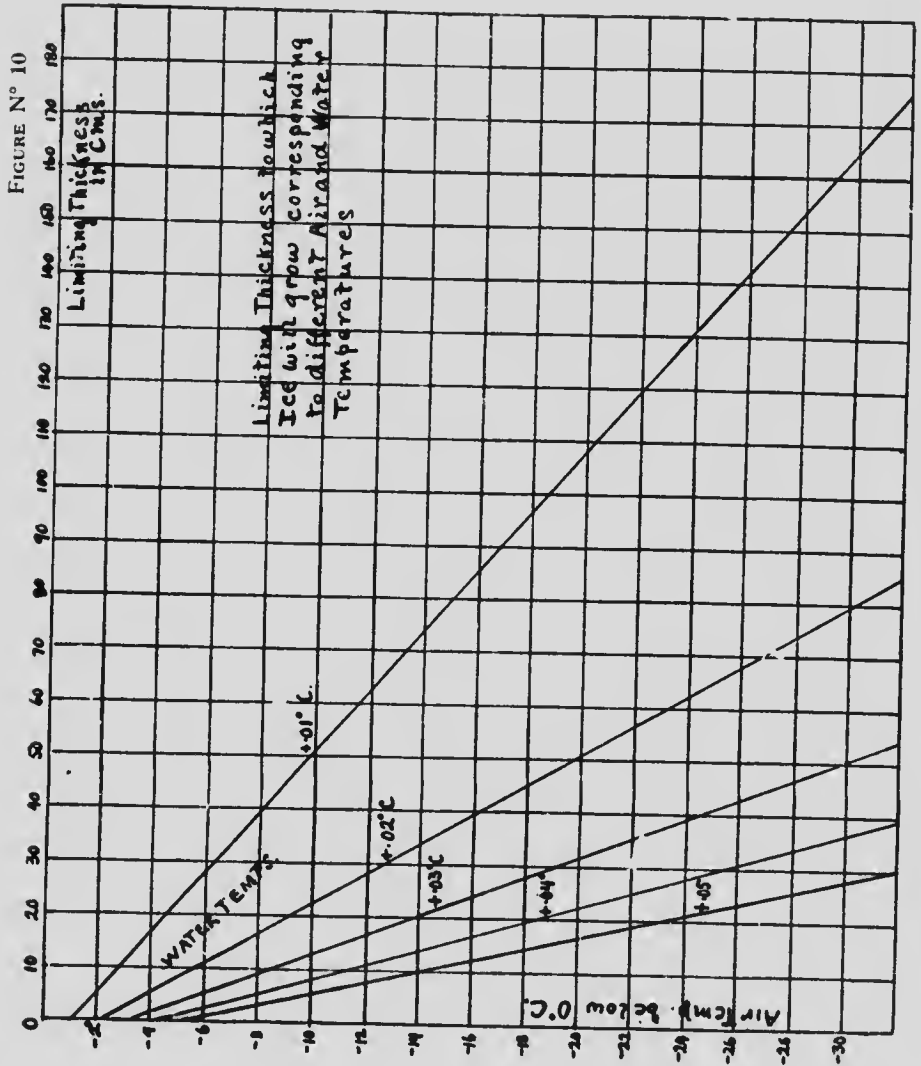
Courbes: Courbe expérimentale (fig. 7).

Effet dû à l'humidité atmosphérique (fig. 8)

Limite de l'épaisseur de la glace (figs 9, 10 et 11)







VIÈME PARTIE.

Considérations sur certaines particularités locales touchant le maintien d'un chenal navigable entre Montréal et Québec en hiver.

Bien que le but principal de mes travaux ait été de recueillir des données scientifiques sur la formation de la glace, je n'ai pu m'empêcher de beaucoup étudier (en y pensant souvent) les moyens à employer pour maintenir constamment libre un chenal dans le St-Laurent, ce qui assurerait la navigabilité de ce fleuve en hiver. Car, étant donnée l'augmentation du trafic provenant de l'Ouest canadien, que l'on colonise de plus en plus, la nécessité de faire de Montréal un port d'hiver est appelée à se faire vivement sentir.

Quoique je croie que l'emploi de brise-glace sur certains points du fleuve puisse de nos jours libérer son chenal de toutes glaces pendant l'hiver, je ne pense pas, cependant, que le St-Laurent, dans les circonstances présentes puisse être rendu commercialement navigable toute l'année, attendu que les dangers que courraient les bâtiments seraient trop grands, à cause des glaces provenant des eaux intérieures, et des tempêtes de neige qui empêchent parfois d'en constater la présence, même à une petite distance. Toutefois la libération du chenal en hiver présenterait certains avantages et ferait beaucoup de bien. C'est ainsi que l'on pourrait éviter les crues du fleuve et prolonger considérablement la navigation, la rendant plus hâtive au printemps et plus tardive en automne.

Que l'on veuille bien se persuader qu'en disant ceci je ne prétends pas laisser entendre que la navigabilité du St-Laurent en hiver est impossible, car, au contraire, je crois qu'avec une dépense relativement modérée, faite sur divers points du fleuve, on pourrait en modifier tellement le régime des glaces qu'il offrirait beaucoup plus de sécurité en hiver tout en se trouvant à ce sujet amélioré en été. Ma conviction est si ferme à ce sujet, que je n'hésite pas à prédire que le port de Montréal sera fréquenté toute l'année par des bâtiments, aussitôt que les intérêts commerciaux l'exigeront impérieusement. On s'apercevra alors que le problème à résoudre de ce chef n'est pas aussi difficile ni aussi coûteux qu'on le croit à présent.

Je ne base pas mes conclusions seulement sur mes nombreuses années d'études des glaces du St-Laurent, mais aussi sur des travaux antérieurs. On se rappelle en effet, sans doute, que dès 1886 la commission royale que l'on nomma alors pour faire une étude du St-Laurent, afin de tâcher d'éviter les crues d'hiver et d'automne, publia un important et très précieux rapport, où il est question du régime des glaces en amont et en aval de Montréal. Ce rapport je l'ai consulté avec soin, et les résultats fournis par les études qu'il

a nécessités démontrent que les crues sont dues à l'accumulation des glaces en hiver, ce qui pourrait être évité en maintenant le chenal libre, pour que la marée s'y engageât sans obstacle. Le St-Laurent, en effet, ne donne pas communément lieu à des inondations ainsi que de nombreux fleuves américains, attendu que son débit est plus uniforme. Les crues qui s'y manifestent en hiver et au printemps sont entièrement causées par les embâcles. Elles peuvent durer quelques heures, une semaine et même plus. Celle qui survint en 1858 dura deux semaines. Il est à noter qu'il existe dans le fleuve St-Laurent certains points particulièrement critiques, où se forment les premières glaces, qui contribuent les premières aussi à former les premières couches des embâcles. Dans le lac St-Pierre, par exemple, le pont de glace qui forme barrage retient les eaux vers l'amont et augmente leur profondeur. Le niveau des eaux de ce lac est en hiver de 4 à 5 pieds plus élevé qu'il ne l'est en été, même quand le fleuve est libre en aval. Quand il y a embâcle la dénivellation de ce lac peut atteindre 7 ou 8 pieds.

M. T. C. Keifer, C.M.G., qui est l'une des autorités les moins contestées sur ce que l'on sait des glaces du St-Laurent, a dans une communication lue devant la troisième section de la Société Royale du Canada, dont il était président, décrit la manière dont le St-Laurent fut pris par les glaces en 1886, alors qu'il eut à faire une étude à ce sujet, en sa qualité de membre de la Commission des inondations. Cette année-là, dit-il, dès le 4 décembre le pont de glace s'était formé à Nicolet, à l'extrémité d'aval du lac St-Pierre, et 30 heures après ce lac était pris jusqu'à 20 milles en amont, c'est-à-dire jusqu'à l'île Stone. Puis, 14 heures après, la glace atteignait Sorel, qui est à 7 milles en amont, et 78 heures après le début du phénomène elle atteignait Verchères, qui est à 23 milles en amont de Sorel. Après 5 jours de dégel elle atteignait Varennes, ayant progressé de 9 milles en 7 jours. Deux jours plus tard, par temps froids, la glace atteignait la Logue-Pointe, qui est à 7 milles en amont de Varennes. Enfin, tout le chenal du fleuve sur une longueur de 55 milles, entre le lac St-Pierre et les rapides de Lachine, se trouva cette année-là complètement pris par les glaces en 3 semaines de temps environ.

Au courant Ste-Marie les accumulations de glace sont plus fréquentes que partout ailleurs. Aussi la crue de l'eau y est elle rapide, atteignant parfois un pied en moins de 2 minutes. Pendant la grande inondation de 1886, une embâcle s'étant formée en aval d'Hoehelaga l'eau monta de 27 pieds au-dessus de son niveau estival dans le port de Montréal. L'embâcle ayant cédé soudain sous la poussée considérable d'une dénivellation d'eau aussi grande, une vague énorme, de 27 pieds de hauteur, charriant des glaces se précipita vers l'aval du fleuve. La hauteur de cette vague ne diminua que

DOC. PARLEMENTAIRE No 21b

de trois pieds sur son premier mille de parcours, et elle avait encore 20 pieds de hauteur à la Longue-Pointe, hauteur qu'elle conserva sur un parcours de 30 milles, s'avançant à raison de $4\frac{1}{2}$ milles par heure. Cette vague mit dix heures à atteindre Sorel, où elle avait encore 16 pieds de hauteur au-dessus du niveau estival du fleuve à cet endroit. Indubitablement on se trouva alors en présence d'une sorte de mascaret fluvial plus considérable qu'aucun autre dont on eut connaissance.

Après sérieuses considérations, les commissaires des inondations conclurent que la navigation sur le St-Laurent en hiver était chose parfaitement faisable, et que l'on ne pouvait retirer que de grands avantages en libérant ce fleuve depuis Montréal jusqu'aux eaux de marée, afin d'assurer le charriage de ses glaces. Ces messieurs recommandèrent l'emploi de brise-glace et la construction d'une estacade, que l'on devrait établir à la partie inférieure du lac St-Louis, pour contenir les glaces de ce lac. En 1885, on autorisa donc la construction de remorqueurs brise-glace pour le port de Montréal, mais ils ne servirent jamais à briser des glaces. On fit aussi des essais d'explosifs pour briser les embâcles qui se formaient, mais on se rendit compte que l'effet produit était faible lorsqu'on avait à attaquer de grandes masses de glaces accumulées. En outre cette façon de procéder était très coûteuse, sans que cependant l'on parvint à se débarrasser des embâcles. Des expériences récentes de cette nature faites en Russie ont donné des résultats analogues.

Les commissaires dont nous parlons firent aussi remarquer que si l'on parvenait à empêcher la formation du pont de glace du lac St-Pierre, le chenal du St-Laurent serait de ce fait maintenu libre jusqu'aux rapides de Lachine. En effet, on s'était rendu compte que le courant du fleuve avec une dénivellation de 1 pouce et un cinquième par mille parvenait dans les autres parties du fleuve à empêcher que de la jeune glace ne se formât à sa surface. Dans l'état actuel de choses, le pont de glace dudit lac arrête les glaçons flottants, et permet à un champ de glace de se former rapidement en amont, ce qui fait que le fleuve finit par être pris en totalité. Si l'on parvenait à éliminer les glaces des parties du chenal maritime qui traversent le lac St-Pierre et les eaux qui baignent les îles de Sorel, tout ce manteau de glace serait charrié dans les eaux de marée.

Il est vrai que parfois des vents violents peuvent nuire au charriage des glaces brisées, mais alors l'emploi opportun d'un brise-glace, chaque fois que faire se pourrait, et le courant du lac, qui a une vitesse d'un mille à l'heure, se chargeraient promptement de faire partir ces glaces au fil de l'eau.

Dans ces conditions les eaux seraient pratiquement libres de glaces au printemps, au lieu d'être comme maintenant recouvertes d'une glace épaisse dure et transparente, ainsi qu'il en est sur le lac

St-Pierre, où, on ne l'ignore pas, la glace est très difficile à briser, cependant que sa présence retarde l'ouverture de la navigation en amont. Au surplus, il n'y aurait pas de crue, et les bâtiments marchands pourraient se rendre à Montréal dès le début d'avril et même peut être en mars.

Il est même très probable que les eaux du lac St-Pierre étant libres, leur action se ferait sentir en aval dans le fleuve, ce qui pourrait solutionner beaucoup plus facilement le problème des glaces, tel qu'il se présente au Cap-Rouge. A titre de suggestion nous ajoutons qu'un chenal "encaissé", ainsi que celui qu'on a construit à travers le lac St-Clair, supprimerait, bien entendu, toutes les difficultés que présente l'attaque d'une immense étendue de glace comme celle du lac St-Pierre, qu'on est tenu de voir disparaître avant de pouvoir ouvrir la navigation au printemps. Ce chenal ou canal qui serait constitué par une série de massifs en maçonnerie, marquerait le chenal maritime et il est probable que la rapidité de son courant suffirait à l'empêcher de prendre. Quant au reste de la glace du lac on la contiendrait et au moment de la débâcle, au printemps, on empêcherait son charriage, afin qu'elle ne bloque pas le chenal. Le canal dont nous venons de parler contribuerait à assurer la liberté du chenal navigable sur tout le reste du fleuve. Autre solution : on pourrait permettre à tout le lac de prendre, quitte, ensuite, à y pratiquer un chenal à l'aide des brise-glaces, dans l'espoir que le courant du fleuve assure la liberté des eaux de ce chenal pendant le reste de l'hiver.

De prime abord on est peut-être porté à croire que les brise-glaces que l'on emploierait sur le lac St-Pierre pourraient se faire prendre dans les glaces et perdre leurs moyens d'action, il n'en est rien, car on pourrait les doter de tuyaux spéciaux leur permettant d'envoyer de la vapeur dans l'eau environnante. On sait qu'une petite élévation de température de l'eau au-dessous d'un navire suffit à empêcher qu'il soit pris dans les glaces. En effet, l'élévation de température que subit l'eau dans laquelle se trouve un vapeur tel que le *Lady Grey* est remarquable, ainsi que je l'ai montré p. 27, car l'on a constaté que même par les plus grands froids un navire de ce type n'est jamais immobilisé par la glace, qui ne peut étreindre sa coque à cause de la chaleur dégagée par le bâtiment et aussi à cause des courants de l'eau. Il serait même possible d'augmenter considérablement le bourrelet d'eau autour d'un navire en employant des tuyaux spéciaux qui enverraient de la vapeur dans cette eau. Ceci est si vrai que l'on a souvenance d'avoir éliminé la glace d'un petit lac pendant un mois, par un froid de 30 degrés au-dessous de zéro Fahrenheit, simplement parce qu'il s'y trouvait une drague à l'œuvre qui envoyait dans l'eau de la vapeur produite à l'aide d'une vieille chaudière de 60 chevaux, que l'on chauffait

DOC. PARLEMENTAIRE No 216

avec du bois de rebut. Au bout du susdit mois les travaux cessèrent, non pas parce qu'il était impossible d'empêcher la congélation de l'eau, mais bien parce que le personnel de la drague ne pouvait continuer à manœuvrer ses machines par un froid aussi intense. Remarquons que dans les conditions ordinaires, le petit lac dont il est ici parlé aurait gelé jusqu'au fond. Ceci n'est qu'un exemple entre bien d'autres, que l'on pourrait citer, pour montrer combien peu de chaleur il suffit d'envoyer dans l'eau pour que la glace ne s'y forme pas. Il suffit qu'une très mince couche d'eau de surface se trouve à une température de quelques centièmes de degré centigrade au-dessus du point de congélation pour que la glace ne puisse se former.

C'est en décembre et en janvier que le travail des vapeurs brise-glace est le plus difficile. Aussi ces deux mois peuvent ils être appelés "les mois de la glace". En février le soleil prend de la force et aide beaucoup à la disparition des glaces; en mars il ne se forme pratiquement pas de glace épaisse.

En Russie on s'est rendu compte que la navigation marchande est praticable en hiver. Il est même plusieurs ports de la mer de Kara qui ont besoin du concours des brise-glace en été pour que leurs navires puissent atteindre la Sibérie septentrionale.

Le capitaine C. H. Well, de la marine royale, qui a navigué pendant trois ans dans les eaux de Vladivostock, m'informe que même par les plus mauvais temps les navires sont conduits à leur quai par des brise-glace. Là, on les laisse se prendre dans les glaces jusqu'à ce qu'ils soient prêts à reprendre la mer, alors que les brise-glace viennent de nouveau les aider. Il arrive même assez souvent qu'un navire est si bien pris dans la glace, en une seule nuit, que le lendemain son déchargement peut être effectué directement sur la glace. Pourtant, malgré toutes ces difficultés (si l'on peut réellement appeler difficultés cet état de choses), on a prouvé que la navigation marchande est possible par les plus grands froids.

Par conséquent, pour en revenir au St-Laurent, il semblerait d'après les études antérieures qu'on en a faites qu'il faille attaquer ses glaces sur trois points, si l'on veut empêcher qu'elles n'y demeurent à l'état de glaces contenues. Ces trois points sont: le Cap-Rouge où les brise-glace ont manœuvré avec succès cette année; Nicolet à la partie inférieure du lac St-Pierre, et les parages des îles de Sorel. Lorsque le lac St-Pierre sera libre nous pourrons prédire à coup sûr que le chenal en amont le sera aussi. Ceci, parce que le fleuve tend continuellement à se débarrasser de sa carapace de glaces, et c'est pourquoi chaque effort que l'on fera pour l'aider sous ce rapport, sur les points critiques de son parcours, produira un résultat beaucoup plus effectif qu'il ne nous est permis de le supposer actuellement.

INFLUENCE DES ICEBERGS SUR LA TEMPERATURE DE LA MER.

PAR H. T. BARNES, D. Sc., F.R.S.C.

Professeur titulaire de la chaire de physique Macdonald, et directeur des laboratoires de physique,

ET PAR LOUIS V. KING, B.A.

Chargé du cours de physique à l'Université McGill.

La mise au point d'un nouveau thermomètre enregistreur, destiné à fournir avec exactitude la température des eaux fluviales ou autres, a été possible grâce à l'aide généreuse accordée par le ministère de la Marine et des Pêcheries. Dans un précédent rapport soumis à ce ministère nous avons décrit les qualités de cet instrument et démontré que la détermination de la température de l'eau, à un millième de degré près, a permis de reconnaître la présence de la glace à une grande distance dans les eaux libres du fleuve St-Laurent.

Ayant demandé au département de m'aider à étudier l'effet produit par les icebergs sur la température de l'eau de mer, l'hono-



Thermomètre marin sorti de l'eau.

nable L. P. Brodeur, du ministère de la Marine et des Pêcheries, et son sous-ministre M. G. J. Desbarats, eurent la bonté d'accorder le passage à un observateur sur le vapeur de l'Etat *Stanley* qui se

rendait à la baie d'Hudson. Ce bâtiment partit le 2 juillet. L'installation des instruments à son bord comprenait: deux microthermomètres marins du type dit "anchor-ring". L'un de ces instruments avait déjà servi pendant l'hiver au Cap-Rouge, puis à l'Île-aux-Grues, et il est brièvement décrit dans la partie de ce rapport qui traite de la formation de la glace sur le St-Laurent; l'autre, quelque peu perfectionné, avait été construit en même temps qu'un



Thermomètre marin.

autre de ces instruments pareil en tous points. Le thermomètre à employer fut soigneusement fixé sur le flanc du navire et maintenu à l'eau à cinq pieds au-dessous de la surface de la mer: les fils de l'instrument étant enfermés dans un câble en plomb, recouvert à son tour par un tube en cuivre, afin d'assurer la solidité du dispositif. A sa sortie du tube en cuivre près du pont du navire le câble en plomb contenant les fils fut placé dans des tubes flexibles en fer, et amené de la sorte jusque dans la cabine de l'observateur. Dans cette cabine le pont électrique à fil gradué était disposé de façon à permettre de déterminer la température de l'eau de mer à un millième de degré près, par la simple lecture d'une échelle graduée à raison de deux pieds de fil par degré de température. Des boîtes de résistance, réglées avec précision, permettaient de lire n'importe quelle graduation de l'échelle avec l'exactitude désirée. Aussi lorsque l'instrument se trouvait au point de séparation de courants marins, alors que comparativement parlant la variation de température à observer est considérable, était-il possible de lire vivement sur l'échelle la température exacte et correspondante de l'eau.

Afin d'enregistrer continuellement les résultats fournis par les observations, on ajouta au thermomètre marin le mécanisme d'un enregistreur Callendar, pourvu d'un relai spécial Weston. Un commutateur permettait de relier ce thermomètre à l'enregistreur et d'obtenir un graphique à l'échelle de huit pouces par degré. La sensibilité obtenue à l'aide de ce dispositif a permis d'enregistrer des températures à un centième de degré près.

On pourra apprécier la valeur des instruments combinés ainsi que décrit ci-dessus, lorsque l'on saura que le thermomètre marin dont il s'agit a permis d'enregistrer continuellement la température de l'eau de mer dans laquelle il restait immergé, pendant que le navire marchait à toute vitesse. Les résultats à cet égard furent si parfaits que même le gros temps rencontré au-delà du détroit de Belle-Isle, le long de la côte du Labrador, ne nuisit nullement au bon fonctionnement de l'instrument. On remarqua alors que même lorsque la partie de l'instrument qui correspond à l'ampoule de verre des thermomètres ordinaires sortait hors de l'eau, à cause des grandes vagues, l'enregistreur n'accusait aucune irrégularité, parce que l'air en contact direct avec l'eau de la mer a sensiblement la même température que cette dernière. Sur le pont du navire on avait en outre placé un écran Stevenson qui avait été gracieusement prêté par M. R. F. Stupart, directeur du service météorologique. Contre cet écran on avait placé un thermomètre-enregistreur de Friez et un hydrographe.

DE L'IMPORTANCE D'OBSERVER CONTINUELLEMENT LES VARIATIONS DE TEMPÉRATURE DE L'EAU DE LA MER.

Par pure routine de navigation la température de l'eau est observée fréquemment à bord des navires, parfois à toutes les demi-heures ou à tous les quarts d'heure. L'opinion des navigateurs sur la valeur de ces observations est partagée. C'est ainsi que le capitaine Lecky, dans ses "Wrinkles on Navigation", cite Lord Kelvin comme ayant dit que: "La conductibilité calorifique de l'eau est si petite que l'on ne peut absolument pas ressentir à distance l'effet de refroidissement produit en mer par un iceberg; mais que, par contre, on peut ressentir beaucoup l'effet de refroidissement produit par l'eau douce, froide et moins dense que l'eau de mer, qui coule de la surface de l'iceberg et s'étend sur une assez grande distance autour de la montagne de glace flottante". Cette opinion de Lord Kelvin est soutenue par le Dr Otto Pettersson qui, dans ses travaux, démontre expérimentalement que dans le voisinage d'une masse de glace en fusion dans de l'eau de mer salée on peut distinguer trois courants: "Un courant de surface qui part de la

glace; un deuxième courant de profondeur intermédiaire qui se dirige directement vers la glace; et un troisième courant d'eau refroidie au contact de la glace, qui, lui, tend à descendre de plus en plus."

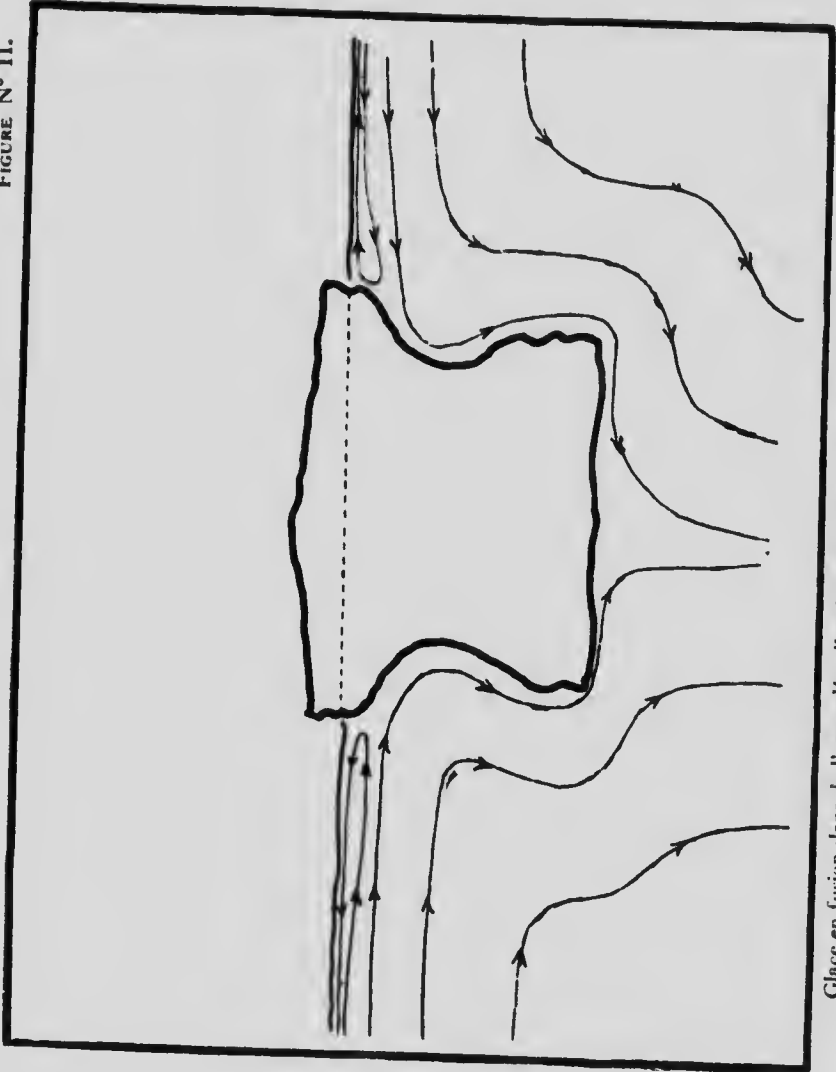
La place occupée par chacun de ces courants a été esquissée dans la fig. 12 reproduite d'après un dessin figurant dans l'étude que le Dr Pettersson a faite de la glace¹. Lorsque la fusion de la glace produite par l'action de l'air est plus rapide que la fusion produite par l'eau, l'iceberg s'élève au sein de la masse liquide et il arrive alors que la partie rongée par le courant de l'eau qui se dirige vers l'iceberg se montre au-dessus du niveau de la mer présentant à la vue l'aspect étrange d'un gigantesque champignon de glace. Souvent on a vu de ces sortes de champignons de glace dans les fields de glaces marines épaisses (huit pieds ou plus d'épaisseur), en train d'achever de fondre.

D'autre part, Lecky assure que les opinions que plusieurs capitaines des lignes transatlantiques entretiennent au sujet des glaces marines sont très diverses. D'aucuns de ces messieurs prétendent, par exemple, que dans certaines cas le thermomètre employé sur la passerelle donne une température de l'eau dont l'exactitude ne laisse rien à désirer, cependant que dans d'autres cas le voisinage d'un iceberg ne semble nullement affecter l'instrument. Il faut faire observer, toutefois, que la température de l'eau de mer a été jusqu'ici obtenue par la méthode ordinaire du "seau jeté à la mer", en employant un thermomètre de bord, à alcool ou à mercure, dont la sensibilité laisse fort à désirer. En effet, habituellement la graduation de ces instruments n'est faite que de degré en degré, l'intervalle d'un degré à l'autre sur la tige du thermomètre étant d'un huitième de pouce. Or, sur l'échelle du thermomètre électrique un degré de température est représenté par un intervalle de deux pieds, ce qui fait que des variations de température qui passeraient inaperçues avec un thermomètre ordinaire agissent très considérablement sur l'instrument électrique, beaucoup plus sensible. De plus la méthode habituelle de prendre la température de l'eau de mer donne lieu à beaucoup d'incertitude, attendu que tout ce que l'on se contente de faire—c'est de prendre à bord un échantillon d'eau dans un seau, d'y plonger un thermomètre et de lire la température. Même en supposant que la lecture soit bien faite, rien ne dit que l'échantillon d'eau ne provienne d'un milieu marin sujet à une variation de température purement locale.

De plus, c'est la manière de s'y prendre. C'est ainsi que nous avons vu un quartier-maître sortir le thermomètre de l'eau pour en

1—"De l'influence des glaces en fusion sur la circulation océanique." *Journal de Géographie*, 39ème Vol., p. 295 (1904).

FIGURE N° 11.



Glacé en fusion dans de l'eau salée, d'après une expérience instituée par le Dr Otto Pettersson.

faire la lecture, et que l'on nous a dit qu'il est arrivé à un marin de tenir entre ses doigts l'ampoule du thermomètre pendant qu'on notait la température de l'eau.

Au lieu de tout cela, le thermomètre marin décrit dans ces pages est fixé aux flancs du navire, ce qui permet d'obtenir la température moyenne de l'eau de mer sur le trajet du bâtiment. Un léger retard dans la marche du mécanisme a empêché, au cours des observations que nous avons consignées, d'enregistrer les très petites variations de température données par l'échelle de l'instrument. Ajoutons que même en prenant la température de l'eau quatre fois par heure, le navire filant huit nœuds à l'heure, cela ne donne la température de l'eau de la mer que tous les deux milles. Or, la température de la mer oscille lentement de temps en temps, même quand il n'y a pas de glaces, ce qui fait que les comparaisons de température prises à des intervalles même d'un mille n'ont absolument aucune valeur pour indiquer si des icebergs modifient ou non la température de l'eau de la mer. Ceci explique, peut-être, le désaccord des vues exprimées par les capitaines des transatlantiques, ainsi que signalé.

D'après ce qui précède il est évident que l'emploi d'un thermomètre enregistreur extrêmement sensible s'impose de façon constante, si l'on veut déterminer rigoureusement la température de l'eau de la mer, car alors la présence d'un iceberg sera décelée par un graphique accusant une variation continue de température. On conçoit, en effet, qu'une telle variation puisse être facilement remarquée à l'aide d'un enregistreur à mouvement continu, cependant qu'une observation intermittente personnelle n'indiquerait rien.

DES TEMPÉRATURES OBSERVÉES AU COURS DU VOYAGE ET COURBES QUE L'ON A ÉTABLIES.

Bien qu'il ait été impossible de retarder le navire alors qu'il se rendait à destination, pour faire une étude spéciale des icebergs, le thermomètre marin fut établi et l'enregistreur mis en marche le 8 juillet, peu après avoir quitté Sydney, N.-E. Les instruments fonctionnèrent comme il faut à cette date et fournirent un graphique de température. Le 9 juillet le navire traversa un brouillard épais. Immédiatement le thermomètre indiqua que le navire était sur l'une des branches du courant du Labrador, dans le détroit de Belle-Isle, du fait qu'il accusait une baisse soudaine de température, passant de 7°.2 C. à 5 h. 18 s. à 3°.7 à 5 h. 35 s. A ce moment là nous reçûmes à bord un radio-télégramme envoyé par le vapeur *Stratcona* de la mission Grenfell, qui nous signalait la présence d'un grand iceberg au milieu du détroit. Notre vapeur filait alors

lentement (quatre à cinq nœuds à l'heure). A 7 h. 52s. nous aperçûmes un grand iceberg juste à temps pour éviter une collision. C'était probablement celui signalé par le *Strathcona*. En tous cas le *Stanley* ne passa qu'à quelques centaines de pieds de cette montagne de glace. La fraction du graphique enregistré automatiquement entre 7 h. 30 s. et 7 h. 43 s. est reproduite sur le côté gauche du diagramme N° 1 et montre que la présence de l'iceberg commença à se faire sentir vers 7 h. 35 s. alors que la température de l'eau était de 5° C. Comme entre 7 h. 43 s. et 7 h. 50 s. on préparait un nouveau blanc de diagramme pour l'enregistreur, on ne put malheureusement pas recueillir la partie la plus intéressante du tracé. Dès que la vapeur se trouva à la hauteur de l'iceberg à 7 h. 52 s., des lectures directes de l'instrument furent faites toutes les minutes, cependant que la masse de glace passait à l'arrière du navire et s'éloignait de plus en plus. En cette occasion on fit les lectures suivantes:

Heures		Températures.		Heures		Températures.		Heures		Températures.	
S.	o C.	S.	o C.	S.	o C.	S.	o C.	S.	o C.	S.	o C.
7.11	4.393	8.00	4.214	8.10	4.156						
7.52	3.871	8.01	4.198	8.11	4.205						
7.54	4.017	8.02	4.245	8.13	4.231						
7.55	4.079	8.03	4.235	8.14	4.252						
7.56	4.89	8.05	4.205	8.15	4.283						
7.58	5.058	8.07	4.130	8.19	4.278						
7.59	4.182	8.08	4.121	8.22	4.545						

Ces observations figurent sur le côté droit du diagramme. Elles montrent comment la température s'élève au fur et à mesure que la distance séparant le navire de l'iceberg augmente. On remarquera, en considérant ce graphique de l'enregistreur, qu'en s'avançant vers l'iceberg on a d'abord constaté une élévation de température suivie d'une baisse soudaine d'au moins 1.1° C. en environ 12 minutes, c'est-à-dire sur un parcours d'un peu moins d'un mille. A l'inspection de ce diagramme on comprend combien facilement cette baisse de température aurait pu passer inaperçue si l'on s'était contenté d'observer la température toutes les demi-heures ou tous les quarts d'heure seulement. Car, à moins que l'on ait fait une observation vers 7 h. 35 s. et une autre vers 7 h. 50 s. rien d'anormal n'aurait été constaté, puisque par exemple des observations faites l'une à 7 h. 45 s. et l'autre à 8 h. s. n'auraient pas signalé de variation de température appréciable, à l'aide d'un thermomètre de bord ordinaire. Ceci confirme les

DOC. PARLEMENTAIRE No 216

remarques déjà faites sur le désaccord des vues exprimées au sujet des observations de température de l'eau de mer, par des navigateurs traversant l'Atlantique.

10 juillet.—Le diagramme de température établi aujourd'hui n'est autre que celui que nous donnons sous le titre de diagramme N° 2. La journée a été couverte et nous avons eu du brouillard intermittent. Le graphique de l'enregistreur montre que la température a été assez régulière entre midi et 9 h. s., puis qu'elle n'a guère varié de plus d'un demi degré sur un trajet de 80 milles. La baisse de température constatée plus tard doit être probablement attribuée à ce que le navire s'approchait de la côte. Là, en effet, les courants de fond, plus froids, sont renvoyés vers la surface de la mer par le fond marin qui s'élève graduellement. En outre, il y a dans ces parages des perturbations de température dues aux courants d'eau douce provenant des rivières et des ruisseaux de la côte. La dernière partie du graphique enregistrée fut prise alors que le navire roulait beaucoup, par grosse mer. Mais cela ne nuisait aucunement au bon fonctionnement de l'enregistreur.

11 juillet.—Le graphique obtenu aujourd'hui est représenté par le diagramme N° 3. Il est intéressant parce qu'il nous permet de remarquer de façon typique la distribution de la température dans l'eau, même lorsque l'on passe à d'assez grande distance d'un demi-mille d'un iceberg.

A 9 h. 20 m. nous avons croisé un petit iceberg d'environ 70 pieds de hauteur, à la distance de cinq huitièmes de mille. Apparemment, pour un iceberg de cette dimension, le navire se trouvait juste au delà du champ de son action thermique, attendu que la température ne semble guère avoir varié au moment où nous rencontrâmes cette masse de glace.

A 2 h. 21 s. notre navire passa à environ un quart de mille d'un iceberg. La température de l'eau tomba alors très rapidement à 3° 8 C., puis immédiatement remonta de nouveau. Si on examine le graphique tracé par l'enregistreur à ce moment-là on y remarque, en effet, une perturbation accentuée vers l'heure susdite. Car on voit qu'à environ 1 h. 45 s. la température s'éleva d'un 1/2°, puis que soudainement elle tomba à 1° 4 c. pour remonter ensuite au degré moyen précédemment observé.

Le livre de bord fait aussi foi que vers 3 h. 15 s. notre vapeur passa assez près d'un iceberg; et, effectivement, une perturbation thermique très analogue à celle que nous venons de décrire ressort de la forme du graphique tracé par l'appareil enregistreur de température employé à bord. De nouveau vers 6 h. s. nous avons passé à environ un quart de mille d'un iceberg, et, encore le graphique de température accuse une baisse correspondante.

La dernière observation faite ce jour-là fut faite peu après, le *Stanley* ayant passé à un demi-mille au plus d'un iceberg à 7 h. s. Tout d'abord la température commença à monter dès 6 h. 45 s., atteignant son maximum de 4° 6 à 6 h. 50 s., puis immédiatement après elle tomba avec une rapidité extrême à 2° 3 à 7 h. 03 s., après quoi elle s'éleva rapidement à 3° 6 C. Comme le bâtiment s'éloignait de cette masse de glace, nous prîmes la température de l'eau par des lectures directes de l'instrument, aux intervalles de temps rapprochés suivants:

Heures	Distance de l'iceberg.	Températures.	Heures	Distance de l'iceberg.	Températ.
S.	nœuds	o C.	S.	nœuds	o C.
6.45	2.8	4.069	7.17	2.6	3.205
7.03	0.7	2.296	7.24	3.6	3.532
7.10	1.6	2.572	7.29	4.4	3.807
7.12	1.9	2.808	7.42	6.3	3.898

Notre navire filant alors 9 nœuds à l'heure, il est facile d'établir un diagramme donnant, pour ce cas, les variations de température correspondant aux distances. C'est du reste ce que l'on peut constater en consultant le diagramme 4. Quant au diagramme 5 il montre les variations de température par rapport au rayon d'éloignement de l'iceberg, établies comme on l'a fait pour le diagramme 4.

Que si nous nous reportons maintenant au diagramme 3, nous pouvons remarquer que l'irrégularité de la température enregistrée après 8 h. s. tient au voisinage de la terre dont le navire s'approchait. A 9 h. s. le *Stanley* mouilla à Tournavik. Le thermomètre marin fut alors ramené à bord, et nous pûmes constater qu'il était encore en parfait état.

Après notre départ de Tournavick, le 15 juillet, nous établîmes des diagrammes de température pendant deux jours, toutefois le navire ne passa pas alors près d'aucun iceberg, ce qui fait que les températures enregistrées ne possèdent pas un intérêt exceptionnel. Le 16 juillet la température tomba à 0° 3 C., c'est-à-dire à près de 0° C. (32° F.) Nous pensâmes alors que la hausse de température qui dénote la présence d'un iceberg nous en signifierait l'existence, s'il en passait dans le voisinage du navire, la température de l'eau étant bien près du point de congélation. A peu près dans ce temps-là nous croisâmes des bourguignons, provenant de champs de glace qui descendaient du détroit Hudson. Aussi

DOC. PARLEMENTAIRE N° 21b

comme le thermomètre courait le danger d'être emporté par le choc d'un de ces glaçons flottants nous n'en fîmes plus la lecture après cette date. Dans le détroit d'Hudson, tant à l'aller qu'au retour, nous rencontrâmes de très nombreux champs de glace très épaisse qui dérivèrent, ce qui fit que nous ne fixâmes pas le thermomètre marin au flanc du navire.

Au cours de notre voyage de retour, alors que nous étions encore à un jour de distance du détroit de Belle-Isle, nous prîmes les dispositions voulues pour enregistrer la température de l'eau de mer près d'un grand iceberg. Cependant, bien que le temps semblât s'y prêter, nous ne vîmes aucun iceberg ni sur les côtes du Labrador ni dans le détroit de Belle-Isle, exception faite d'un petit iceberg qui s'était échoué près de Belle-Isle, mais trop à terre pour que l'on pût s'en approcher.

Nous prîmes la température de l'eau dans le détroit. Les graphiques des diagrammes 6, 7 et 8 montrent quels résultats nous obtînmes alors. Le diagramme 6 montre que la ligne de démarcation entre les courants a été tracée très franchement par l'appareil. Il est à noter qu'en mettant l'enregistreur à l'heure du bord, tout arrêt de sa part peut être contrôlé par l'inspection de la carte de navigation. C'est ainsi qu'en consultant le diagramme 6 on peut se rendre compte que la ligne de démarcation entre le courant froid du Labrador et le courant plus chaud du golfe fut franchi vers les 11 h. m. Si l'on se rapporte à la carte de navigation (N° 7) on peut facilement déterminer géographiquement cette même ligne de démarcation.

Ceci démontre que le thermomètre marin possède des qualités spéciales qui devraient permettre de l'employer au cours de travaux d'hydrographie: car la démarcation des courants, leurs déplacements par rapport aux marées ou au cours des saisons, etc., peuvent être facilement déterminés en ayant recours à une série de relevés ininterrompus de température de l'eau, tels que ceux que nous venons de décrire. Quant au diagramme N° 8, il montre les résultats obtenus par une série de lectures directes faites toutes les minutes pendant une heure, à un millième de degré près. En considérant ce diagramme on voit que la température de la mer oscille constamment entre de petites limites, d'un lieu à l'autre, ce qui vérifie l'exactitude générale des graphiques obtenus à l'aide de l'enregistreur automatique. Ces petites inégalités des chiffres de température représentent une quantité considérable d'énergie thermodynamique disponible qui vu la mauvaise conductibilité calorifique de l'eau n'est probablement pas destinée à se perdre par conductibilité. Cette énergie est en majeure partie employée à maintenir l'eau de surface à une température très peu variable. C'est par ce moyen que la chaleur solaire est absorbée et également distribuée à travers une couche considérable de l'eau

de la mer, et que, en conséquence de ce que nous avons dit, la chaleur du soleil durant le jour n'est pas perdue pendant la nuit par refroidissement, à l'air. Celui-ci laisse pratiquement passer sans l'absorber la chaleur de radiation solaire. Et il nous est arrivé de constater qu'au-dessus de la mer, étant donnée la convection océanique, il ne peut y avoir qu'un faible échange d'énergie entre l'eau et l'air. Conséquemment, il nous est permis de nous attendre à ce que la température de l'air demeure constante le jour et la nuit. C'est du reste ce qui est prouvé par une série d'observations continues de la température de l'air, faites durant le voyage, lesquelles montrent que la variation diurne de la température de l'air fut pratiquement nulle. Toutefois, dès qu'on s'approche de terre se produit l'habituelle variation diurne de température de l'air.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Bien que de précieux résultats aient été obtenus au cours du voyage à la baie d'Hudson, alors que l'on rencontra plusieurs icebergs, il fut impossible de retarder le navire pour se livrer à de plus amples études. Au cours du voyage de retour, alors que nous disposions de plus de temps, nous ne rencontrâmes pas d'icebergs, ce qui fait que nos résultats ne sont pas aussi complets qu'on pourrait le désirer. Toutefois, comme on ne s'est livré en somme qu'à des observations préliminaires, les résultats que l'on a enregistrés semblent en promettre d'autres très intéressants, qui, apparemment, permettront d'établir une méthode précieuse de déterminer la présence des icebergs en mer par temps de brouillard. L'examen attentif des graphiques obtenus démontre qu'un iceberg modifie la température de l'eau de façon caractéristique. Tout d'abord la température s'élève rapidement, puis elle tombe encore plus vite. Cette hausse de température offre un résultat nouveau et inattendu qui demande une étude très sérieuse. Jusqu'ici on ne se l'explique pas très clairement. On pense néanmoins que cet effet de température peut être attribué à la réaction qui se produit à la rencontre du courant d'eau douce de surface, provenant de l'iceberg, avec l'eau de la mer. On pourrait peut-être aussi l'attribuer à la présence ou à l'absence d'organismes marins définis, à la rencontre du courant d'eau douce susdit et de l'eau salée. En tous cas, la hausse subite de température précédant une baisse peut indiquer l'entrée du navire dans le courant froid de surface voisin de l'iceberg et par conséquent prévenir de la proximité de la glace. Que, si la hausse de température était suivie par une baisse rapide, tombant au-dessous de la température moyenne de l'eau, on peut être presque sûr qu'il y a présence d'une masse de glace dans le voisinage.

DOC. PARLEMENTAIRE N° 21b

On a établi des thermomètres marins qui peuvent être fixés à la coque d'un navire, cependant que leurs fils la traverseraient. Un dispositif très favorable pour déterminer la présence des icebergs consisterait à avoir un des instruments à l'avant, à environ deux pieds au-dessous de la ligne de flottaison moyenne, cependant qu'un autre serait installé à la poupe aussi profondément dans la mer que le permettrait la calaison du navire. Ces deux instruments seraient reliés sur un point convenable de façon à ce que l'on puisse lire les différences de température qu'ils accuseraient. De cette façon le thermomètre de la proue enregistrerait la température du courant froid de surface, représentée sur la figure 12 (à seulement trois ou quatre pieds de profondeur), tandis que le thermomètre de la poupe donnerait la température normale de la mer. Aussi, chaque fois que la différence des températures enregistrées à l'avant et à l'arrière indiquerait pour le thermomètre de l'avant une température plus basse que celle du thermomètre de l'arrière, plus profondément établi dans l'eau, on pourrait tenir pour certain que cette différence tiendrait à la présence de glaces dans l'eau, car rien *autre chose*, autant qu'il est permis d'en juger, ne produirait un pareil effet sur les instruments. Si cette température persistait et s'accroissait, cela indiquerait que le bâtiment serait en train de s'approcher très près de l'iceberg. Si elle baissait, l'iceberg serait laissé en arrière. Ainsi non-seulement l'appareil signale la présence de la glace, mais, en outre, il permet de naviguer de façon à assurer la sécurité du navire.

POINTS DE VUE DIVERS TOUCHANT L'ÉTUDE DE LA TEMPÉRATURE EXACTE DE LA MER.

On sait déjà fort bien que la présence d'organismes modifie la température de l'eau de la mer. Aussi il semble très probable que les petites variations de température constatées sur de grandes étendues de la mer, ainsi qu'il appert clairement sur le diagramme N° 8, sont dues à la présence d'être marins organisés. Ceci, toutefois, demande un sérieux examen. De plus l'influence des petites variations de température de la mer sur la migration des poissons pourrait donner lieu à une importante étude que l'on pourrait certainement entreprendre à l'aide du micro-enregistreur. Mais, surtout, il semble que l'une des plus importantes applications de cet instrument doive consister à l'avenir à préciser la position et l'étendue des courants océaniques. De plus les variations de température de l'eau qui résultent de la présence de la glace et qui promettent de résoudre la question touchant la présence des icebergs invisibles, et celles résultant de la présence de hauts-fonds ou de la côte, donnent lieu à des perturbations thermiques marines bien faites pour indiquer aux marins qu'ils courent parfois au danger.

En terminant, qu'il me soit permis de faire observer qu'il faudra continuer les études entreprises, si l'on veut tabler sur des résultats plus complets. Aussi j'espère sincèrement que le département y aidera, en mettant à la disposition des observateurs un navire qui serait spécialement affecté à l'étude de la température marine. En faisant ce vœu, je suis persuadé que l'on pourrait alors se procurer beaucoup de renseignements à la fois scientifiques et pratiques.

