Pêches et Environnement Canada
Fisheries and Environment Canada

Environment Canada – Environnement Canada
Serie scientifique (Canada. Direction Generale des Eaux Interieures)
No : 68
GB 707 C3354
OOFF 0026272J

Études des glaciers canadiens dans le cadre du programme de la Décennie hydrologique internationale, 1965 à 1974

Étude n° 1. Le glacier Sentinel, Colombie-Britannique—Résumé des mesures

D. Mokievsky-Zubok et A. D. Stanley

ÉTUDE N° 68, SÉRIE SCIENTIFIQUE
(Available in English)

DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES,
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU,
OTTAWA, CANADA, 1977

GB
707
C3354
No.68
c.2

Pêches et Environnement Canada | Fisheries and Environment Canada

Études des glaciers canadiens dans le cadre du programme de la Décennie hydrologique internationale, 1965 à 1974

Étude n° 1. Le glacier Sentinel, Colombie-Britannique – Résumé des mesures

O. Mokievsky-Zubok et A. D. Stanley

ENVIRONMENT CANADA
ENVIRONNEMENT CANADA
LIBRARY - BIBLIOTHÈQUE

ÉTUDE N° 68, SÉRIE SCIENTIFIQUE
(Available in English)

DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES,
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU,
OTTAWA, CANADA, 1977.

GB
707
C 3554
No. 68

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1977

N° de cat.: En 36-502/68F
ISBN: 0-662-01487-1

Table des matières

		Page
RÉSUMÉ		v
ABSTRACT		v
INTRODUCTION		1
DESCRIPTION GÉNÉRALE		1
GÉOLOGIE		2
CUEILLETTE DES DONNÉES		3
	Données glaciologiques	3
	Données hydrologiques	4
	Données météorologiques	4
ÉTUDES SPÉCIALES		4
	Calcul du bilan de masse par différentes méthodes	4
	Inondation	5
	Composante verticale de l'écoulement interne de la glace	5
SOMMAIRE		5
REMERCIEMENTS		5
BIBLIOGRAPHIE		5
ANNEXE I.	Résumé des données de bilan de masse	9
ANNEXE II.	Cartes des bilans d'été et d'hiver et du bilan total	13
ANNEXE III.	Graphiques et tableaux glaciologiques	43
ANNEXE IV.	Courbe de tarage	61
ANNEXE V.	Résumé des paramètres météorologiques et débit d'eau	65

Illustration

Figure 1. Emplacement des bassins glaciaires dans la Cordillère canadienne choisis pour les études de bilan combinées 2

Résumé

Le glacier Sentinel, situé dans la chaîne Cotière de la Colombie-Britannique, est au nombre des cinq glaciers qui ont fait l'objet d'études menées dans l'ouest du Canada en 1966, dans le cadre de la participation canadienne à la Décennie hydrologique internationale (DHI).

Le présent rapport montre les principaux paramètres du glacier, la géologie du bassin et, de façon concise, les données glaciologiques, météorologiques et hydrologiques recueillies sur place jusqu'à la fin de 1974. Il comprend une bibliographie ainsi que certaines références à des études particulières sur le glacier Sentinel.

Abstract

Sentinel Glacier, located in the Coast Mountain Range of British Columbia, is one of five glaciers studied in Western Canada as part of the Canadian contribution to the International Hydrological Decade (IHD). Studies began in 1966.

The report describes the main parameters of the glacier, the geology of the basin and gives summaries of glaciological, meteorological and hydrological data collected until the end of the 1974 field season, together with a bibliography and references to special studies on the glacier.

Études des glaciers canadiens dans le cadre du programme de la Décennie hydrologique internationale, 1965 à 1974

Étude n° 1. Le glacier Sentinel, Colombie-Britannique – Résumé des mesures

O. Mokievsky-Zubok et A. D. Stanley

INTRODUCTION

L'Assemblée générale de l'Association internationale d'hydrologie scientifique (AIHS), tenue à Helsinki en 1960 (UGGI/AIHS, 1961) a insisté sur la nécessité d'entreprendre des travaux de recherche en glaciologie à l'échelle mondiale. Elle a recommandé que la Commission des neiges et des glaces planifie une étude d'ensemble sur les glaciers. Le programme d'étude que le Sous-comité sur la variation des glaciers actuels a par la suite conçu, favorisait la recherche internationale dans le domaine de la glaciologie, et la Commission des neiges et des glaces l'a accepté lors du Colloque d'Obergurgl en 1962 (UGGI/AIHS, 1962). En 1964, l'Assemblée générale de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) a élaboré, grâce à ce programme d'étude, le programme mondial sur les glaciers de la Décennie hydrologique internationale (DHI), en vertu de la Résolution I-13 UNESCO/NS/198.

Le Canada a participé activement à la recherche en glaciologie et, dans le cadre de sa participation à la DHI, il a étudié une chaîne de cinq bassins glaciaires afin d'y déterminer les bilans de masse et d'eau. Cette chaîne fait partie d'un transect à travers le secteur méridional de la Cordillère de l'Ouest et du réseau de bassins glaciaires de la DHI, qui s'étend jusqu'à l'Europe et l'Asie dans le sens ouest-est et de l'Alaska à l'Amérique du Sud en direction nord-sud (Mokievsky-Zubok, 1973a).

Les cinq bassins glaciaires du sud-ouest du Canada retenus pour des études détaillées et à long terme des bilans de masse et d'eau sont les glaciers Sentinel, Place, Woolsey et Peyto ainsi que le glacier de la rivière Ram (figure 1). La Section de glaciologie de la Direction de la géographie du ministère des Mines et des Relevés techniques, devenue aujourd'hui la Division de la glaciologie, Direction des ressources en eau, Direction générale des eaux intérieures, ministère des Pêches et de l'Environnement, était responsable de la mise en oeuvre des études.

Le présent rapport traite des données recueillies au glacier Sentinel de 1966 à l'expiration de la DHI, le 31 décembre 1974.

DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le glacier Sentinel (lat. 49°54′ N., long. 122°59′ O.) se trouve dans le parc provincial de Garibaldi, situé à 70 km au nord de Vancouver, dans la chaîne Côtière de l'ouest du Canada (figure 1). Le glacier qui subit l'influence d'un climat maritime, reçoit de fortes précipitations hivernales; l'épaisseur de la neige saisonnière va de 4 m pour la langue du glacier à plus de 10 m à plus haute altitude.

Le glacier Sentinel se trouve du côté nord-est du névé de Garibaldi et occupe un bassin orienté vers le nord qui s'étend du glacier Pikes à 2158 m au-dessus du niveau de la mer jusqu'au lac Garibaldi à 1478 m au-dessus du niveau de la mer. La glace couvre environ 2 km², soit environ 45 p. 100 de la superficie totale au-dessus de la jauge du torrent, située à environ 800 m plus bas que la langue du glacier.

Les principaux paramètres du glacier sont:

Superficie du glacier	1.985 km² en 1965 1.844 km² en 1974
Altitude maximale	2105 m au-dessus du niveau de la mer
Altitude minimale	1575 m au-dessus du niveau de la mer
Altitude moyenne	1840 m au-dessus du niveau de la mer
Pente moyenne	17°
Azimut	310°
Bilan spécifique moyen d'hiver, 1966 à 1974	3.56 m (écart type, 0.65)

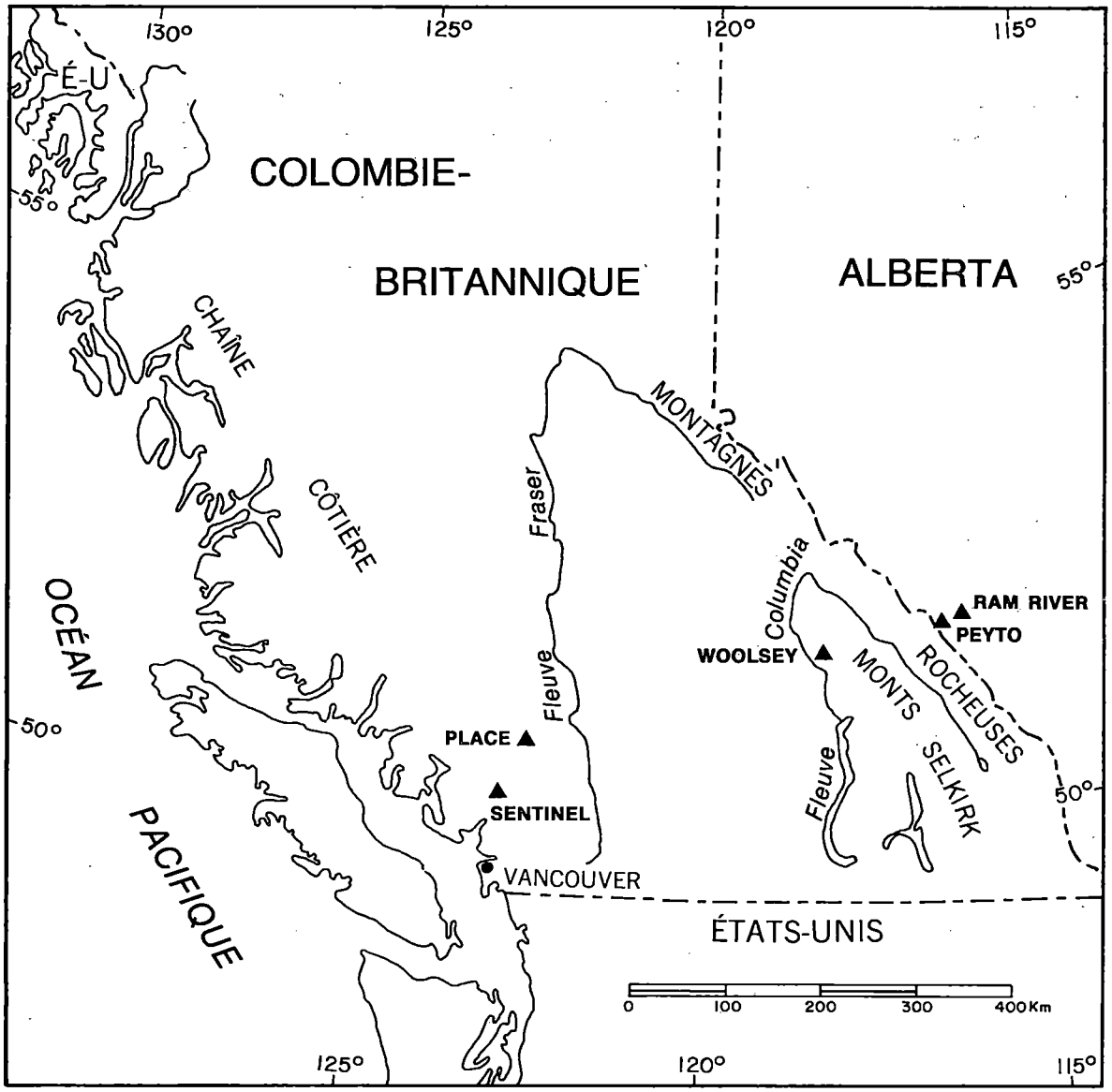


Figure 1. Emplacement des bassins glaciaires dans la Cordillère canadienne choisis pour les études de bilan combinées.

Bilan spécifique moyen d'été, 1966 à 1974	3.24 m (écart type, 0.60)
Bilan spécifique total moyen, 1966 à 1974	+0.32 m (écart type, 0.89)
Rapport de la zone d'accumulation	0.61
Ligne moyenne d'équilibre, 1966 à 1974	1807 m (écart type, 129)

La surface du glacier est divisée en deux unités distinctes par la ligne de névé, à une altitude approximative de 1800 m au-dessus du niveau de la mer. Située au-dessous de la ligne, la langue présente une configuration relativement simple, avec quelques crevasses et moulins. Au-dessus de la ligne, dans le bassin versant du glacier, la surface est irrégulière. La topographie de la surface et les cascades de glace suggèrent la présence, au centre du glacier, d'une grosse protubérance rocheuse. À partir du centre, la surface moutonnée de la neige monte abruptement contre les parois de la vallée. La taille des crevasses est variable; les plus grosses d'entre elles dépassent 2 m de largeur (figure II-1).

GÉOLOGIE

À partir du lac Garibaldi, les côtés occidentaux et orientaux du bassin, ainsi que la zone le long du glacier

Sentinel se composent de roches volcaniques intrusives métamorphosées, vraisemblablement de la fin du Paléozoïque. Les pentes méridionales et occidentales sont couvertes de dépôts volcaniques récents (lave, cendres) qui auraient entre 10,000 et 100,000 ans. Plusieurs volcans éteints se trouvent dans le voisinage immédiat. Entre le glacier et le lac, le fond de la vallée est recouvert de débris fluvio-glaciaires et morainiques ayant moins de 400 ans (Mathews, 1975).

CUEILLETTE DES DONNÉES

Depuis le début du programme en 1966, le glacier est visité chaque année de mai à octobre. Les données recueillies se divisent en trois grandes catégories: les données glaciologiques, hydrologiques et météorologiques.

Données glaciologiques

Le résumé des données sur le bilan total de masse pour la période allant de 1966 à 1974 est présenté à l'annexe I. Les valeurs fournies proviennent des mesures normalisées de bilan de masse (Østrem et Stanley, 1966), telles que recommandées par le Sous-comité sur la variation des glaciers actuels à la Commission des neiges et des glaces de l'AIHS et acceptées dans une résolution au Colloque d'Obergurgl (UGGI/AIHS, 1962, p. 306 à 309).

Les cartes illustrant l'emplacement des balises, les coupes et les points de sondage, les bilans d'hiver et d'été et le bilan total se trouvent à l'annexe II. Les balises étaient installées au début du programme. Faites d'aluminium, elles étaient forées dans la glace et enfoncées à nouveau lorsque la glace était sur le point de fondre. Au printemps de chaque année, les balises étaient recouvertes de neige et il fallait en installer d'autres, temporaires, le plus près possible des balises enfouies. La fonte des neiges à l'emplacement des balises temporaires servait ensuite à évaluer la fonte à l'endroit de la balise permanente la plus proche, qui réapparaissait à la surface au cours de l'été.

En même temps que ces mesures de la hauteur de la neige, il a été possible de mesurer à intervalles réguliers, durant toute la période de fonte, la densité de la neige afin de calculer l'équivalent en eau des hauteurs de neige mesurées. Les mesures de fonte étaient effectuées tous les 8 à 10 jours. À la fin de la période de fonte, la couche de neige restante était sondée à nouveau et son volume calculé.

Les mesures de la couche de neige et de la fonte de glace et de neige ont permis de dresser les cartes et de calculer les bilans d'hiver et d'été. Pour chaque point de sondage sur les coupes, la hauteur de la neige en équivalents en eau a pu être portée sur une carte à l'échelle de 1:10,000, présentant des courbes de niveau de 10 m et des lignes d'égale hauteur de neige à tous les 50 cm d'équivalent en eau.

Un planimètre a servi à déterminer l'espace entre les isoplèthes successifs et chaque intervalle de niveau. Les données obtenues étaient alors multipliées par l'équivalent en eau moyen pour fournir le volume d'eau équivalent. Les résultats étaient ensuite additionnés pour chaque intervalle de niveau. La somme représente le total du bilan d'hiver, ou d'été (Mokievsky-Zubok, 1973b). Le bilan total de masse peut être positif ou négatif, selon l'équation:

$$b_n = b_w + b_s$$

où

b_n est le bilan total de masse
b_w est le bilan d'hiver et
b_s est le bilan d'été

Les cartes représentant le bilan total de masse à l'annexe II utilisent les valeurs obtenues à partir d'une autre méthode basée sur la soustraction du volume de la couche de neige restante, de l'ablation de la glace et du névé. La hauteur de la couche de neige restante était sondée à la fin de la saison d'ablation et le volume obtenu à partir de méthodes semblables à celles employées pour déterminer le bilan d'hiver. L'analyse de l'exactitude des valeurs de bilan de masse a déjà fait l'objet d'une étude (Mokievsky-Zubok, 1974).

Les données glaciologiques recueillies sont résumées dans une série de graphiques et de tableaux (annexe III):

GRAPHIQUES

1. Variation du bilan total avec l'altitude, 1966 à 1974.
2 à 10. Variation des bilans d'hiver et d'été, et du bilan total, avec l'altitude, pour chaque année.
11. Variations du bilan total de masse, 1966 à 1974.
12. Analyse des méthodes de mesure de surface.

TABLEAUX

1 à 9 Résumés des données sur le bilan total de masse en fonction des courbes de niveaux, 1966 à 1974.
10. Lignes d'équilibre, 1966 à 1974.
11. Gain ou perte en volume d'eau du glacier (1966 à 1974) et retrait de la langue en mètres.
12. Comparaison des résultats de bilan de masse obtenus par deux méthodes de mesure de surface, pour illustrer leur cohérence interne.
13. Variations d'épaisseur dans la langue jusqu'à l'altitude maximale de 1650 m pour la période allant de 1964 à 1974, déterminées par relevés photogrammétriques (d'après Reid et Charbonneau, 1975, et communication personnelle).

Données hydrologiques

Les eaux de fonte du glacier Sentinel coulent dans deux chenaux différents sur environ 800 m avant de se réunir en un torrent qui alimente le lac Garibaldi. Les mesures hydrologiques étaient prises à environ 30 m en aval de la confluence. Un limnigraphe Stevens A-35 a servi à mesurer le niveau d'eau et les mesures de débit faites chaque année ont permis de déterminer la courbe de tarage. Les mesures détaillées du débit sont disponibles sur demande à la Division de la glaciologie; une courbe de tarage est présentée à l'annexe IV. Le débit d'eau quotidien apparaît sous forme de graphiques à l'annexe V.

Le débit mesuré à la station de jaugeage se compose des eaux de fonte du glacier et de celles de quatre petits ruisseaux coulant dans la partie du bassin non recouverte de glace. D'autres mesures de débit faites à partir des ruisseaux peuvent aider à déterminer le débit des eaux de fonte.

Données météorologiques

Au glacier Sentinel, comme aux autres glaciers canadiens étudiés au cours du programme de la DHI, la cueillette de données météorologiques a joué un rôle de première importance. Au glacier Sentinel, les données comprenaient quatre lectures quotidiennes de la température, l'humidité relative, la direction et la vitesse du vent, le rayonnement, les précipitations et les heures d'ensoleillement. Les données visuelles avaient trait, elles, à la visibilité, le brouillard, la nébulosité (dixièmes du ciel), la hauteur et le type de nuages, de même qu'aux observations météorologiques générales.

Les données météorologiques sont réduites, résumées, mises sous forme de tableaux et conservées à la Division de la glaciologie, Direction générale des eaux intérieures, où elles sont disponibles sur demande. Certaines données sont présentées sous forme de graphiques à l'annexe V.

De 1966 à octobre 1970, des enregistreurs à court terme ont servi à déterminer les paramètres climatiques reliés à la glaciologie. Le camp de base (altitude 1540 m au-dessus du niveau de la mer) était équipé d'un thermohygrographe, d'un anémomètre totalisateur, d'un héliographe, d'un solarimètre, d'un barographe et d'un pluviomètre simple (type Pluvius—voir Østrem, 1966).

Durant des périodes choisies, une station météorologique installée dans le bassin supérieur (altitude 2030 m au-dessus du niveau de la mer), et munie d'un thermohygrographe, d'un pyrhéliographe et d'un pluviomètre simple (type Pluvius) a permis de prendre les mesures requises. Les données sont disponibles, mais elles ne figurent pas dans le présent rapport.

Sept pluviomètres étaient installés sur la surface du glacier. En 1971, des pluviomètres plus gros de type SMC (Services météorologiques du Canada) ont remplacé les appareils de type Pluvius.

À l'automne de 1970, au camp de base, deux enregistreurs à période longue MKII SUMNER étaient employés en plus des enregistreurs à court terme pour déterminer la température, l'humidité relative, la direction et la vitesse du vent. Certains renseignements sont disponibles pour de courtes périodes durant les mois d'hiver.

ÉTUDES SPÉCIALES

Calcul du bilan de masse par différentes méthodes

Trois méthodes différentes ont permis d'obtenir des valeurs indépendantes de bilan de masse au glacier Sentinel: deux méthodes utilisant la surface, pour tout le glacier, et une méthode géodésique employée pour calculer les changements de volume dans la langue. Ces diverses méthodes ont servi à établir l'exactitude des mesures, en déterminant le degré de cohérence interne (Mokievsky-Zubok, 1973a).

Inondation

Au cours des mois de mai et de juin 1968, la fonte des neiges a mis à jour une couche de sédiments composée de silt, de sable, de gravier et de débris de roche généralement bien stratifiés, incorporés dans la couche de neige accumulée. Le volume des débris était évalué à $6.6 \times 10^3 m^3$.

La sédimentation s'est produite pendant que le sol était recouvert de plusieurs mètres de neige. Une étude approfondie a montré que l'eau accumulée sous pression à des températures au-dessous de zéro, derrière un barrage créé par une avalanche, s'est brusquement libérée et a ramassé sur son passage les matériaux non consolidés et la végétation du fond de la vallée, pour les transporter plus loin (Mokievsky-Zubok, 1975b).

Composante verticale de l'écoulement interne de la glace

La comparaison des résultats obtenus par la méthode classique de mesure de la surface et par l'abaissement de surface déterminé par photogrammétrie terrestre, pour les mêmes points de la langue et exactement pour la même période, a révélé une certaine divergence.

Selon une hypothèse, la différence dans les mesures d'ablation devrait être équivalente à l'amplitude de la composante verticale du mouvement interne de la glace (Mokievsky-Zubok, 1975a).

SOMMAIRE

La mesure précise du bilan d'hiver, et donc du bilan de masse, a présenté certaines difficultés au glacier Sentinel situé en zone de climat maritime, à cause de l'importance des chutes de neige et de la variété des types d'accumulations. Il a fallu déterminer avec grande minutie l'accumulation de solides et la fonte d'été. Afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles, plusieurs méthodes ont dû être utilisées pour déterminer le bilan de masse; les mesures étaient donc simples, variées et fréquentes. À la fin de la DHI, les mesures ont atteint un degré de précision connu et leur nombre réduit.

Les études de bilan de masse effectuées de 1966 à 1974 montrent que sur neuf ans, il y a eu sept années de bilan positif et deux de bilan négatif. Néanmoins, le front du glacier remontait de façon constante jusqu'à la fin de la saison de fonte en 1973. En 1974, la position de la langue n'a pas changé. Entre 1966 et 1974, le retrait moyen était de 29 m/ans. Des photographies ont démontré que le retrait moyen de la langue entre 1923 et 1974 était de 31 m/ans.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement M. J. Delikatny de la Direction des parcs du ministère de la Récréation et de la Conservation de la Colombie-Britannique ainsi que son équipe du lac Garibaldi et du parc du lac Alice pour leur coopération constante et l'aide offerte en maintes occasions tout au long de l'étude.

Ils ont beaucoup apprécié les efforts et l'intérêt apportés au travail par les stagiaires qui y ont collaboré durant l'été.

Ils tiennent enfin à remercier pour sa coopération et son aide le personnel du bureau de Vancouver, Division des relevés hydrologiques du Canada, de même que MM. C. Watson et A. Waraway pour leur participation.

BIBLIOGRAPHIE

Brawn, R.E. 1952. *Memorandum re Glacier studies in Garibaldi Park.* Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des mines, des forêts et des services scientifiques, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., novembre 1952, 24 pages, cartes et photographies incluses.

Brawn, R.E. 1955. *Glacier studies in Garibaldi Park—Helm, Sentinel, and Sphinx glaciers. Report on Glacier Studies in British Columbia, 1954,* par W.C. Warren. Ministère des Affaires du Nord et des Ressources nationales du Canada, Direction des ressources en eau et de l'ingénierie, Division des ressources en eau, Vancouver, C.-B., p. 1 à 29, cartes et photographies incluses.

Brock, P.H.G. 1957. *Glacier studies in Garibaldi Park—Helm, Sentinel and Sphinx glaciers. Report on Glacier Studies in British Columbia, 1956.* Ministère des Affaires du Nord et des Ressources nationales du Canada, Direction des ressources en eau, Vancouver, C.-B., p. 1 à 23, cartes, figures et photographies incluses.

Brock, P.H.G. 1958. *Glacier studies in Garibaldi Park—Helm, Sentinel and Sphinx glaciers. Report on Glacier Studies in British Columbia, 1958.* Ministère des Affaires du Nord et des Ressources nationales du Canada, Direction des ressources en eau, Vancouver, C.-B., p. 1 à 22, cartes, figures et photographies incluses.

Brock, P.H.G. 1960. *Glacier studies in Garibaldi Park—Helm, Sentinel and Sphinx glaciers. Report on Glacier Surveys in British Columbia, 1960.* Ministère des Affaires du Nord et des Ressources nationales du Canada, Direction des ressources en eau, Vancouver, C.-B., p. 1 à 20, figures et photographies incluses.

Brown, I.C. 1972. *IHD in southern British Columbia and southern Alberta.* Guide pour le Colloque international sur le rôle de la neige et de la glace en hydrologie, tenu du 6 au 20 septembre 1972 à Banff, Alberta, p. 59 à 69. Publié par le Secrétariat du Comité national canadien pour la Décennie hydrologique internationale, Ottawa, Ontario.

Chapman, C. 1917. *The Garibaldi District.* Article paru dans le *Canadian Alpine Journal,* vol. 8, p. 121 à 127.

Collier, E.P. 1958. *Glacier variation and trends in run-off in the Canadian Cordillera.* Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) et Association internationale d'hydrologie scientifique (AIHS). Commission des neiges et des glaces, Assemblée générale de Toronto, du 3 au 14 septembre 1957. Publication n° 46, vol. IV, p. 344 à 357.

Jenkins, E.A. 1938. *Crossing Garibaldi Park to make the first ascent of Mt. Pitt.* Article paru dans le *Canadian Alpine Journal,* vol. 26, p. 27 à 32.

Konecny, G. 1964. *Glacier surveys in Western Canada. Photogrammetric Engineering,* vol. 30, n° 1, p. 64 à 82.

Løken, O.H. 1970. *Glacier studies in the Canadian IHD program.* Paru dans la revue *Glaciers.* Compte rendu du Colloque de Vancouver, C.-B., les 24 et 25 septembre 1970, p. 1 à 4. Publié par le Secrétariat du Comité national canadien pour la Décennie hydrologique internationale, Ottawa, Ontario.

Mathews, W.H. 1937. *Geology of the Garibaldi Lake area. Canadian Alpine Journal,* vol. 25, p. 107 à 112.

Mathews, W.H. 1949. *Subglacial streams and extrusion flow. Journal of Glaciology,* vol. 1, n° 5, p. 282 à 284.

Mathews, W.H. 1950. *Historic and prehistoric fluctuations of Alpine glaciers in the Mount Garibaldi map area, Southwestern British Columbia. Journal of Glaciology,* vol. 59, p. 357 à 380.

Mathews, W.H. 1975. *Garibaldi Geology.* Association géologique du Canada, Section de la Cordillère, Vancouver, C.-B., 48 pages.

McCoubrey, A.A. 1937. *Glacier Observations, 1936 and 1937. Canadian Alpine Journal,* vol. 25, p. 113 à 116.

Meek, V. 1948. *Glacier observations in the Canadian Cordillera.* UGGI/AIHS, Commission des neiges et des glaces, Assemblée générale d'Oslo, du 19 au 28 août 1948. Publication n° 30, vol. 2, p. 264 à 275.

Meek, V. 1948. *Glacier observations in the Canadian Cordillera. Canadian Geographical Journal,* vol. 37, n° 5, p. 190 à 209.

Milledge, E. 1933. *Climbs in Garibaldi Park. Canadian Alpine Journal,* vol. 21, p. 86 à 92.

Mokievsky-Zubok, O. 1972. *Sentinel Glacier, British Columbia. Mass balance and its measurements, 1966-71.* Thèse de maîtrise, Université de Carleton, Ottawa, Ontario, 121 pages.

Mokievsky-Zubok, O. 1973a. *Study of Sentinel Glacier, British Columbia, Canada, within the International Hydrological Decade Program. Procedures and techniques.* Ministère de l'Environnement du Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, Ontario. Rapport technique n° 77, 31 pages.

Mokievsky-Zubok, O. 1973b. *Determination of the mass balance on Sentinel Glacier, British Columbia, Canada.* Ministère de l'Environnement du Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, Ontario. Série scientifique n° 30, 39 pages.

Mokievsky-Zubok, O. 1974. *Analysis of mass balance values and their accuracy for Sentinel Glacier, British Columbia, Canada.* Ministère de l'Environnement du Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, Ontario, Série scientifique n° 31, 4 pages.

Mokievsky-Zubok, O. 1975a. *Half decade study of mass balance at Sentinel Glacier, British Columbia, Canada.* Actes du Colloque de Moscou sur la neige et la glace, août 1971. Publication n° 104 de l'AISH, p. 202 à 207.

Mokievsky-Zubok, O. 1975b. *Sudden flood and sorted debris over the winter snowpack within Sentinel Glacier Basin, British Columbia. Canadian Journal of Earth Sciences,* vol. 12, n° 5, p. 873 à 879.

Munday, W.A.D. 1923. *Peaks at the head of Pitt River. Canadian Alpine Journal,* vol. 13, p. 242 à 244.

Munday, W.A.D. 1944. *Skiing in Garibaldi Park. Canadian Alpine Journal,* vol. 29, n° 1, p. 79 à 85.

Østrem, G. 1966. *Mass balance studies on glaciers in Western Canada. Geographical Bulletin,* vol. 8, n° 1, p. 81 à 107.

Østrem, G. et Stanley, A.D. 1966. *Glacier Mass Balance Measurements: A Manual for Field Work and Office Work.* Édition révisée. Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, Ottawa, Ontario. Série des réimpressions n° 66, 107 pages.

Østrem, G. 1973. *The transient snowline and glacier mass balance in Southern British Columbia and Alberta, Canada. Geografiska Annaler,* vol. 55A, n° 2, p. 93 à 106.

Paterson, W.S.B. 1966. *Comments on "Mass-balance studies on glaciers in Western Canada by G. Østrem in Geographical Bulletin, Vol. 8, No. 1." Geographical Bulletin,* vol. 8, n° 4, p. 383 à 389.

Reid, I.A. et Charbonneau, J.O.G. 1975. *Glacier Surveys in British Columbia - 1970.* Ministère de l'Environnement du Canada, Direction générale des eaux intérieures, Ottawa, Ontario. Série des rapports généraux n° 32, 23 pages.

Reid, I.A. et Shastal, J. 1968. *Glacier Surveys in British Columbia - 1968.* Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, Division des relevés hydrologiques, Ottawa, Ontario. Série des rapports généraux n° 10, 18 pages.

Stanley, A.D. 1970. *Combined balance studies at selected glacier basins in Canada.* Paru dans la revue *Glaciers.* Compte rendu du Colloque de Vancouver, C.-B., les 24 et 25 septembre 1970, p. 5 à 9. Publié par le Secrétariat du Comité national canadien pour la Décennie hydrologique internationale, Ottawa, Ontario.

Strilaeff, P.W. 1945. *Memorandum re Retreat of Glaciers in Garibaldi Provincial Park.* Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des relevés et de l'ingénierie, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., 13 pages, photographies et figures incluses.

Strilaeff, P.W. 1946. *Memorandum re Retreat of Glaciers in Garibaldi Provincial Park, Coast Range, British Columbia.* Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des relevés et de l'ingénierie, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., 15 pages, photographies et figures incluses.

Strilaeff, P.W. 1947. *Memorandum re Retreat of Glaciers in Garibaldi Provincial Park.* Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des relevés et de l'ingénierie, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., 16 pages, photographies et figures incluses.

Strilaeff, P.W. 1948. *Glacier studies in Garibaldi Park—Helmet, Sentinel and Sphinx glaciers. Report on Glacier Studies in British Columbia* par C.E. Webb. Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des mines, des forêts et des services scientifiques, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., 29 pages, cartes et photographies incluses.

Strilaeff, P.W. 1950. *Glacier studies in Garibaldi Park—Helmet, Sentinel and Sphinx glaciers. Report on Glacier Studies in British Columbia, 1949,* par C.E. Webb. Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des relevés et de l'ingénierie, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., 26 pages, cartes et photographies incluses.

Strilaeff, P.W. 1951. *Glacier studies in Garibaldi Park, Report on Glacier Studies in British Columbia, 1950,* par W.C. Warren. Ministère des Mines et des Ressources du Canada, Direction des mines, des forêts et des services scientifiques, Direction fédérale de l'énergie hydraulique, Vancouver, C.-B., 21 pages, cartes et photographies incluses.

Taylor, W. 1936. *Glacier retreat in Garibaldi Park. Canadian Alpine Journal,* vol. 24, p. 103 à 108.

Taylor, W. 1937. *Glacier retreat in Garibaldi Park, 1936-37. Canadian Alpine Journal,* vol. 25, p. 117 à 127.

UNESCO/AIHS. 1970. *Combined Heat, Ice and Water Balances at Selected Glacier Basins.* Notes techniques d'hydrologie n° 5. Paris, France, 20 pages.

Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) et Association internationale d'hydrologie scientifique (AIHS). 1961. Commission des neiges et des glaces, Assemblée générale de Helsinki, du 25 juillet au 6 août 1960. Publication n° 54, Gentbrugge, Belgique.

Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) et Association internationale d'hydrologie scientifique (AIHS). 1962. Commission des neiges et des glaces, Colloque d'Obergurgl, du 10 au 18 septembre 1962. Publication n° 58, Gentbrugge, Belgique.

Webb, C.E. 1948. *Investigation of glaciers in British Columbia. Canadian Alpine Journal,* vol. 31, p. 207 à 217.

Young, G.J. 1974. *A data collection and reduction system for snow accumulation studies.* Actes du Colloque interdisciplinaire sur les concepts et les techniques améliorés pour l'étude des ressources en eau et en neige, tenu à Monterey, Californie, du 2 au 6 décembre 1973, p. 304 à 313. Publiés par le *National Academy of Sciences,* Washington, D.C.

Annexe I

Résumé des données de bilan de masse

Tableau I-1. Glacier Sentinel – Résumé des données de bilan de masse, 1965 à 1974

Année	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
					Équivalents spécifiques en eau, m*					
Bilan d'hiver	N.D.	3.28	4.21	3.42	3.52	2.62	3.86	2.94	3.39	4.81
Bilan d'été	N.D.	3.13	4.39	3.04	3.40	3.92	3.29	2.68	2.60	2.70
Bilan total	N.D.	+0.15	−0.18	+0.38	+0.12	−1.30	+0.57	+0.26	+0.79	+2.11
					Équivalents en eau, 10^6 m^3					
Bilan d'hiver	N.D.	6.509	8.346	6.789	6.981	5.043	7.342	5.465	6.247	8.864
Bilan d'été	N.D.	6.217	8.714	6.043	6.747	7.549	6.264	4.972	4.803	4.977
Bilan total	N.D.	+0.292	−0.368	+0.746	+0.234	−2.506	+1.078	+0.493	+1.444	+3.887

*Les valeurs spécifiques sont obtenues par division du bilan total de masse en équivalents en eau par la surface.

Annexe II

Cartes des bilans d'été et d'hiver et du bilan total

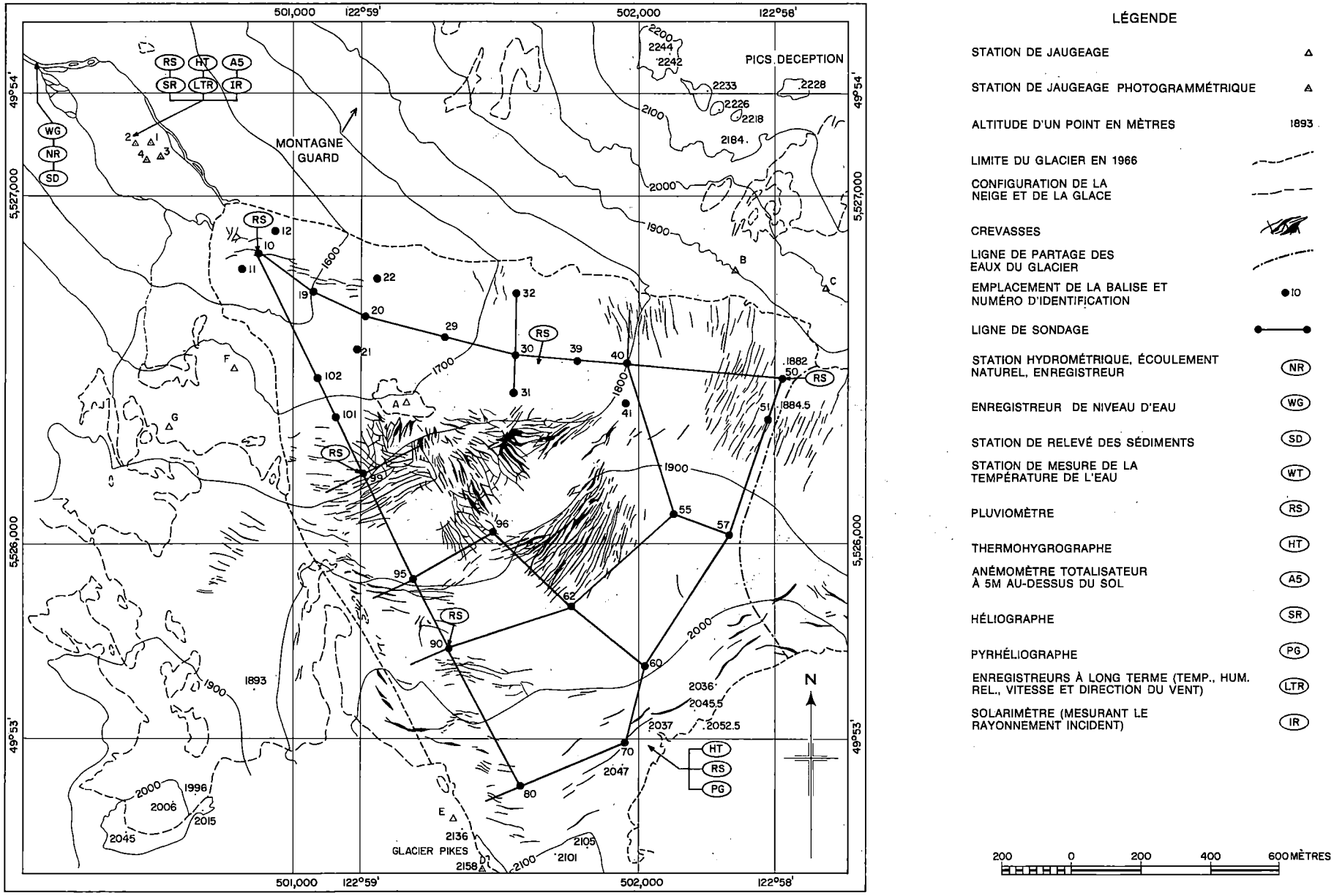


Figure II-1. Carte du réseau de balises temporaires et des coupes et points de sondage.

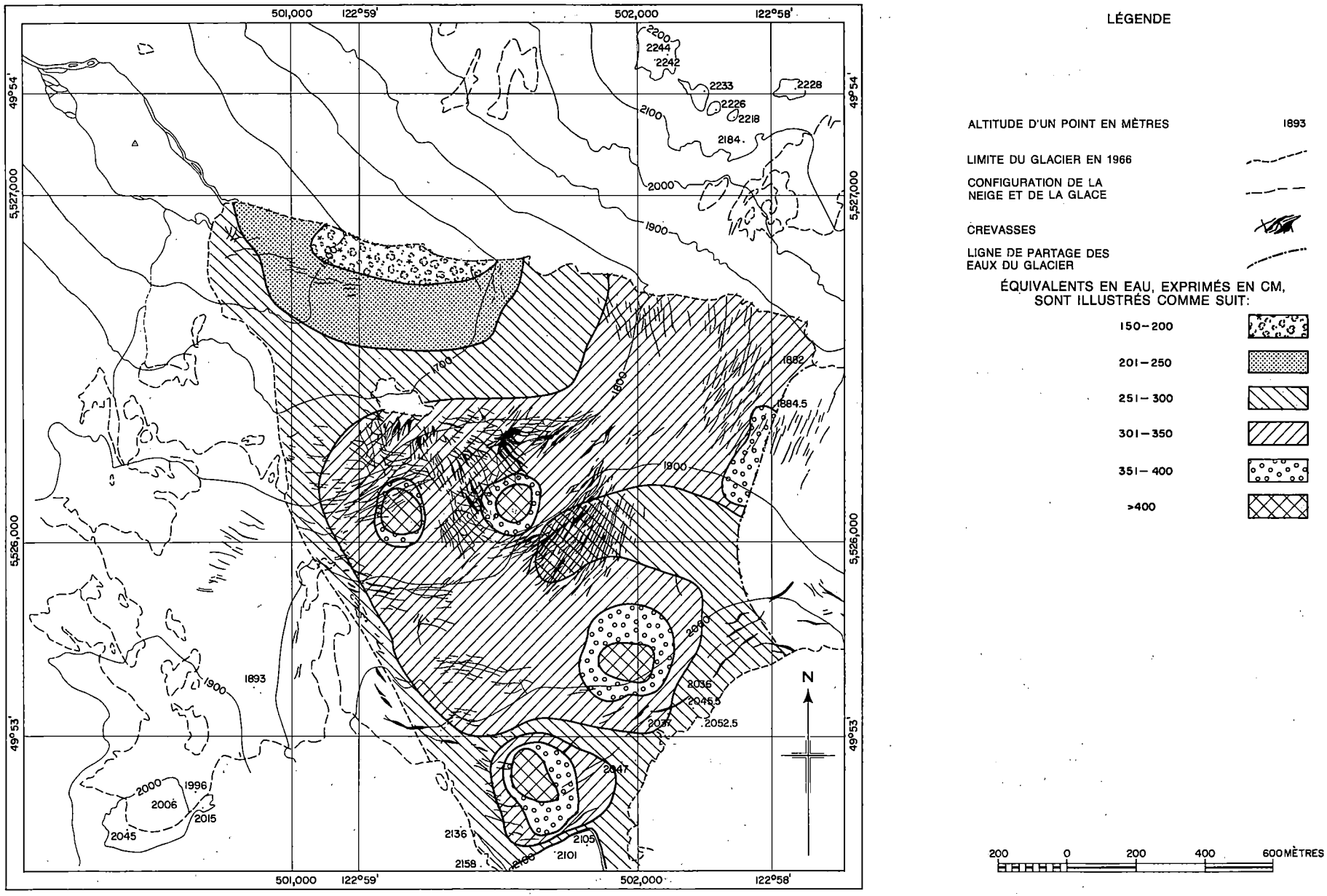
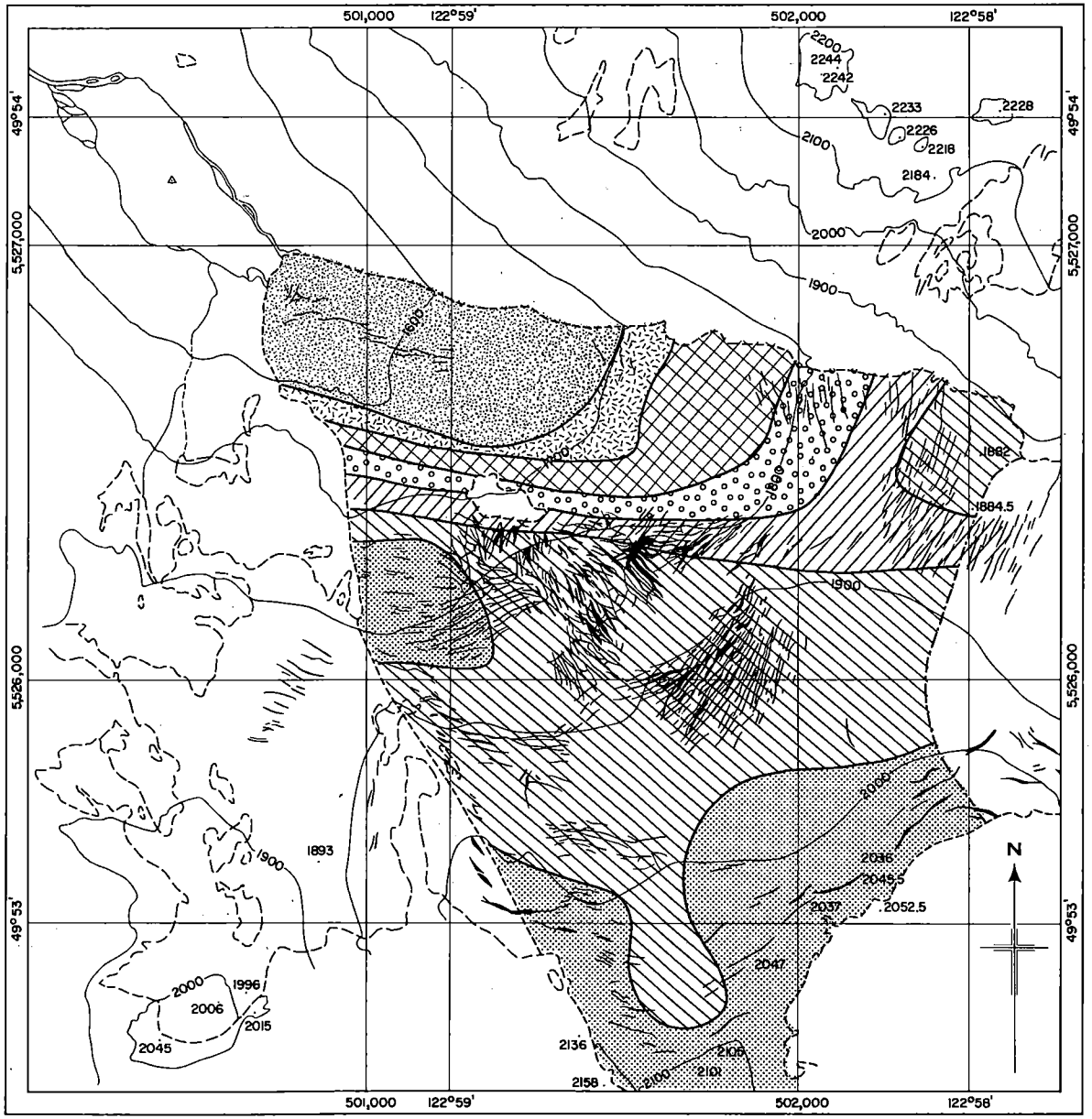


Figure II-2. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 16 juin 1966.



LÉGENDE

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 1893

LIMITE DU GLACIER EN 1966

CONFIGURATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

ÉQUIVALENTS EN EAU, EXPRIMÉS EN CM, SONT ILLUSTRÉS COMME SUIT:

200 – 250

251 – 300

301 – 350

351 – 400

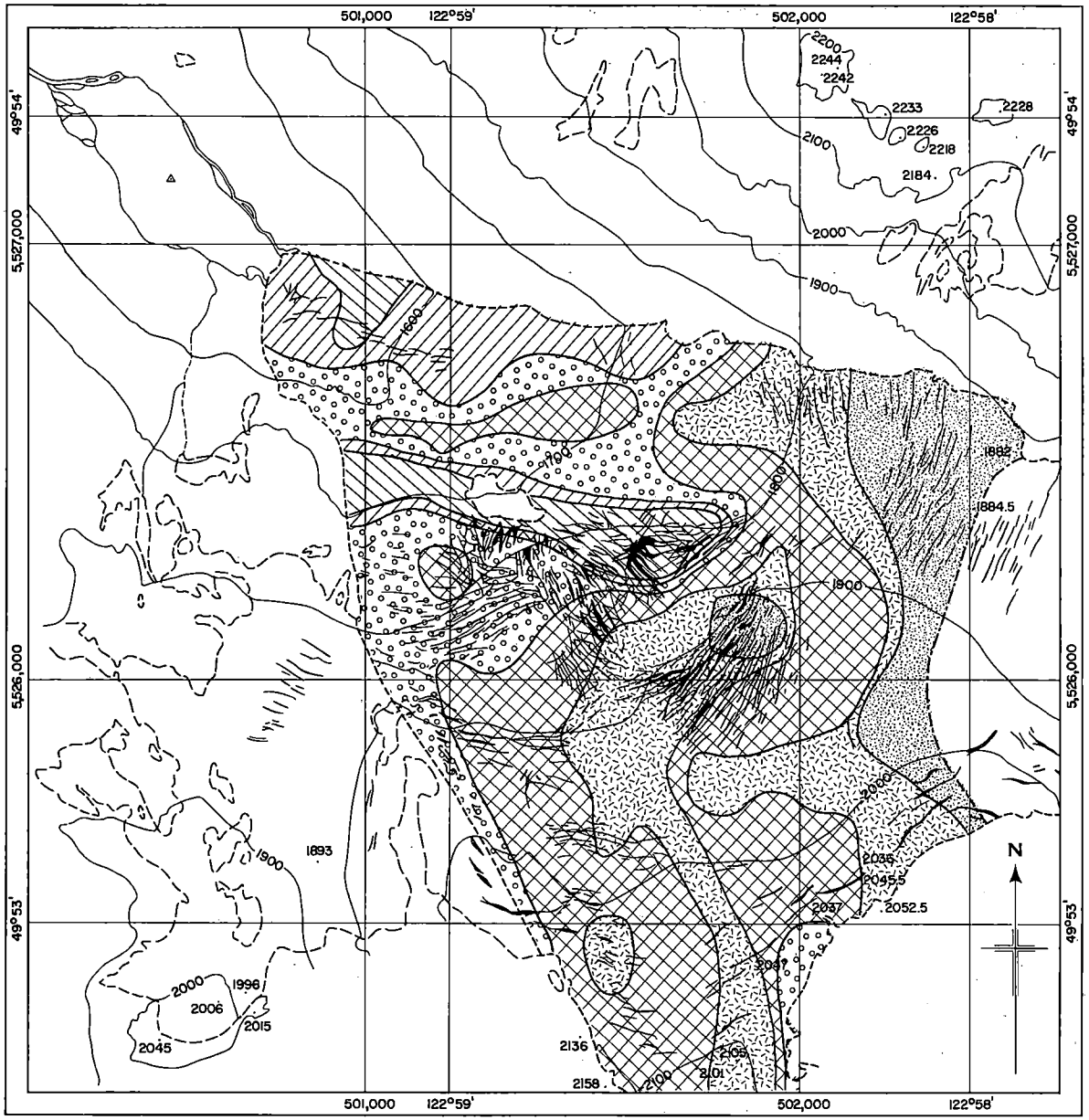
401 – 450

451 – 500

>500

200 0 200 400 600 MÈTRES

Figure II-3. Carte du bilan d'été jusqu'au 6 septembre 1966.



LÉGENDE

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 1893

LIMITE DU GLACIER EN 1966

CONFIGURATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

ÉQUIVALENTS EN EAU, EXPRIMÉS EN CM, SONT ILLUSTRÉS COMME SUIT:

250–300

301–350

351–400

401–450

451–500

>500

200 0 200 400 600 MÈTRES

Figure II-4. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 6 juin 1967.

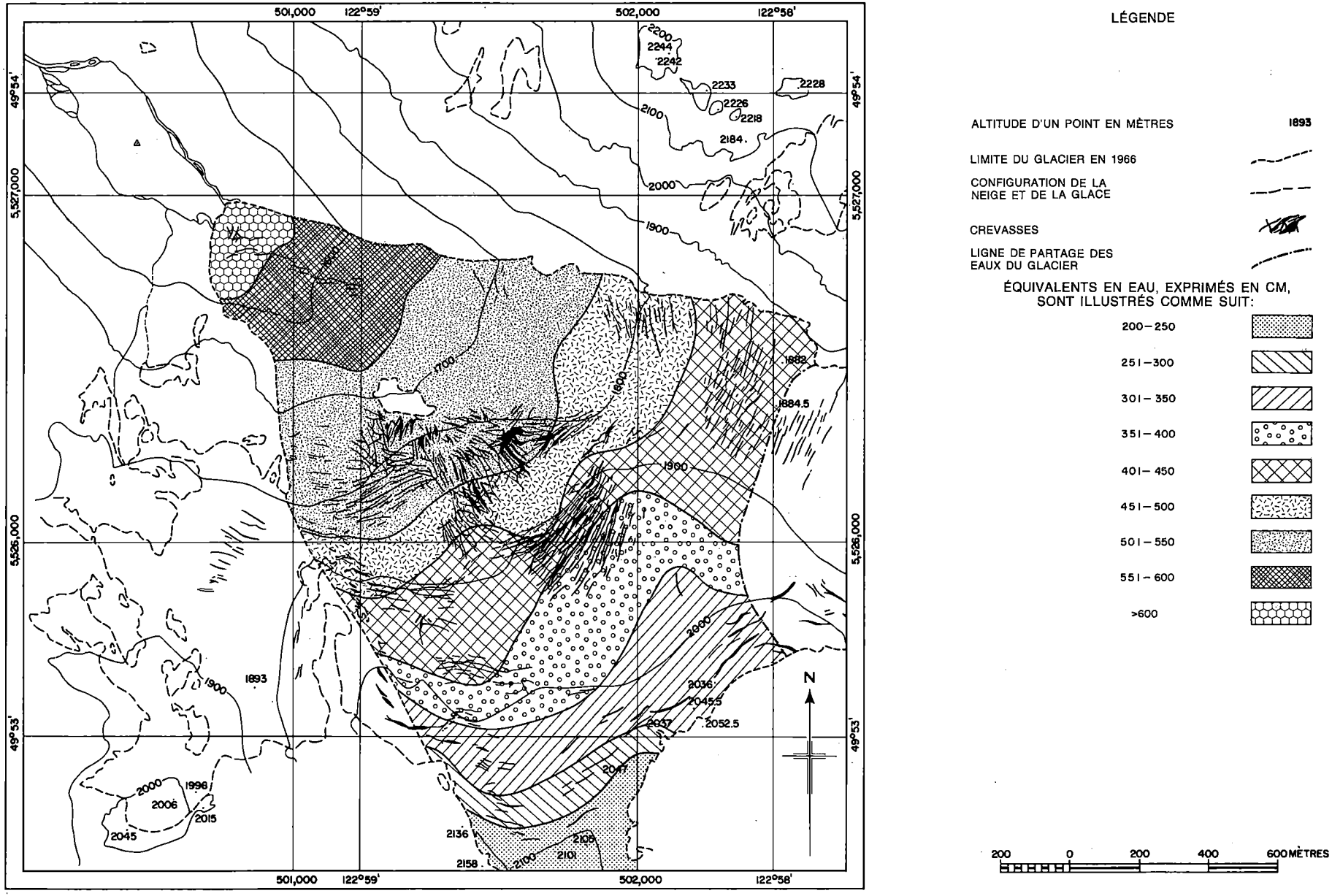


Figure II-5. Carte du bilan d'été jusqu'au 8 octobre 1967.

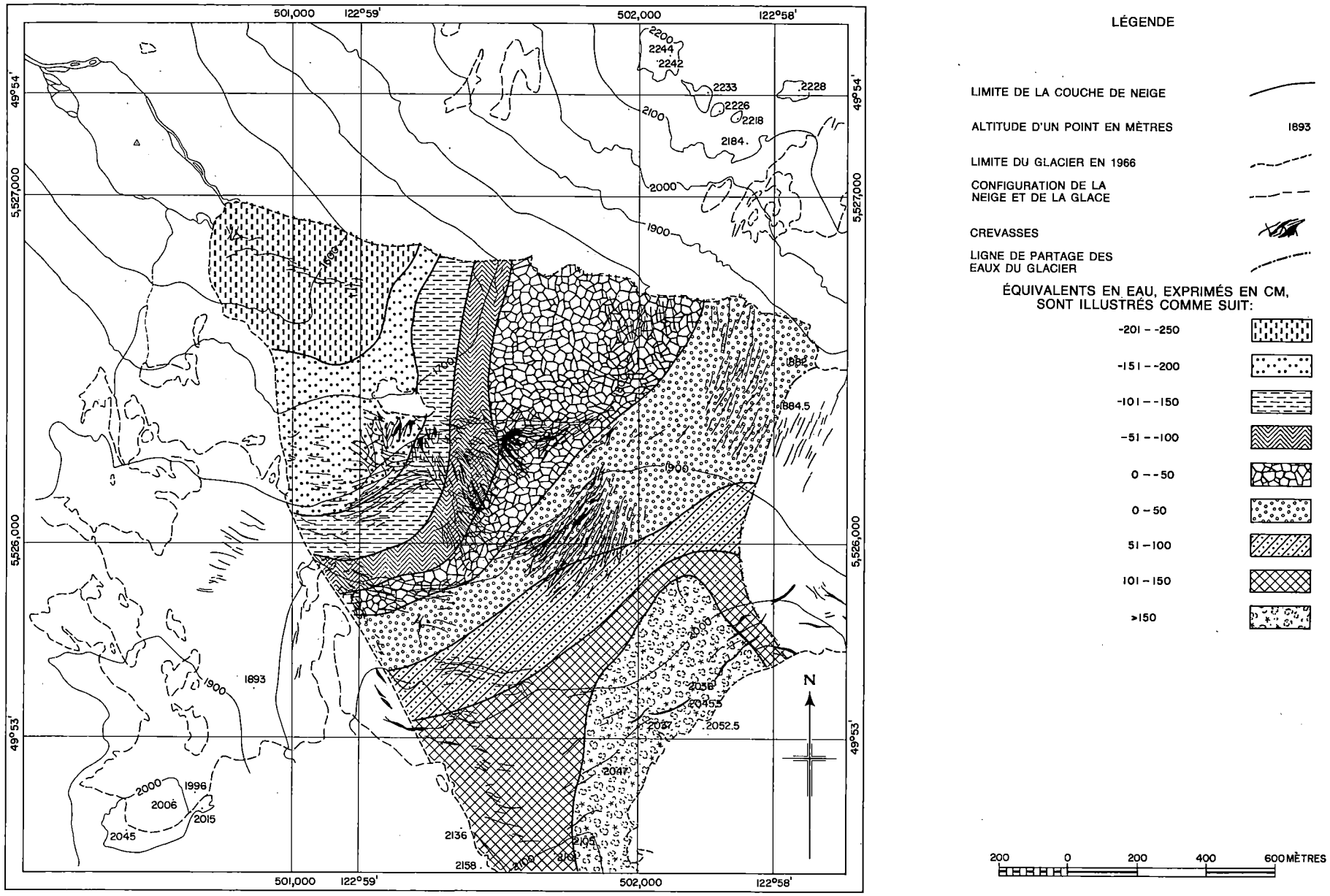
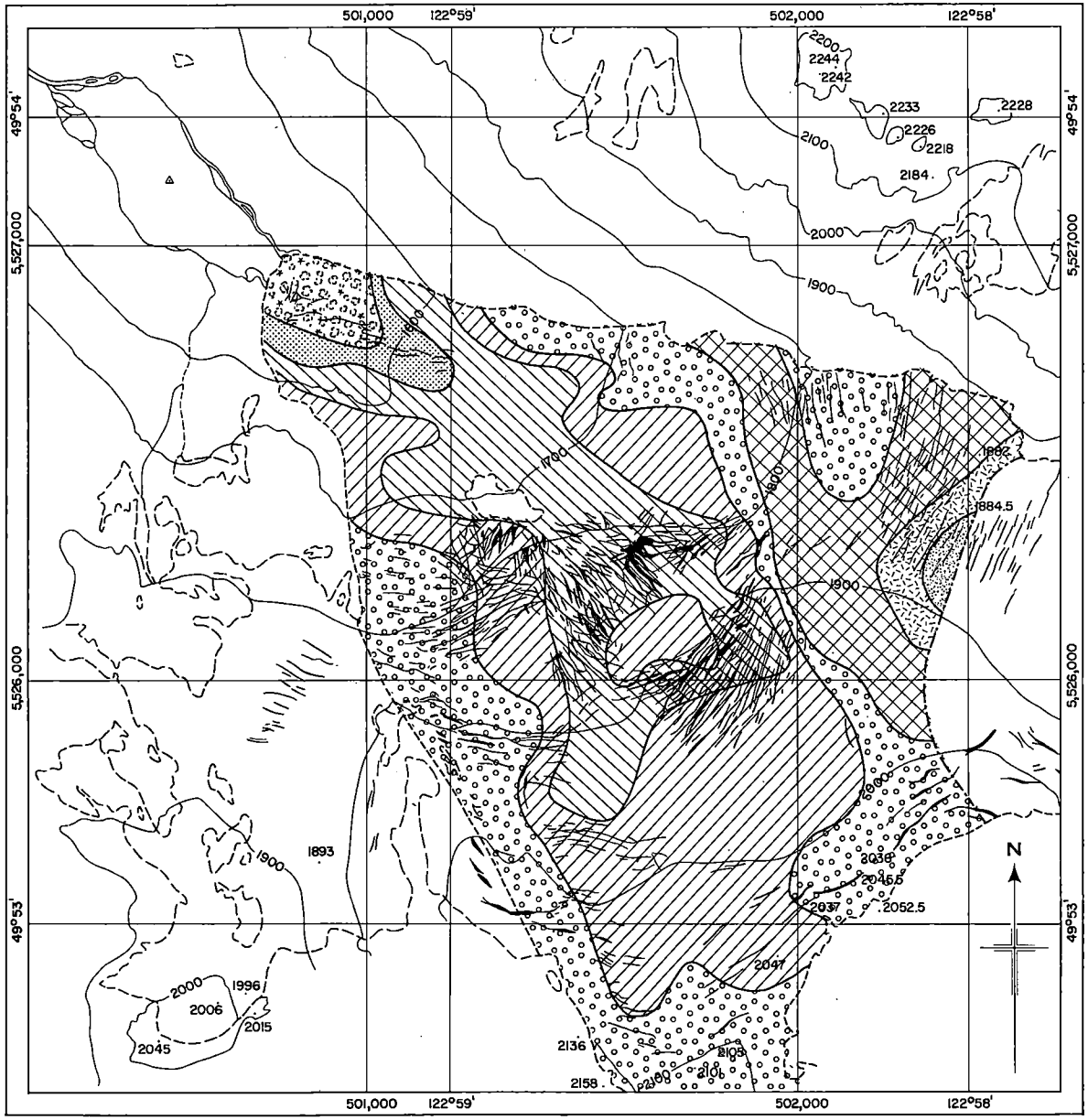


Figure II-6. Carte du bilan total du 6 juin au 8 octobre 1967.



LÉGENDE

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 1893

LIMITE DU GLACIER EN 1966

CONFIGURATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

ÉQUIVALENTS EN EAU, EXPRIMÉS EN CM, SONT ILLUSTRÉS COMME SUIT:

<200

201—250

251—300

301—350

351—400

401—450

451—500

>500

200 0 200 400 600 MÈTRES

Figure II-7. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 23 mai 1968.

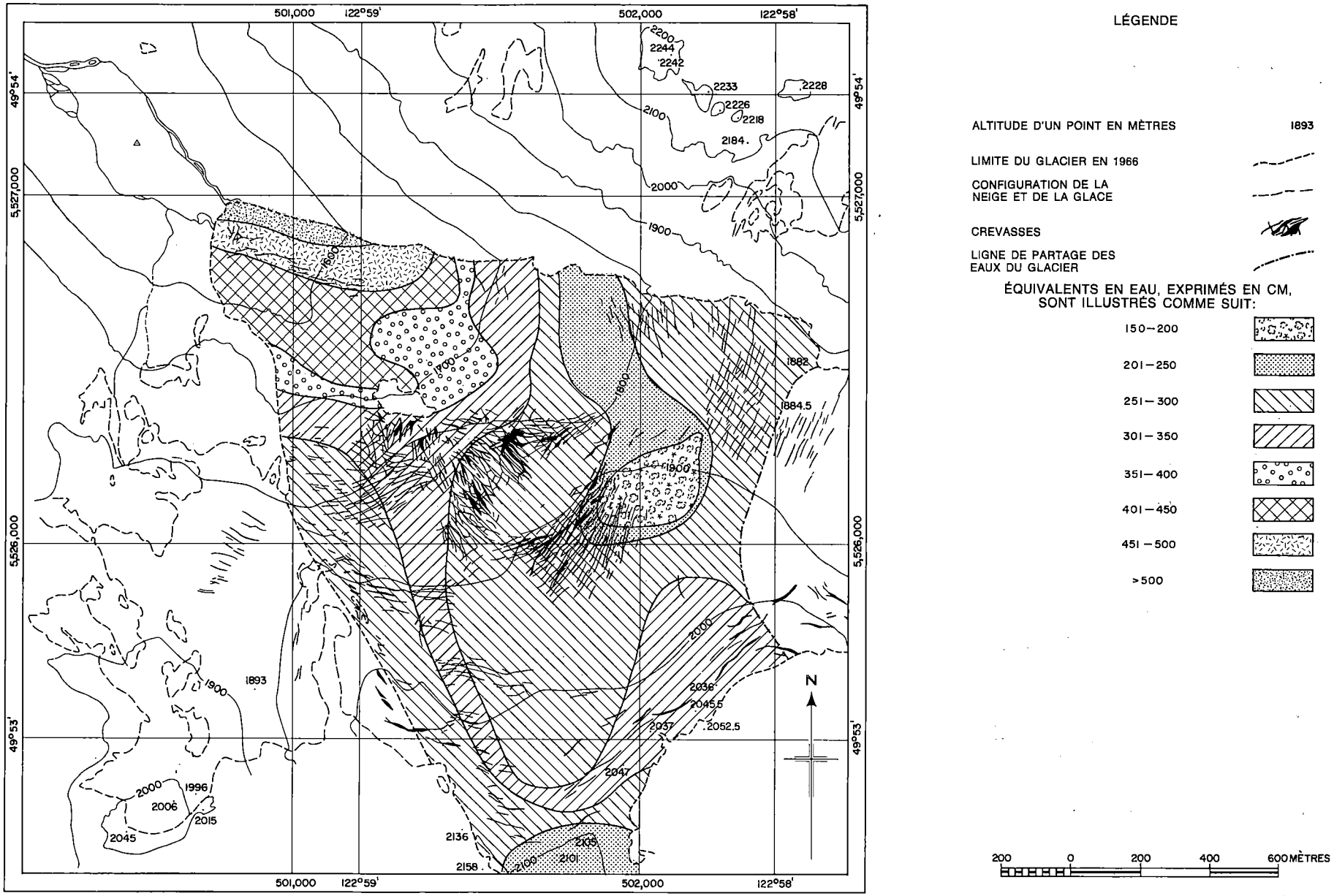
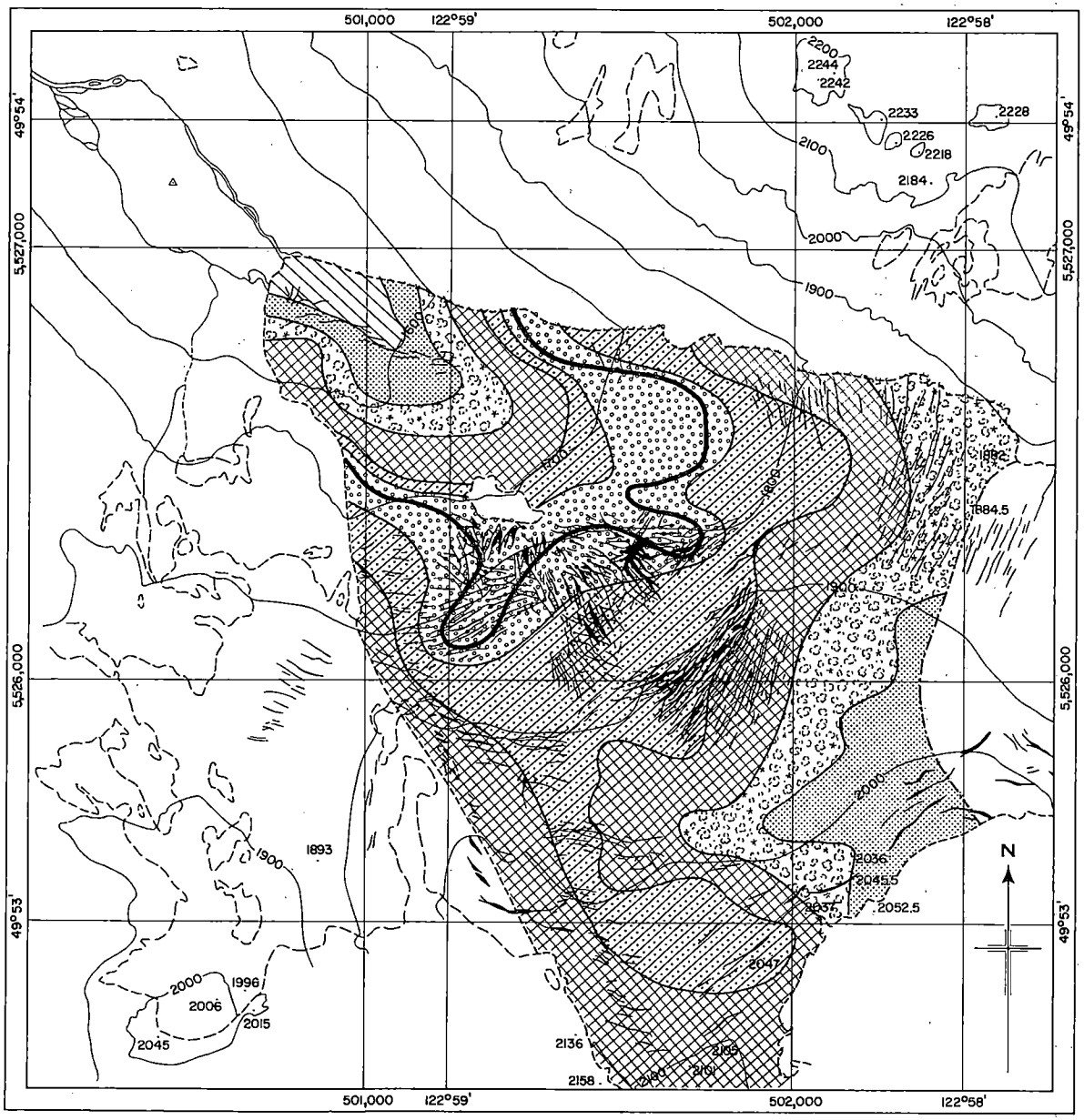


Figure II-8. Carte du bilan d'été jusqu'au 1er octobre 1968.



LÉGENDE

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 1893

LIMITE DU GLACIER EN 1966

CONFIGURATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

LIMITE DE LA COUCHE DE NEIGE

ÉQUIVALENTS EN EAU, EXPRIMÉS EN CM, SONT ILLUSTRÉS COMME SUIT:

0–50

51–100

101–150

151–200

201–250

>250

200 0 200 400 600 MÈTRES

Figure II-9. Carte du bilan total du 23 mai au 1er octobre 1968.

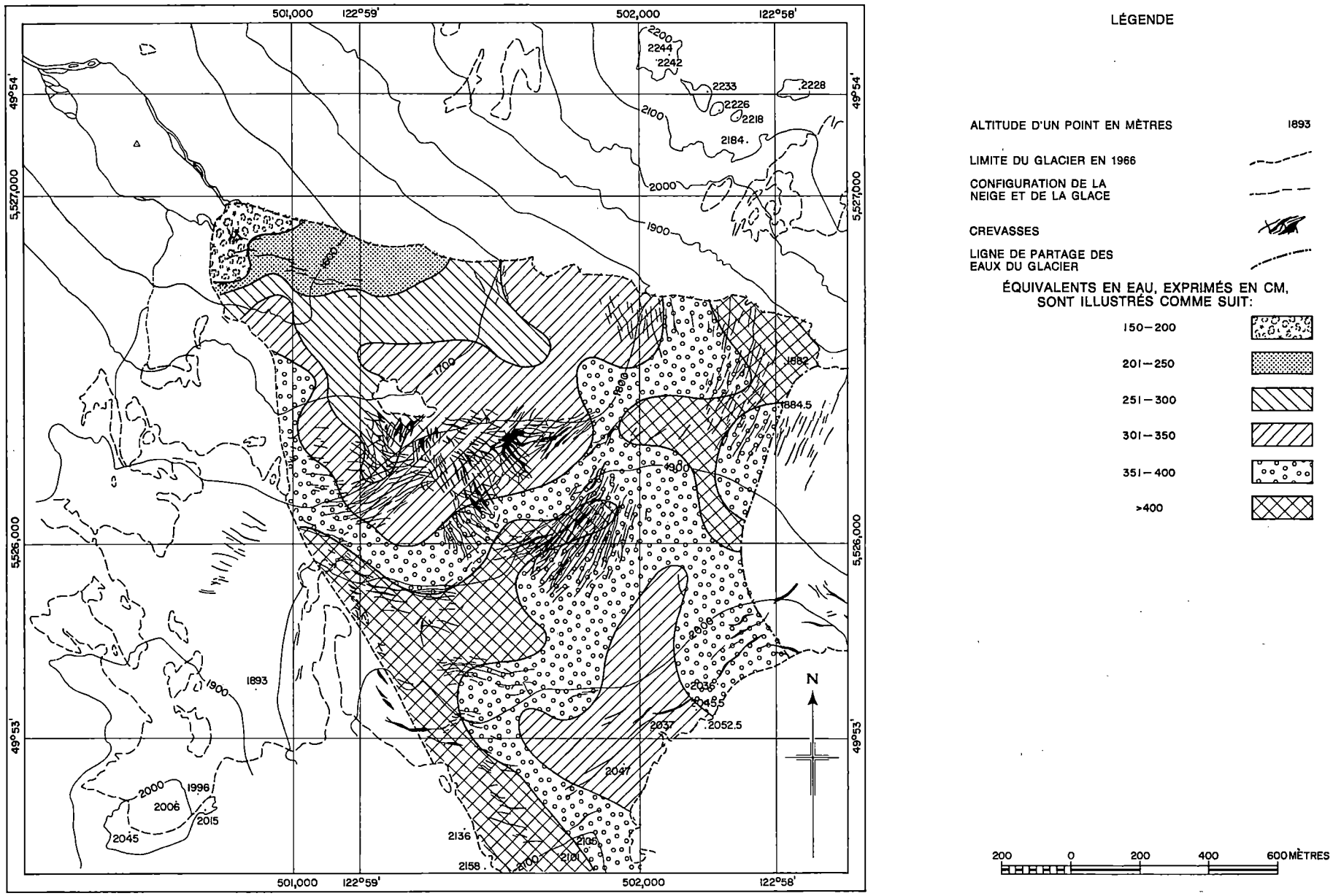
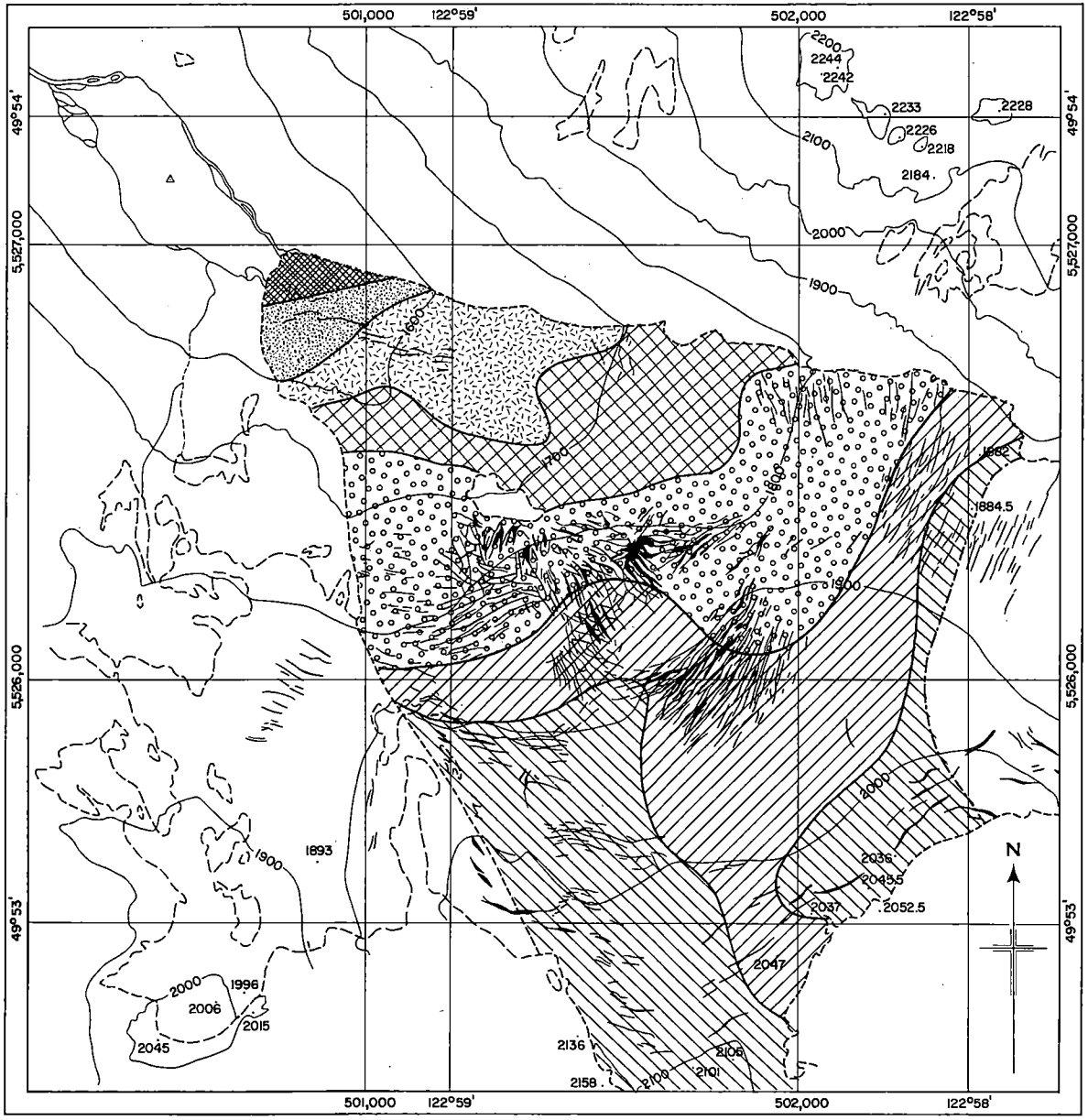


Figure II-10. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 30 mai 1969.



LÉGENDE

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 1893

LIMITE DU GLACIER EN 1966

CONFIGURATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

ÉQUIVALENTS EN EAU, EXPRIMÉS EN CM, SONT ILLUSTRÉS COMME SUIT:

250 – 300

301 – 350

351 – 400

401 – 450

451 – 500

501 – 550

> 550

200 0 200 400 600 MÈTRES

Figure II-11. Carte du bilan d'été jusqu'au 6 octobre 1969.

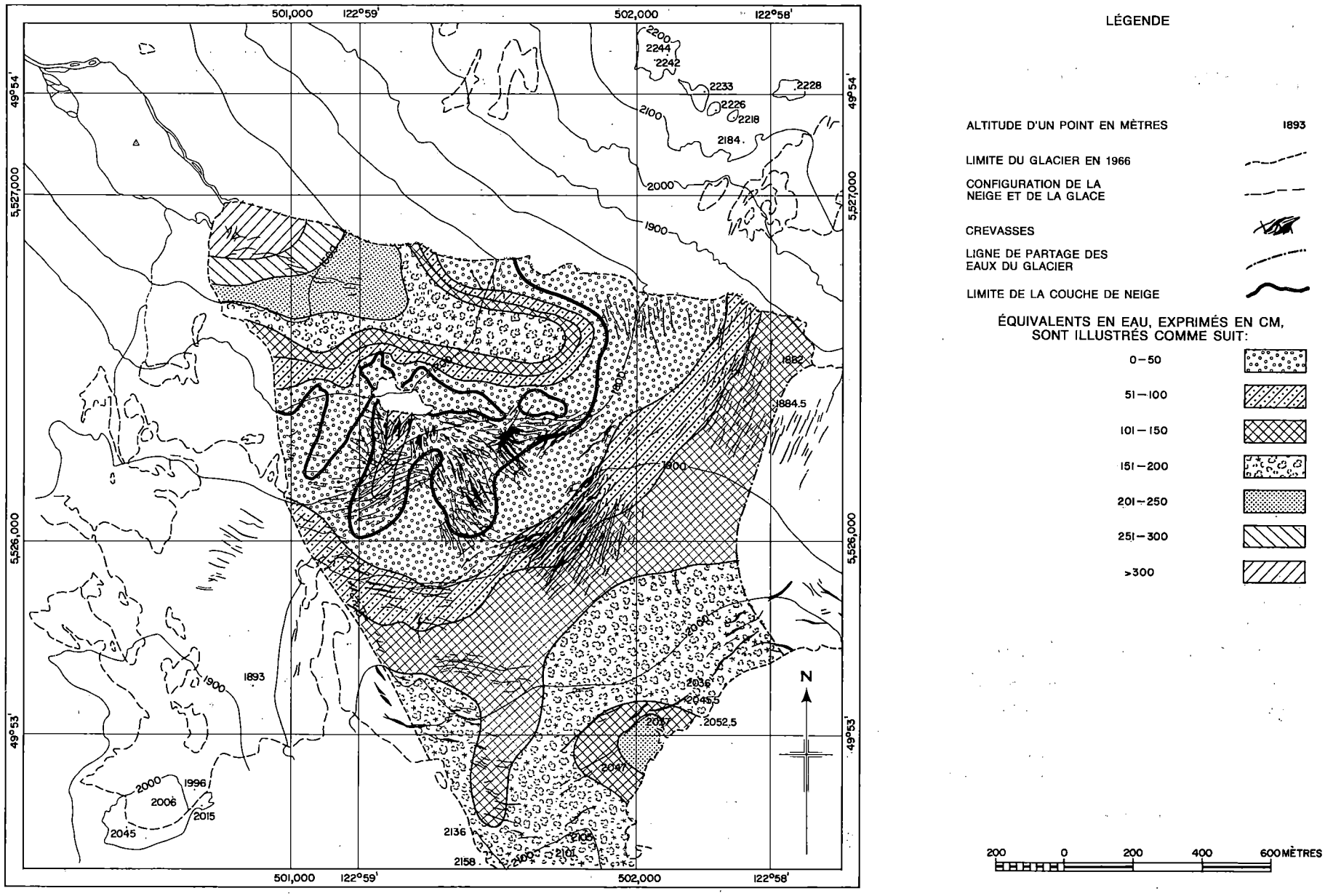


Figure II-12. Carte du bilan total du 30 mai au 6 octobre 1969.

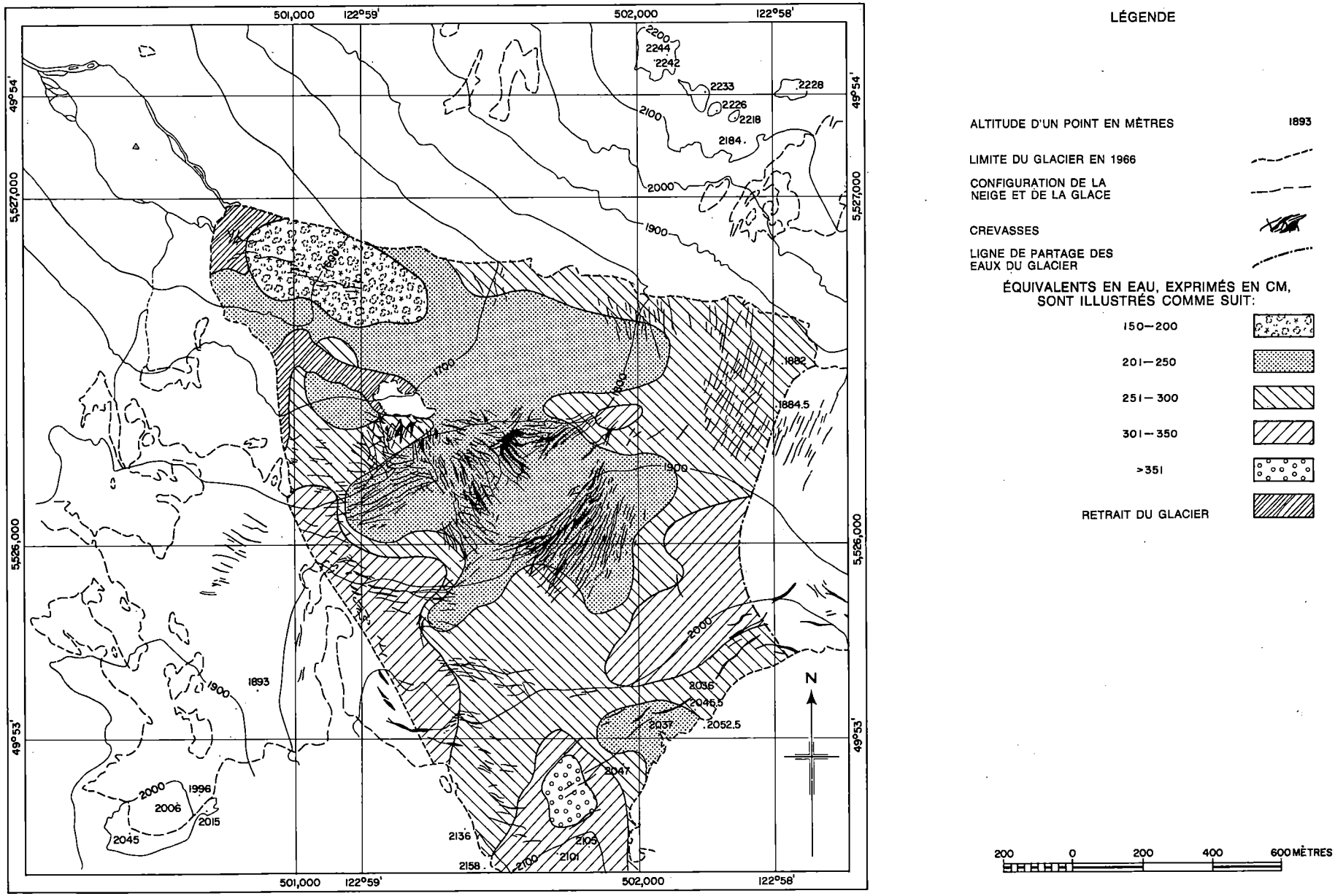


Figure II-13. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 18 mai 1970.

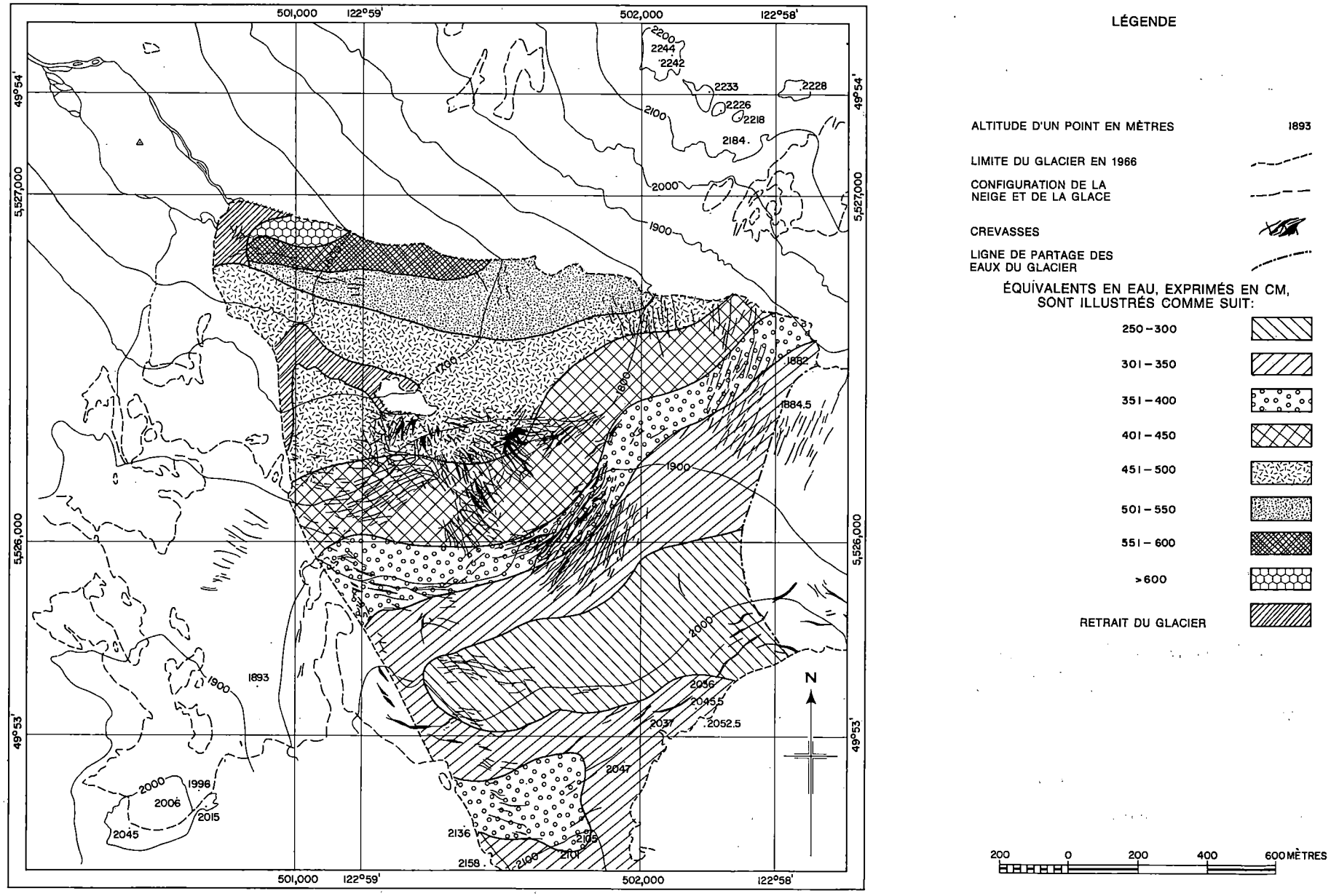


Figure II-14. Carte du bilan d'été jusqu'au 30 septembre 1970.

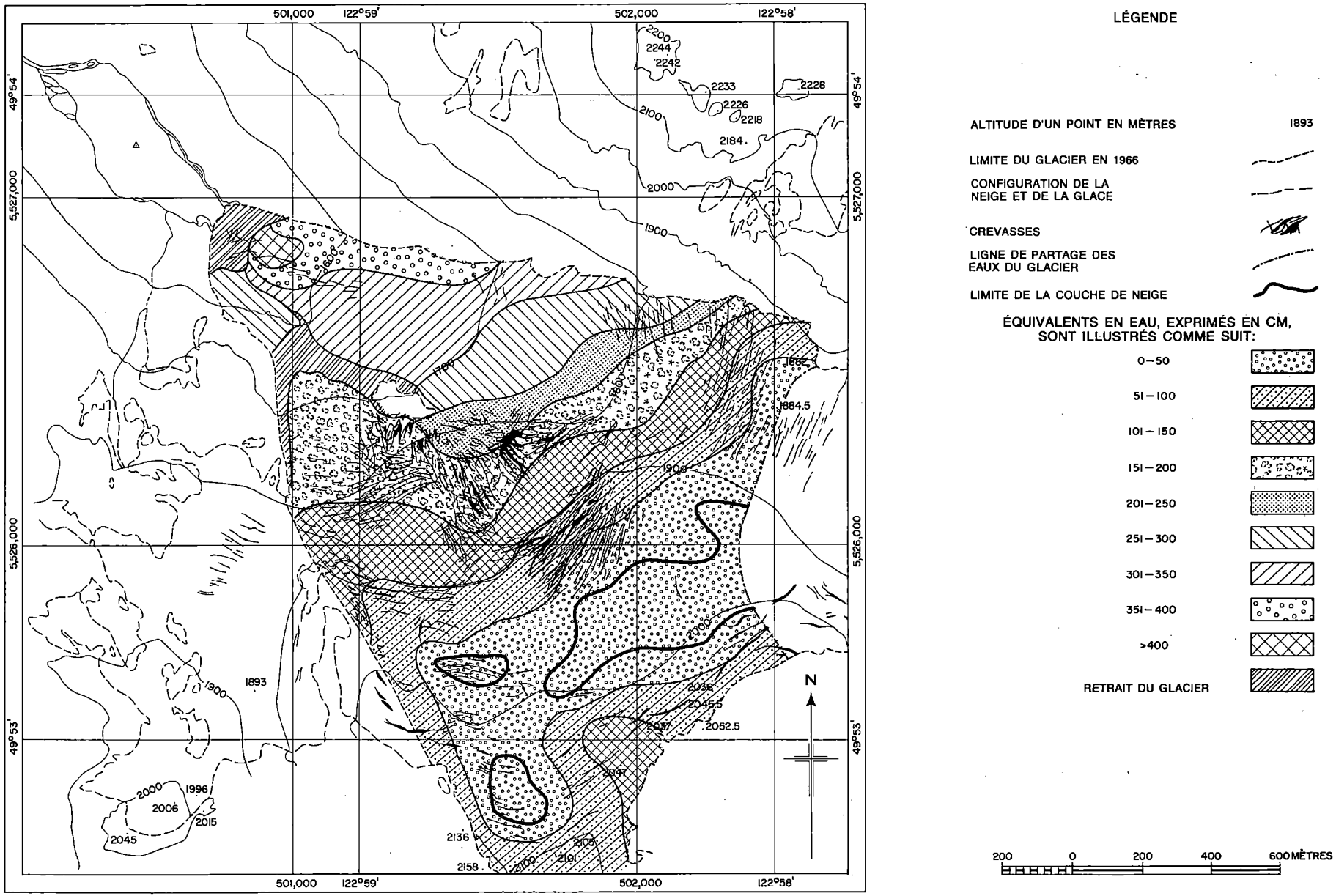


Figure II-15. Carte du bilan total du 18 mai au 30 septembre 1970.

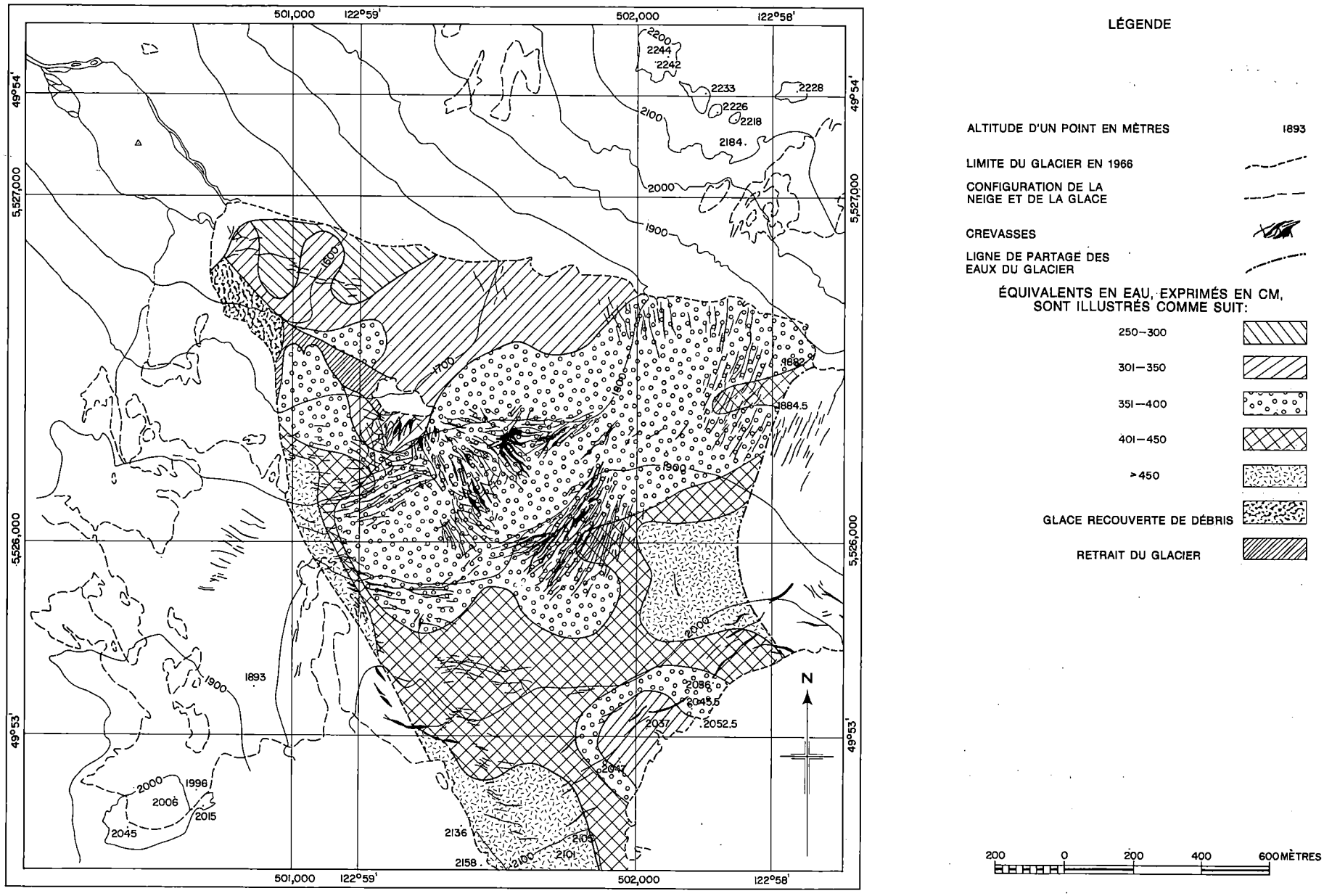


Figure II-16. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 20 mai 1971.

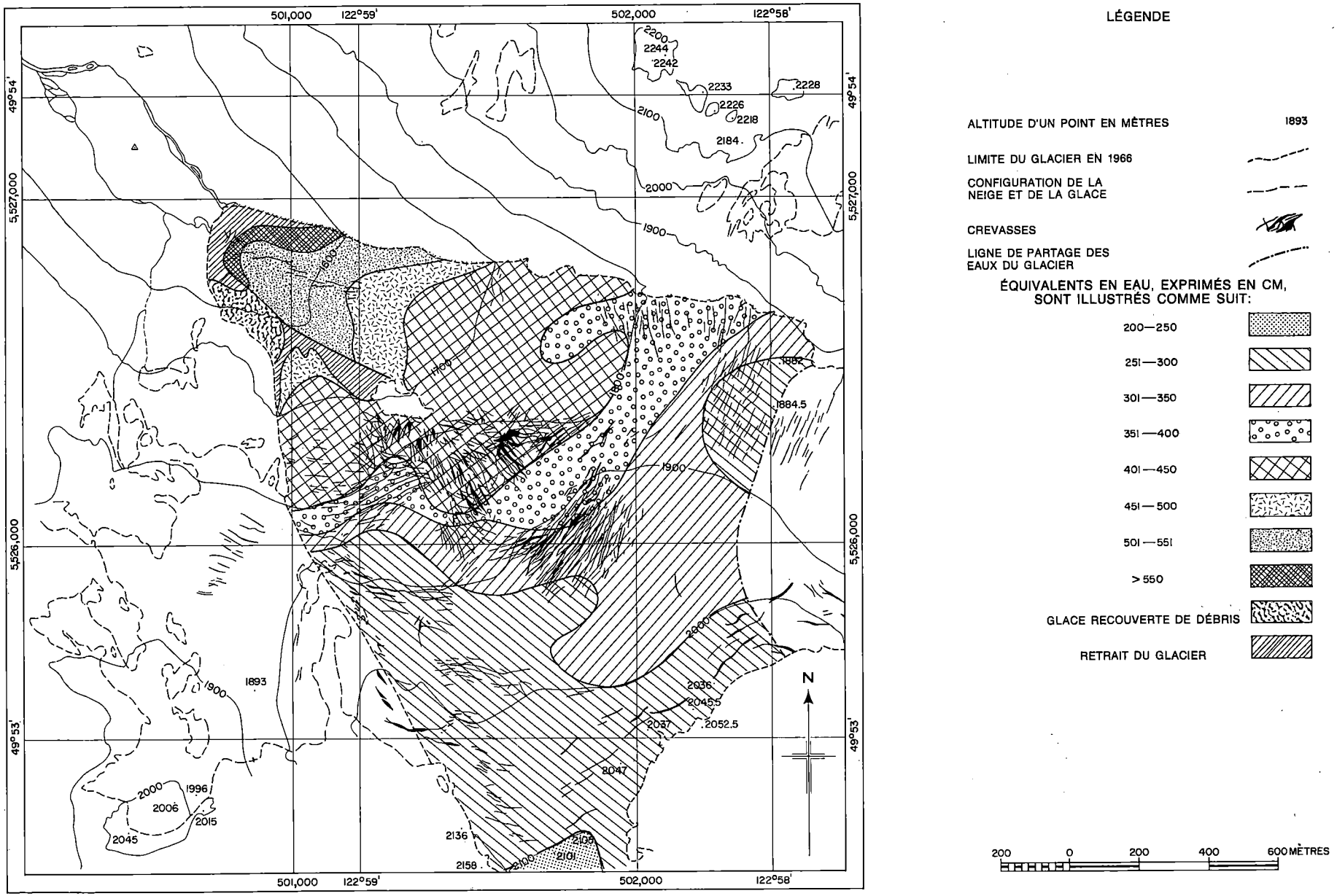


Figure II-17. Carte du bilan d'été jusqu'au 4 octobre 1971.

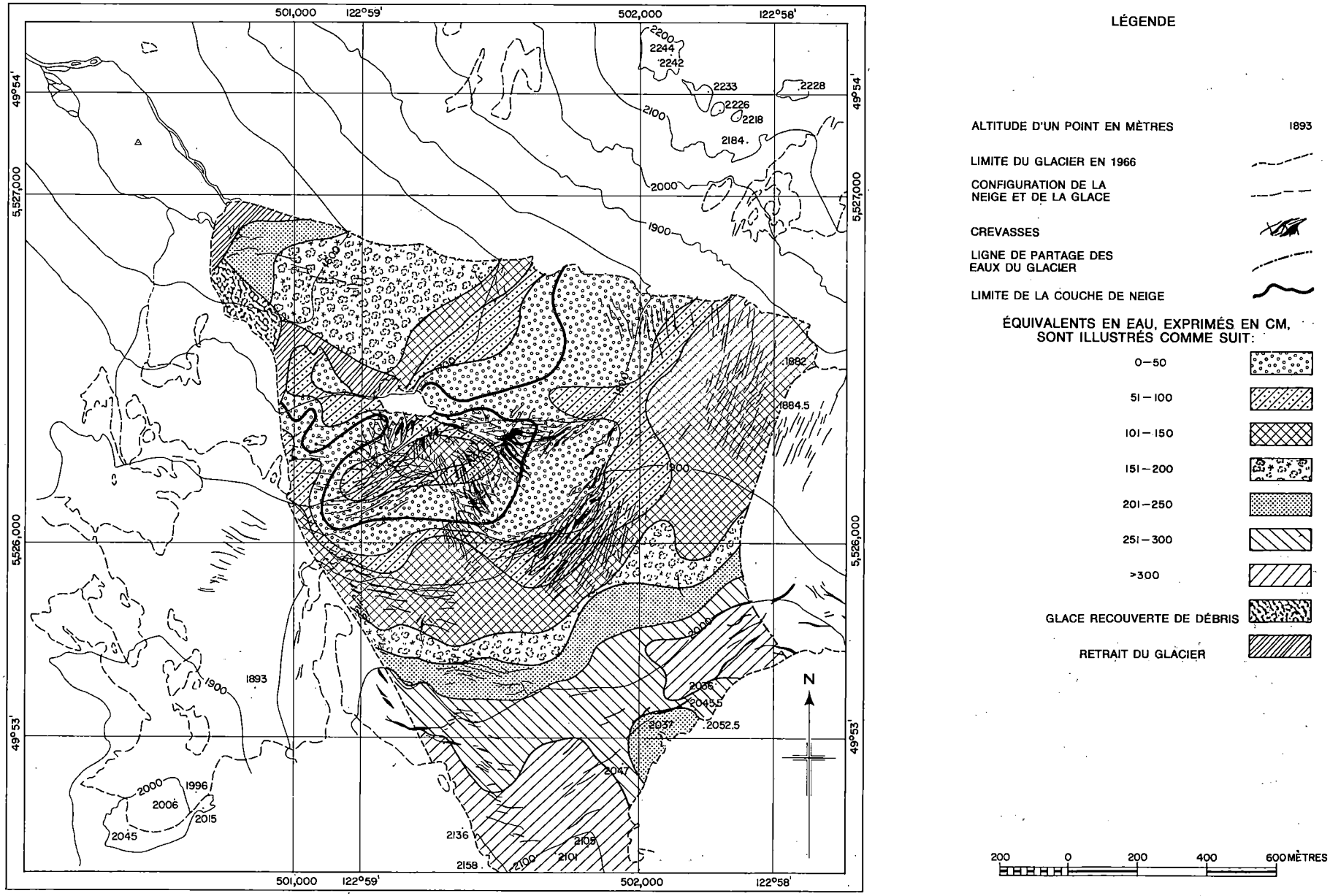


Figure II-18. Carte du bilan total du 20 mai au 4 octobre 1971.

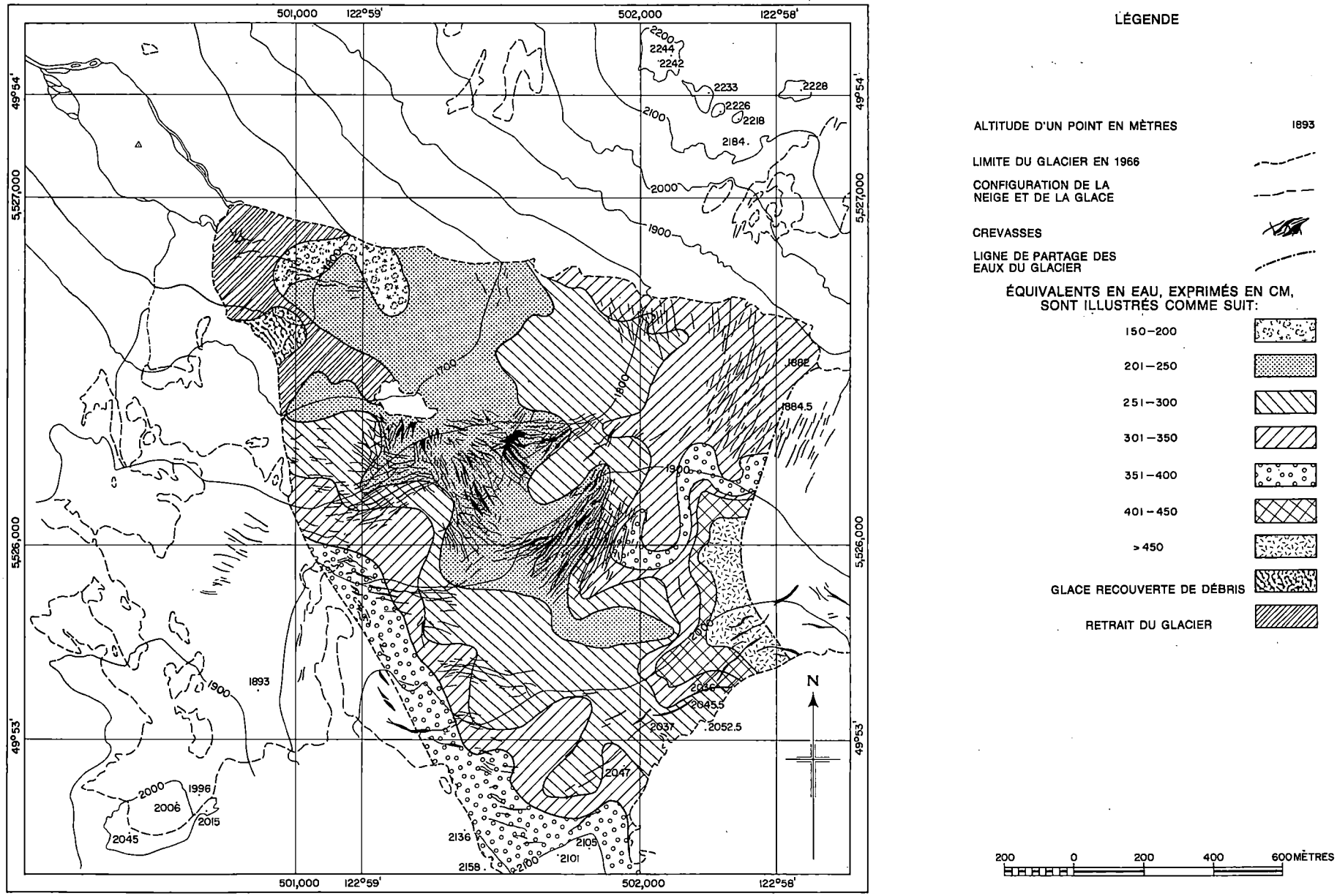


Figure II-19. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 8 juin 1972.

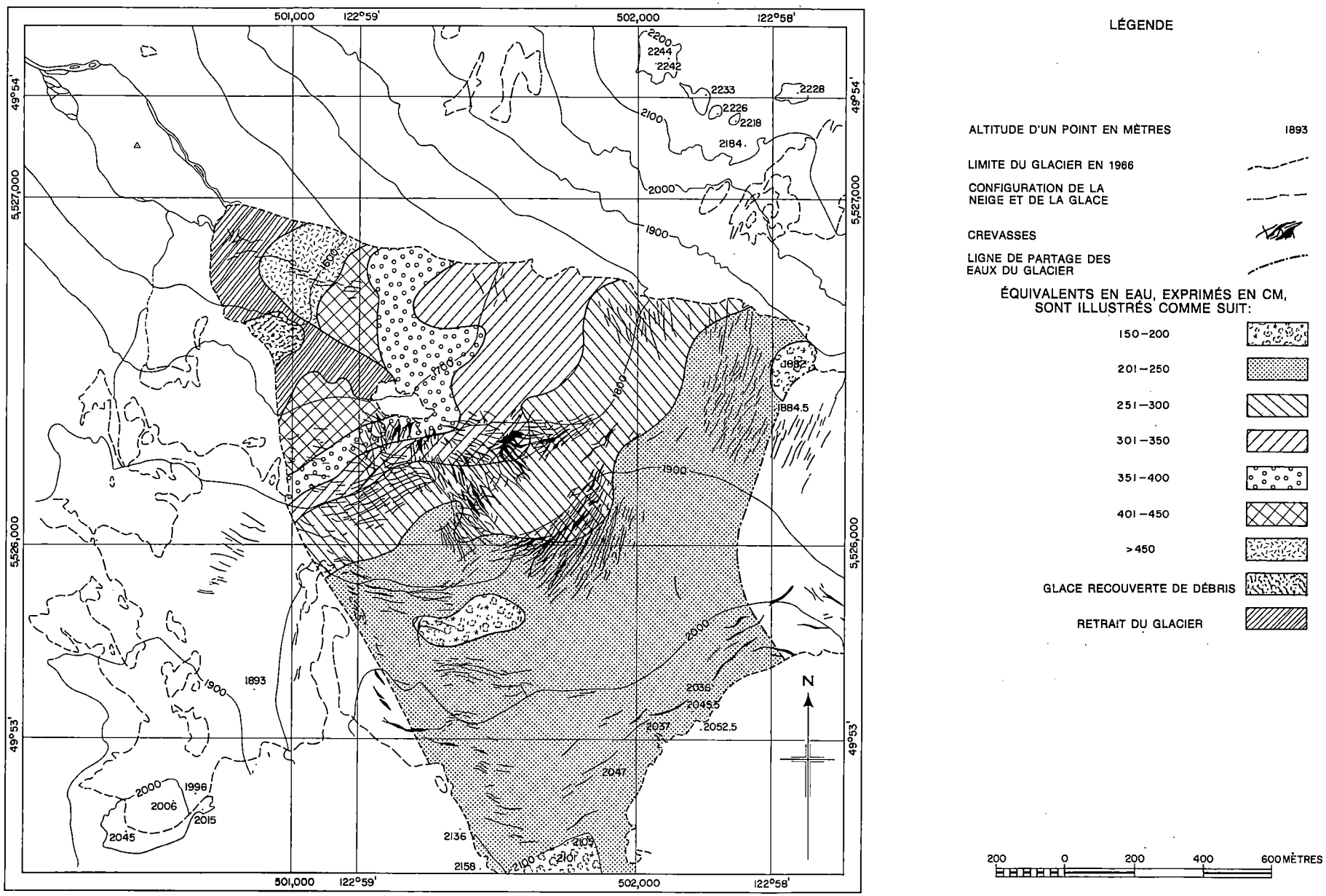


Figure II-20. Carte du bilan d'été jusqu'au 6 octobre 1972.

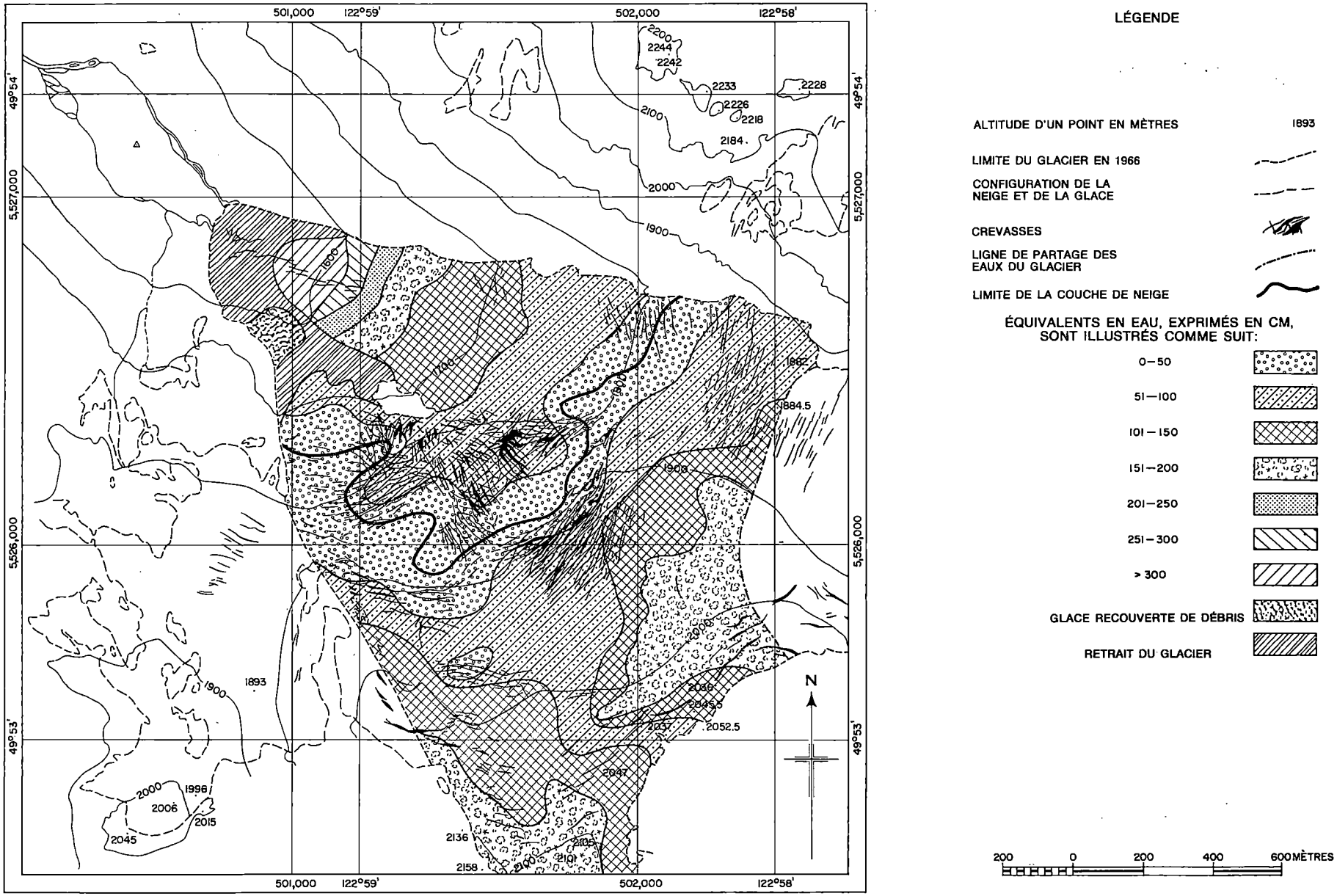


Figure II-21. Carte du bilan total du 8 juin au 6 octobre 1972.

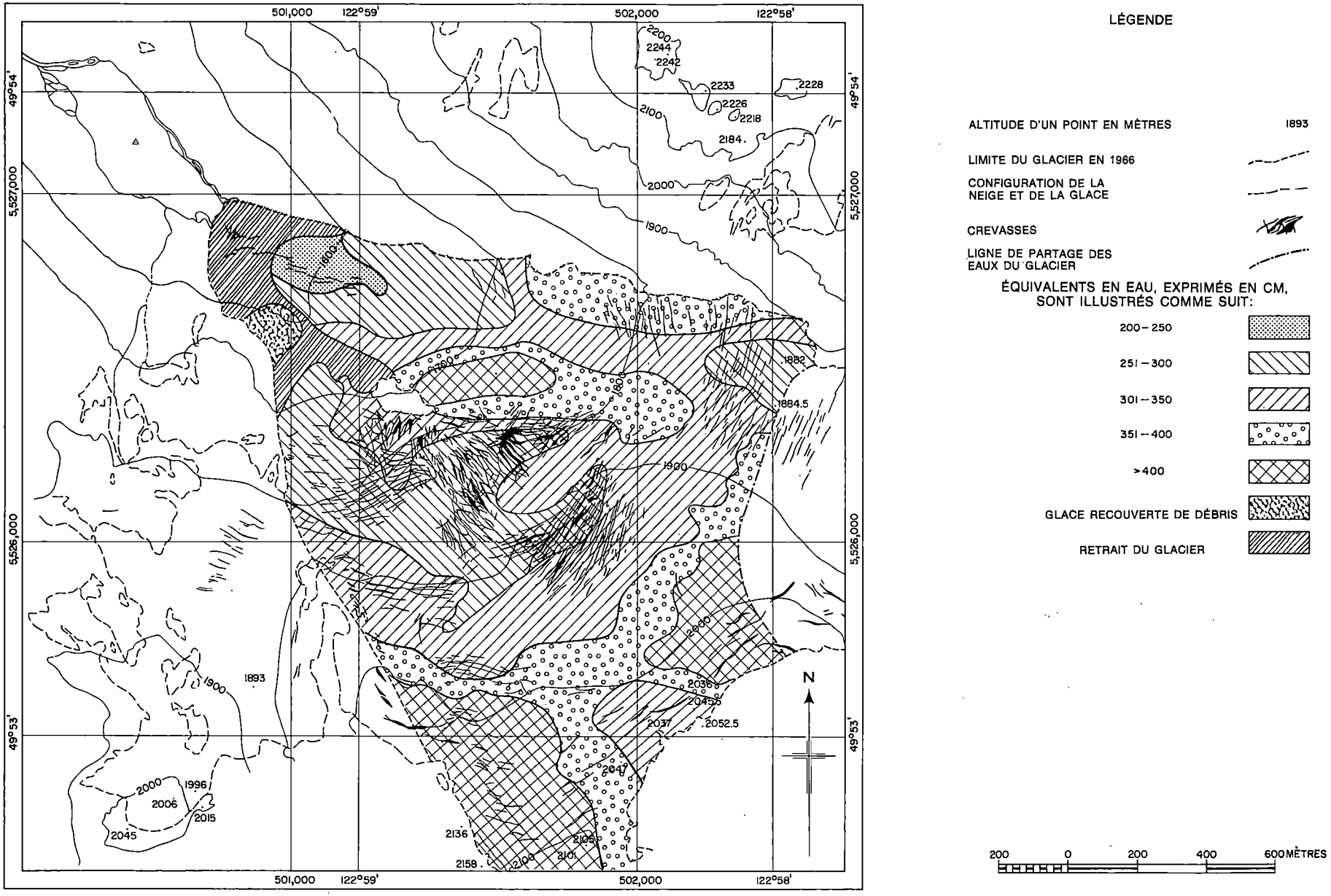
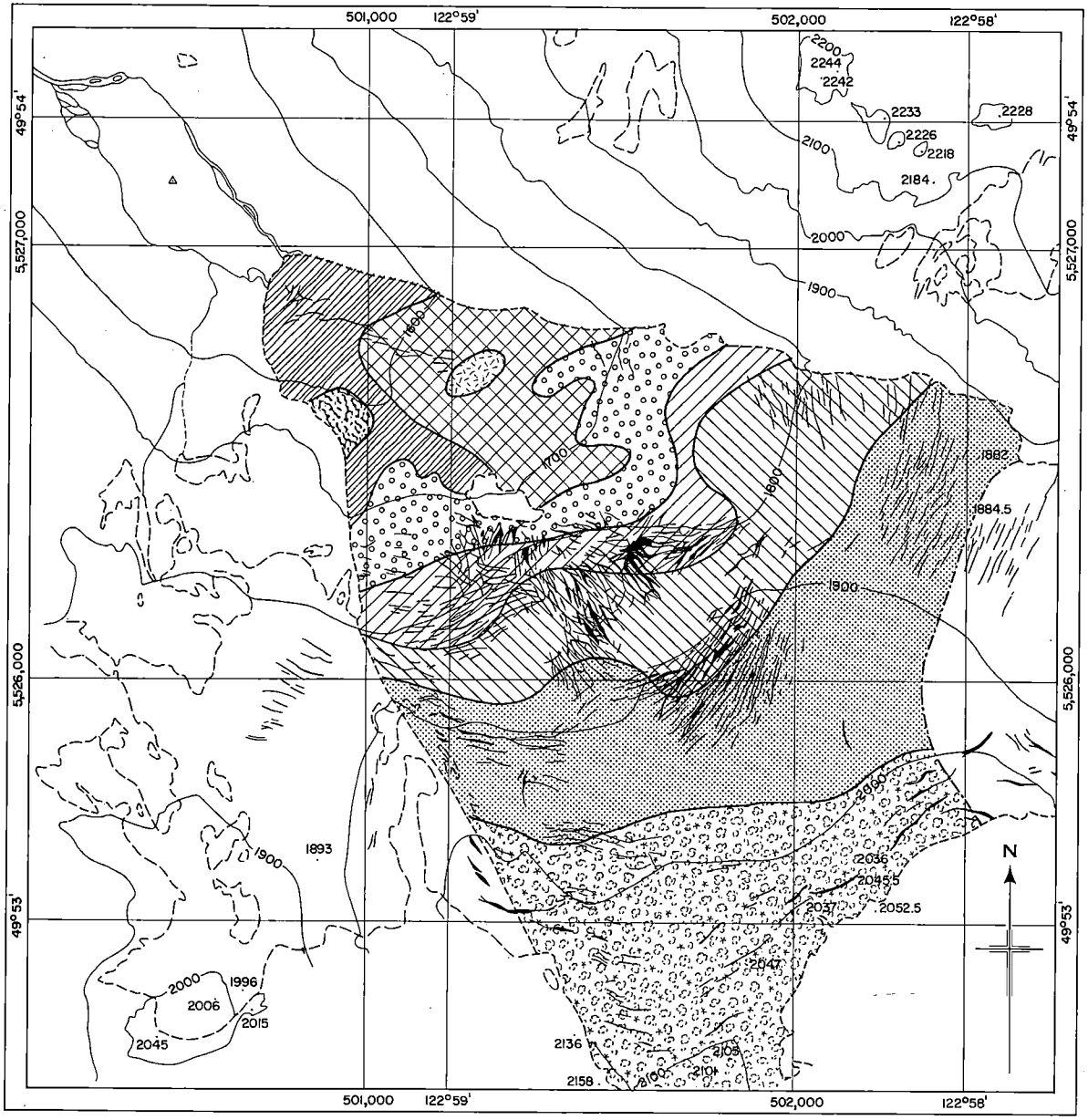


Figure II-22. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 17 mai 1973.



LÉGENDE

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES — 1893

LIMITE DU GLACIER EN 1966

CONFIGURATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

ÉQUIVALENTS EN EAU, EXPRIMÉS EN CM, SONT ILLUSTRÉS COMME SUIT:

- 150–200
- 201–250
- 251–300
- 301–350
- 351–400
- 401–450
- >450

GLACE RECOUVERTE DE DÉBRIS

RETRAIT DU GLACIER

Figure II-23. Carte du bilan d'été jusqu'au 27 septembre 1973.

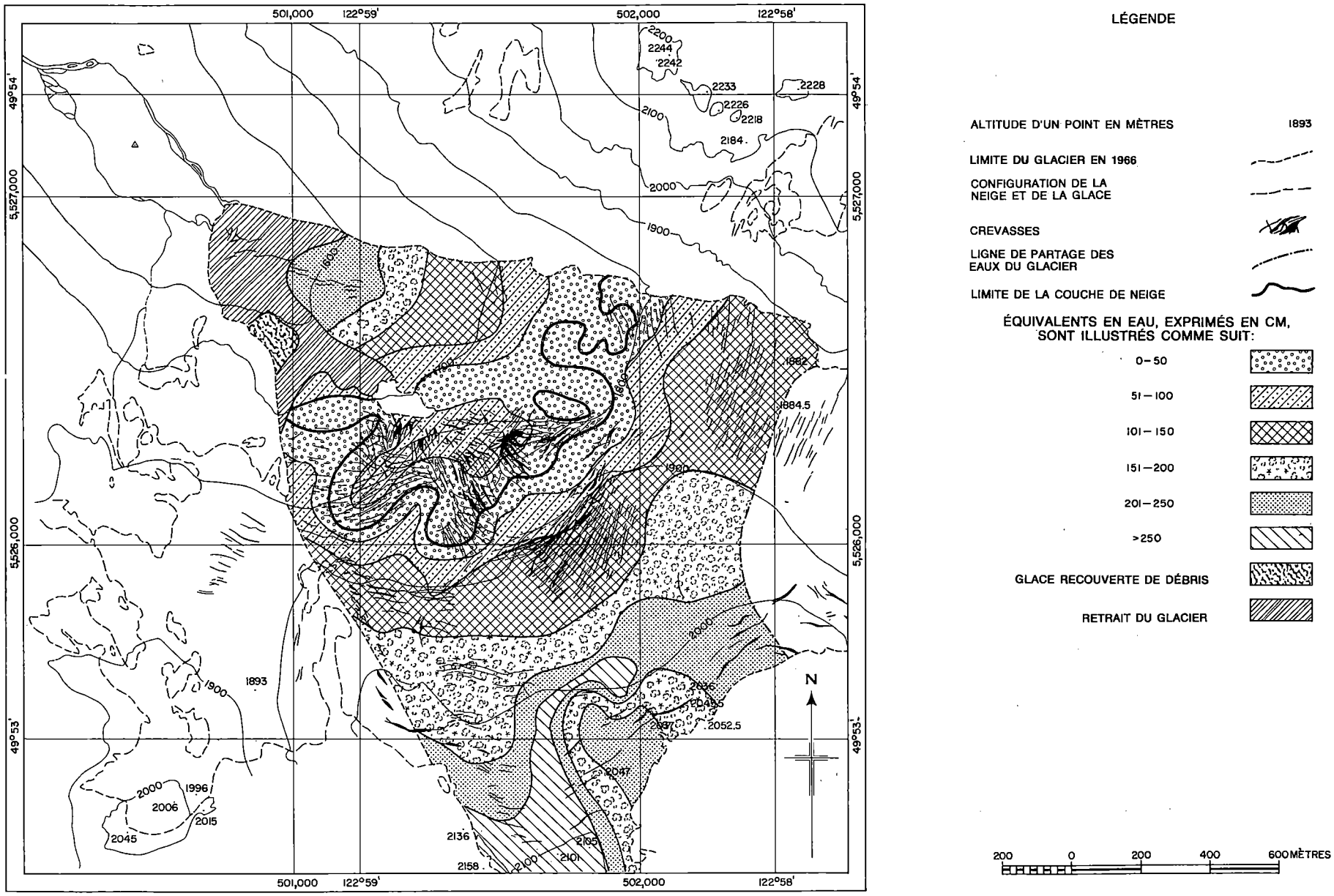


Figure II-24. Carte du bilan total du 17 mai jusqu'au 27 septembre 1973.

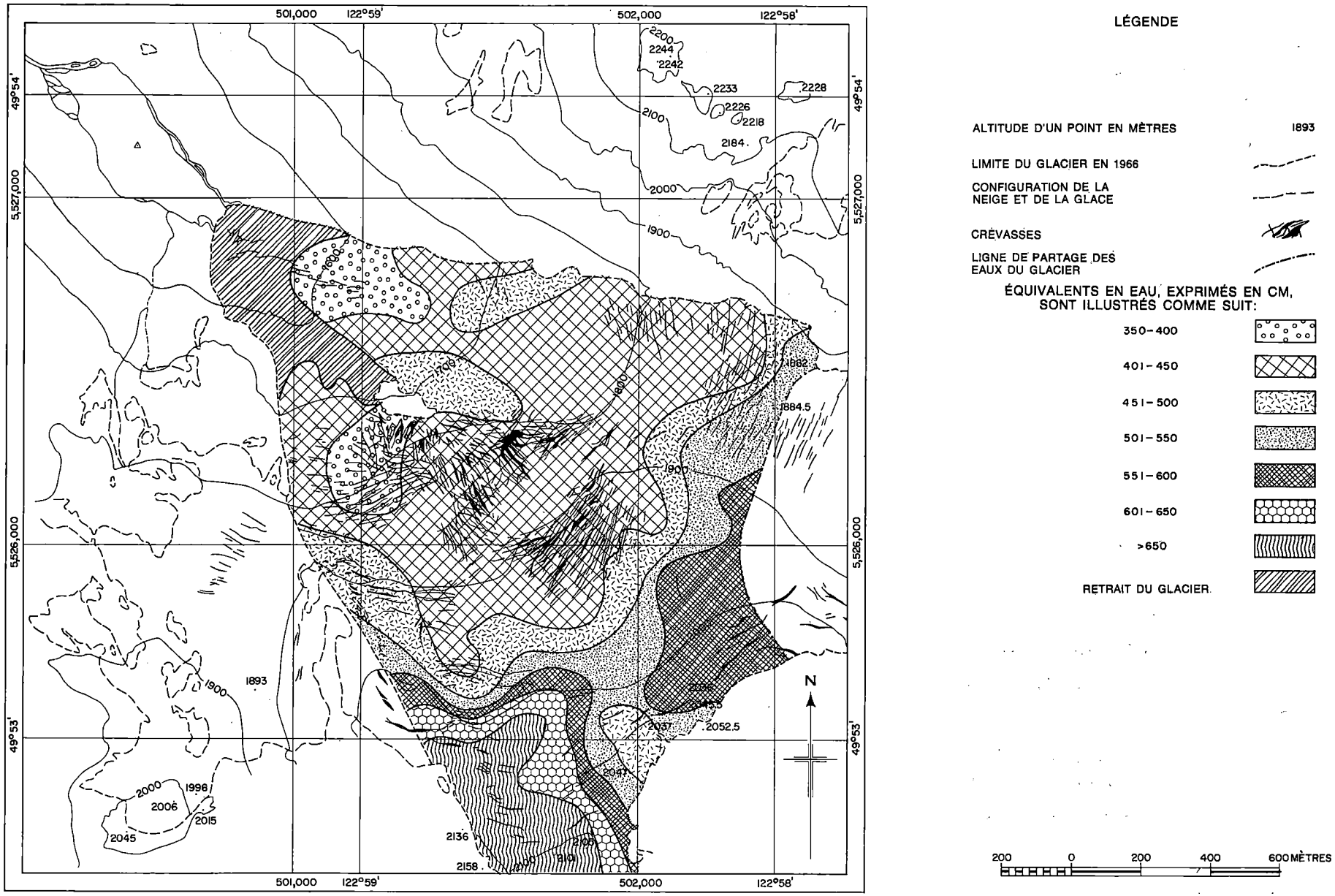


Figure II-25. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 31 mai 1974.

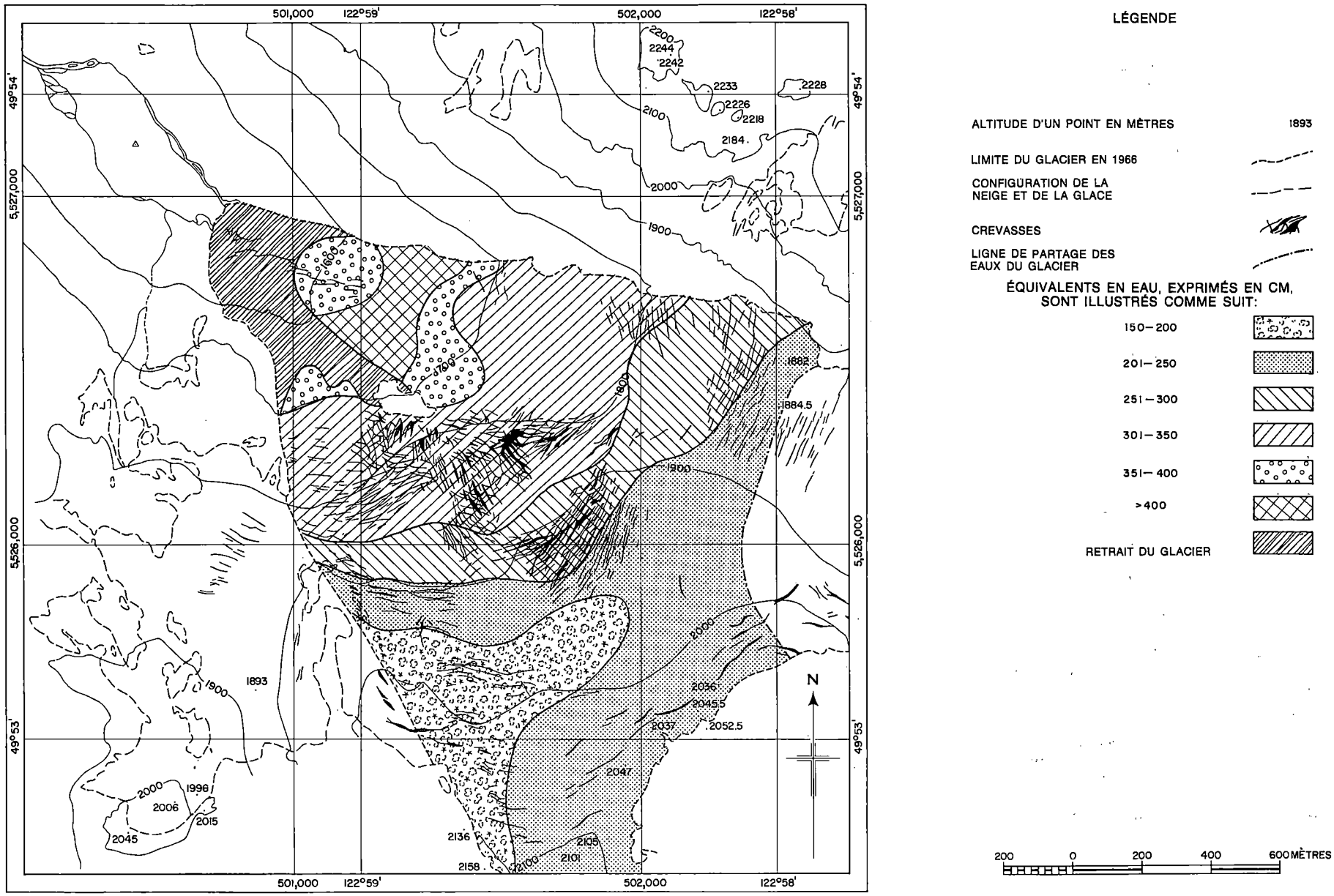


Figure II-26. Carte du bilan d'été jusqu'au 8 octobre 1974.

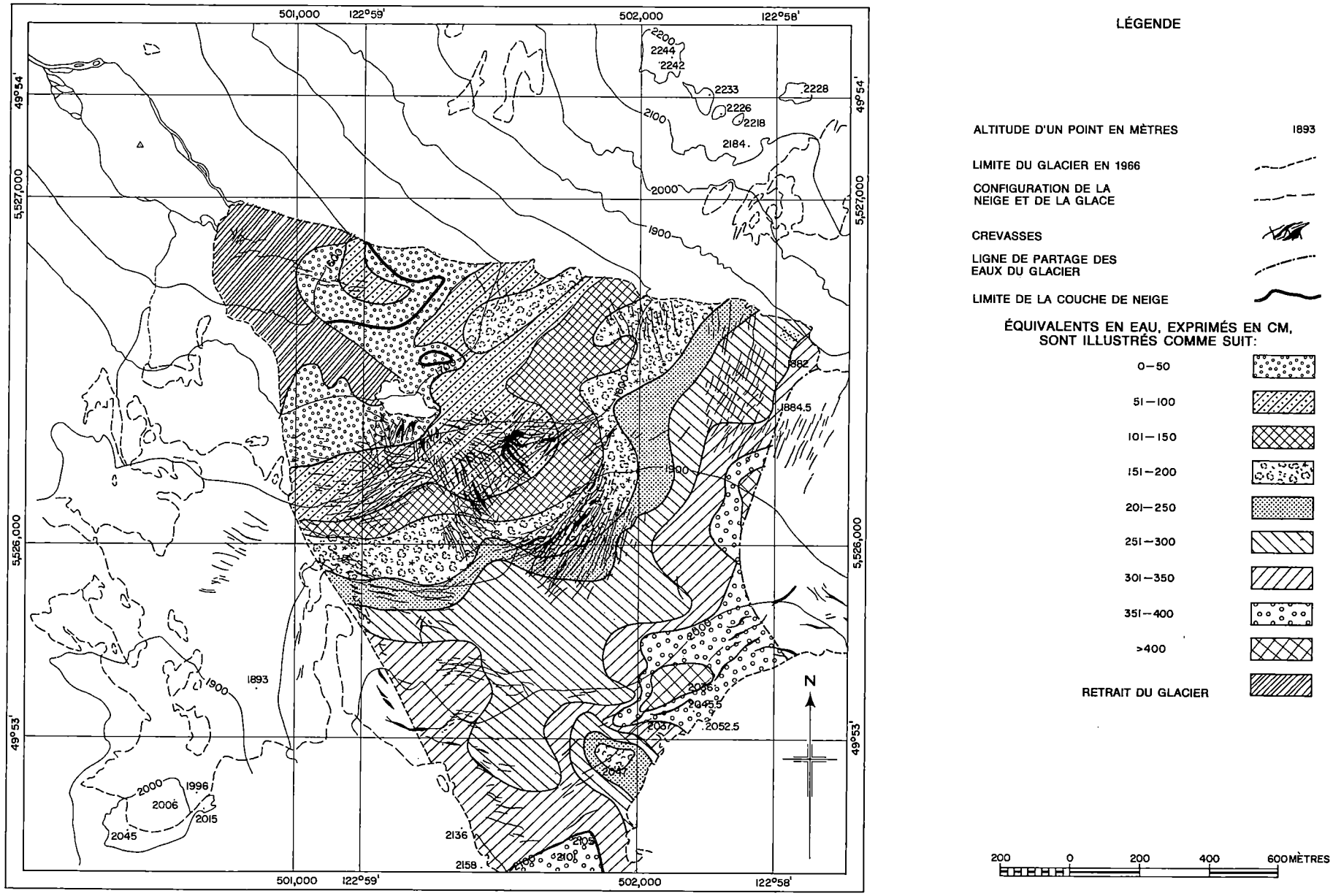


Figure II-27. Carte du bilan total du 31 mai au 8 octobre 1974.

Annexe III

Graphiques et tableaux glaciologiques

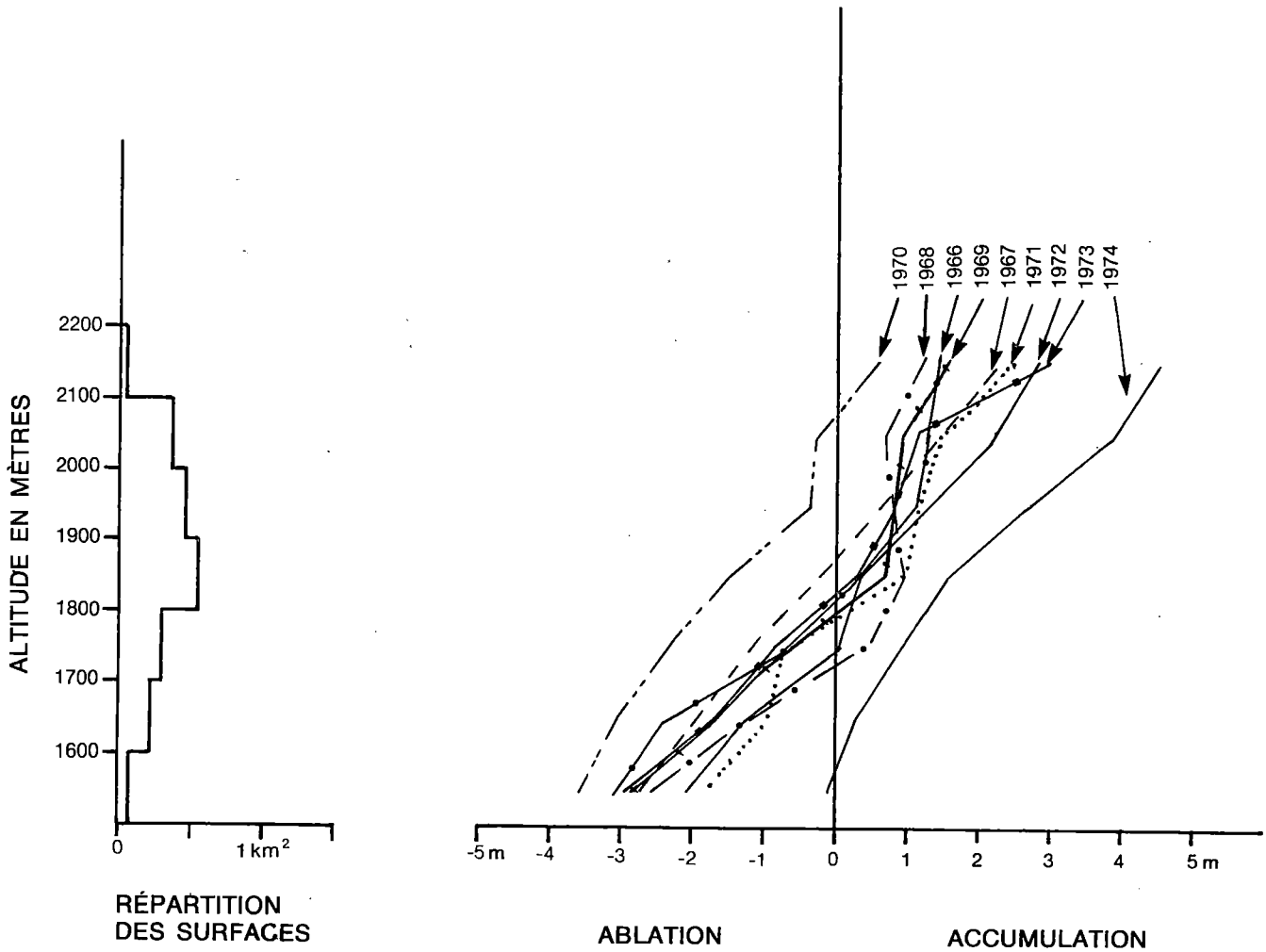


Figure III-1. Variation du bilan total avec l'altitude, 1966 à 1974.

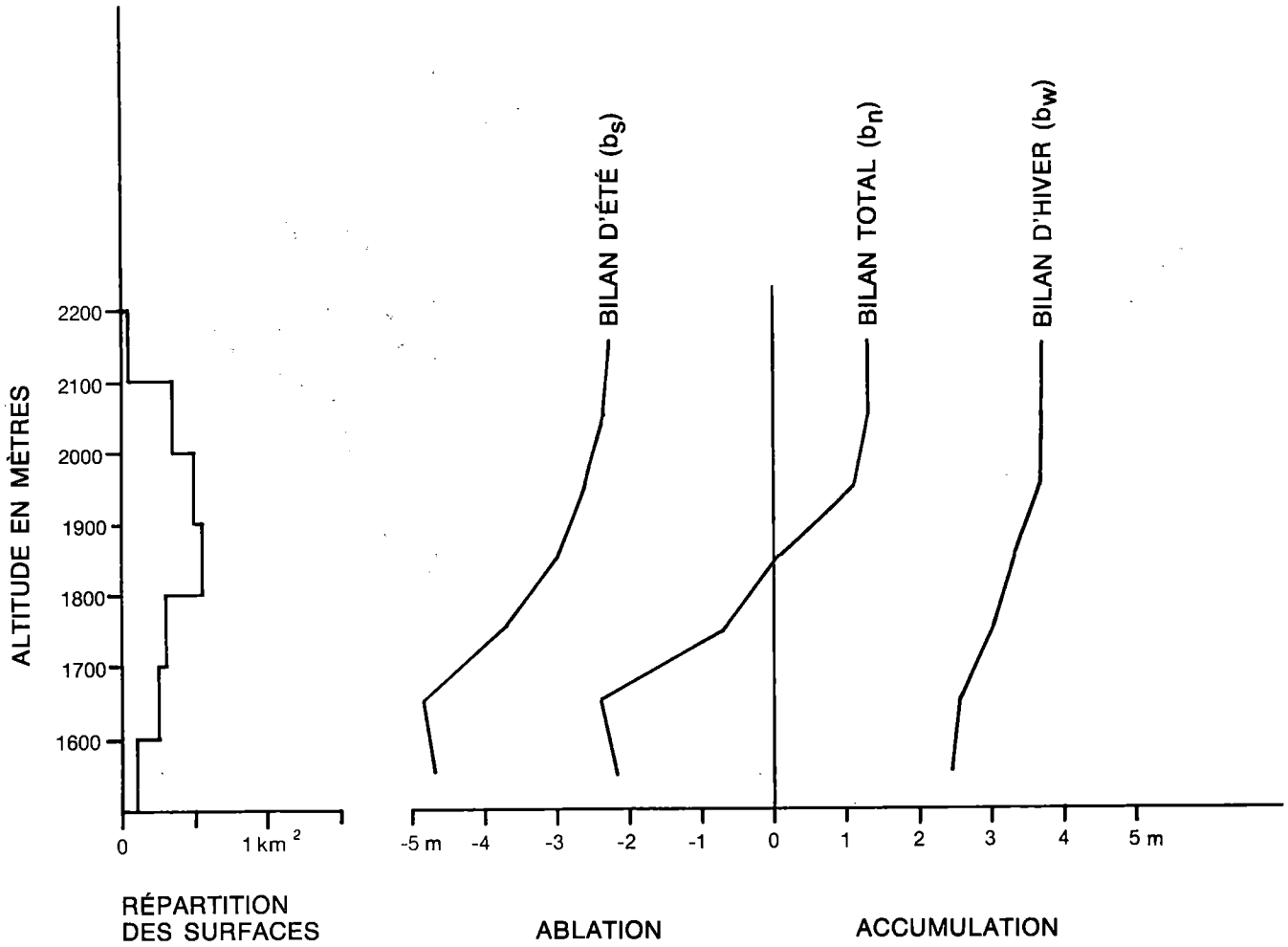


Figure III-2. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1965 et 1966.

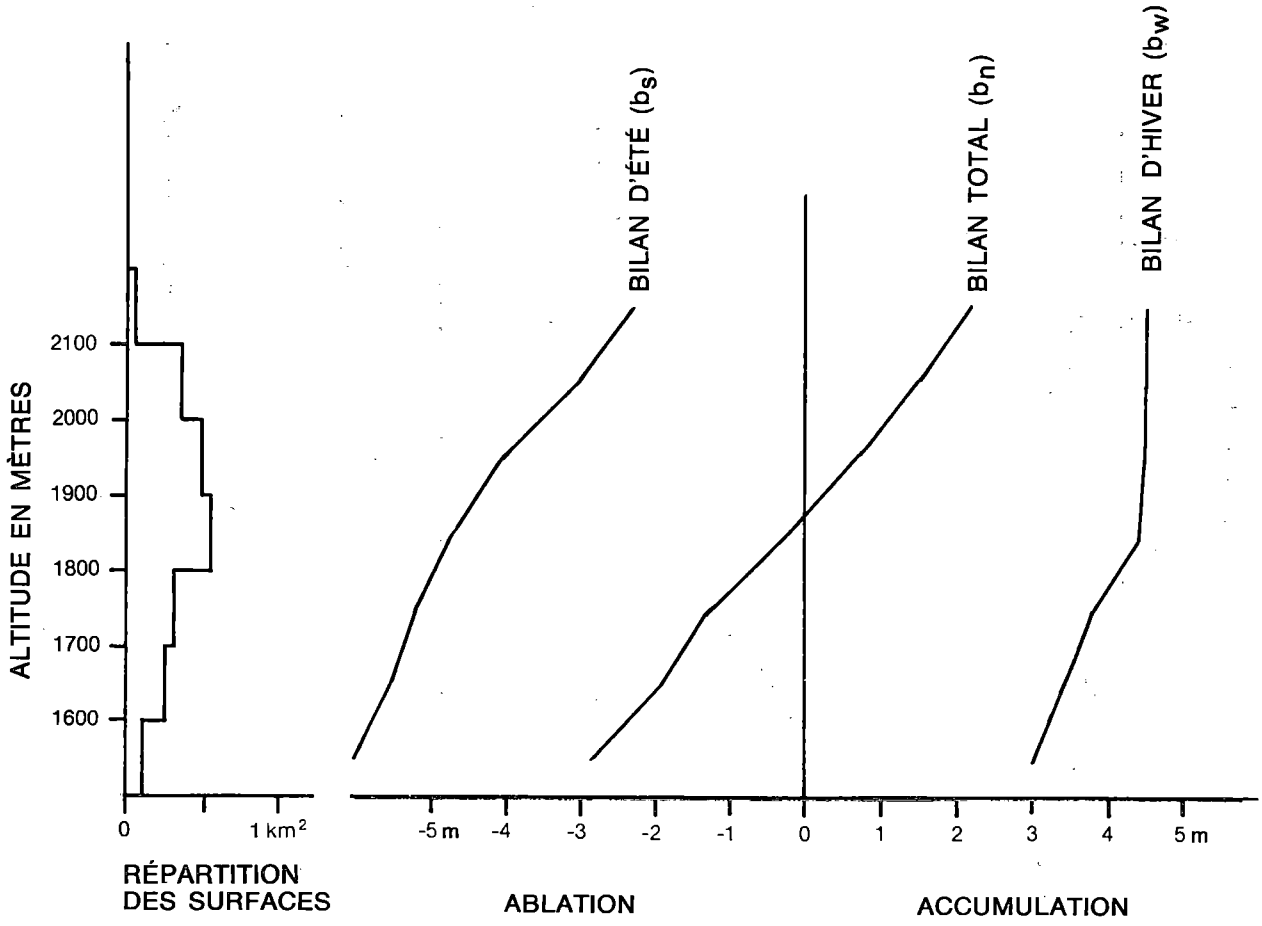


Figure III-3. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1966 et 1967.

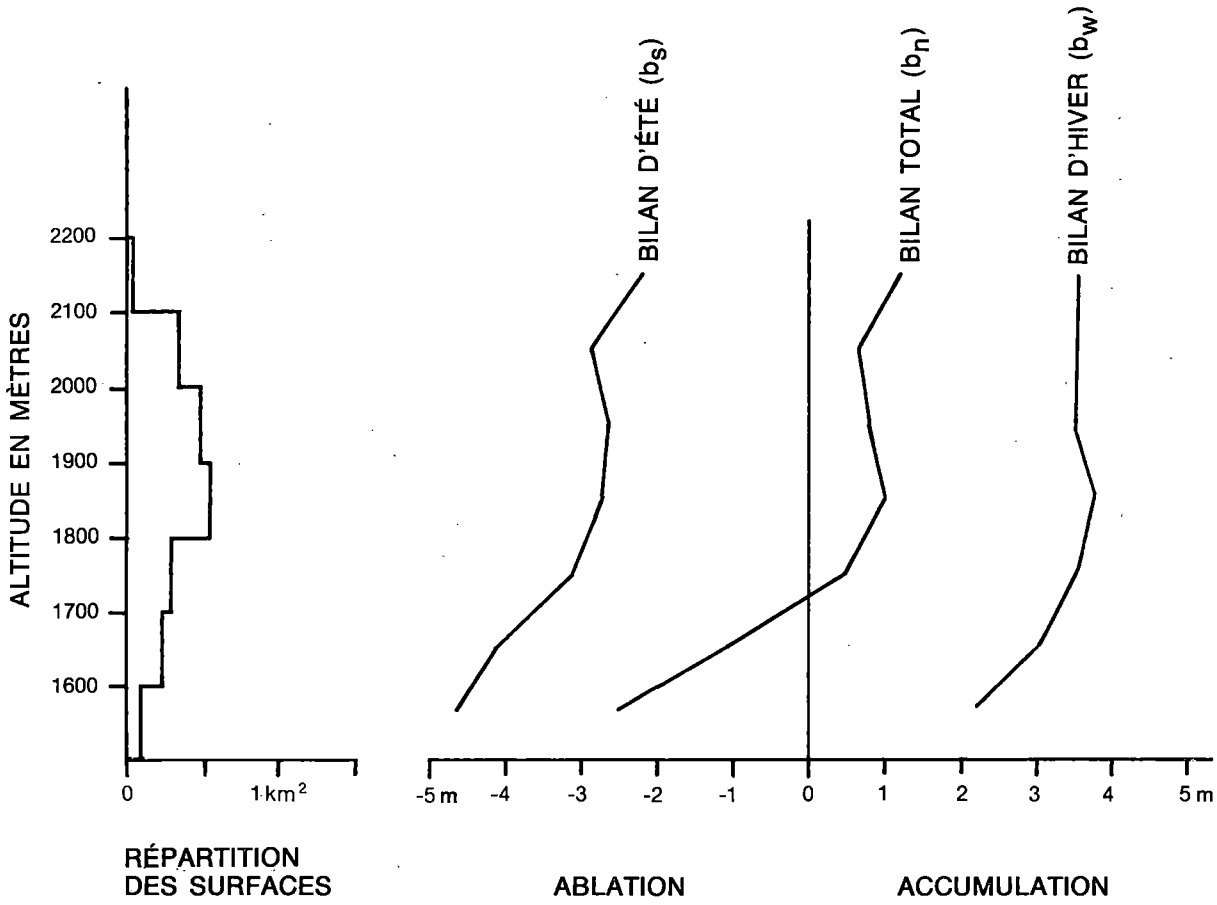


Figure III-4. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1967 et 1968.

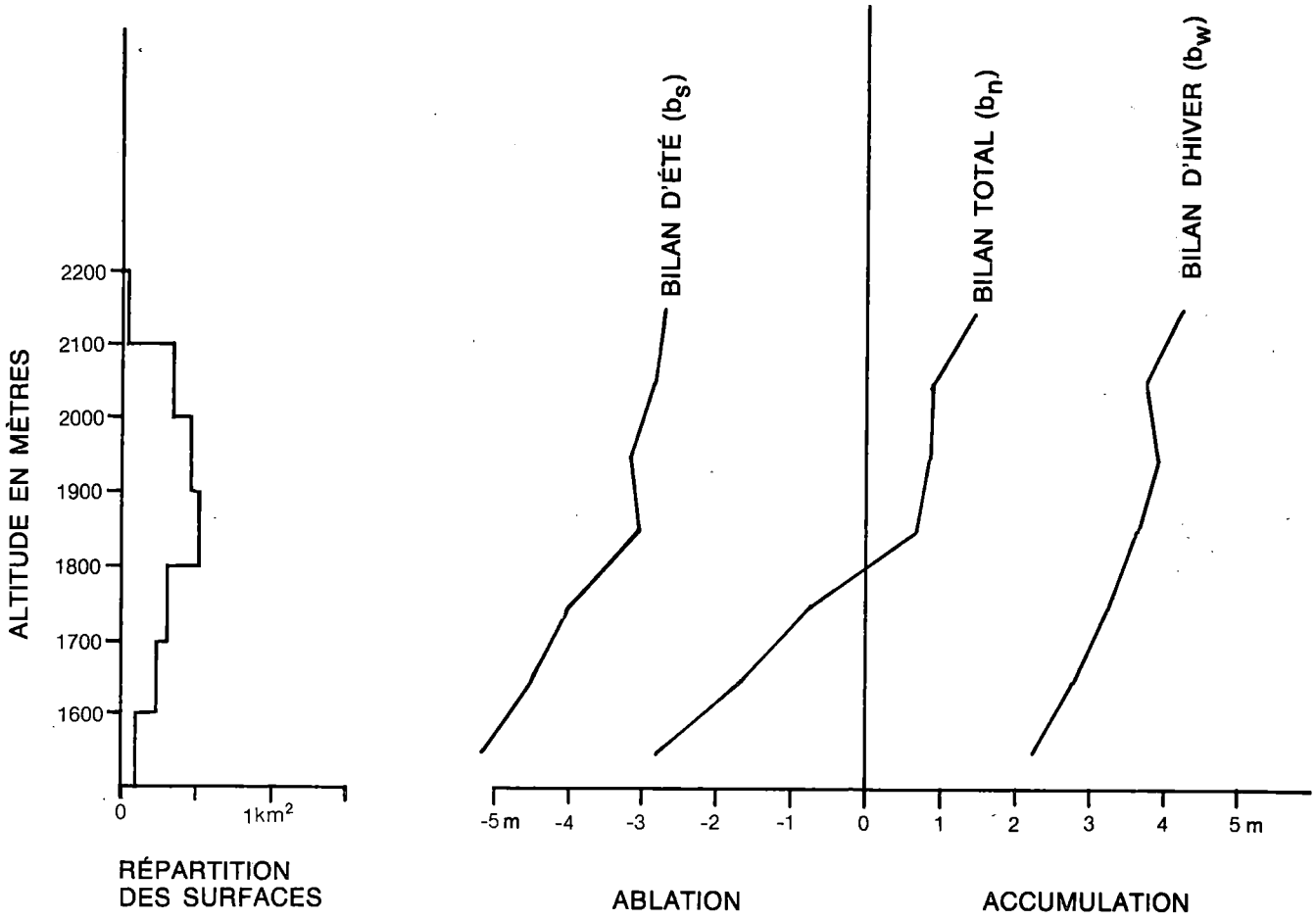


Figure III-5. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1968 et 1969.

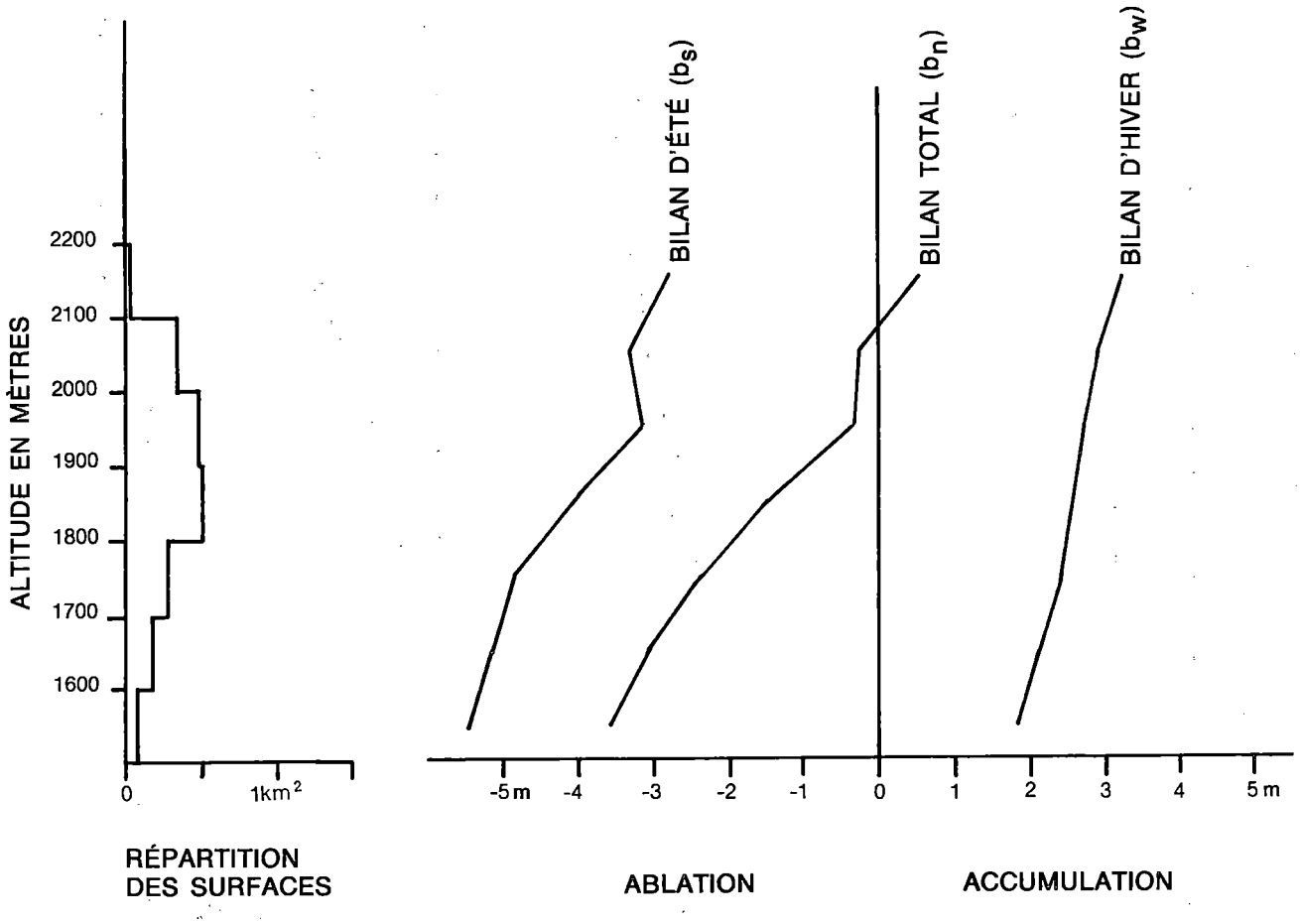


Figure III-6. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1969 et 1970.

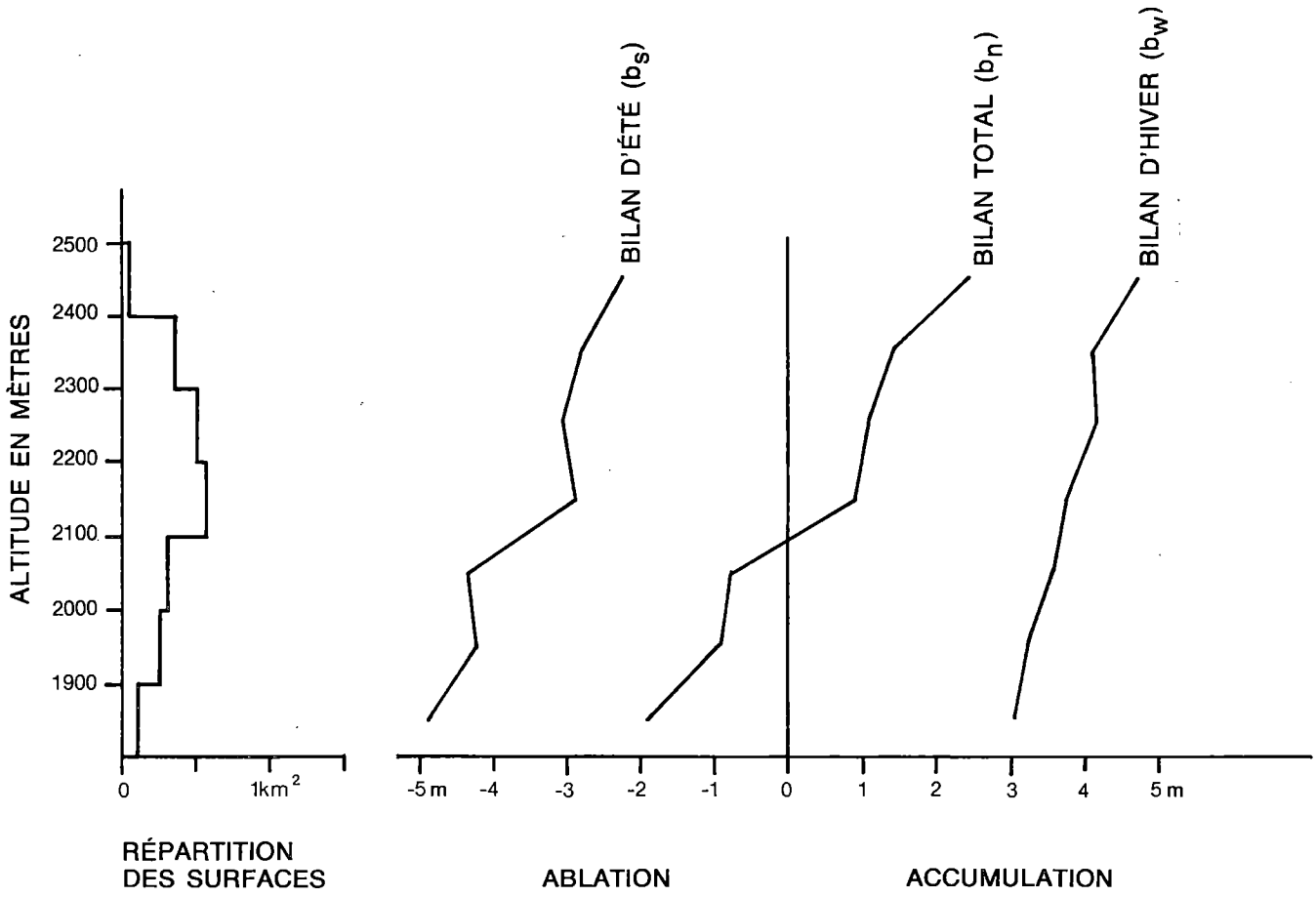


Figure III-7. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1970 et 1971.

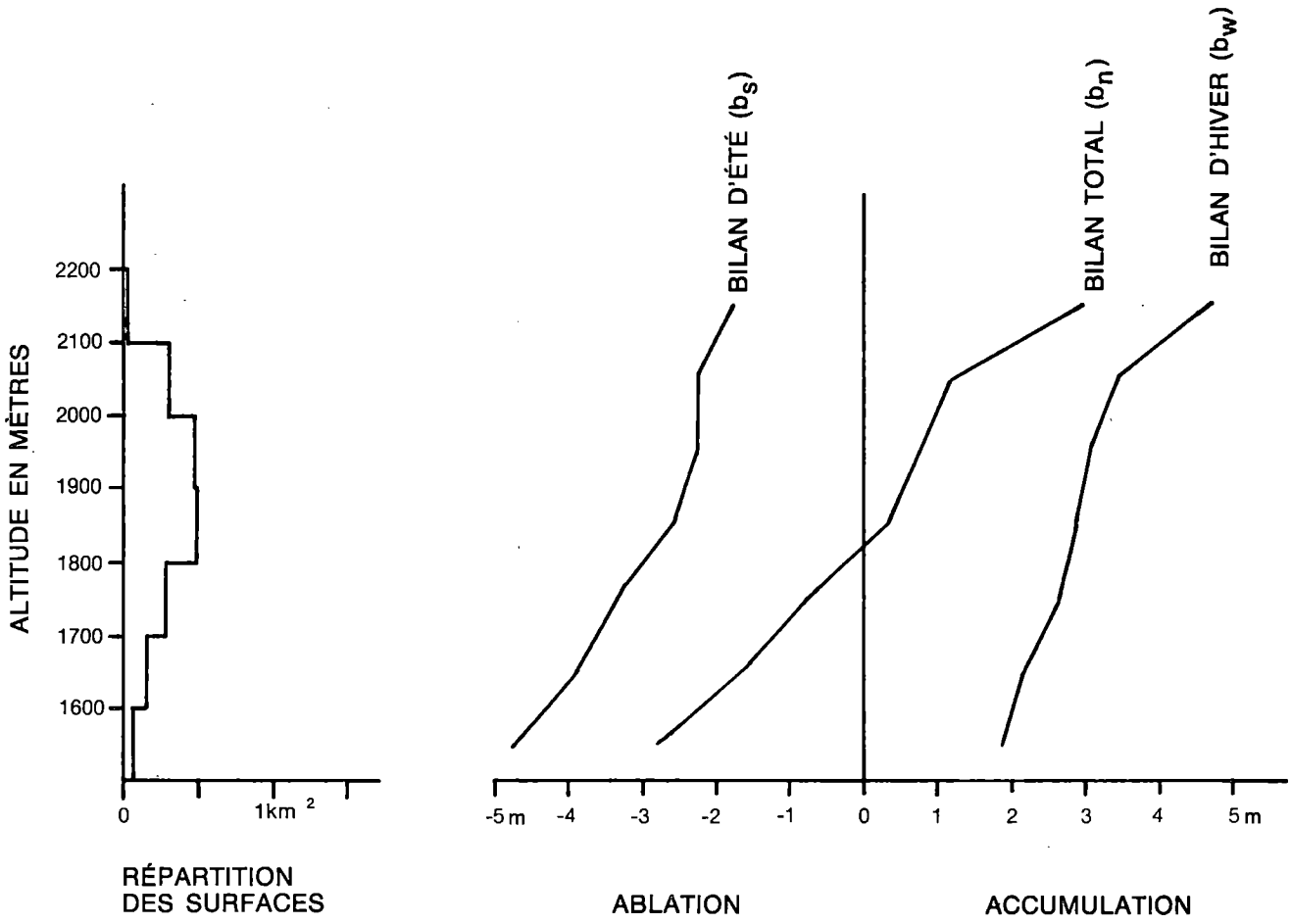


Figure III-8. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1971 et 1972.

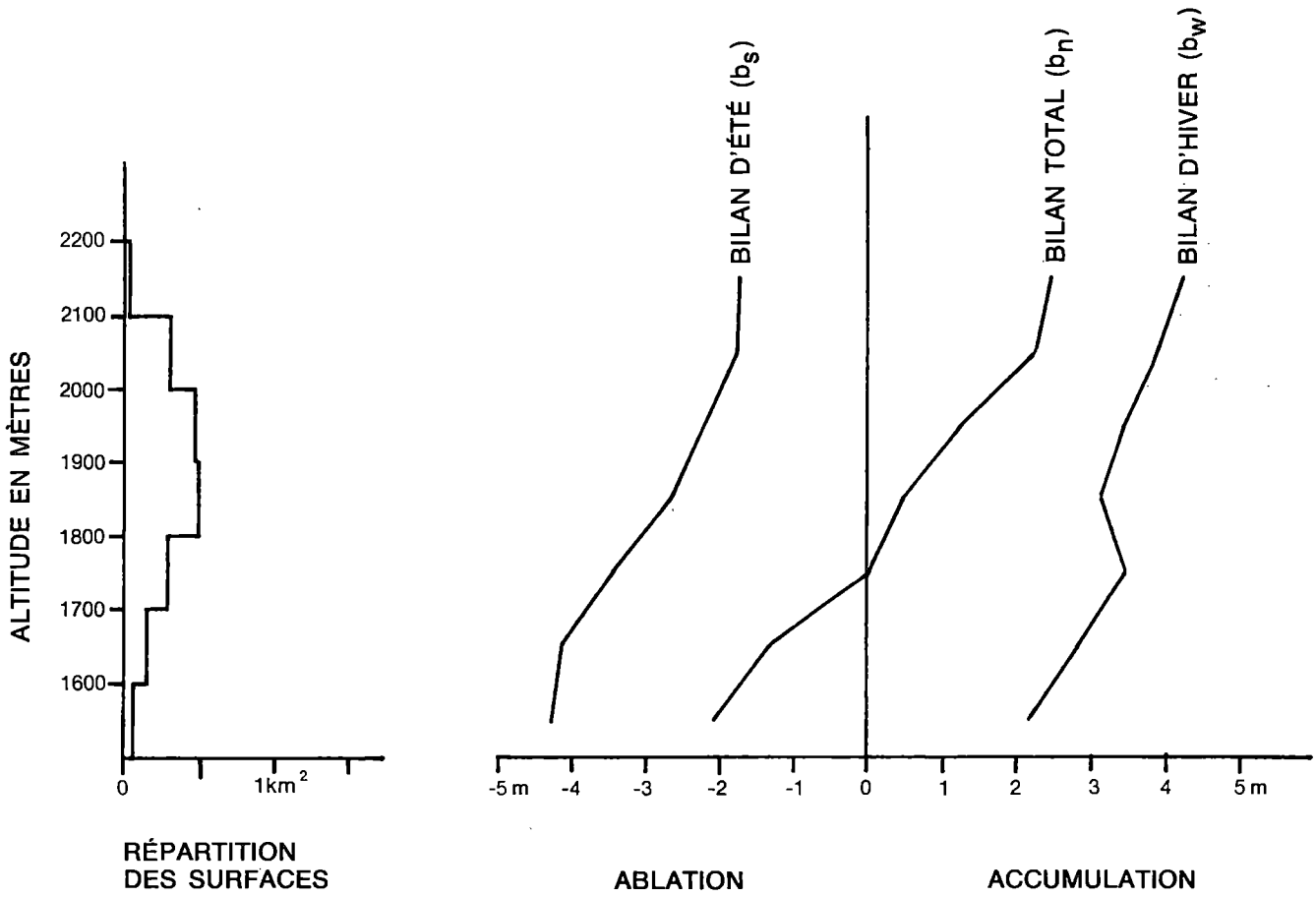


Figure III-9. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1972 et 1973.

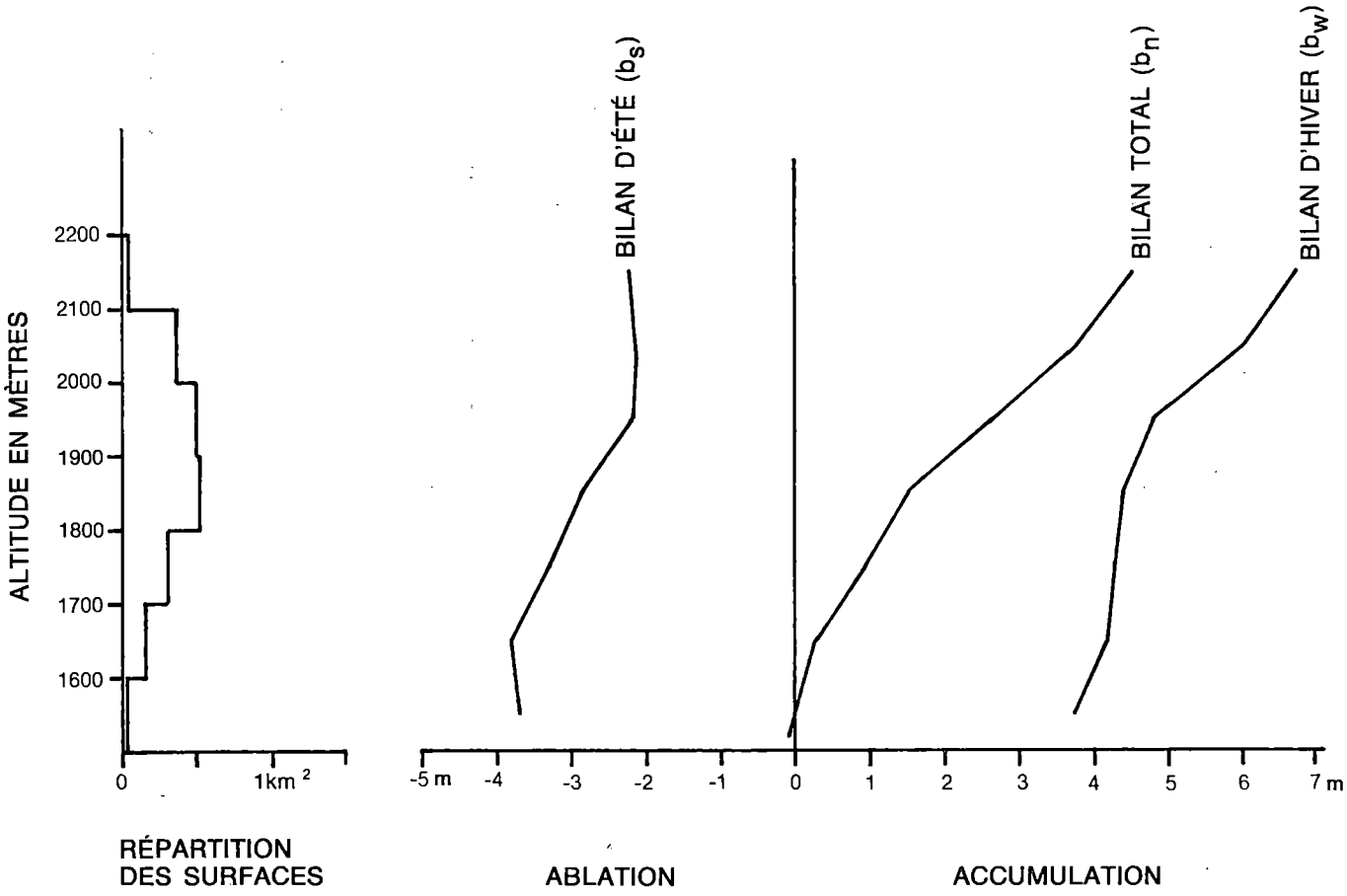


Figure III-10. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1973 et 1974.

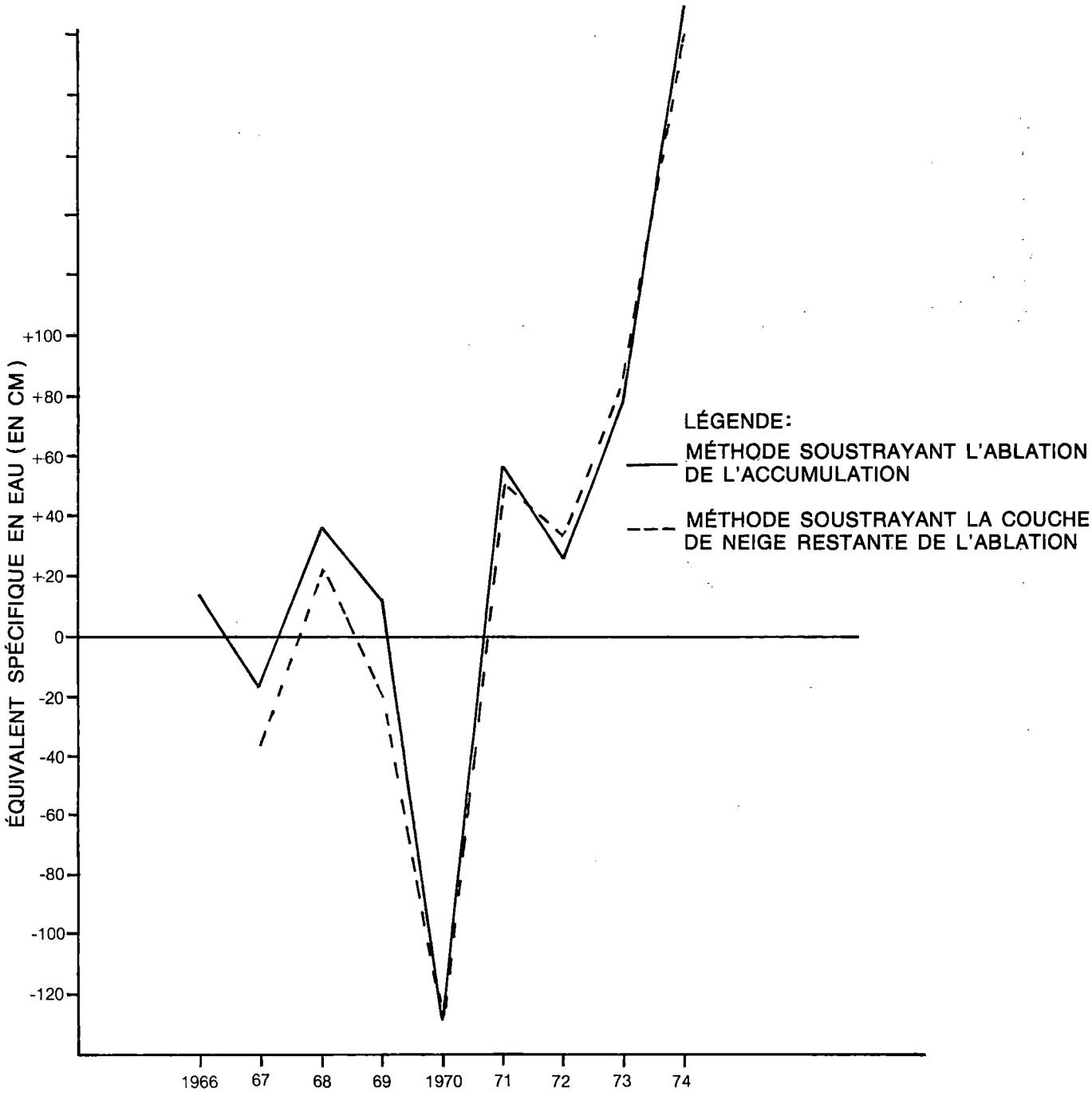


Figure III-11. Variations du bilan total de masse, 1966 à 1974.

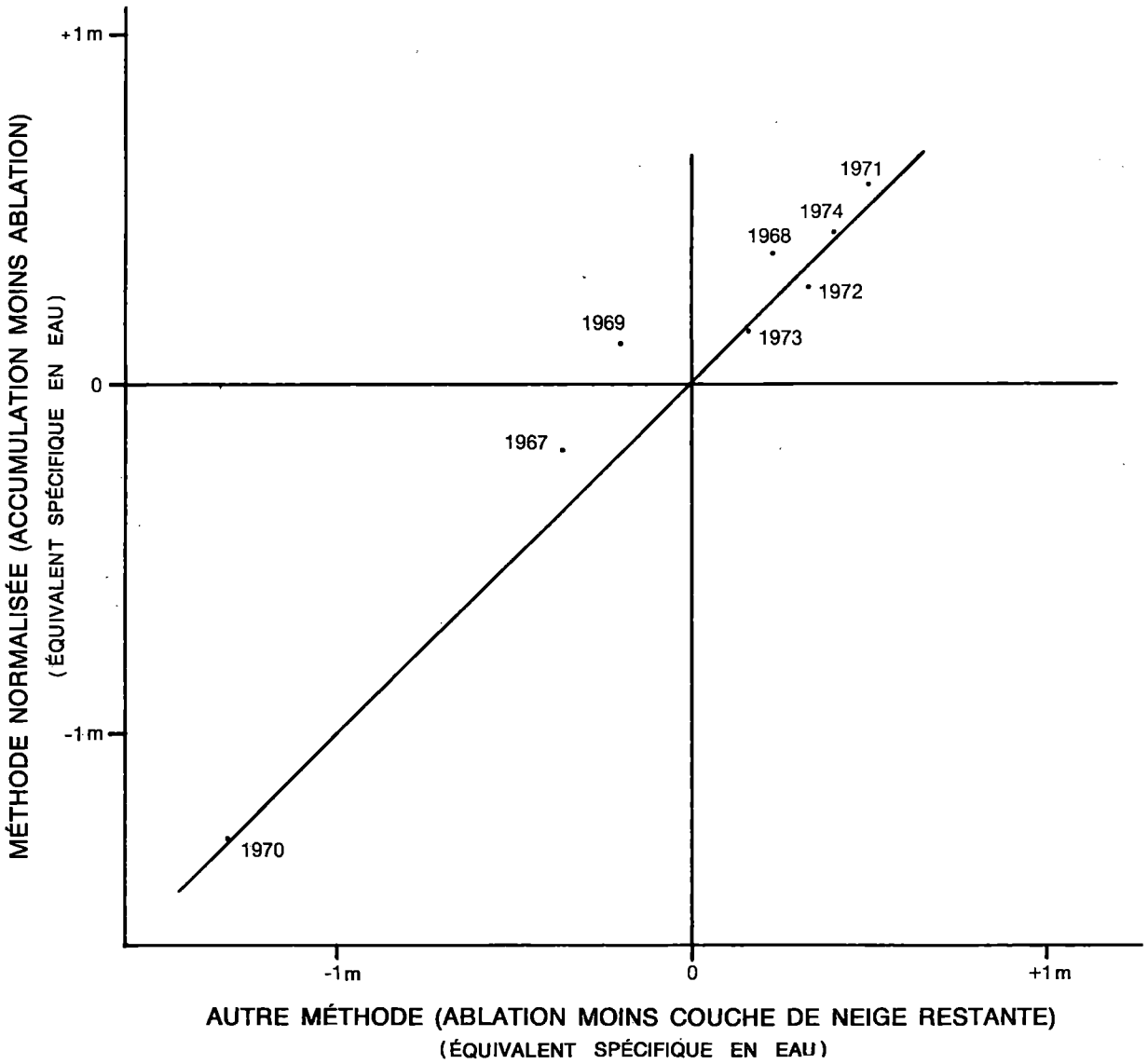


Figure III-12. Analyse des méthodes de mesure de surface.

Tableau III-1.
Glacier: Sentinel
Année: 1965-1966

Début: 1er octobre 1965 — Hiver: jusqu'au 16 juin 1966 — Été: jusqu'au 6 septembre 1966

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	3.40	2.25	+1.15
2000–2100	0.346	3.62	2.32	+1.30
1900–2000	0.490	3.68	2.53	+1.15
1800–1900	0.515	3.32	2.98	+0.34
1700–1800	0.300	3.01	3.66	–0.65
1600–1700	0.219	2.45	4.86	–2.41
<1600	0.092	2.44	4.64	–2.20
Superficie totale et bilans	1.985	3.28	3.13	+0.15

Ligne d'équilibre: 1820 m

Tableau III-2.
Glacier: Sentinel
Année: 1966-1967

Début: 6 septembre 1966 — Hiver: jusqu'au 6 juin 1967 — Été: jusqu'au 8 octobre 1967

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	4.48	2.26	+2.22
2000–2100	0.346	4.40	3.00	+1.40
1900–2000	0.490	4.54	3.94	+0.60
1800–1900	0.515	4.42	4.65	–0.23
1700–1800	0.300	3.80	5.14	–1.34
1600–1700	0.219	3.53	5.50	–1.97
<1600	0.092	3.21	6.00	–2.79
Superficie totale et bilans	1.985	4.21	4.39	–0.18

Ligne d'équilibre: 1875 m

Tableau III-3.
Glacier: Sentinel
Année: 1967-1968

Début: 8 octobre 1967 — Hiver: jusqu'au 23 mai 1968 — Été: jusqu'au 1er octobre 1968

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	3.55	2.26	+1.29
2000–2100	0.346	3.54	2.89	+0.65
1900–2000	0.490	3.43	2.71	+0.72
1800–1900	0.515	3.71	2.77	+0.94
1700–1800	0.300	3.47	3.01	+0.46
1600–1700	0.219	2.97	4.12	–1.15
<1600	0.092	2.14	4.66	–2.52
Superficie totale et bilans	1.985	3.42	3.04	+0.38

Ligne d'équilibre: 1720 m

Tableau III-4.
Glacier: Sentinel
Année: 1968-1969

Début: 1er octobre 1968 — Hiver: jusqu'au 30 mai 1969 — Été: jusqu'au 6 octobre 1969

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	4.22	2.74	+1.48
2000–2100	0.346	3.70	2.84	+0.86
1900–2000	0.490	3.85	3.08	+0.77
1800–1900	0.515	3.74	3.04	+0.70
1700–1800	0.300	3.24	3.96	−0.72
1600–1700	0.219	2.80	4.44	−1.64
<1600	0.092	2.23	5.06	−2.83
Superficie totale et bilans	1.985	3.52	3.40	+0.12

Ligne d'équilibre: 1800 m

Tableau III-5.
Glacier: Sentinel
Année: 1969-1970

Début: 6 octobre 1969 — Hiver: jusqu'au 18 mai 1970 — Été: jusqu'au 30 septembre 1970

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	3.26	3.26	0.00
2000–2100	0.346	2.94	3.23	−0.29
1900–2000	0.490	2.78	3.10	−0.32
1800–1900	0.515	2.56	4.02	−1.46
1700–1800	0.298	2.47	4.81	−2.34
1600–1700	0.186	2.14	5.14	−3.00
<1600	0.069	1.89	5.42	−3.53
Superficie totale et bilans	1.927	2.62	3.92	−1.30

Ligne d'équilibre: 2080 m

Tableau III-6.
Glacier: Sentinel
Année: 1970-1971

Début: 30 septembre 1970 — Hiver: jusqu'au 20 mai 1971 — Été: jusqu'au 4 octobre 1971

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	4.74	2.26	+2.48
2000–2100	0.346	4.16	2.74	+1.42
1900–2000	0.490	4.16	3.07	+1.09
1800–1900	0.515	3.78	2.85	+0.93
1700–1800	0.298	3.59	4.31	−0.72
1600–1700	0.175	3.25	4.24	−0.99
<1600	0.054	3.04	4.91	−1.87
Superficie totale et bilans	1.901	3.86	3.29	+0.57

Ligne d'équilibre: 1795 m

Tableau III-7.
Glacier: Sentinel
Année: 1971-1972

Début: 4 octobre 1971 — Hiver: jusqu'au 7 juin 1972 — Été: jusqu'au 6 octobre 1972

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	4.74	1.74	+3.00
2000–2100	0.346	3.45	2.25	+1.20
1900–2000	0.490	3.05	2.24	+0.81
1800–1900	0.515	2.89	2.57	+0.33
1700–1800	0.298	2.61	3.34	–0.73
1600–1700	0.186	2.18	3.84	–1.66
<1600	0.027	1.89	4.74	–2.85
Superficie totale et bilans	1.858	2.94	2.68	–0.26

Ligne d'équilibre: 1825 m

Tableau III-8.
Glacier: Sentinel
Année: 1972-1973

Début: 6 octobre 1972 — Hiver: jusqu'au 17 mai 1973 — Été: jusqu'au 5 octobre 1973

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	4.22	1.74	+2.48
2000–2100	0.346	3.96	1.75	+2.21
1900–2000	0.490	3.41	2.18	+1.23
1800–1900	0.515	3.10	2.61	+0.49
1700–1800	0.298	3.45	3.43	+0.02
1600–1700	0.158	2.83	4.18	–1.35
<1600	0.014	2.14	4.21	–2.07
Superficie totale et bilans	1.844	3.38	2.60	+0.78

Ligne d'équilibre: 1750 m

Tableau III-9.
Glacier: Sentinel
Année: 1973-1974

Début: 5 octobre 1973 — Hiver: jusqu'au 31 mai 1974 — Été: jusqu'au 6 octobre 1974

Intervalle entre les courbes de niveaux, m	Surface, km²	Bilan d'hiver, m d'équiv. en eau	Bilan d'été, m d'équiv. en eau	Bilan total, m d'équiv. en eau
>2100	0.023	6.74	2.22	+4.52
2000–2100	0.346	6.01	2.12	+3.88
1900–2000	0.490	4.85	2.16	+2.69
1800–1900	0.515	4.40	2.88	+1.52
1700–1800	0.298	4.27	3.29	+0.98
1600–1700	0.158	4.18	3.90	+0.28
<1600	0.014	3.71	3.71	0.00
Superficie totale et bilans	1.844	4.81	2.70	+2.11

Ligne d'équilibre: 1600 m

Tableau III-10. Glacier Sentinel – Lignes d'équilibre

Année	Ligne d'équilibre, mètres au-dessus du niveau de la mer
1966	1820
1967	1875
1968	1720
1969	1800
1970	2080
1971	1795
1972	1825
1973	1750
1974	1600
Moyenne	1807.22
Écart type	129.18

Tableau III-11. Glacier Sentinel – Gain ou perte en volume d'eau du glacier (1966 à 1974) et retrait de la langue

Année	Gain ou perte d'eau, $10^6 m^3$		Retrait cumulé de la langue, m
1965	–		0.0
1966	+0.292		–
1967	–0.368		55.3
1968	+0.740		–
1969	+0.234		85.3
1970	–2.506		–
1971	+1.078		118.6
1972	+0.493		–
1973	+1.444		263.4
1974	+3.887		263.4
Total net	+5.294	Total cum.	263.4

Tableau III-12. Glacier Sentinel – Comparaison des résultats de bilan de masse obtenus par deux méthodes de mesure de surface, pour illustrer leur cohérence interne

Année	Méthode normalisée	Autre méthode	Différence m	Différence* %
	Équivalents spécifiques en eau, m			
1966	+0.15	–	–	–
1967	–1.184	–0.368	0.184	4.4
1968	+0.373	+0.228	0.145	4.2
1969	+0.117	–0.196	0.313	8.8
1970	–1.300	–1.294	0.006	0.2
1971	+0.567	+0.504	0.063	1.6
1972	+0.265	+0.328	0.063	2.2
1973	+0.783	+0.814	0.031	0.9
1974	+2.108	+2.062	0.046	0.9

* Le pourcentage de différence représente le rapport de la différence entre les résultats obtenus par les deux méthodes à l'épaisseur de la couche de neige exprimée en équivalents en eau.

Tableau III-13. Glacier Sentinel – Variations d'épaisseur dans la langue jusqu'à l'altitude maximale de 1650 m durant la période allant de 1964 à 1974, déterminées par relevés photogrammétriques (d'après Reid et Charbonneau, 1975, et communication personnelle).

Période	Changement total de volume (période de 2 ans), m^3	Changement de volume par année, m^3	Variation moyenne d'épaisseur, m
1964-66	–962,000	–481,000	–2.45
1966-68	–569,000	–284,000	–2.15
1968-70	–732,000	–366,000	–3.63
1970-72	–492,000	–246,000	–1.64
1972-74	aucune donnée; toute la surface du glacier était recouverte de neige au moment du relevé, à la fin d'août 1974.		

Annexe IV

Courbe de tarage

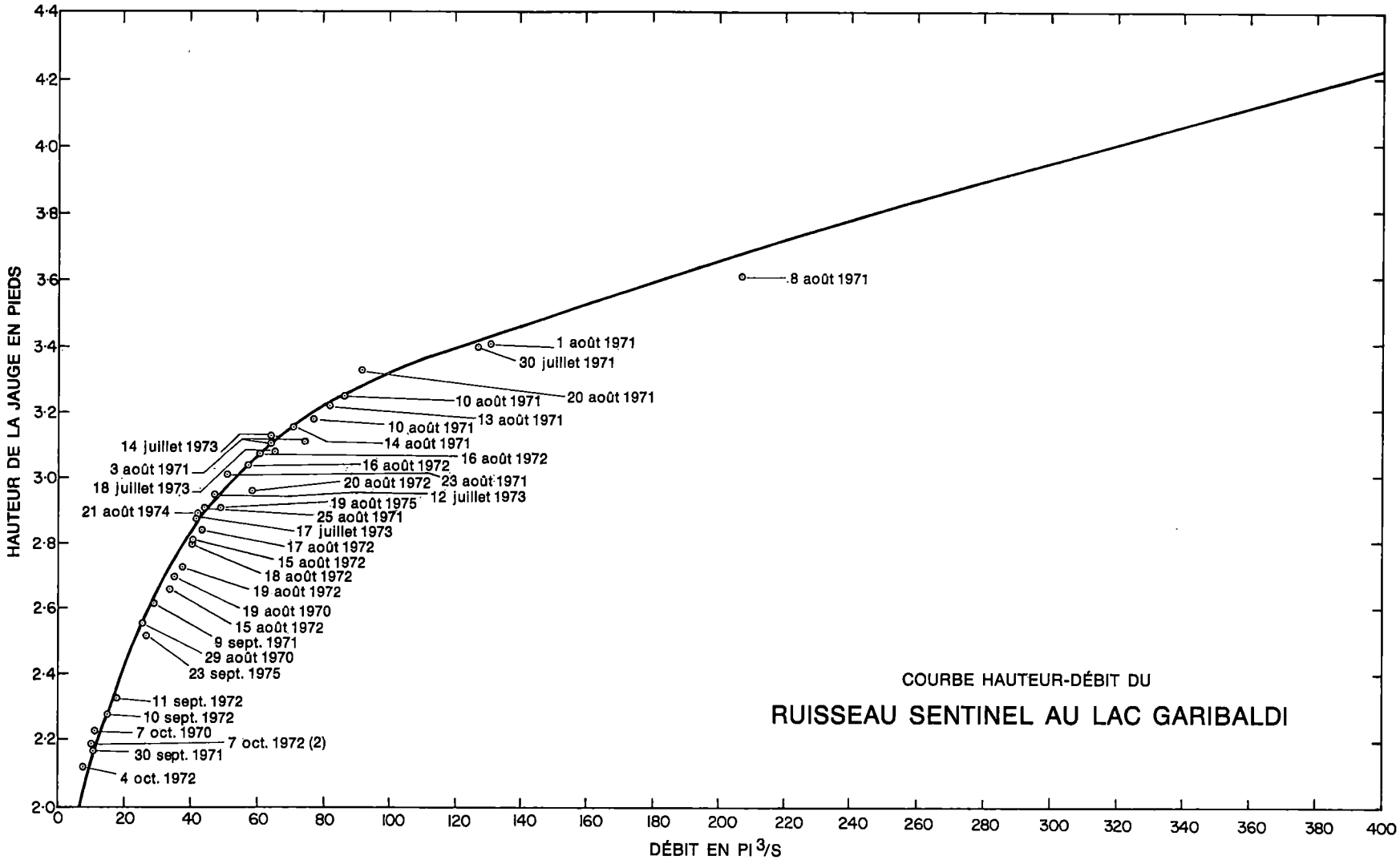


Figure IV-1. Courbe de tarage.

Annexe V

Résumé des paramètres météorologiques et débit d'eau

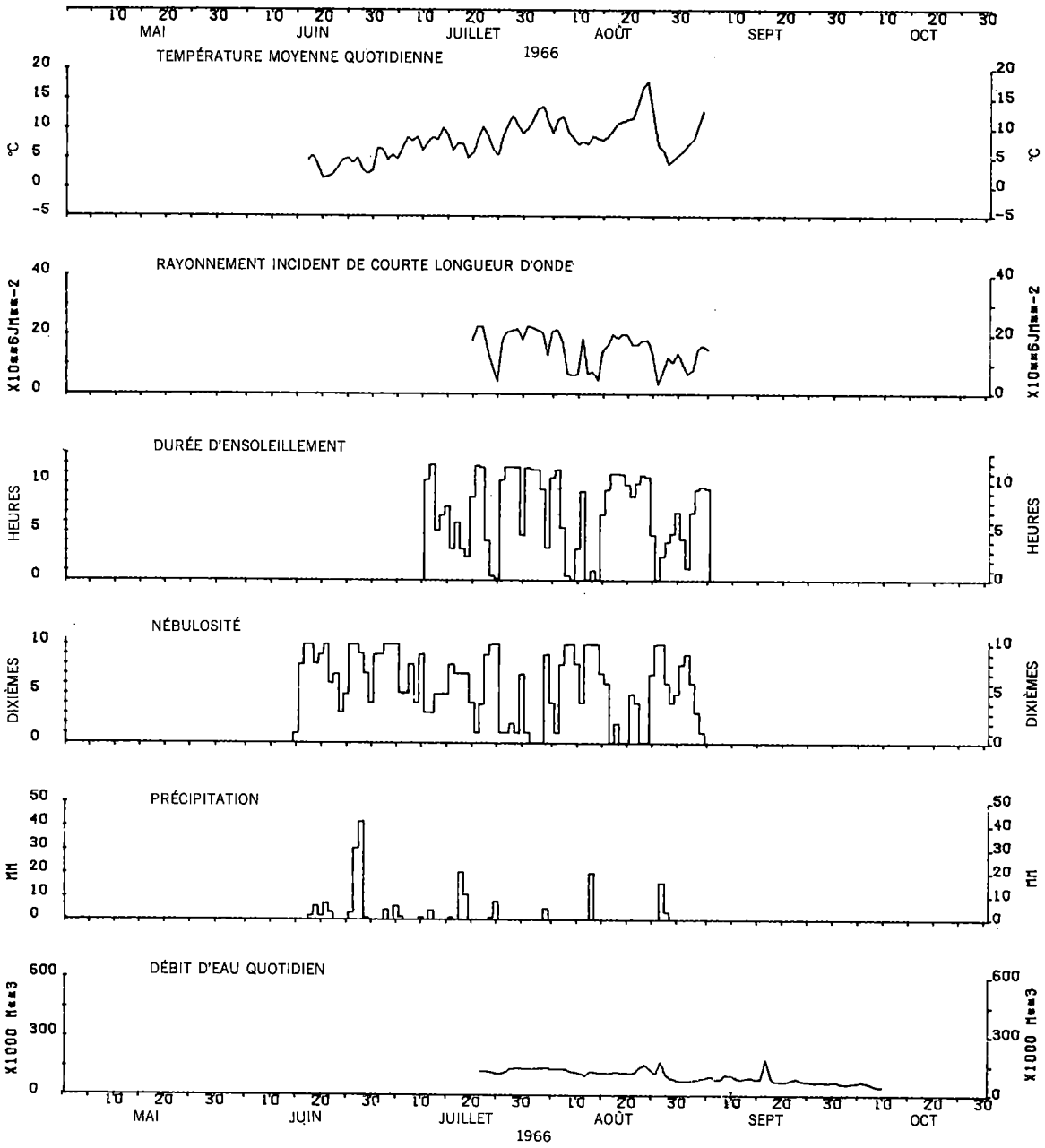


Figure V-1. Le glacier Sentinel, 1966.

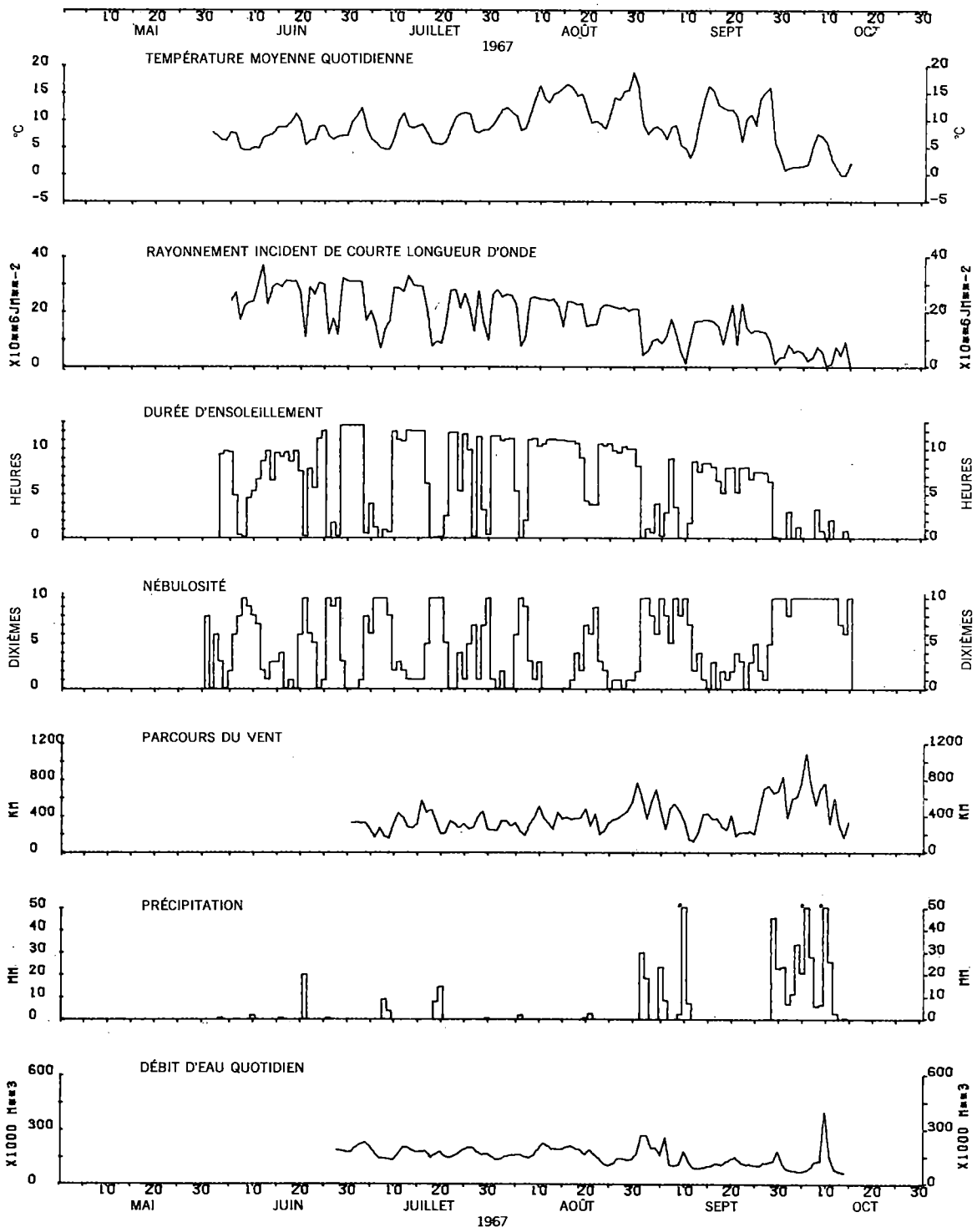


Figure V-2. Le glacier Sentinel, 1967.

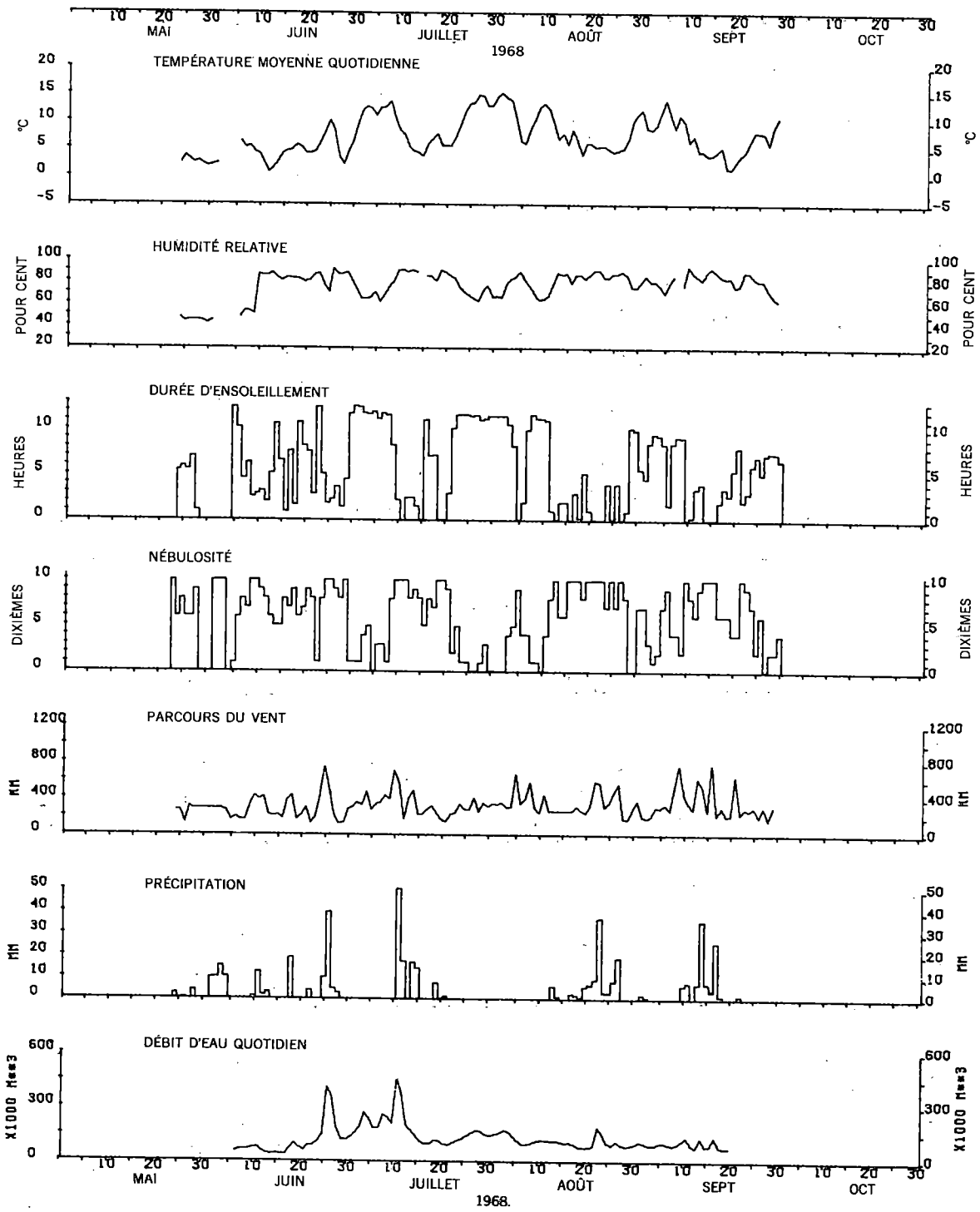


Figure V-3. Le glacier Sentinel, 1968.

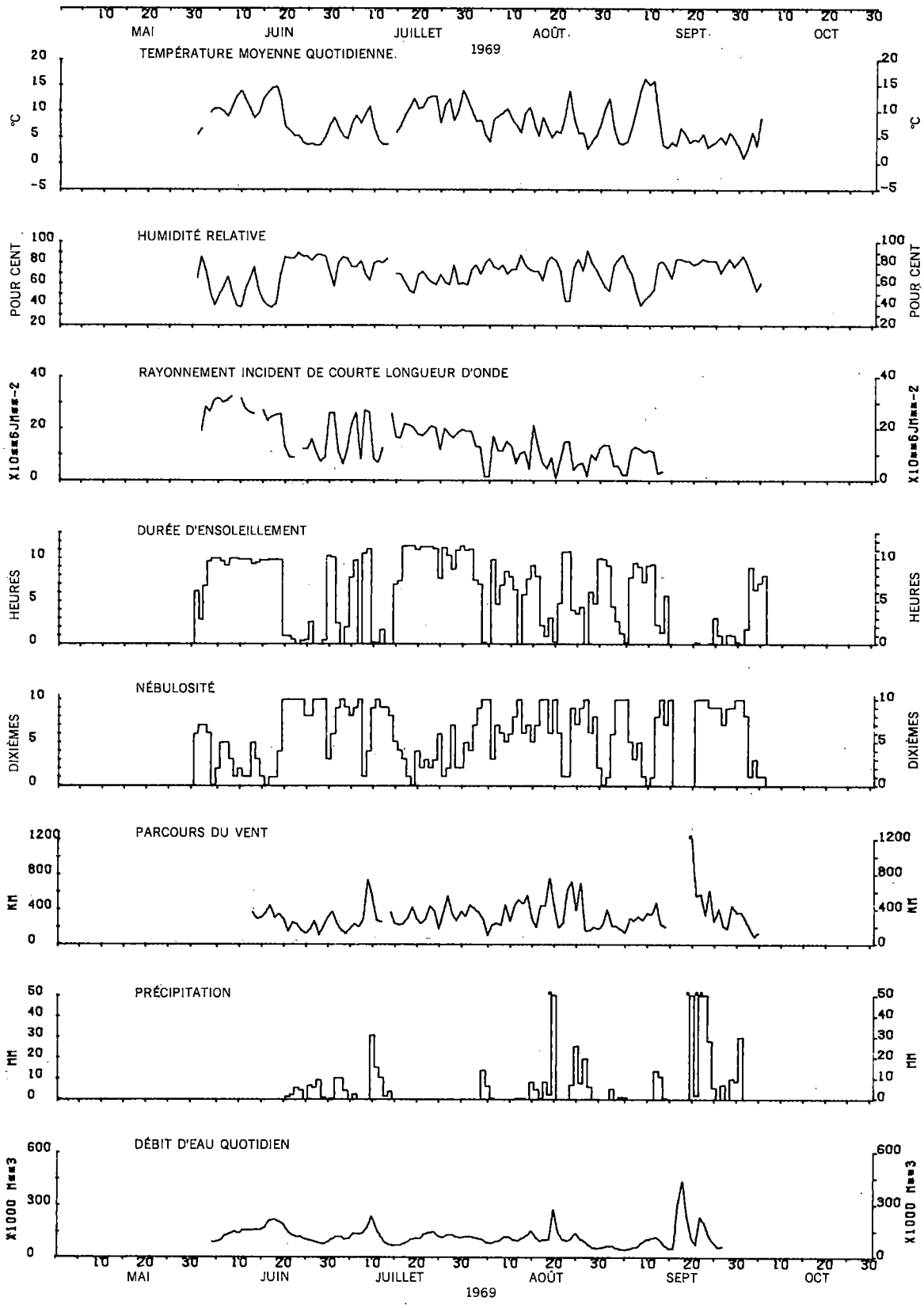


Figure V-4. Le glacier Sentinel, 1969.

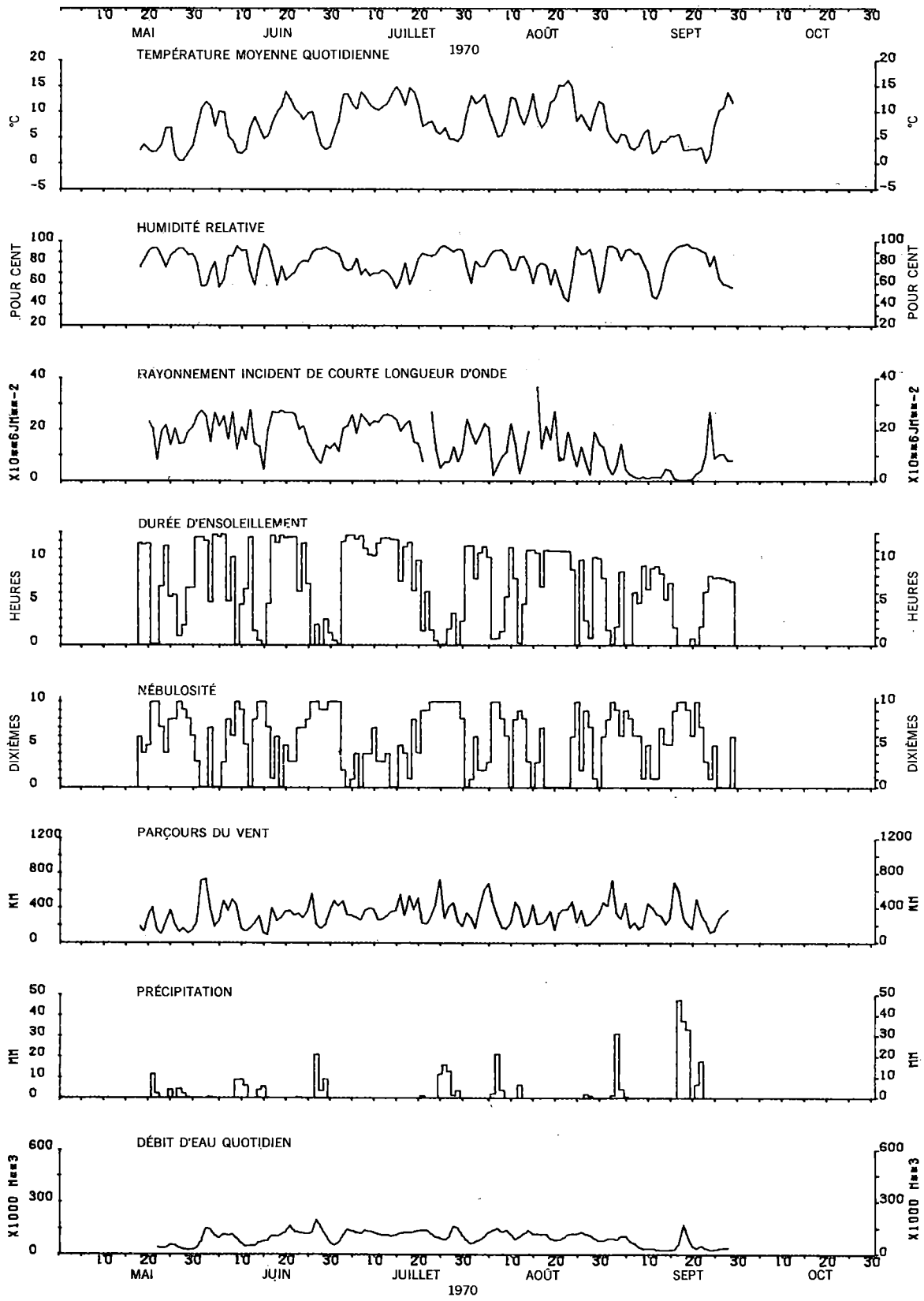


Figure V-5. Le glacier Sentinel, 1970.

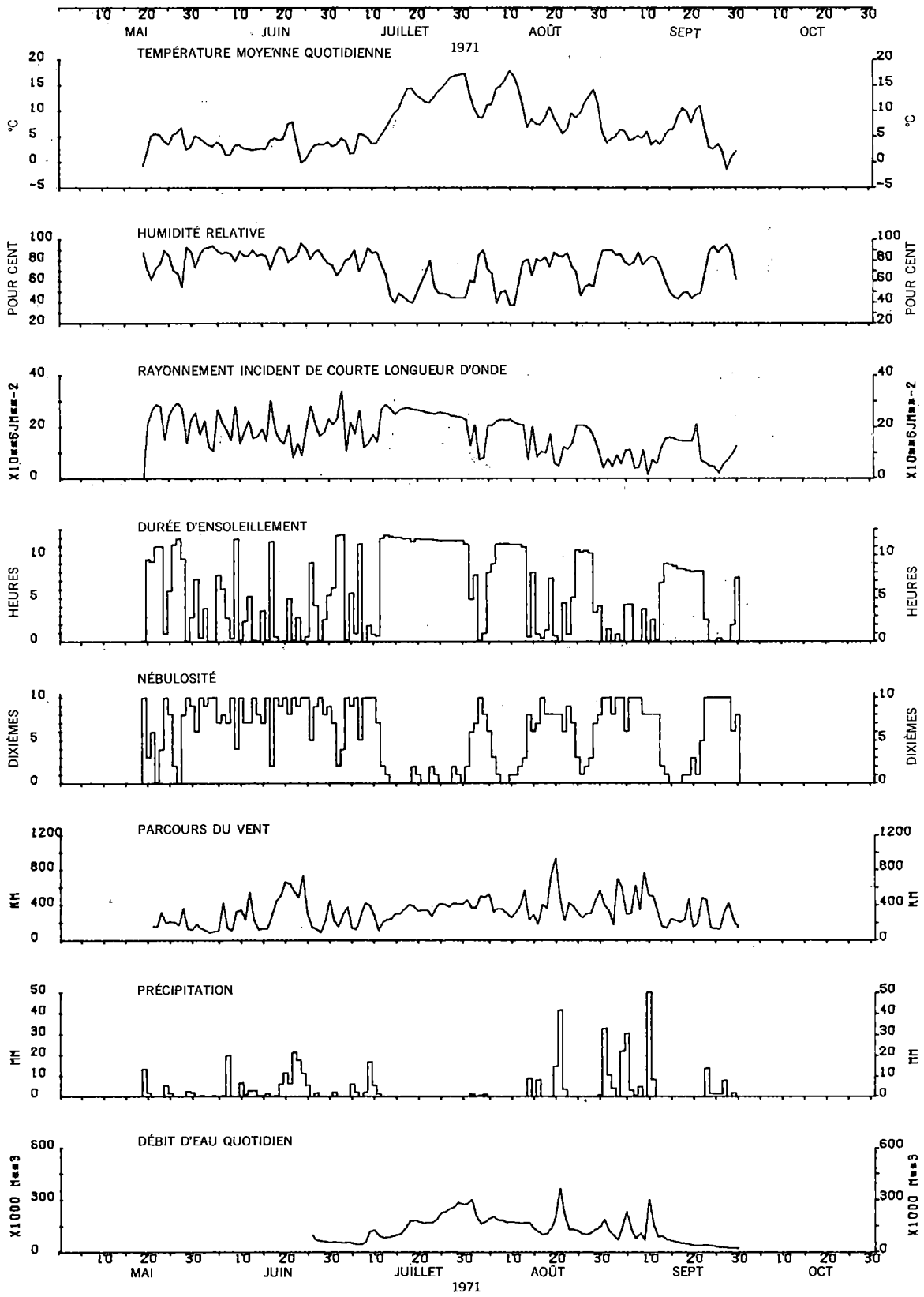


Figure V-6. Le glacier Sentinel, 1971.

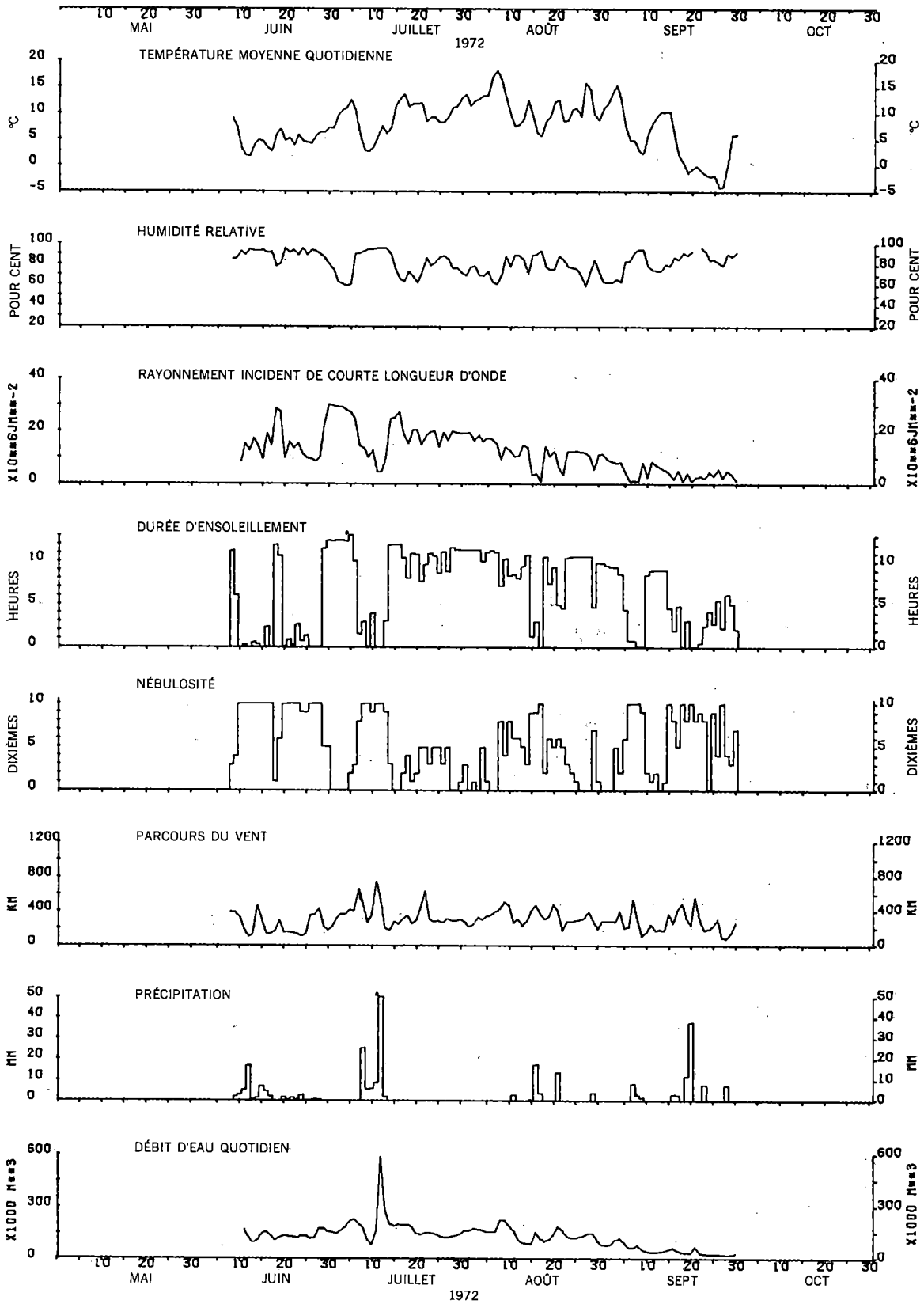


Figure V-7. Le glacier Sentinel, 1972.

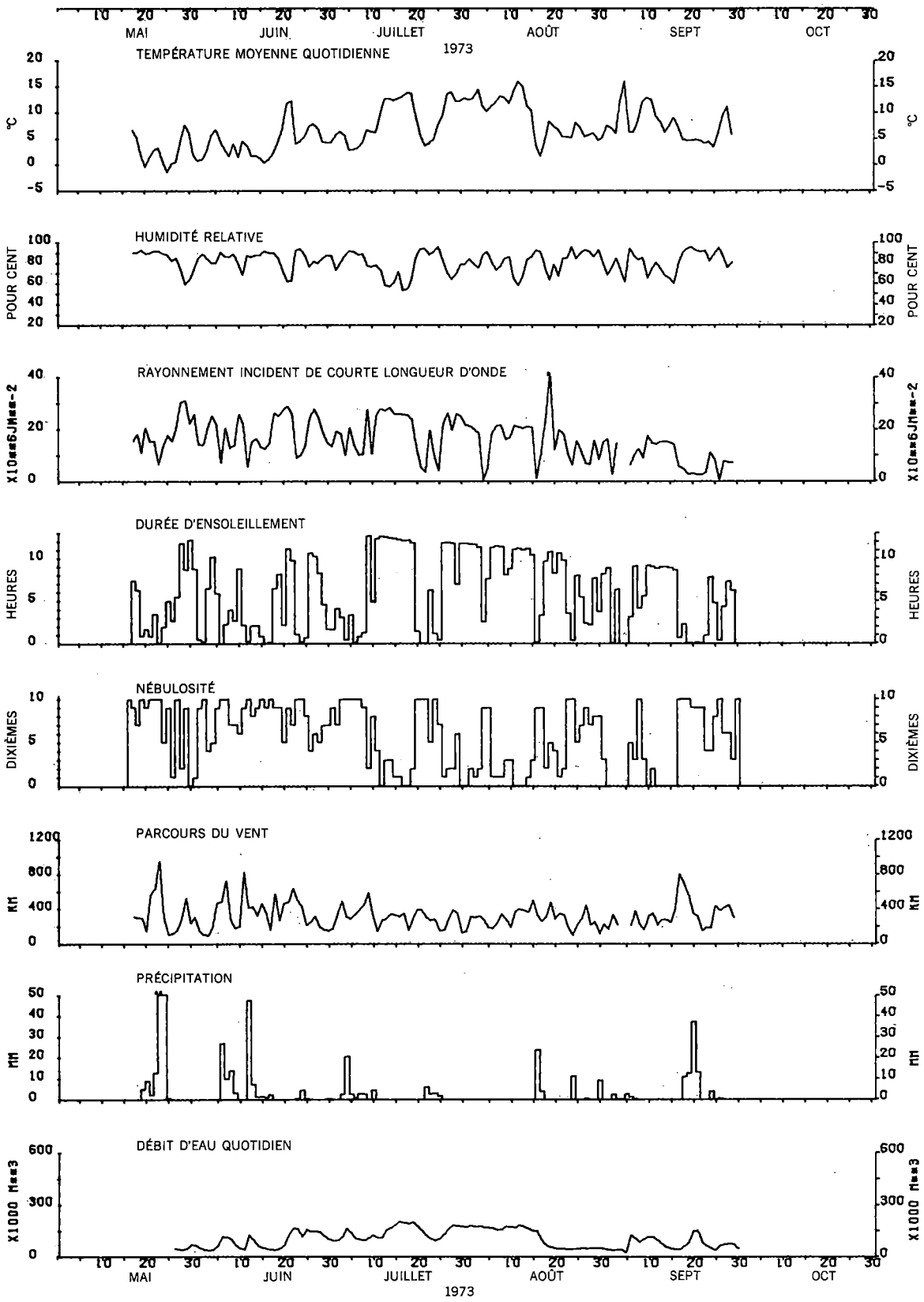


Figure V-8. Le glacier Sentinel, 1973.

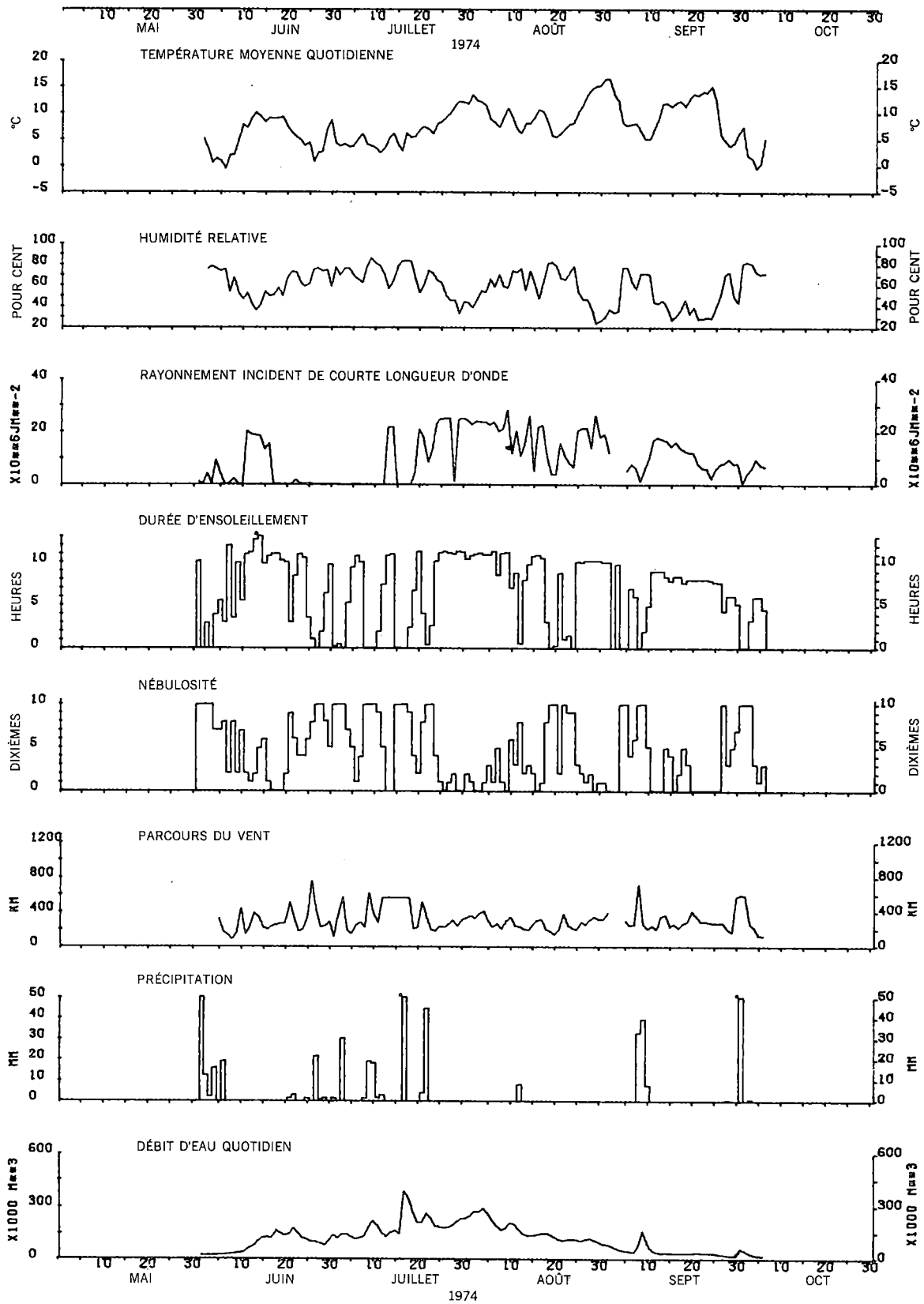


Figure V-9. Le glacier Sentinel, 1974.

Environment Canada Library, Burlington
3 9055 1018 8147 1