Environment Canada – Environnement Canada
Serie scientifique (Canada. Direction Generale des Eaux Interieures)
No : 69
GB 707 C3354
OOFF 0026272J

GB
707
C3354
No.69
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° 2. Le glacier Place, Colombie-Britannique – Résumé des mesures

O. Mokievsky-Zubok et A. D. Stanley

ENVIRONMENT CANADA
ENVIRONNEMENT CANADA
JUIL
LIBRARY - BIBLIOTHÈQUE

ÉTUDE N° 69, SÉRIE SCIENTIFIQUE
(Available in English)

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

GB
707
C3554
No. 69
c.2

Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1977

N° de cat.: En 36-502/69F

ISBN: 0-662-01488-X

Table des matières

	Page
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	v
INTRODUCTION	1
DESCRIPTION GÉNÉRALE	1
GÉOLOGIE	3
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
Relevés du mouvement des glaces à partir des balises	4
Écoulement d'hiver	4
SOMMAIRE	5
REMERCIEMENTS	5
RÉFÉRENCES	5
ANNEXE I. Résumé des données de bilan de masse	7
ANNEXE II. Cartes des bilans d'été et d'hiver et du bilan total	11
ANNEXE III. Graphiques et tableaux glaciologiques	43
ANNEXE IV. Courbe de tarage	63
ANNEXE V. Résumé des paramètres météorologiques et débit d'eau	67

Illustrations

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

Résumé

Le glacier Place, situé dans la chaîne Côtière de la Colombie-Britannique, est au nombre des cinq glaciers qui ont fait l'objet d'études menées dans l'ouest du Canada en 1965, 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 aussi certaines références à des études particulières sur le glacier Place.

Abstract

Place 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 1965.

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 reference to special studies on the glacier.

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

Étude nº 2. Le glacier Place, 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 Place de 1965 à l'expiration de la DHI, le 31 décembre 1974.

DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le glacier Place (lat. 50°26′ N., long. 122°36′ O.) se trouve dans la chaîne Côtière de l'ouest du Canada, à 135 km au nord de Vancouver (figure 1). Le glacier subit l'influence d'un climat maritime; il se trouve cependant à l'extérieur de l'anneau de fortes précipitations d'hiver, de sorte que la couche de neige saisonnière dépasse rarement 5 m dans la plus grande partie du glacier.

Les principaux paramètres du glacier sont:

Superficie du glacier	3.980 km² en 1965 3.893 km² en 1974
Altitude maximale	2602 m au-dessus du niveau de la mer
Altitude minimale	1820 m au-dessus du niveau de la mer
Altitude moyenne	2211 m au-dessus du niveau de la mer
Pente moyenne	9°
Azimut	329°
Bilan spécifique moyen d'hiver, 1965 à 1974	1.99 m (écart type, 0.38)
Bilan spécifique moyen d'été, 1965 à 1974	2.39 m (écart type, 0.42)
Bilan spécifique total moyen, 1965 à 1974	-0.40 m (écart type, 0.60)
Rapport de la zone d'accumulation	0.46
Ligne moyenne d'équilibre, 1965 à 1974	2138 m (écart type, 140)

Le glacier couvre presque 4 km², soit environ 60 p. 100 de la superficie totale du bassin de drainage jusque

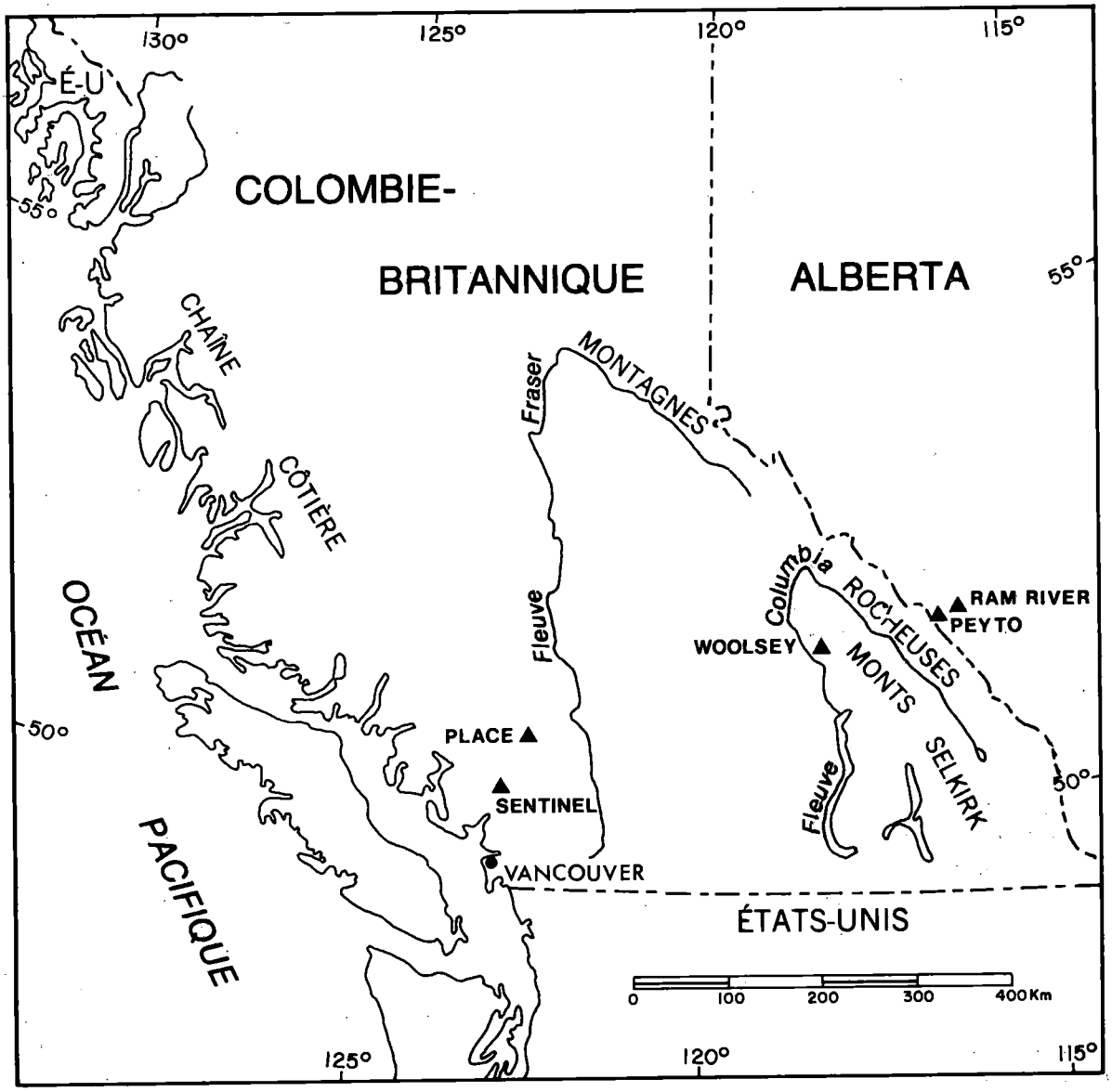


Figure 1. Emplacement des bassins glaciaires dans la Cordillère canadienne choisis pour les études de bilan combinées.

dans le canal des eaux de fonte en amont de la jauge du torrent. La station comprend un déversoir en béton qui mesure le débit et le niveau de l'eau à l'année longue. Le barrage se trouve à environ 250 m en aval de la langue du glacier. Il y a un petit lac terminal, bordé partiellement sur le côté oriental par une moraine à noyau de glace.

La ligne de névé se trouve normalement au pied du bassin supérieur, à une altitude de 2140 m.

Le glacier Place présente deux bassins distincts bordés de murailles abruptes. Le bassin supérieur, le plus petit, est orienté vers l'ouest, tandis que le bassin inférieur fait face au nord. Entre les deux, la surface du glacier est abrupte et très crevassée. Le bassin versant est relativement plat, avec quelques grandes crevasses, mais sa pente croît progressivement en direction de la tête. Le bassin inférieur s'élève graduellement à partir de la langue, et s'étend vers le sud sur environ 2.5 km jusqu'au confluent du glacier Joffre. Le bassin inférieur est caractérisé par un grand nombre de petites crevasses et par de nombreux moulins.

GÉOLOGIE

Dans la région du glacier Place, la roche de fond comprend des roches sédimentaires métamorphosées du Mésozoïque. Elle renferme une série indifférenciée de roches volcaniques et argileuses, présentant un assemblage métamorphique de faible teneur, à intrusion de sills, de filons et de petits corps de granodiorite.

CUEILLETTE DES DONNÉES

Les travaux au glacier Place couvrent les mois de mai à septembre pour la période allant de 1965 à 1969. À partir de 1970, année où des enregistreurs météorologiques à long terme étaient installés, les visites au glacier se sont bornées à 3 ou 4 par saison. 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 1965 à 1974 est présenté à l'annexe 1. 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).

L'annexe II fournit des cartes illustrant le réseau de balises, les coupes et les points de sondage, les bilans d'été et d'hiver et le bilan total. Les balises étaient installées au début de l'étude. Les perches d'aluminium 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 mesurée avec la balise temporaire était égalée à celle 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 saison d'étude, la densité de la neige afin de calculer l'équivalent en eau des hauteurs de neige mesurées. De 1965 à 1969, les mesures de fonte étaient effectuées tous les 8 à 10 jours. À partir de 1970, elles n'étaient prises que 3 ou 4 fois par saison. À la fin de la saison, la couche de neige restante était sondée à nouveau.

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'été et d'hiver. 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 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, 1965 à 1974.

2 à 11. Variation des bilans d'hiver et d'été, et du bilan total, avec l'altitude, pour chaque année.

12. Variations du bilan total de masse, 1965 à 1974.
13. Analyse des méthodes de mesure de surface.

TABLEAUX

1 à 10. Résumés des données sur le bilan total de masse en fonction des courbes de niveau, 1965 à 1974.
11. Lignes d'équilibre, 1965 à 1974.
12. Gain ou perte en volume d'eau du glacier, 1965 à 1974.
13. Comparaison des résultats de bilan de masse obtenus par deux méthodes de mesure de surface, pour illustrer leur cohérence interne.

Données hydrologiques

À l'heure actuelle, les eaux de fonte du glacier Place se déversent directement dans un petit lac qui s'étend sur environ 250 m devant la langue du glacier. L'eau sort du lac par un seul canal délimité par la roche. En 1969, la Division des relevés hydrologiques du Canada a construit un déversoir en béton sur le canal près de la sortie du lac. L'installation était constituée d'un déversoir rectangulaire, surmonté d'une tour de 20 pieds abritant les appareils pour mesurer le débit d'été et pour contrôler le débit d'hiver. Un limnigraphe Stevens A-35 servait à mesurer le niveau d'eau à l'année longue.

Les mesures de débit étaient faites chaque année à intervalles réguliers d'environ 6 semaines. Les mesures faites l'été étaient très exactes, mais la précision diminuait en hiver lorsqu'il y avait de la glace dans le déversoir malgré le chauffage.

Les mesures détaillées de 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.

Données météorologiques

Au glacier Place, comme aux autres glaciers canadiens au cours du programme de la DHI, la cueillette de données météorologiques a joué un rôle de première importance. De 1966 à 1969, durant les mois d'été, les données étaient recueillies chaque jour; la température, l'humidité relative, la direction et la vitesse du vent, de même que les précipitations étaient enregistrées quatre fois par jour. 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.

La station était installée au camp de base, situé à 1840 m au-dessus du niveau de la mer, à 250 m de la langue. De 1965 à 1970, elle se composait d'un thermohygrographe, de pluviomètres simples (type Pluvius—voir Østrem, 1966) et, en 1966, d'un anémomètre. En 1967, un pluviomètre automatique Fischer-Porter a aidé à effectuer les mesures.

En 1970, le remplacement des enregistreurs à court terme par des instruments à long terme a permis d'espacer les visites au glacier à environ une fois par mois. La température, l'humidité relative, les précipitations, la vitesse et la direction du vent étaient alors enregistrées. Certains renseignements relatifs à de courtes périodes durant les mois d'hiver sont disponibles.

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.

ÉTUDES SPÉCIALES

Calcul du bilan de masse par différentes méthodes

Deux méthodes de mesure de surface ont servi à établir l'exactitude des mesures, en déterminant le degré de cohérence interne (Mokievsky-Zubok, 1973a).

Relevés du mouvement des glaces à partir des balises

Chaque année, des données ont pu être recueillies grâce aux balises permanentes qui réapparaissaient à la surface au milieu d'août, après la fonte des neiges d'hiver.

Écoulement d'hiver

Les mesures de l'écoulement d'hiver du glacier ne sont pas exactes. La formation de glace à l'intérieur du déversoir et à l'extérieur du barrage a provoqué des fluctuations anormales de l'eau dans le puits, fournissant des observations erronées. Le chauffage était insuffisant pour pallier aux difficultés et de nouvelles méthodes sont à présent à l'étude.

SOMMAIRE

Le calcul du bilan de masse au glacier Place n'a présenté que peu de difficultés. En général, la hauteur de la neige était en rapport avec l'altitude et il était possible de prévoir d'année en année les types d'accumulation particuliers dont l'importance dépendait de la chute de neige totale. Comme presque toute la couche de neige tombe sur la glace en hiver, les mesures de sa hauteur étaient faciles et sûres. L'emploi de deux méthodes de mesure de surface a réduit les possibilités d'erreur. Aucun endroit n'était inaccessible et il n'a pas été nécessaire de faire des extrapolations subjectives pour tracer les courbes de hauteur de la neige ou de son équivalent en eau.

La cueillette des données météorologiques a souffert de la défectuosité des instruments, les années où il n'y avait personne sur place. Toutefois, les données hydrologiques sont sûres; elles sont les plus exactes de toutes celles recueillies dans les bassins glaciaires canadiens au cours de la DHI, et ce depuis la construction du lit contrôlé et des installations de mesure en 1969.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient pour sa coopération et son aide le personnel du bureau de Vancouver, Division des relevés hydrologiques du Canada, qui a construit les installations de mesure malgré de très grandes difficultés et qui a pris les mesures de débit à intervalles réguliers. Ils tiennent à remercier spécialement MM. C. Watson et A. Waraway pour les efforts qu'ils ont déployés à résoudre les problèmes de gel.

Ils ont beaucoup apprécié le travail et l'intérêt apportés à l'étude par les stagiaires qui y ont collaboré durant l'été.

RÉFÉRENCES

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, 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, 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, Ottawa, Ontario. Série scientifique n° 31, 4 pages.

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 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.

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, 312 pages.

Annexe I

Résumé des données de bilan de masse

Tableau I-1. Glacier Place – 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	1.58	2.02	2.10	2.32	2.05	1.43	2.04	1.76	1.79	2.77
Bilan d'été	2.23	1.91	3.31	2.45	2.26	2.94	2.39	2.10	2.09	2.21
Bilan total	−0.65	+0.11	−1.21	−0.13	−0.21	−1.51	−0.35	−0.34	−0.30	+0.56
					Équivalents en eau, $10^6 m^3$					
Bilan d'hiver	6.293	8.018	8.315	9.162	8.106	5.689	8.087	6.853	6.980	10.781
Bilan d'été	8.890	7.567	3.957	9.681	8.956	11.648	9.446	8.192	8.139	8.592
Bilan total	−2.597	+0.451	−4.798	−0.519	−0.850	−5.959	−1.359	−1.339	−1.159	+2.189

*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

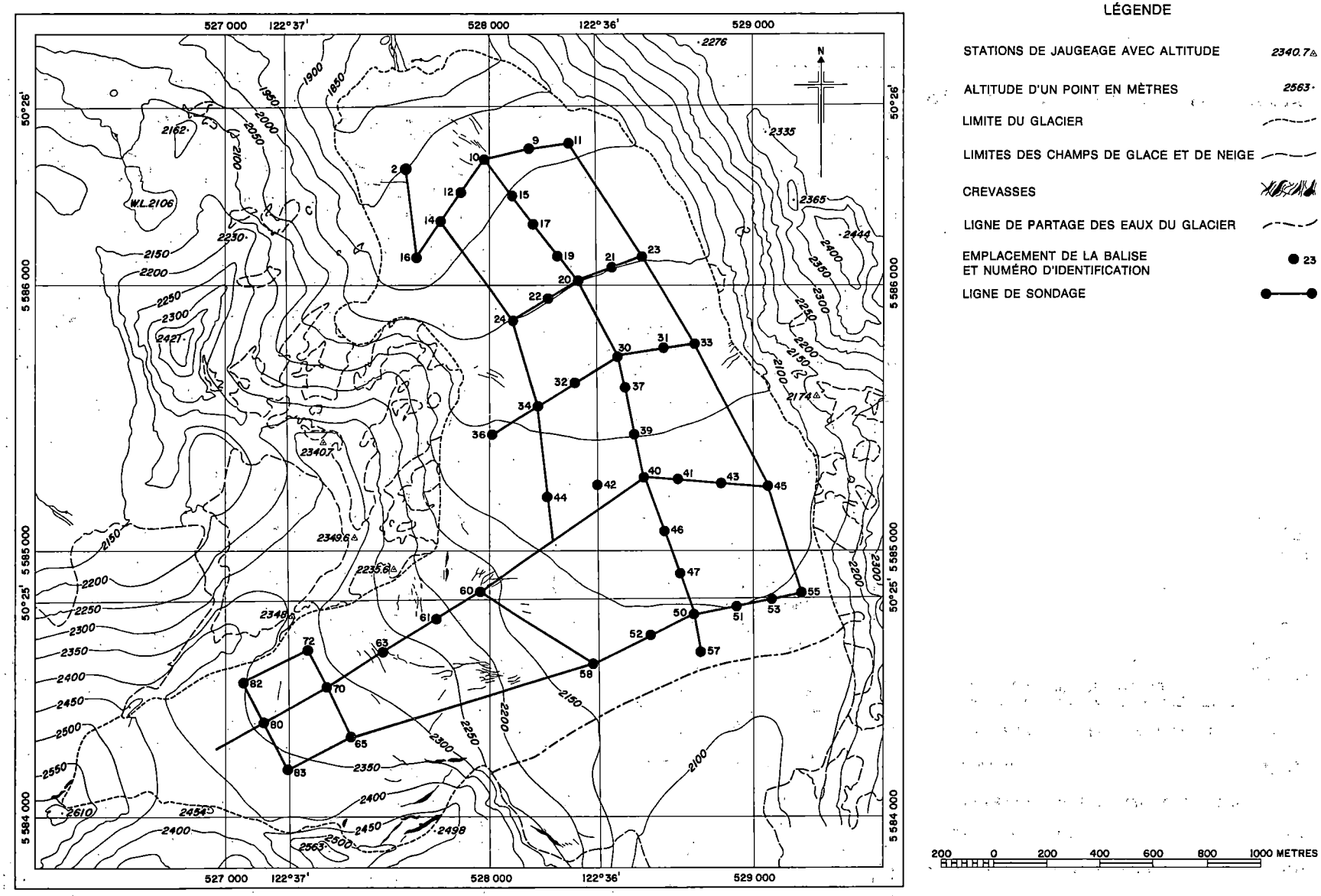


Figure II-1. Carte du réseau de balises et des coupes et points de sondage.

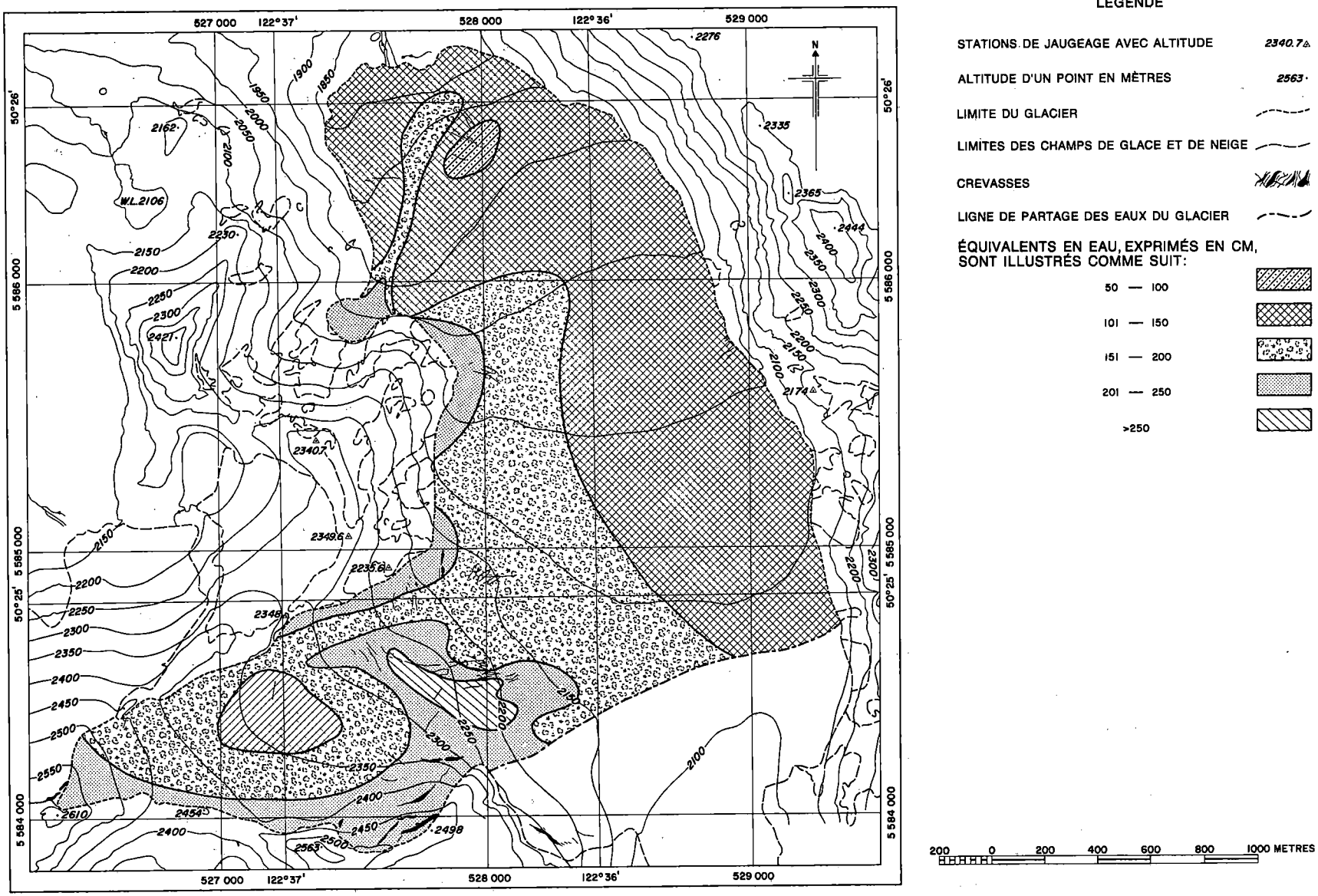


Figure II-2. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 18 avril 1965.

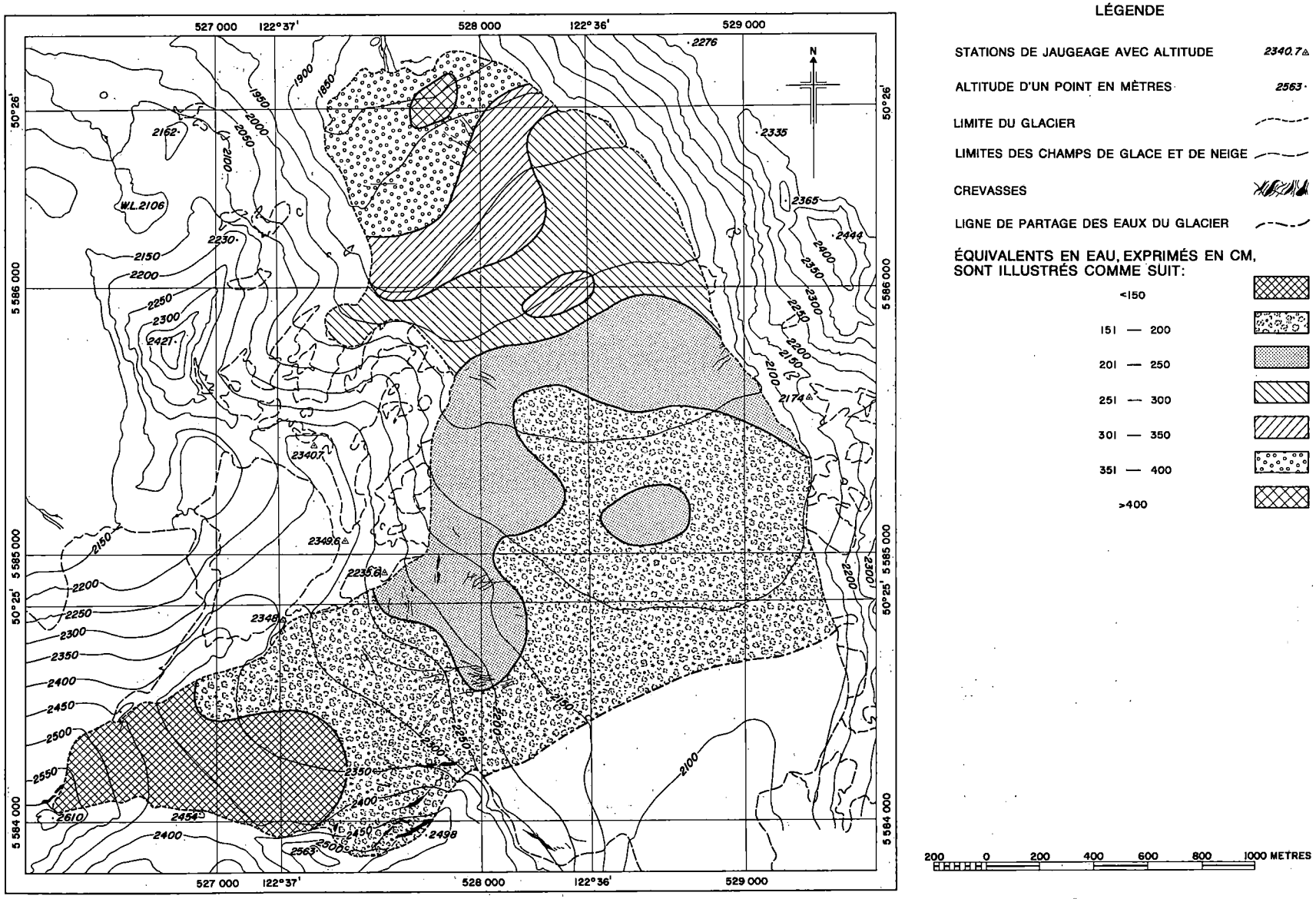


Figure II-3. Carte du bilan d'été jusqu'au 10 septembre 1965.

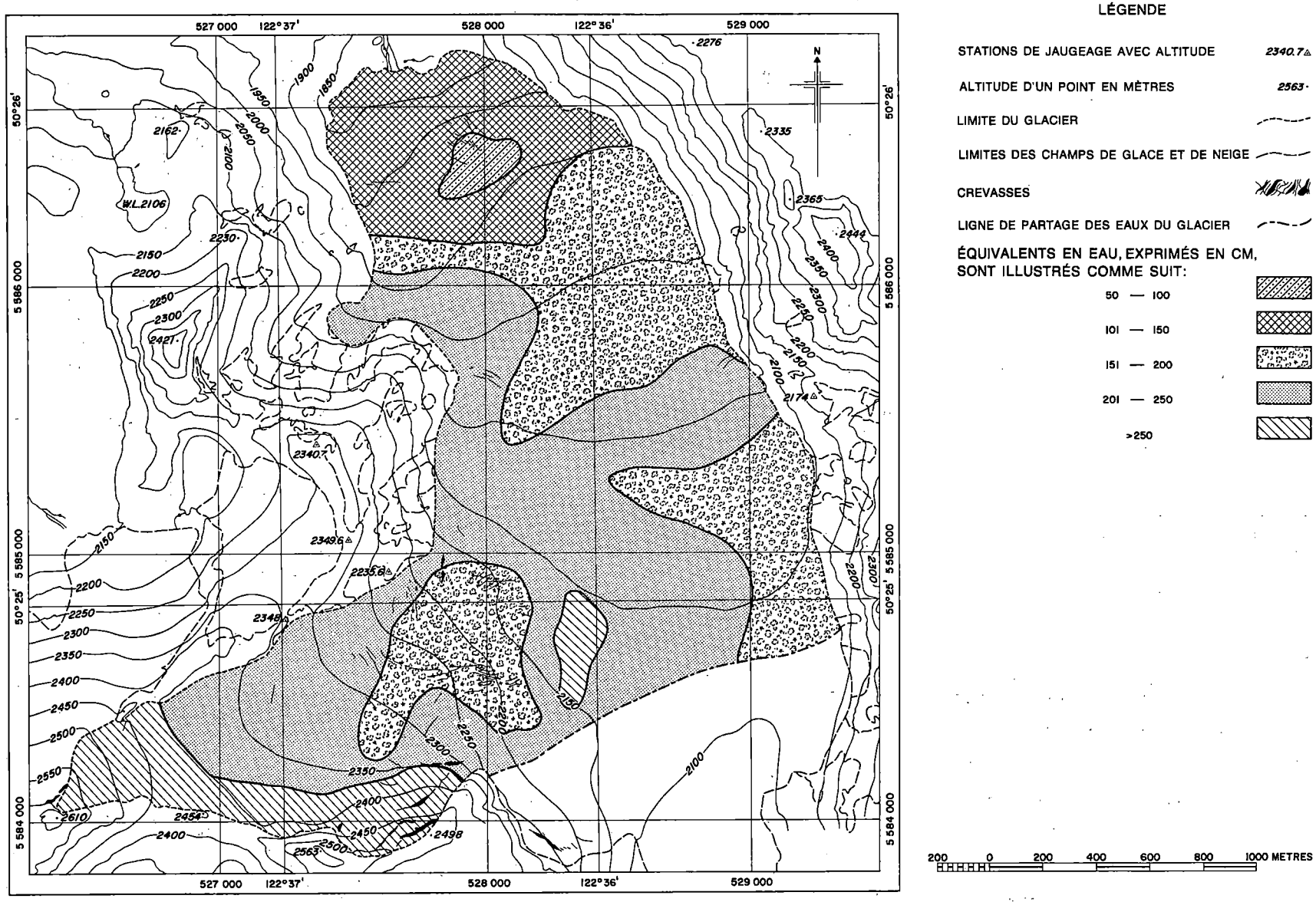


Figure II-4. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 15 juin 1966.

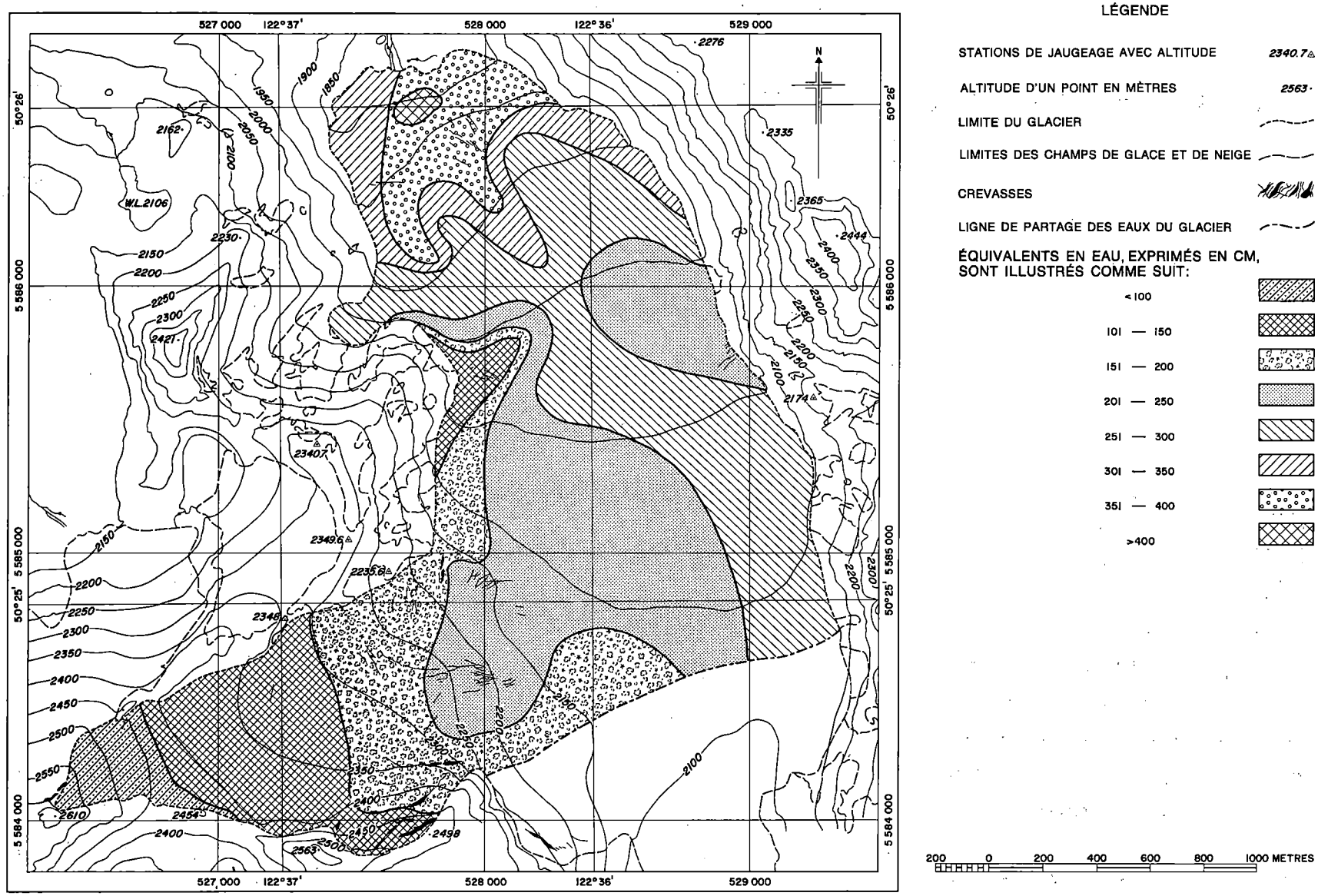


Figure II-5. Carte du bilan d'été jusqu'au 3 septembre 1966.

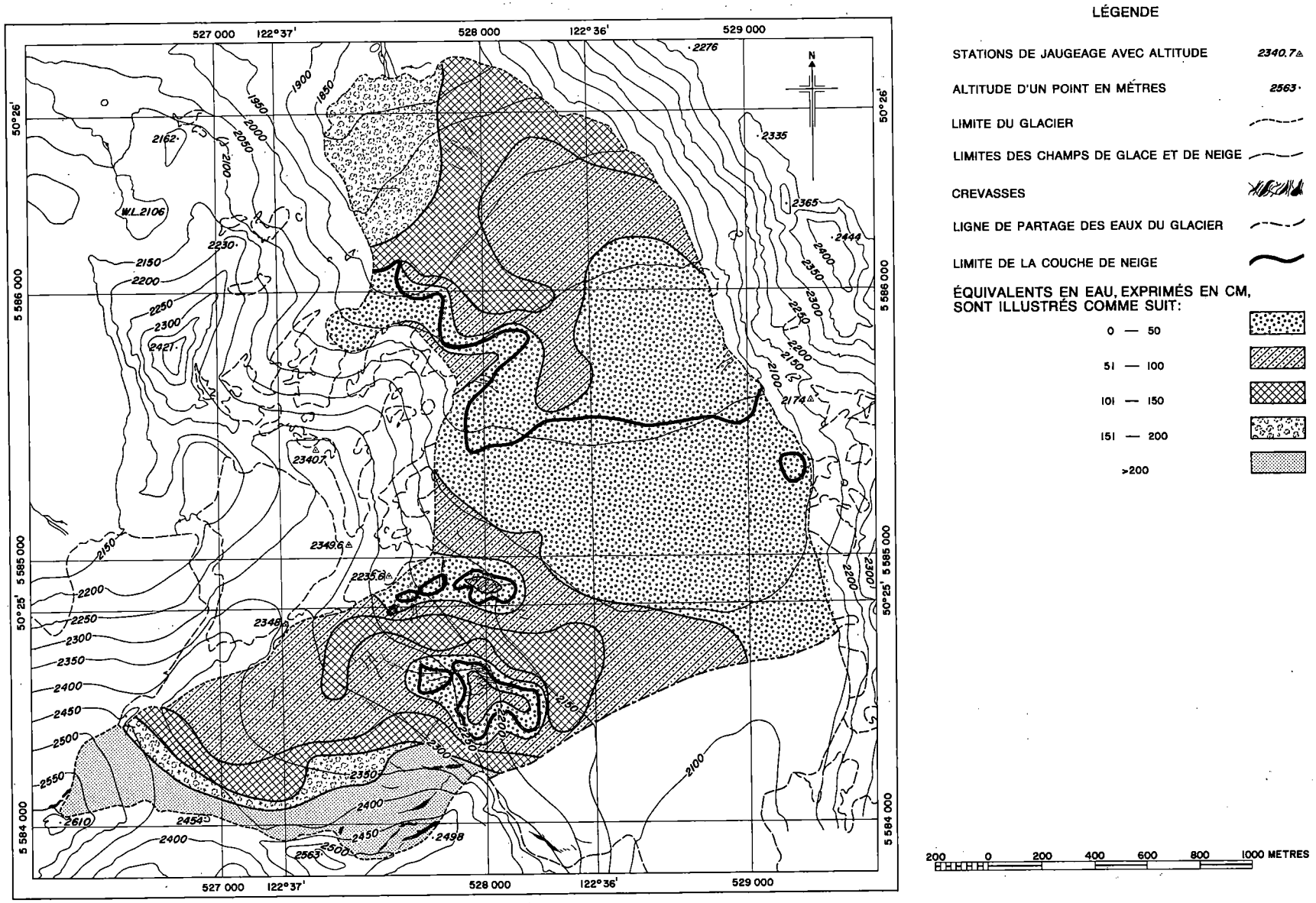
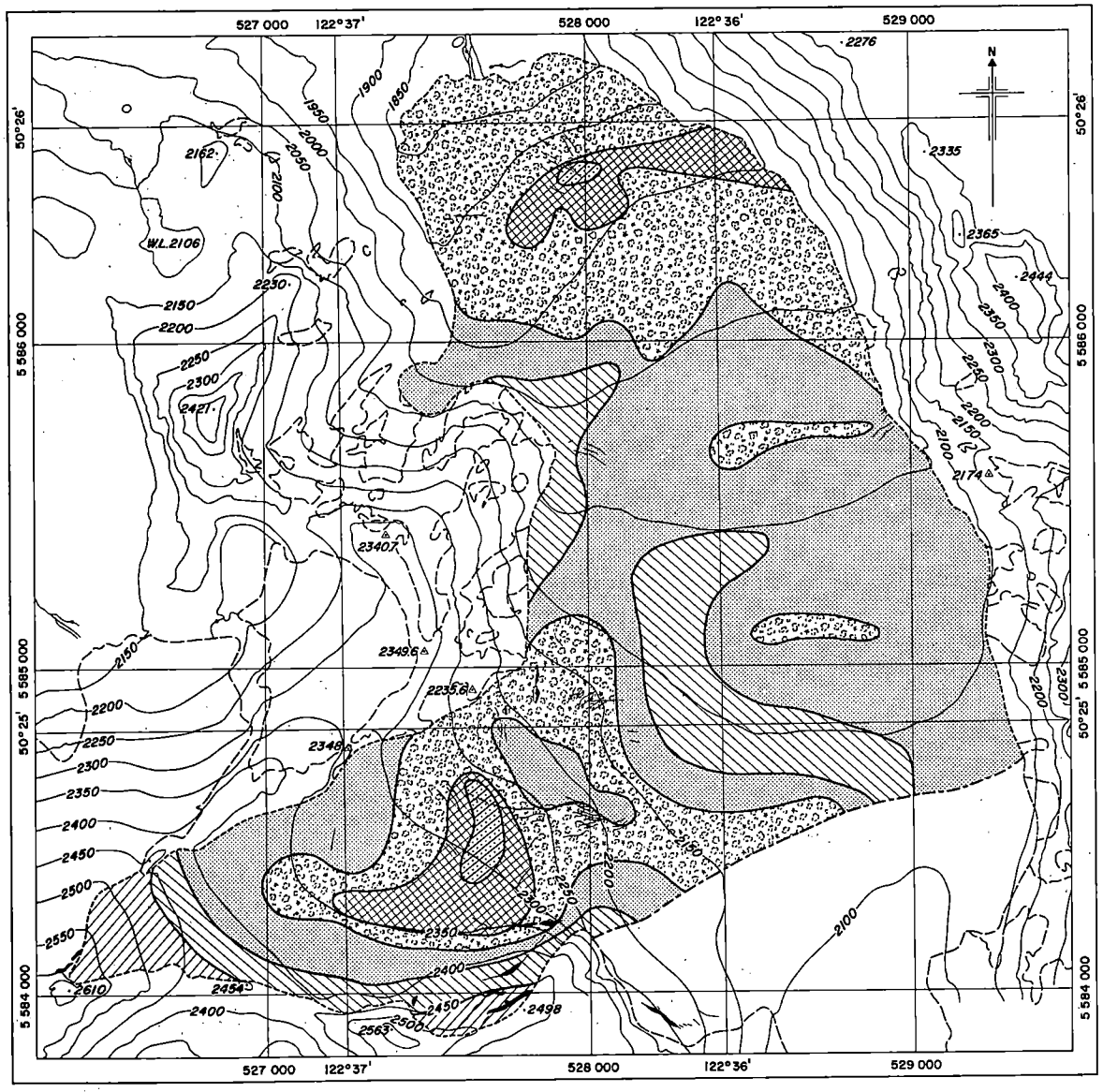


Figure II-6. Carte du bilan total du 15 juin au 3 septembre 1966.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

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

50 — 100

101 — 150

151 — 200

201 — 250

251 — 300

>300

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-7. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 31 mai 1967.

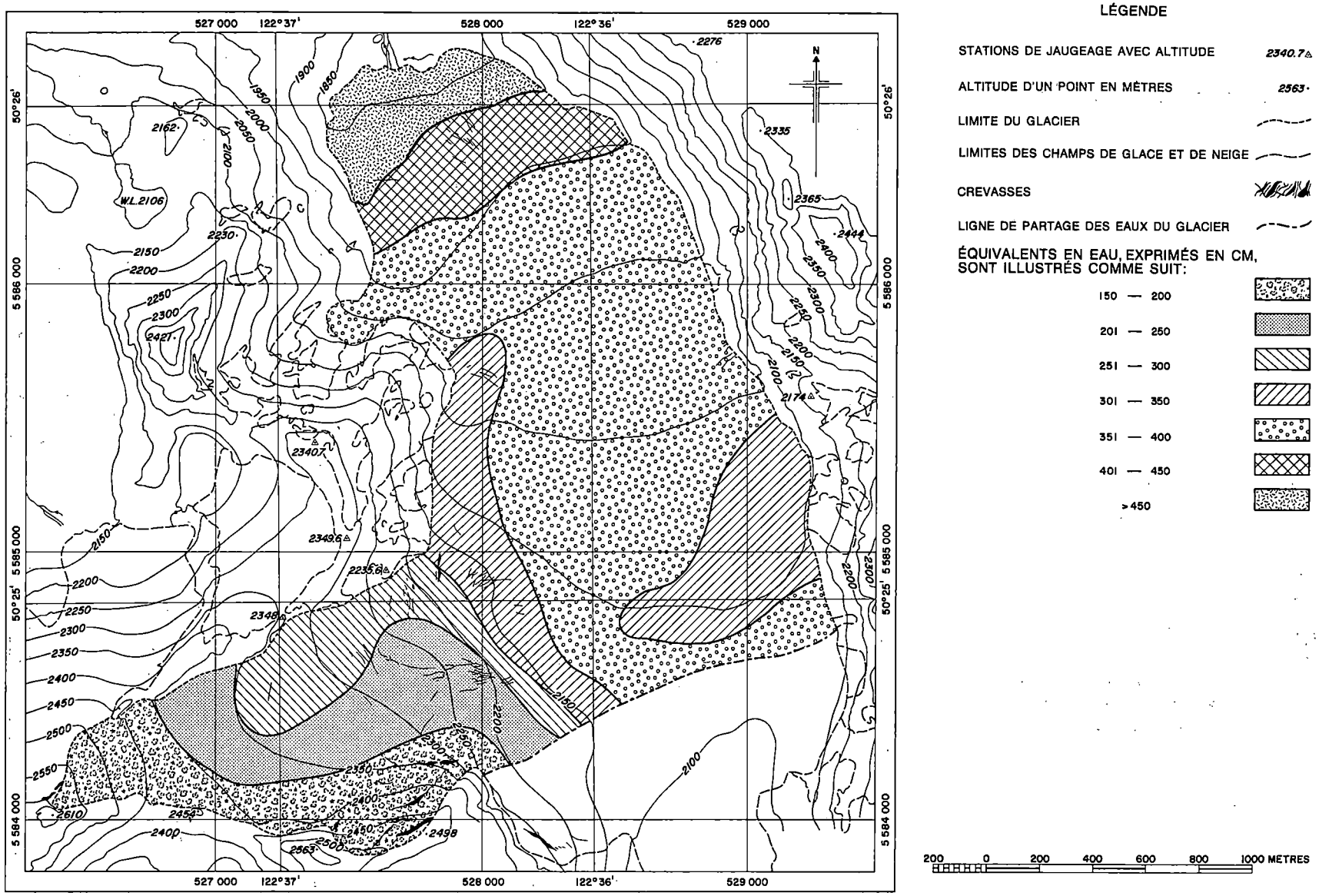


Figure II-8. Carte du bilan d'été jusqu'au 16 octobre 1967.

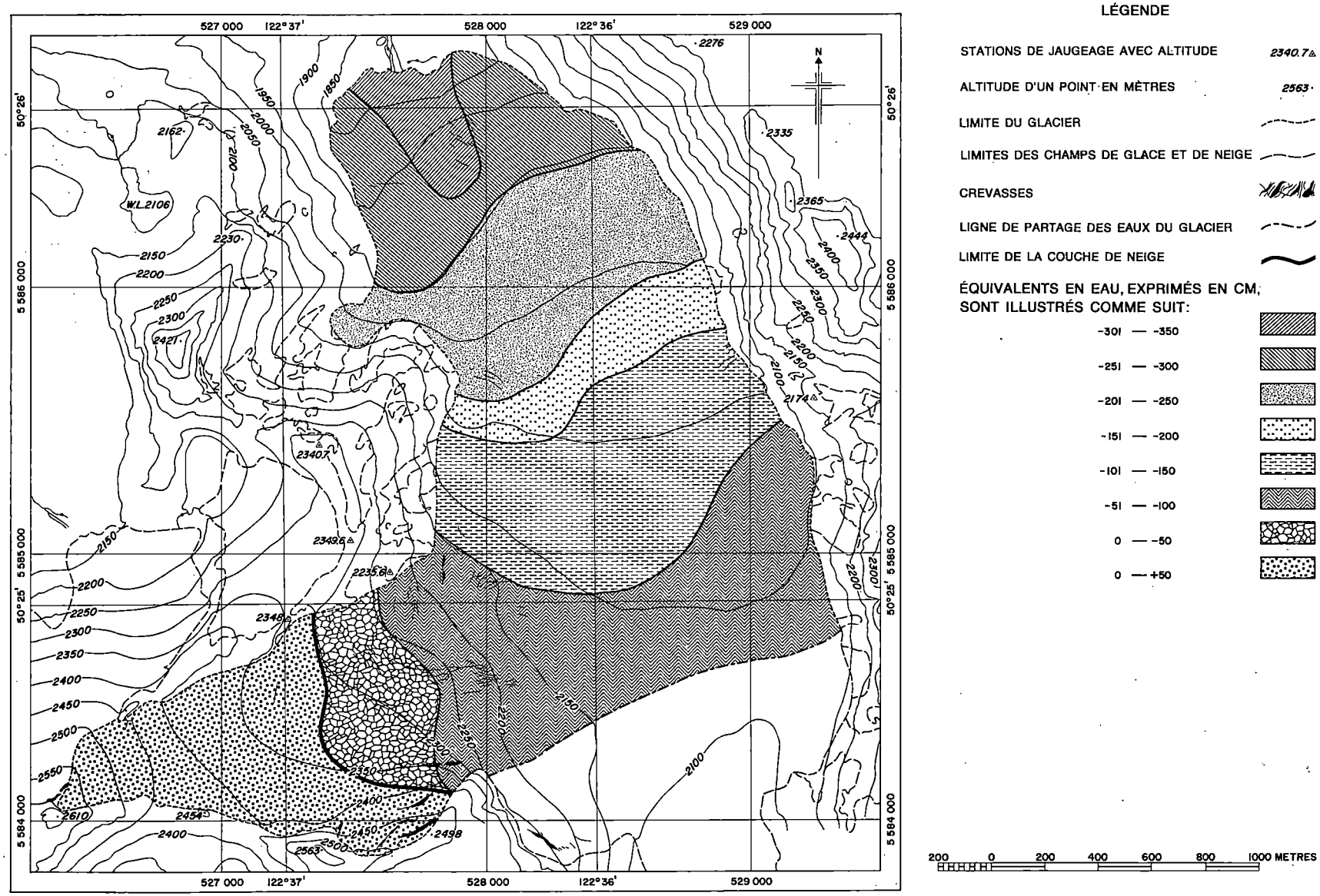


Figure II-9. Carte du bilan total du 31 mai au 16 octobre 1967.

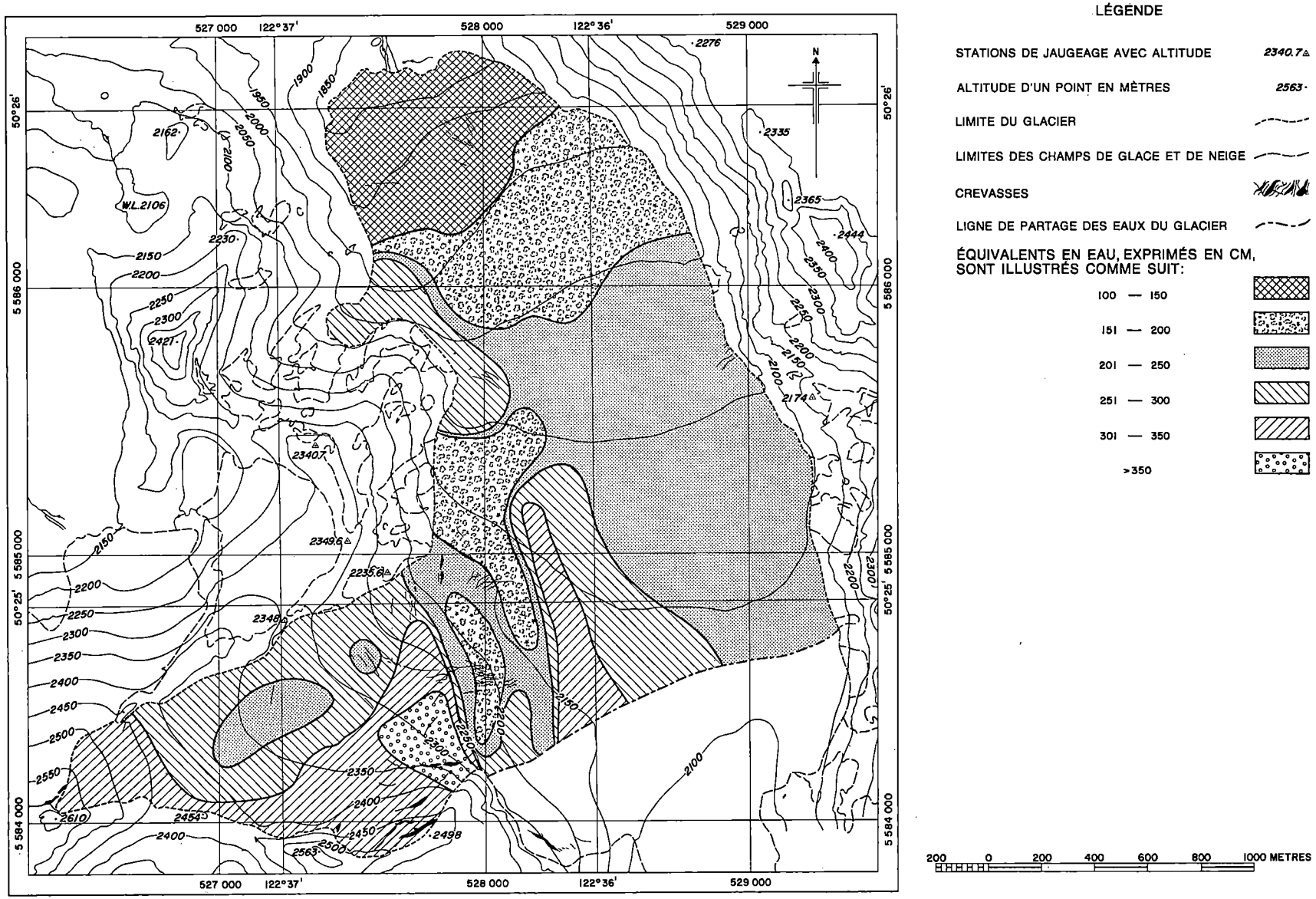
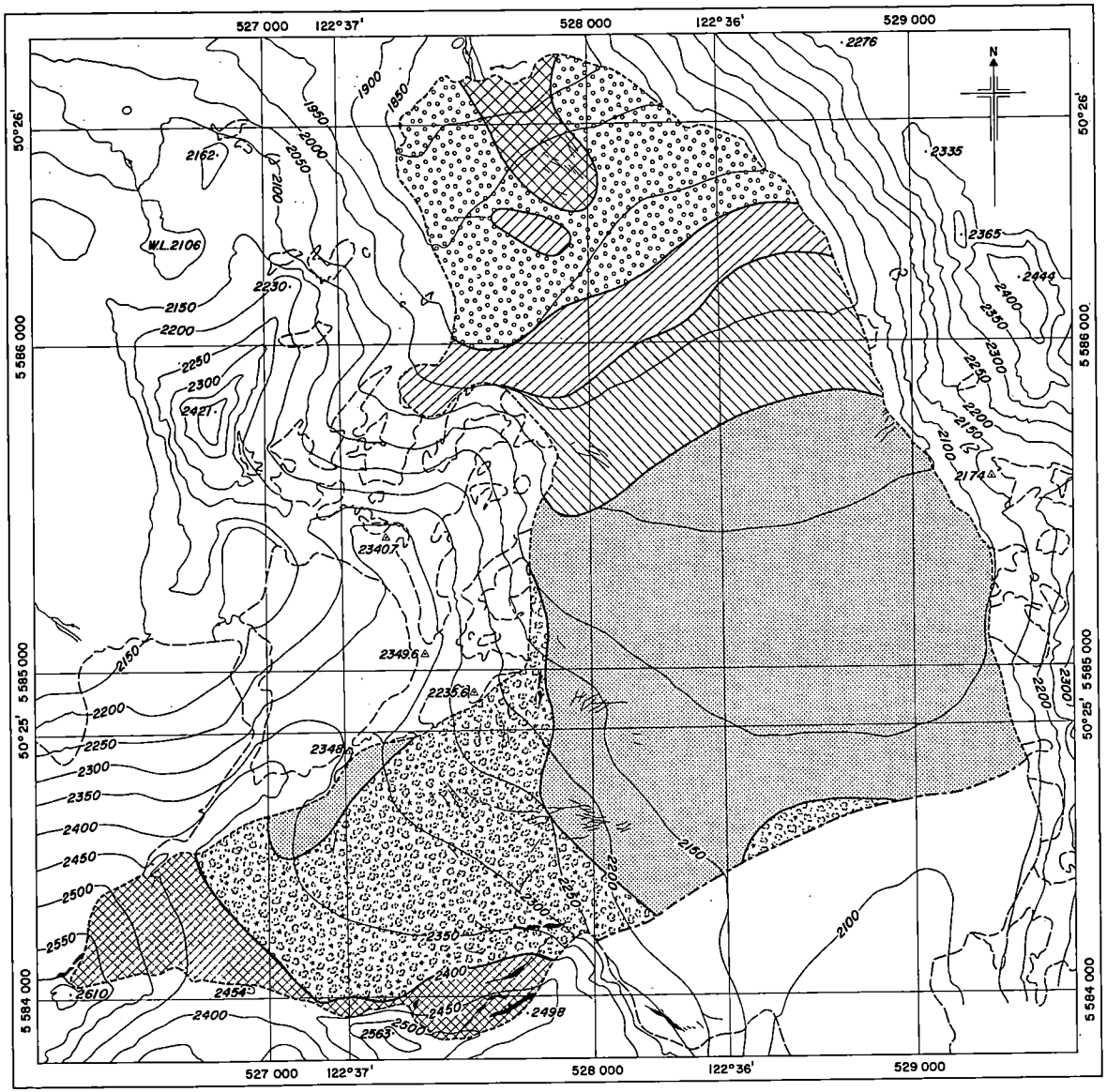


Figure II-10. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 5 juin 1968.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

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

- <150
- 151 — 200
- 201 — 250
- 251 — 300
- 301 — 350
- 351 — 400
- >400

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-11. Carte du bilan d'été jusqu'au 1er octobre 1968.

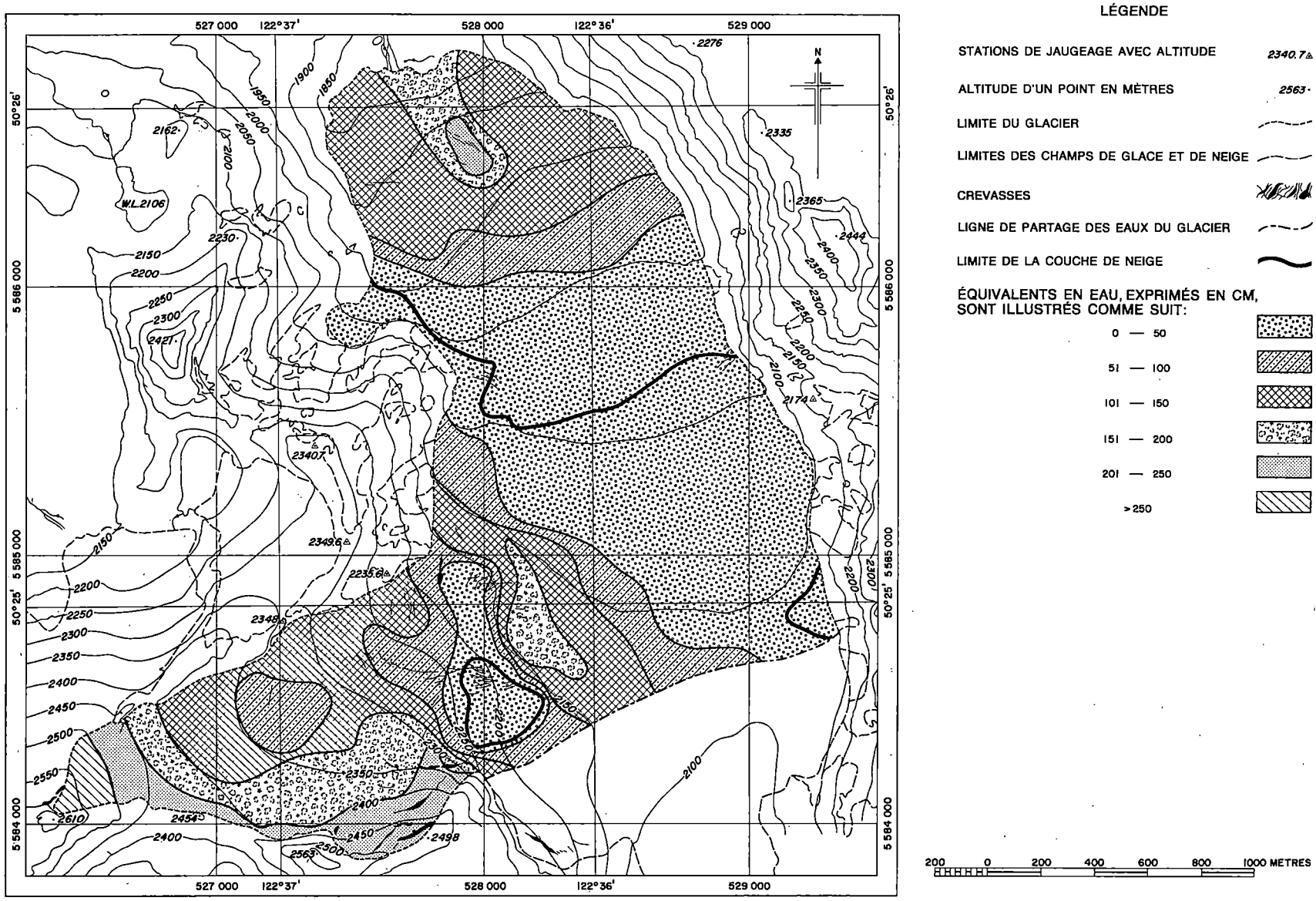
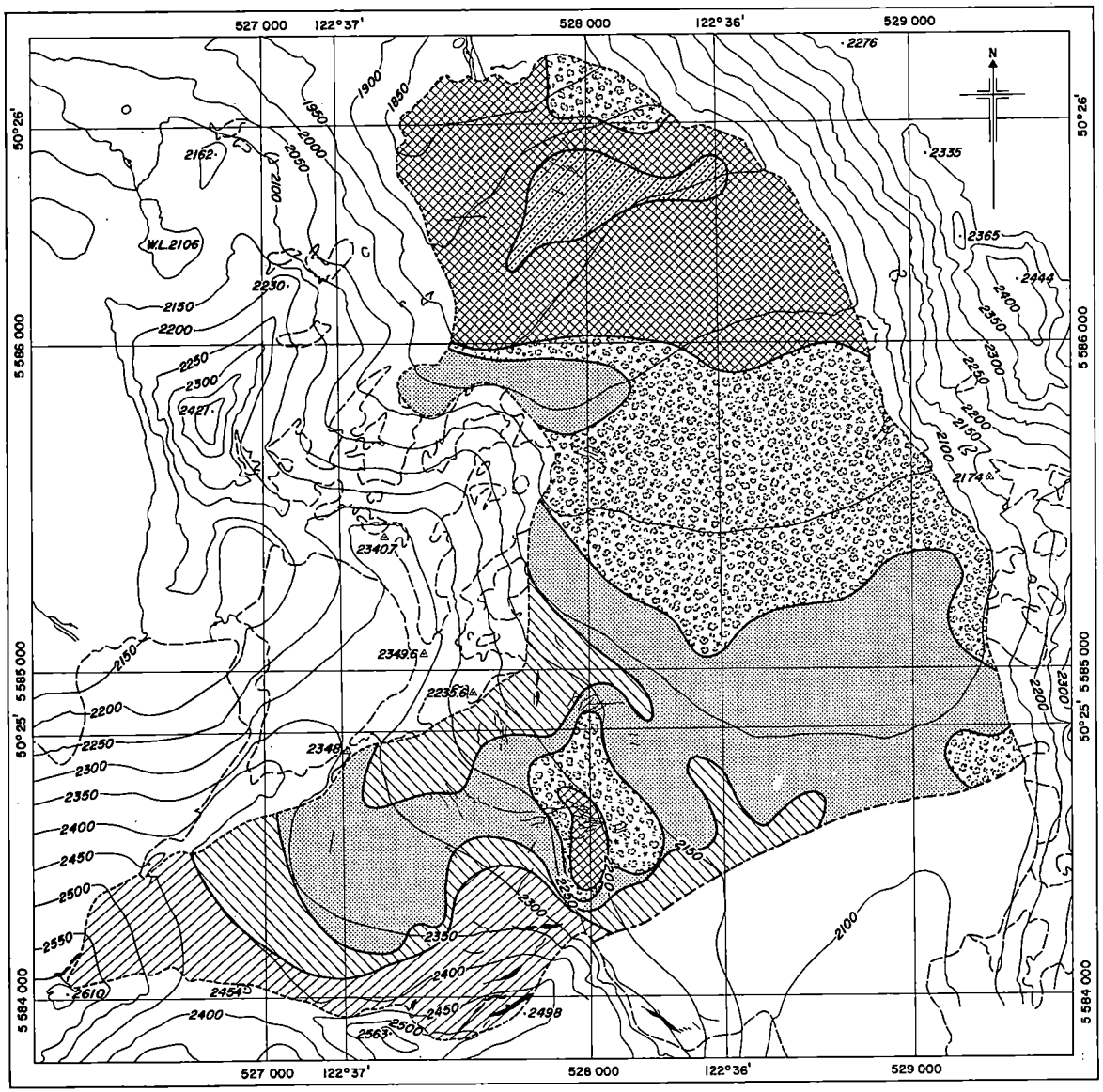


Figure II-12. Carte du bilan total du 28 mai au 1er octobre 1968.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

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

50 — 100

101 — 150

151 — 200

201 — 250

251 — 300

>300

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-13. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 6 juin 1969.

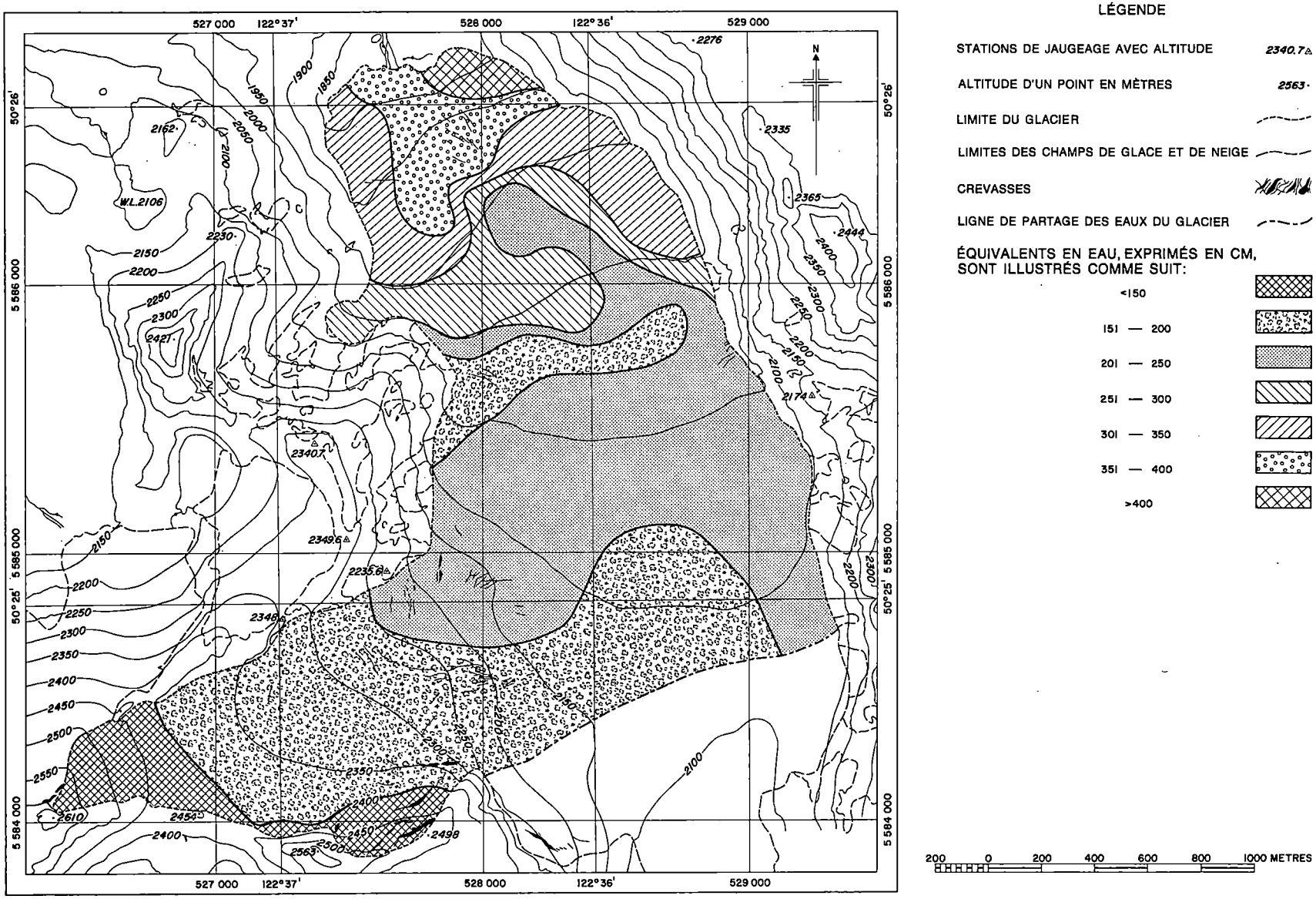


Figure II-14. Carte du bilan d'été jusqu'au 29 septembre 1969.

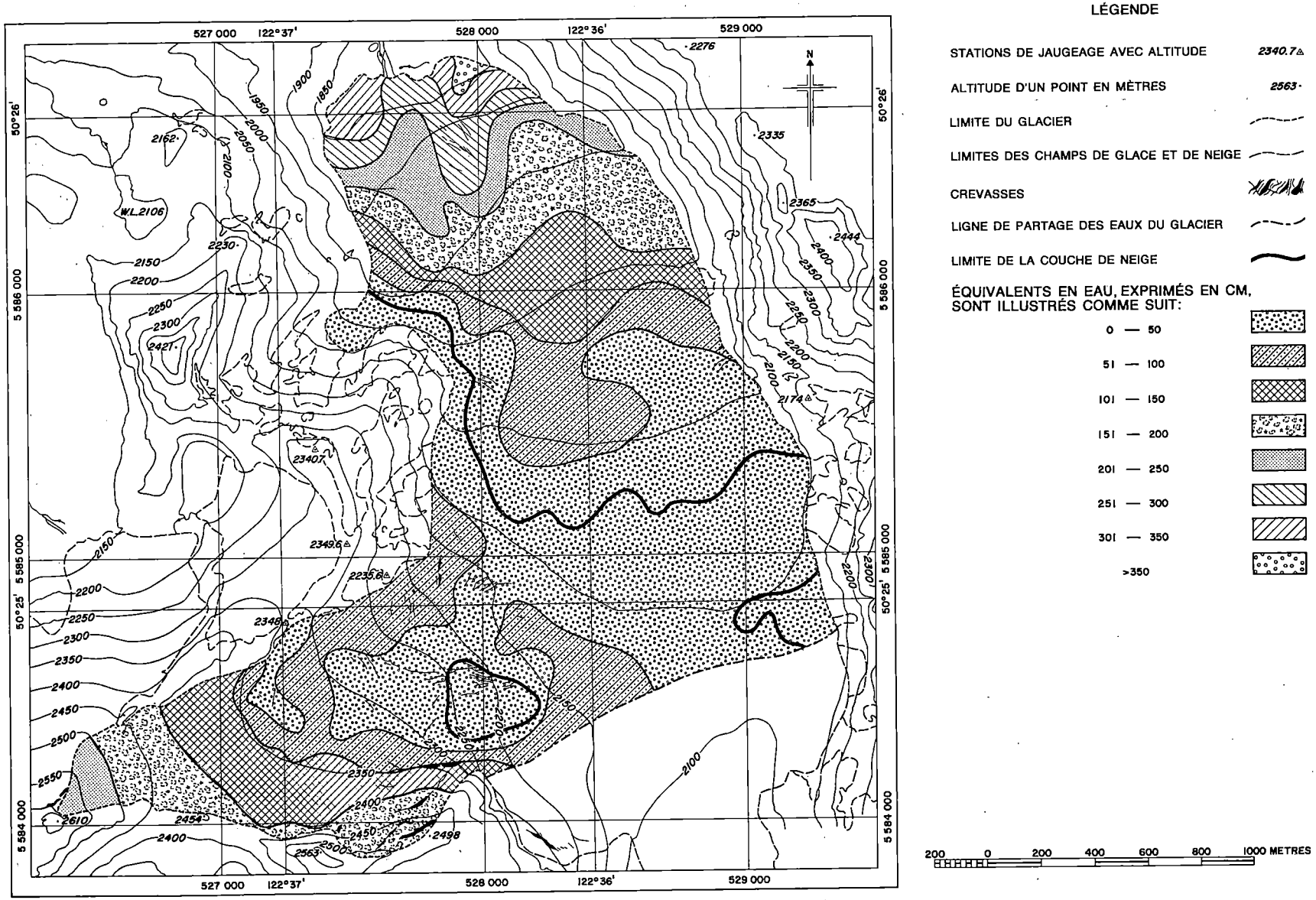


Figure II-15. Carte du bilan total du 8 juin au 1er octobre 1969.

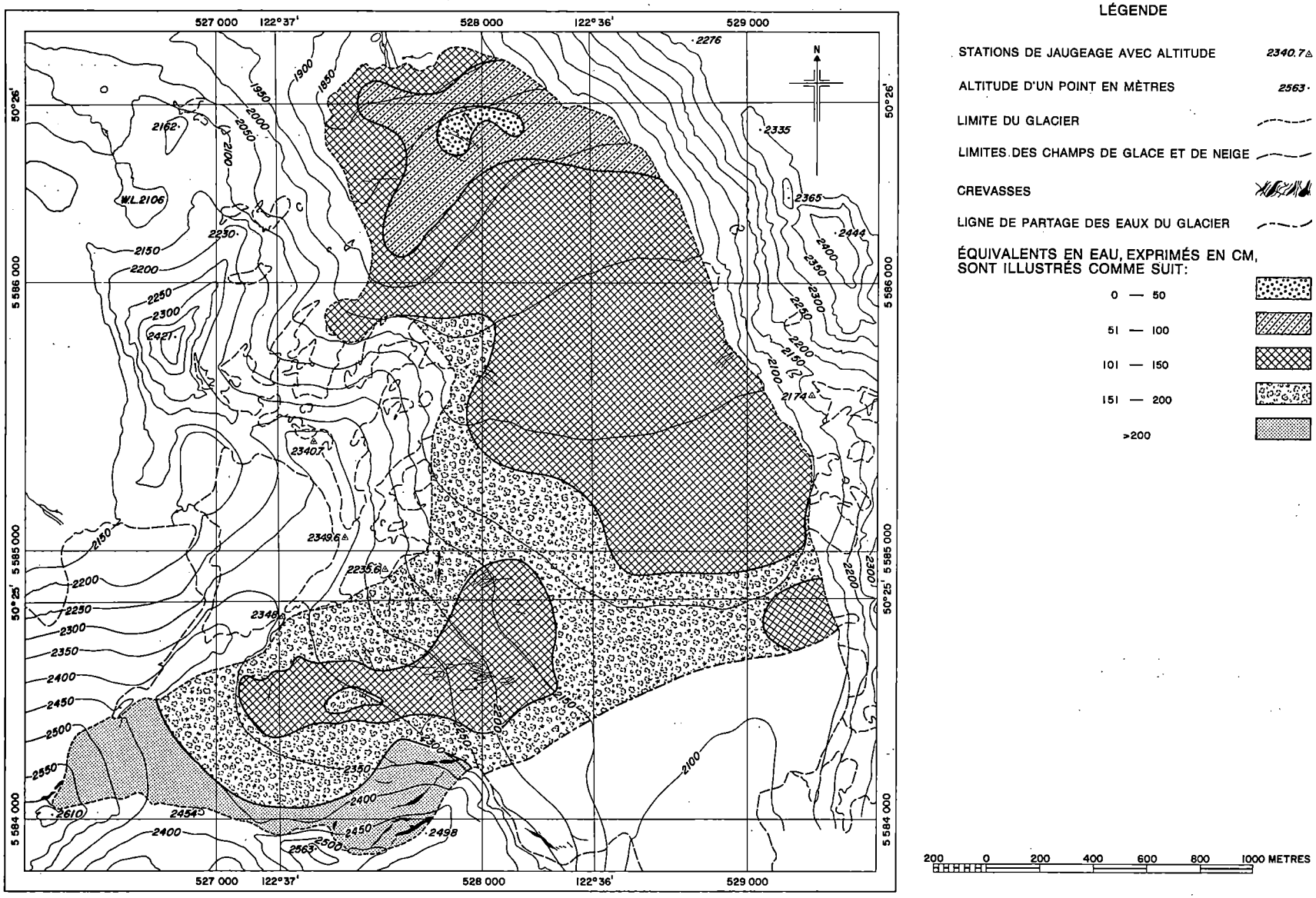


Figure II-16. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 23 mai 1970.

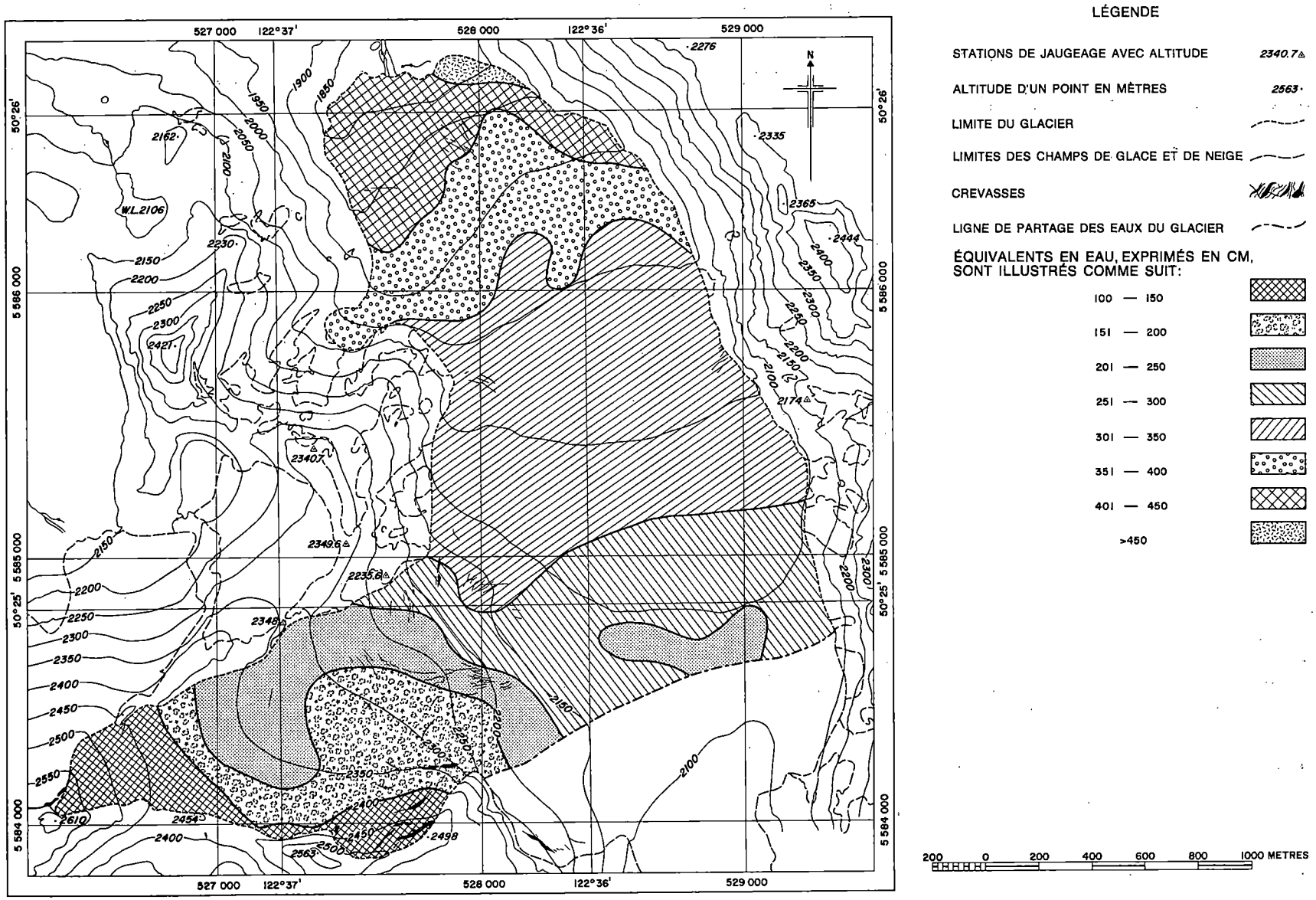
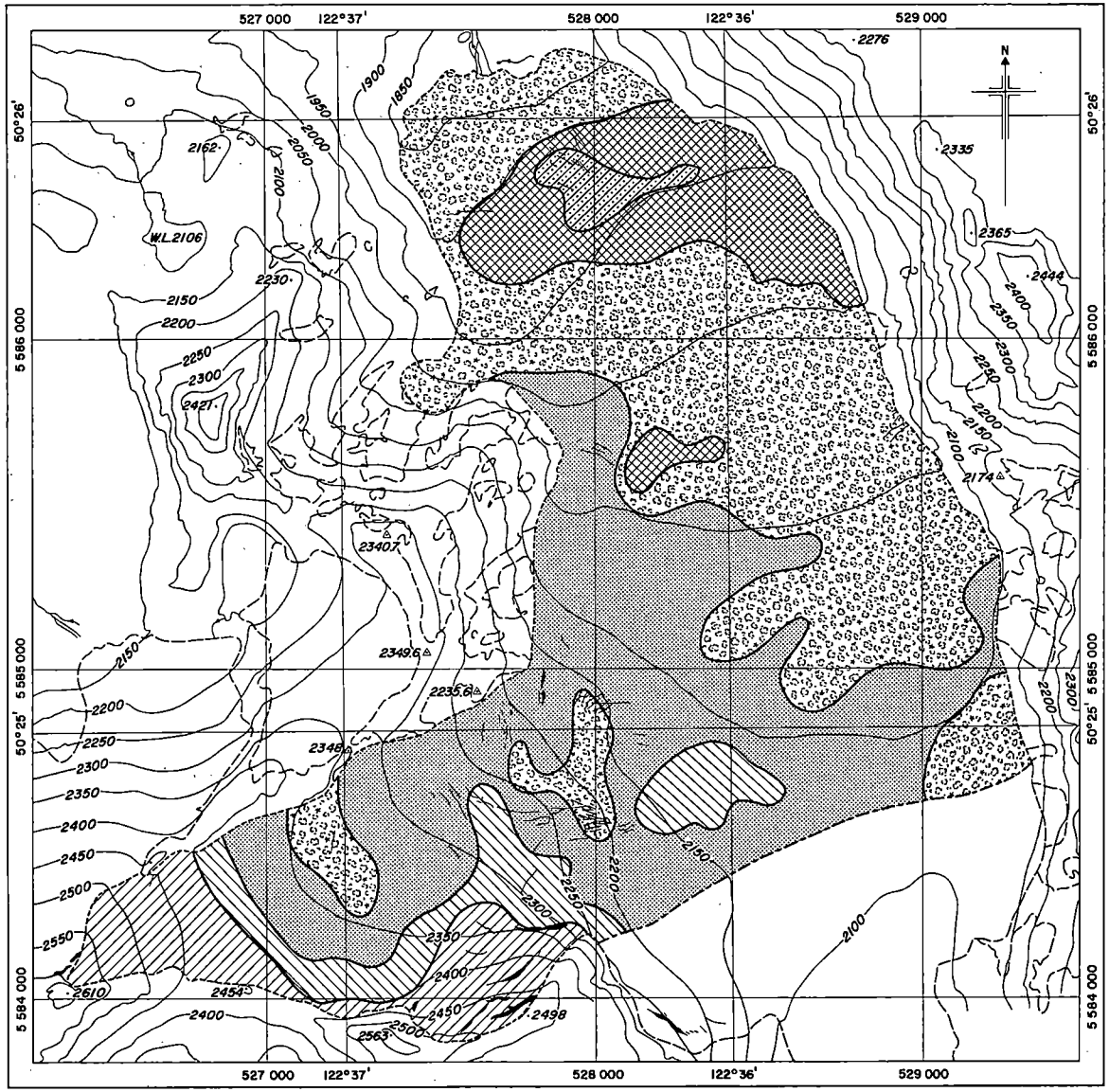


Figure II-17. Carte du bilan d'été jusqu'au 19 septembre 1970.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

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

50 — 100

101 — 150

151 — 200

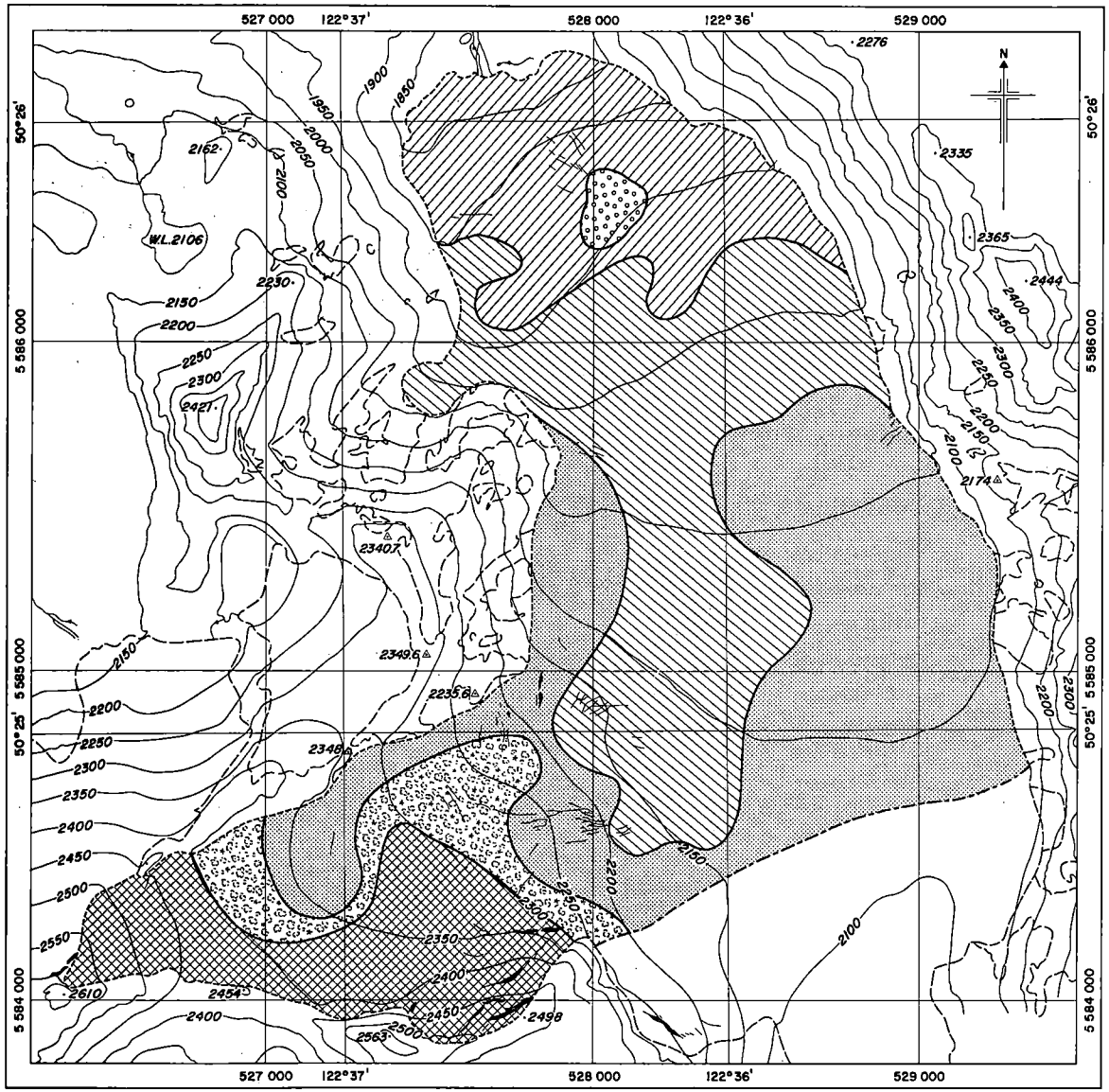
201 — 250

251 — 300

>300

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-18. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 27 mai 1971.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

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

100 — 150

151 — 200

201 — 250

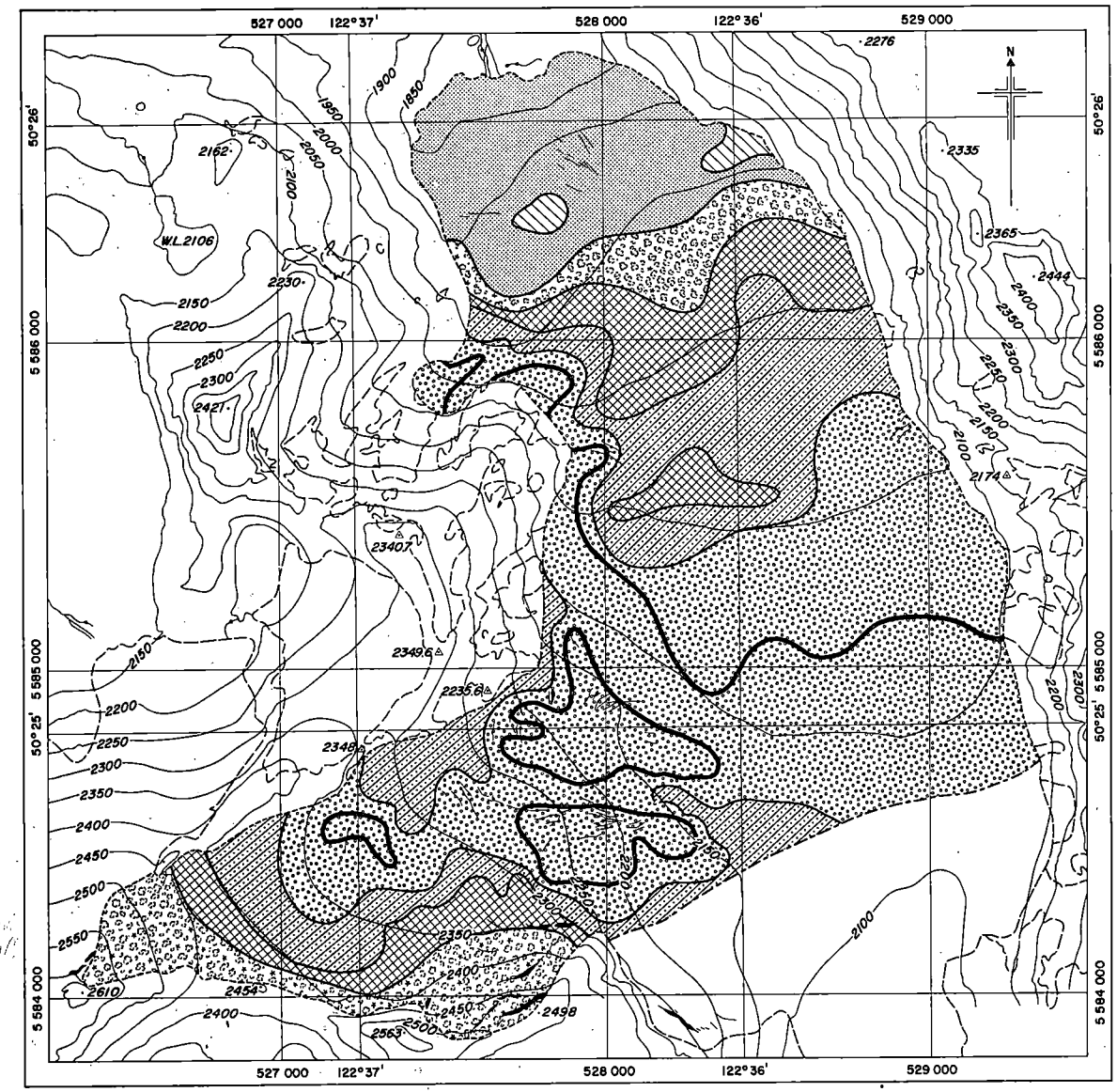
251 — 300

301 — 350

>350

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-19. Carte du bilan d'été jusqu'au 7 octobre 1971.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

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 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-20. Carte du bilan total du 27 mai au 7 octobre 1971.

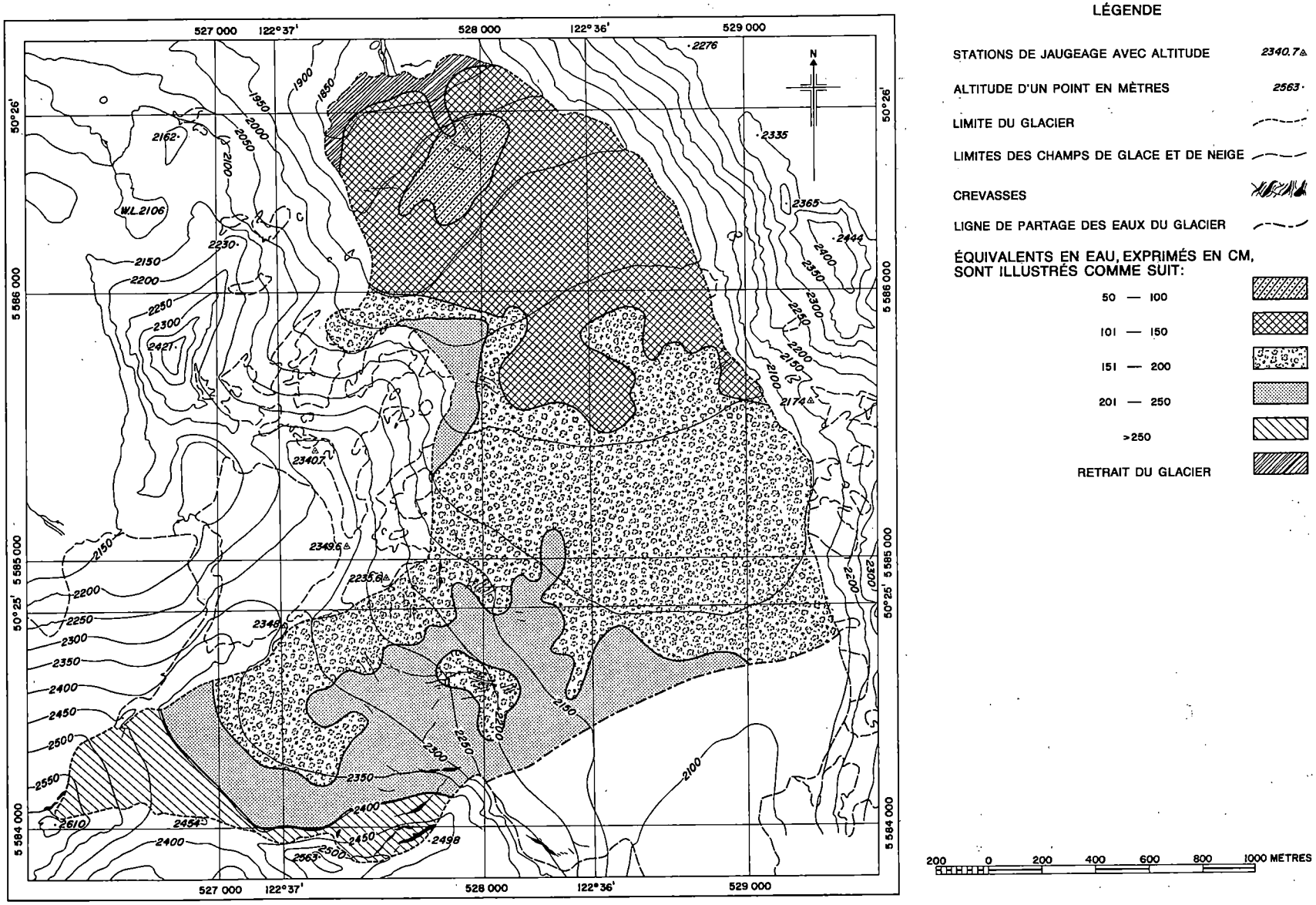
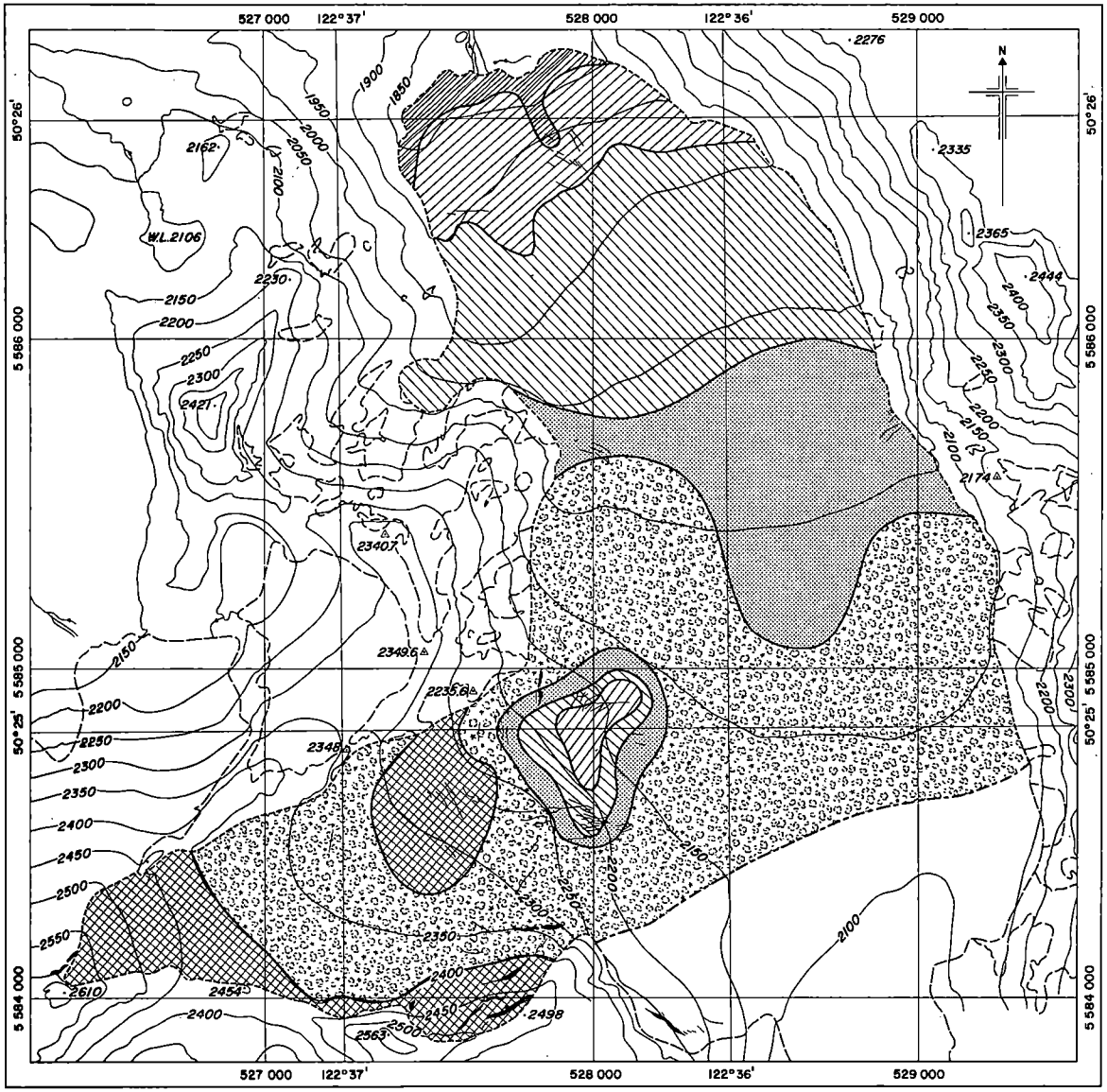


Figure II-21. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 14 juin 1972.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7△

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563·

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

CREVASSES

LIGNE DE PARTAGE DES EAUX DU GLACIER

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

100 — 150

151 — 200

201 — 250

251 — 300

>300

RETRAIT DU GLACIER

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-22. Carte du bilan d'été jusqu'au 1er octobre 1972.

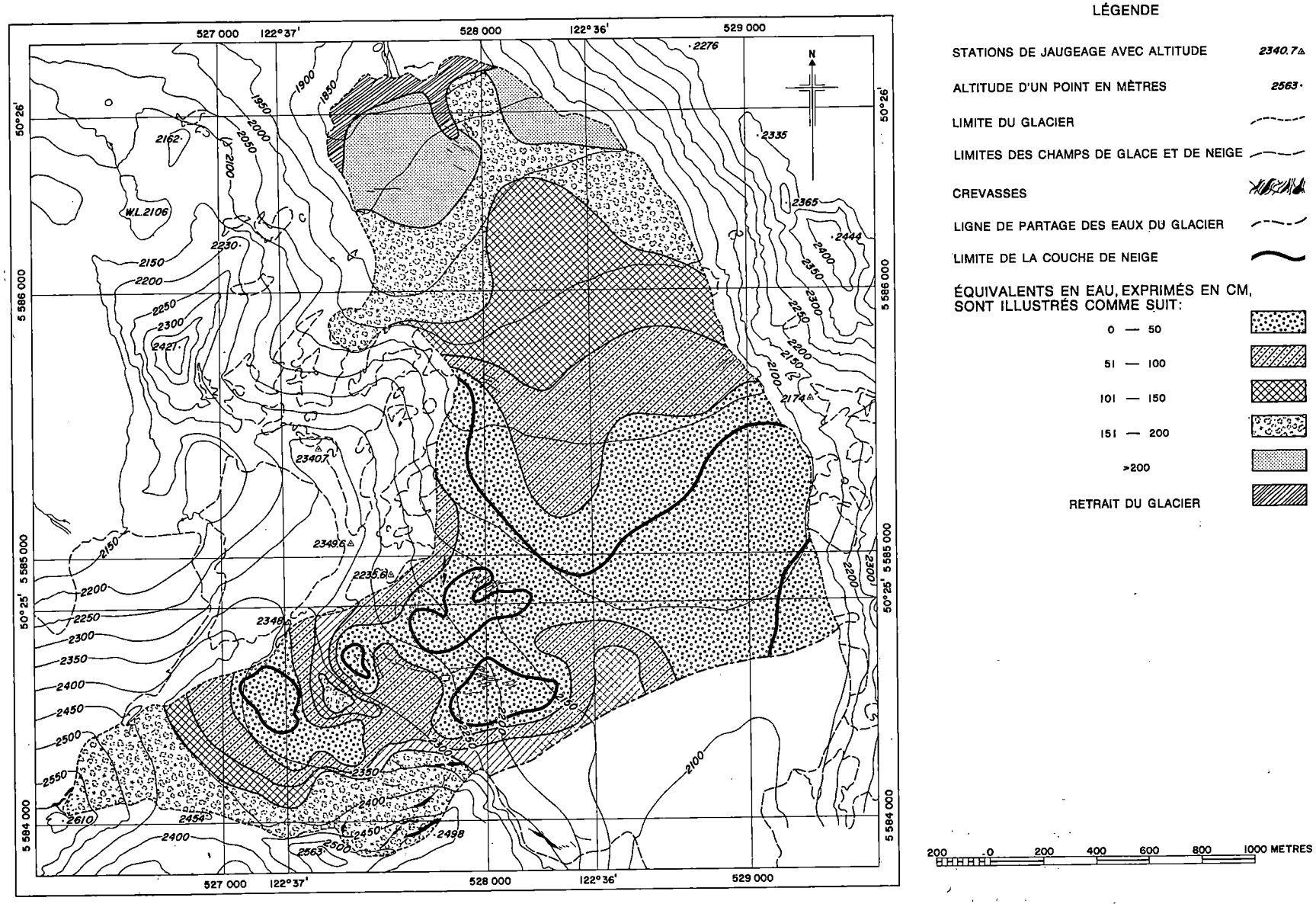


Figure II-23. Carte du bilan total du 14 juin au 1er octobre 1972.

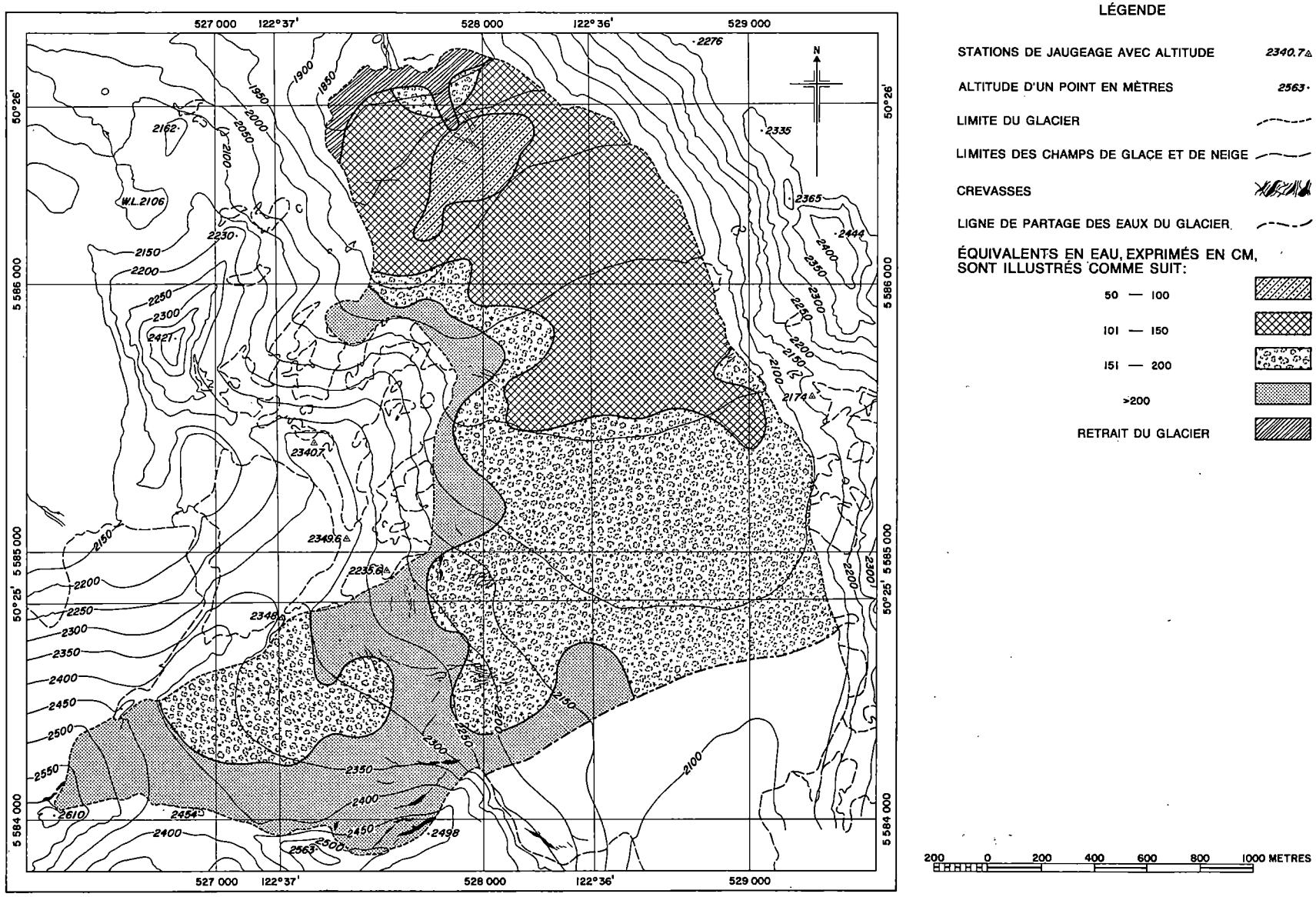


Figure II-24. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 25 mai 1973.

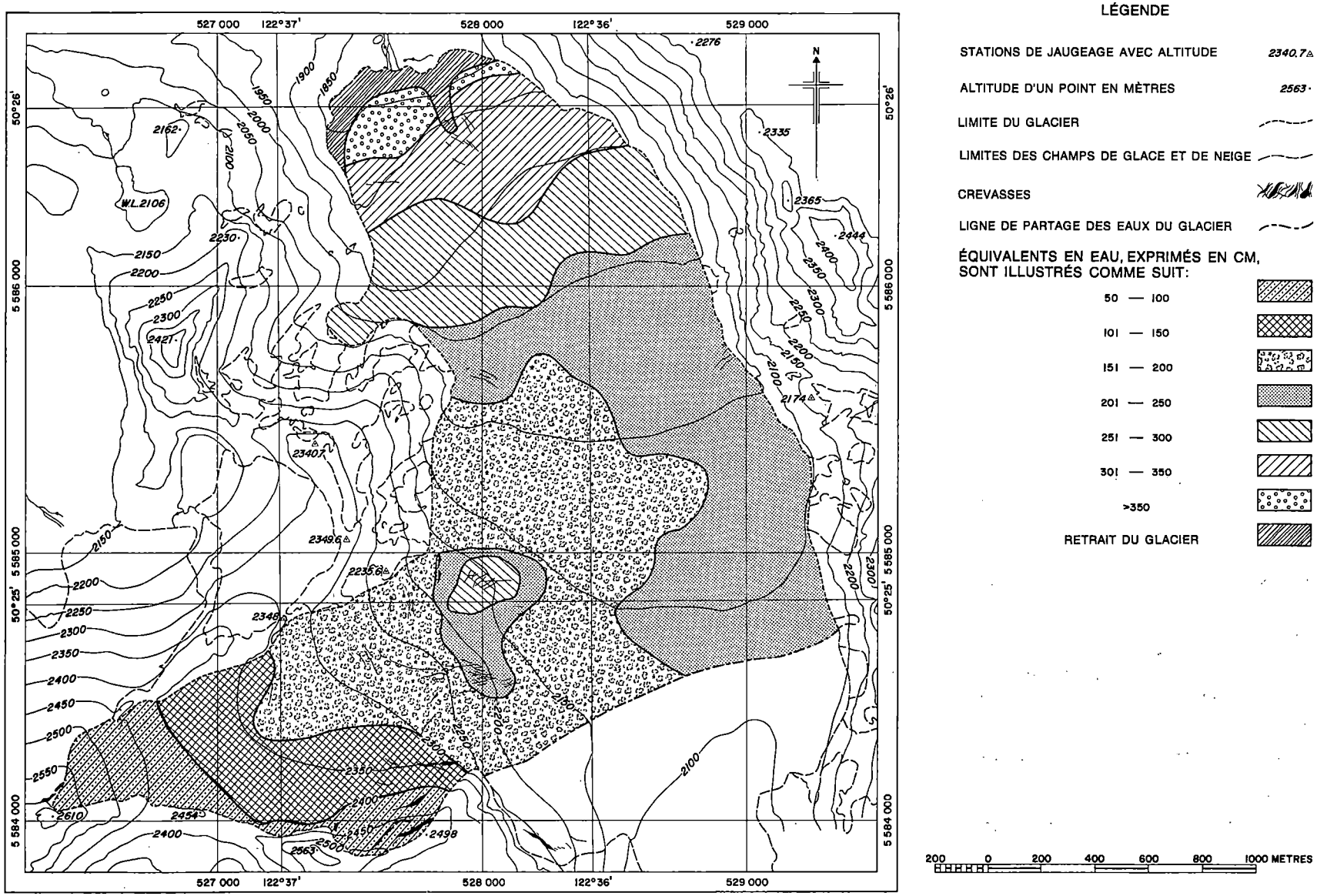


Figure II-25. Carte du bilan d'été jusqu'au 1er octobre 1973.

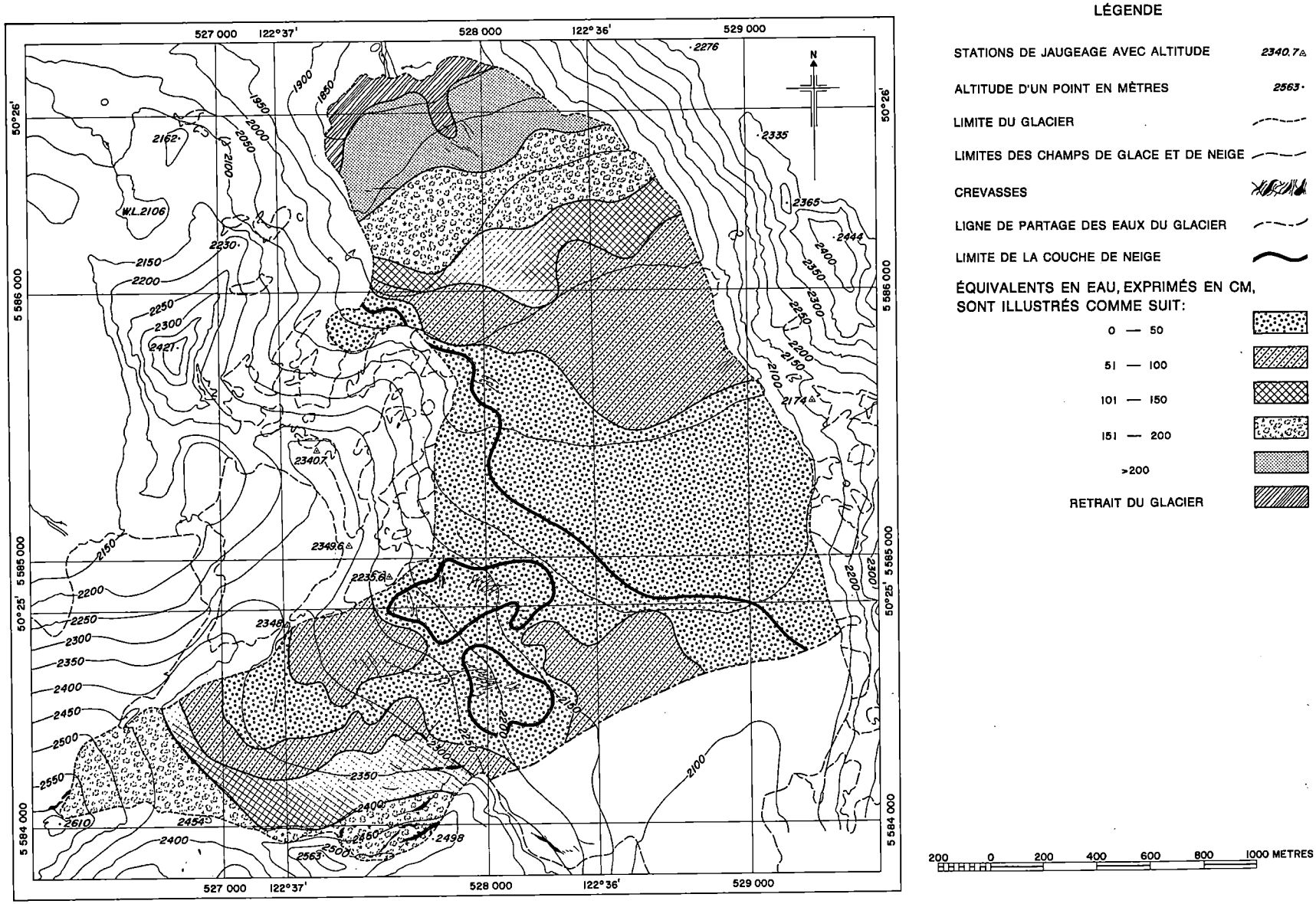


Figure II-26. Carte du bilan total du 25 mai au 1er octobre 1973.

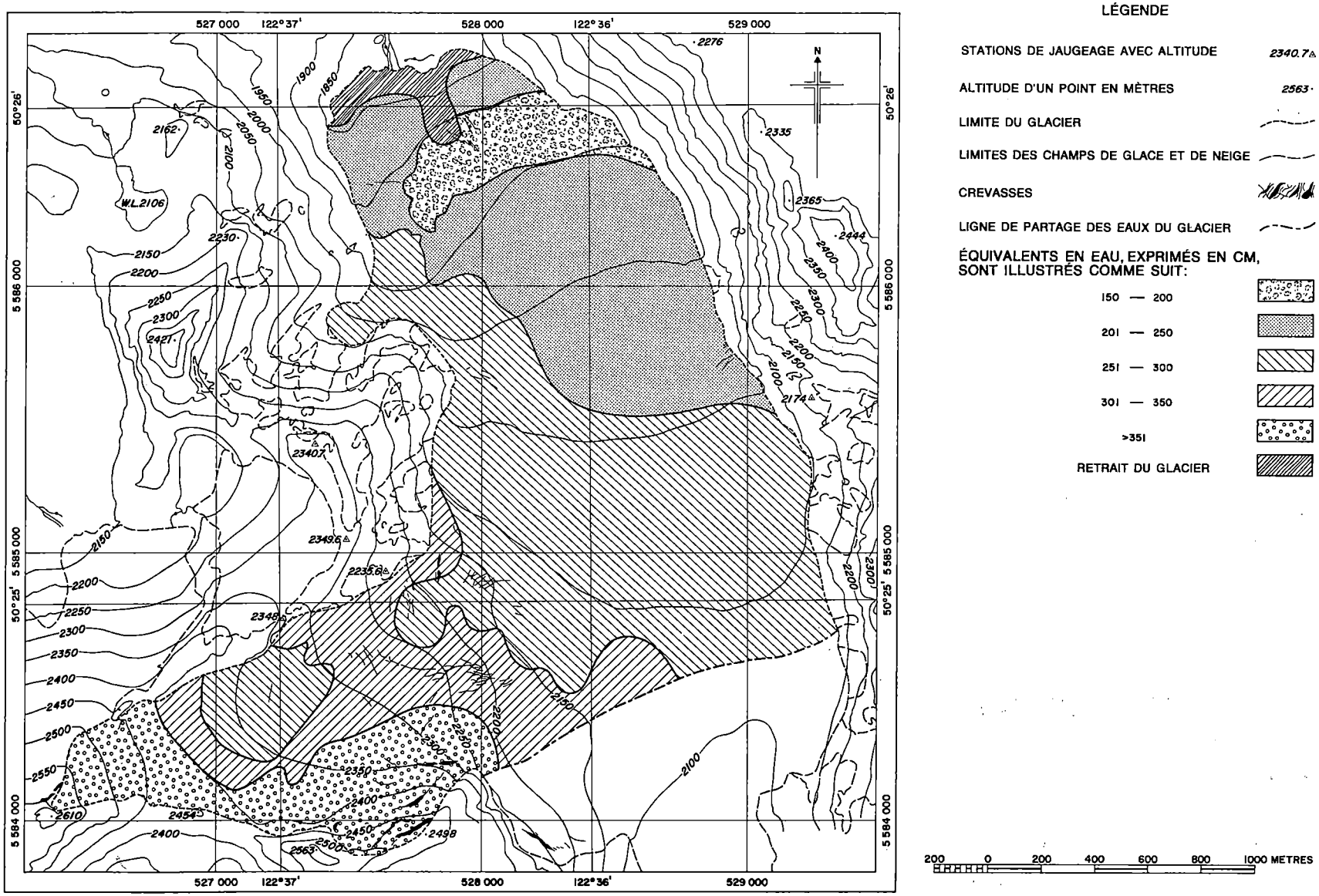


Figure II-27. Carte du bilan d'hiver jusqu'au 7 juin 1974.

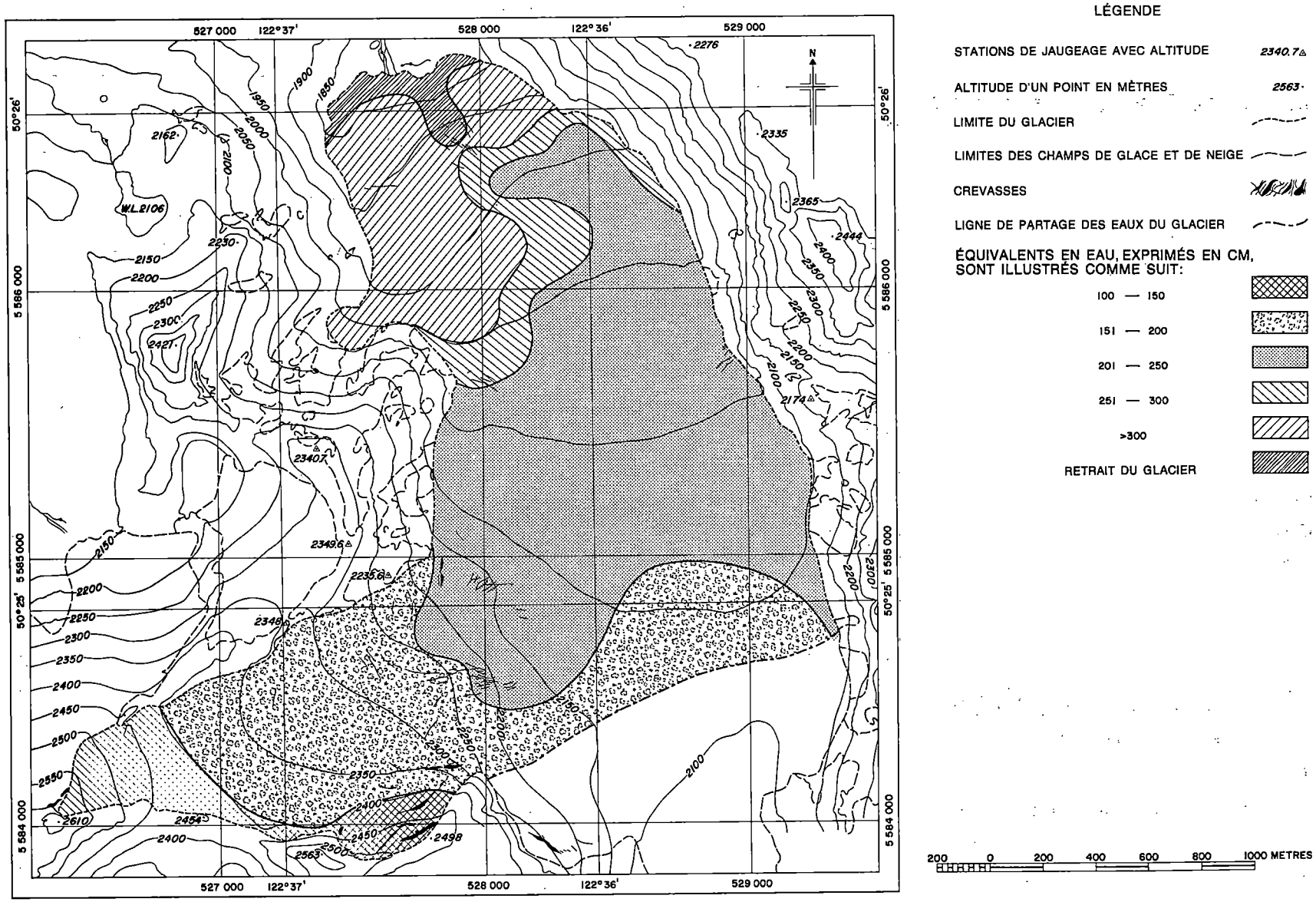
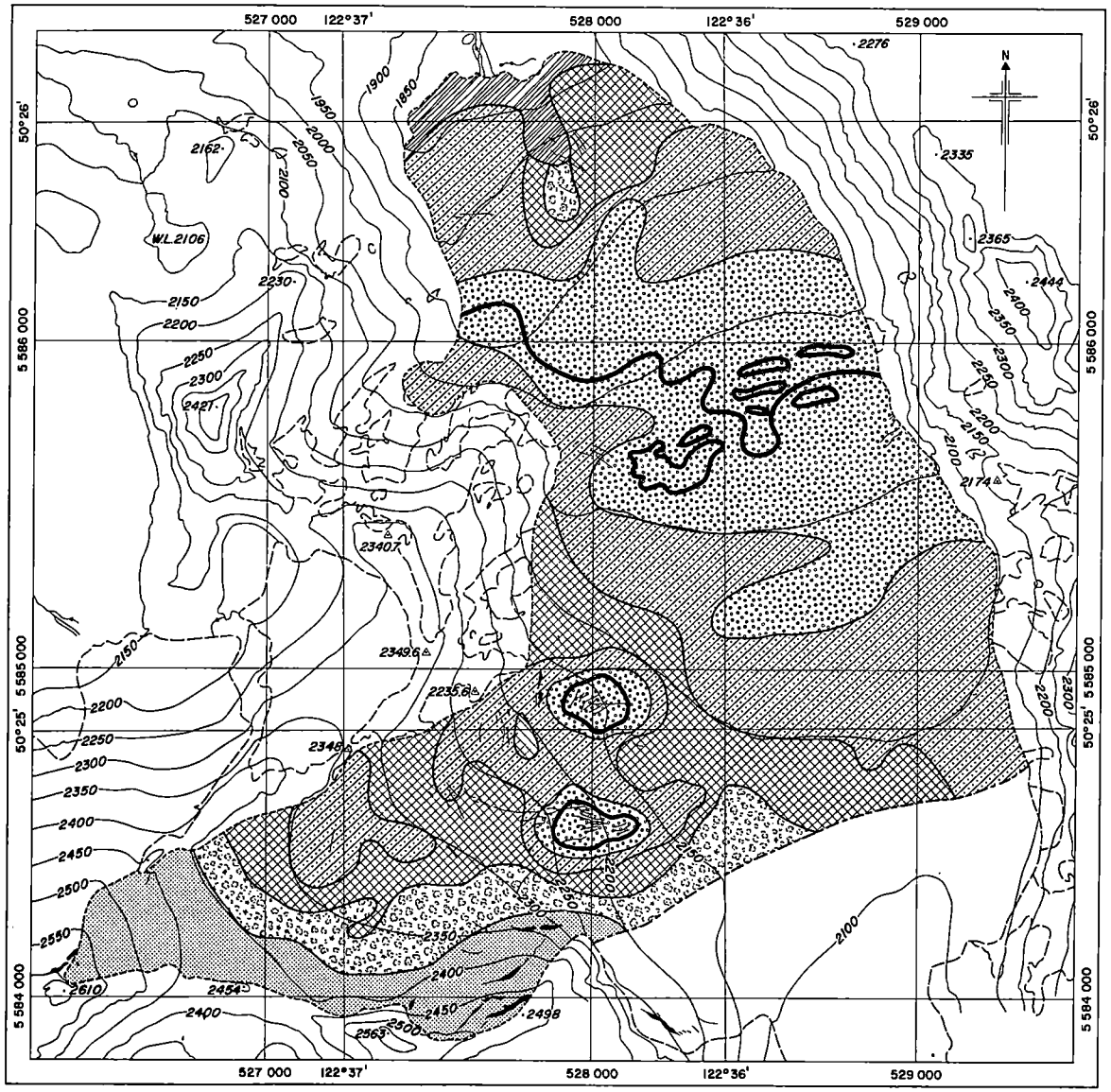


Figure II-28. Carte du bilan d'été jusqu'au 11 octobre 1974.



LÉGENDE

STATIONS DE JAUGEAGE AVEC ALTITUDE 2340.7

ALTITUDE D'UN POINT EN MÈTRES 2563

LIMITE DU GLACIER

LIMITES DES CHAMPS DE GLACE ET DE NEIGE

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

>200

RETRAIT DU GLACIER

200 0 200 400 600 800 1000 METRES

Figure II-29. Carte du bilan total du 7 juin au 11 octobre 1974.

Annexe III

Graphiques et tableaux glaciologiques

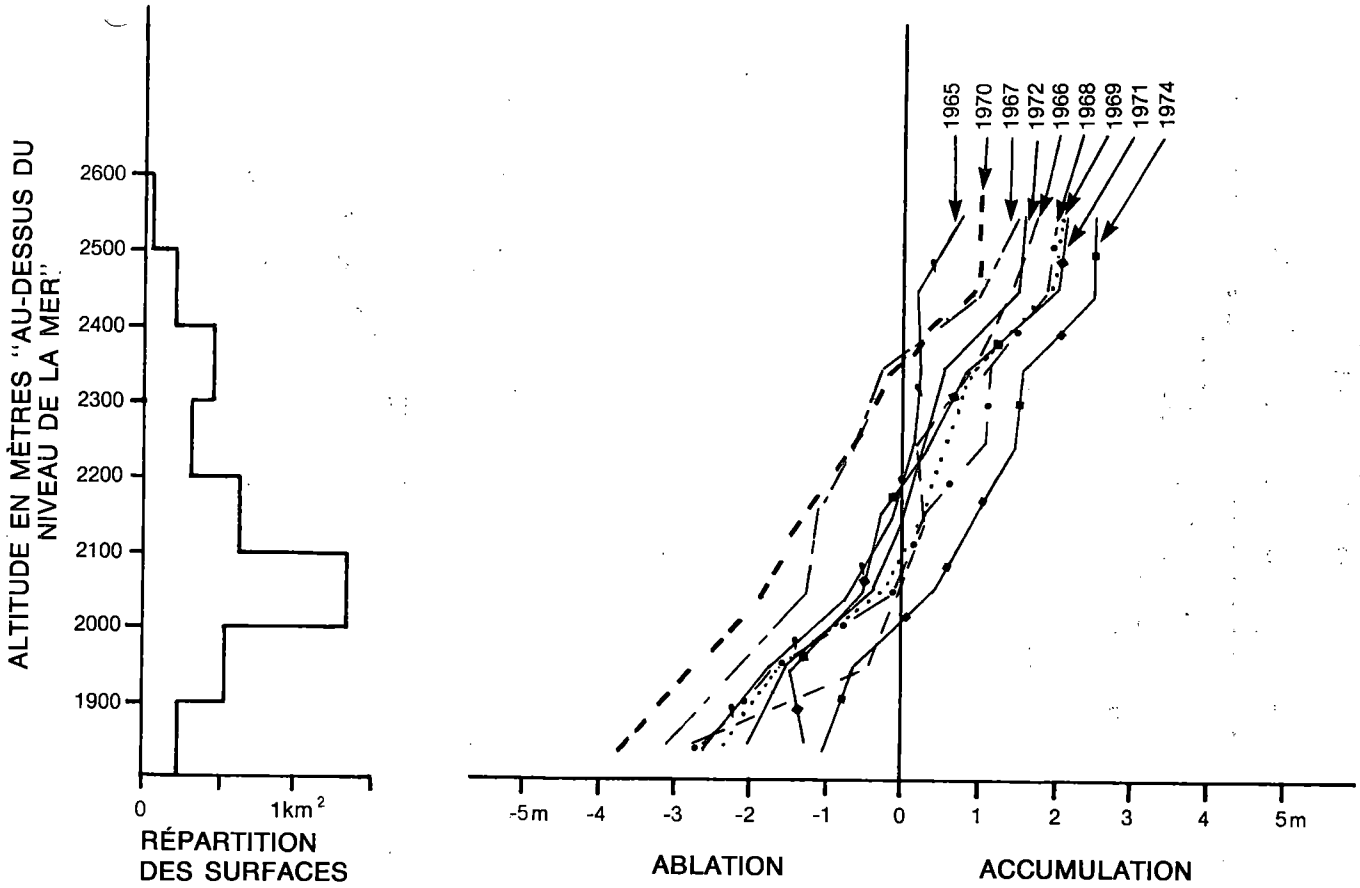


Figure III-1. Variation du bilan total avec l'altitude, 1965 à 1974.

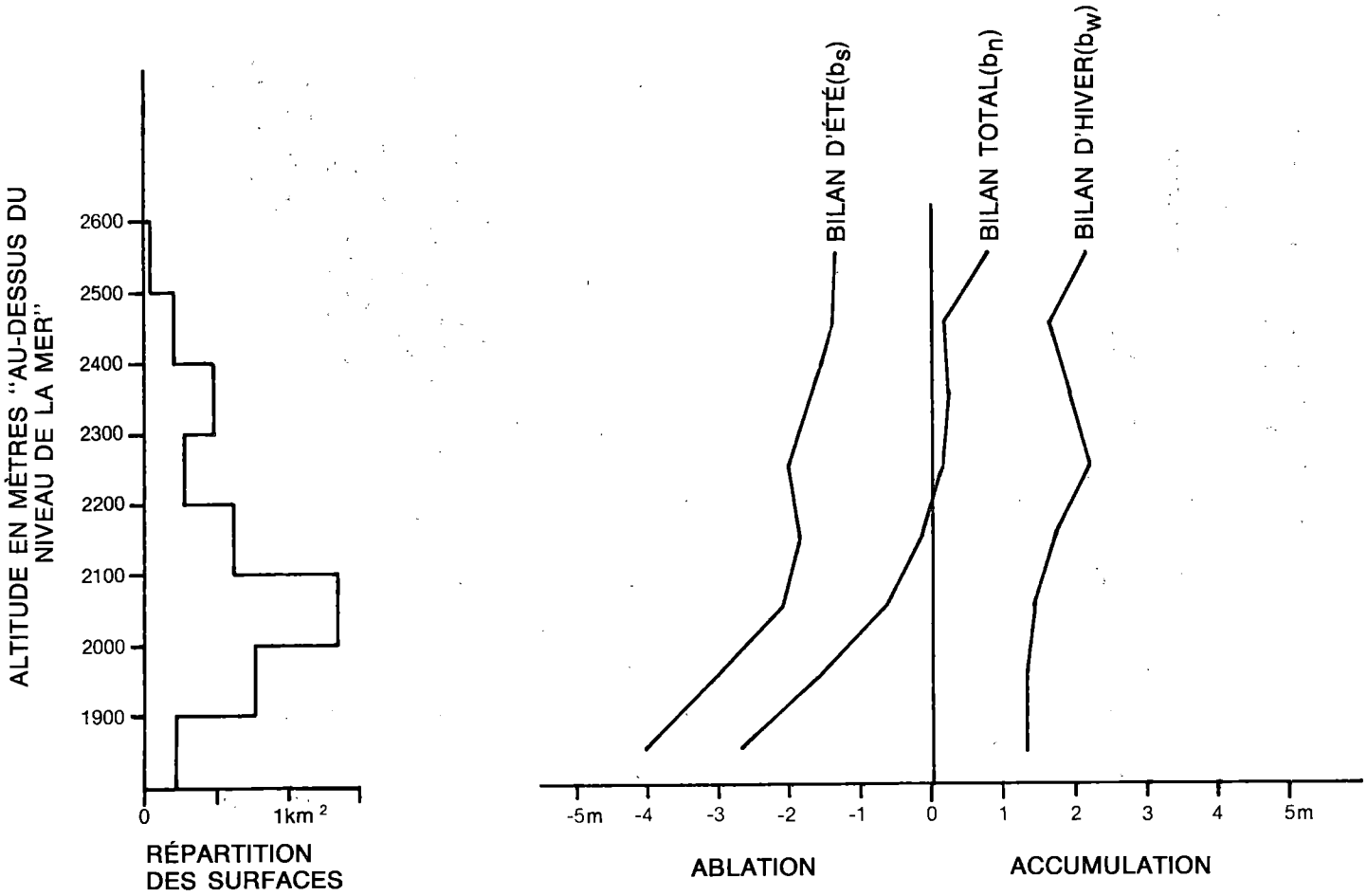


Figure III-2. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1964 et 1965.

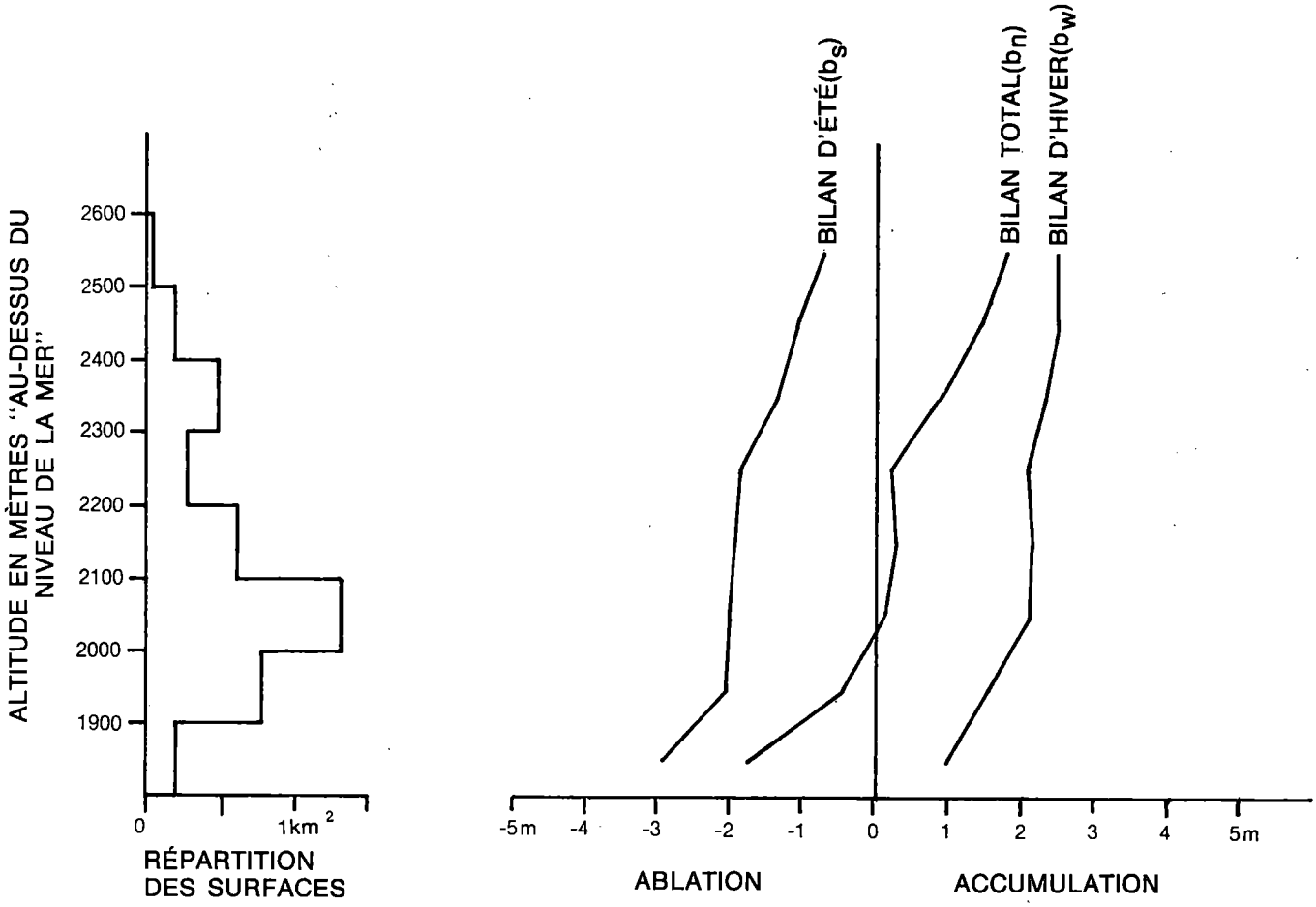


Figure III-3. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1965 et 1966.

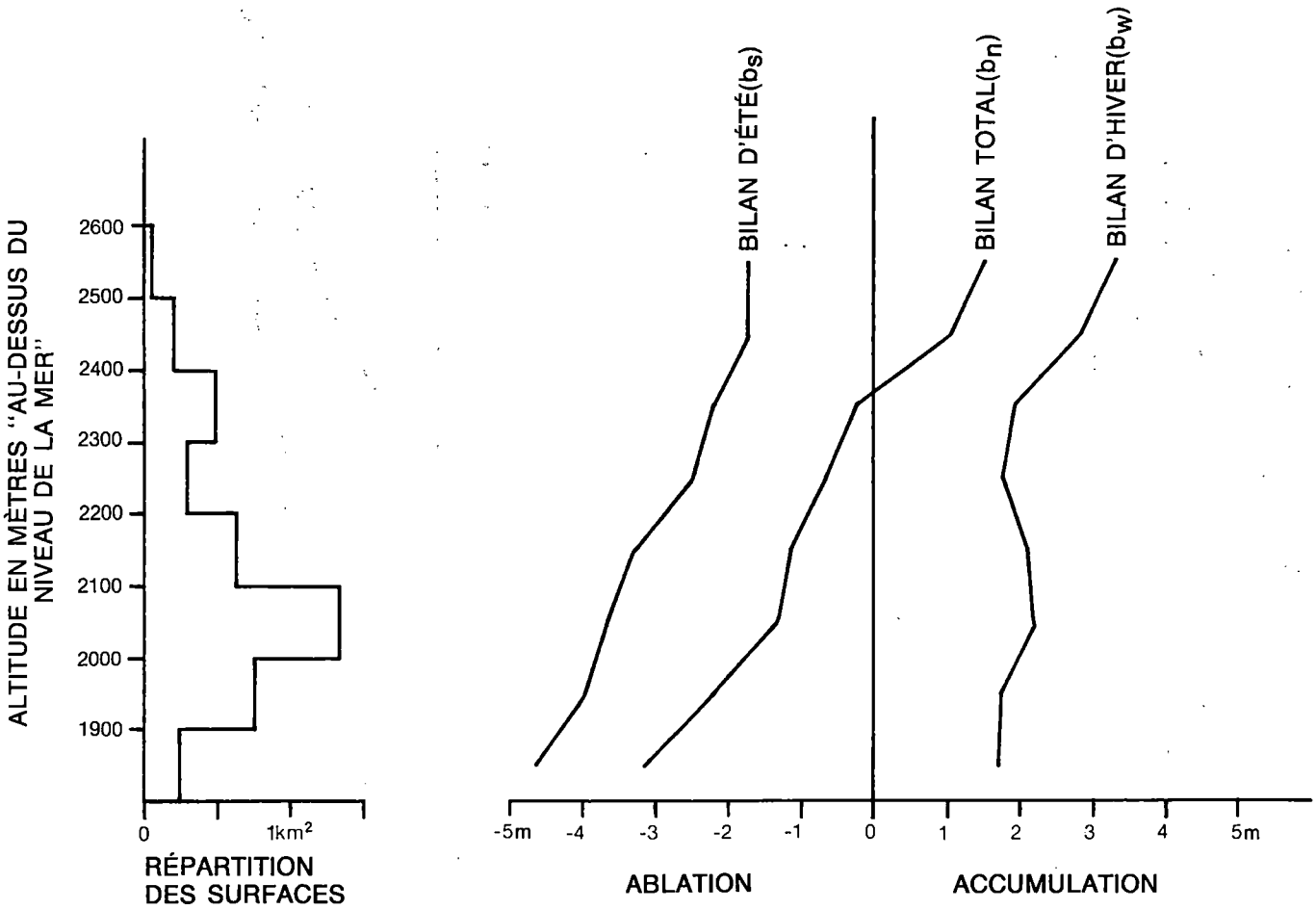


Figure III-4. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1966 et 1967.

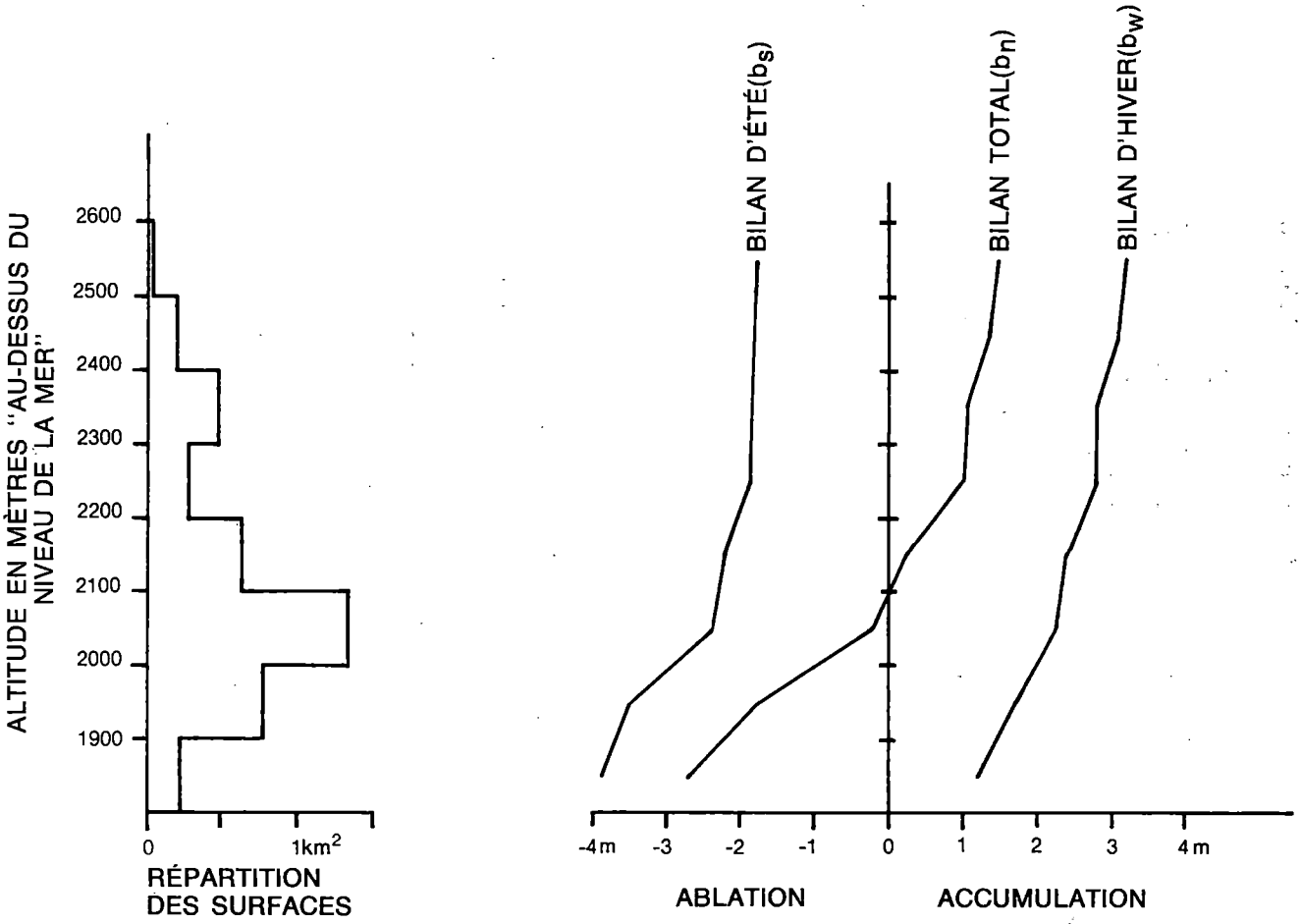


Figure III-5. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1967 et 1968.

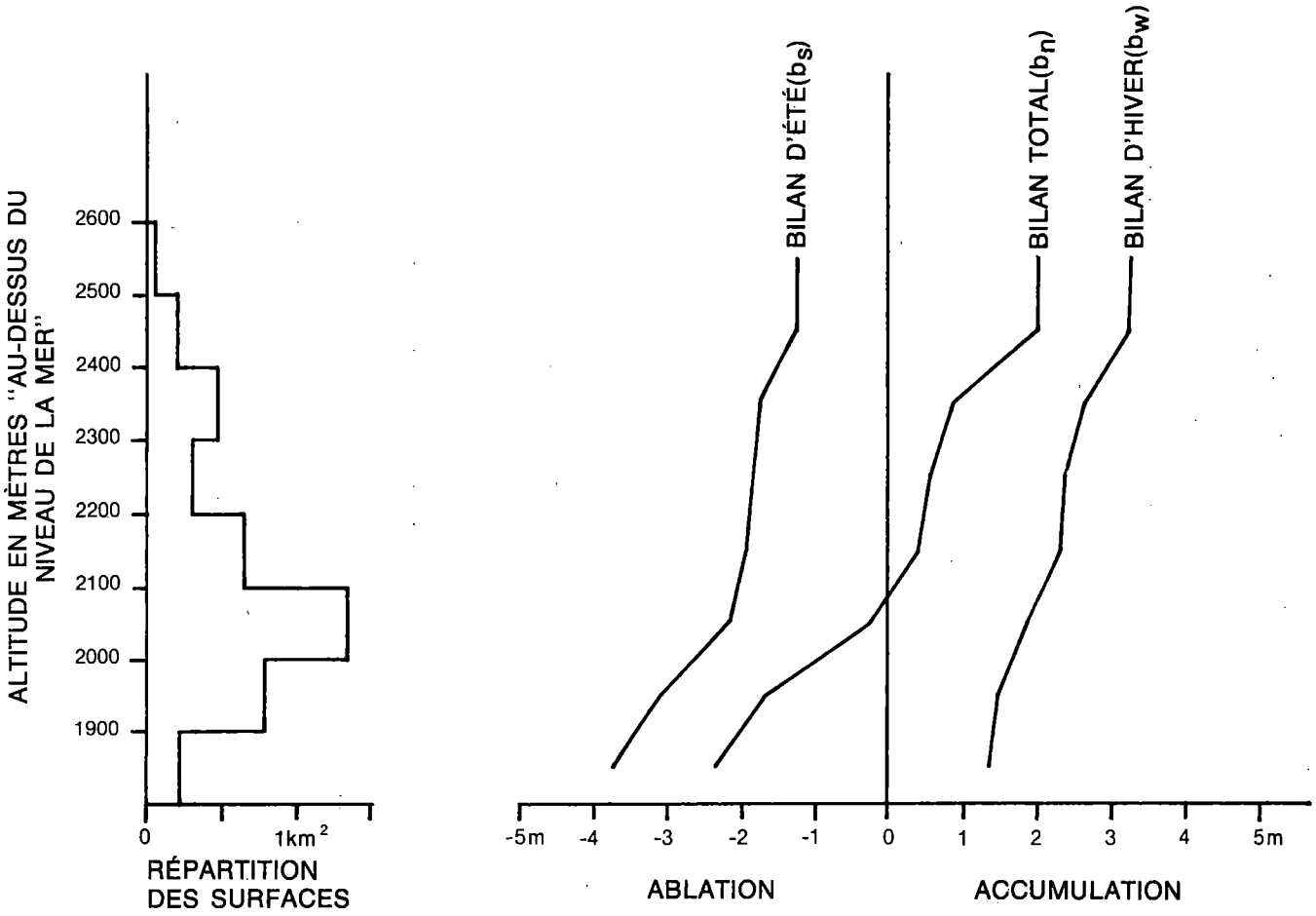


Figure III-6. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1968 et 1969.

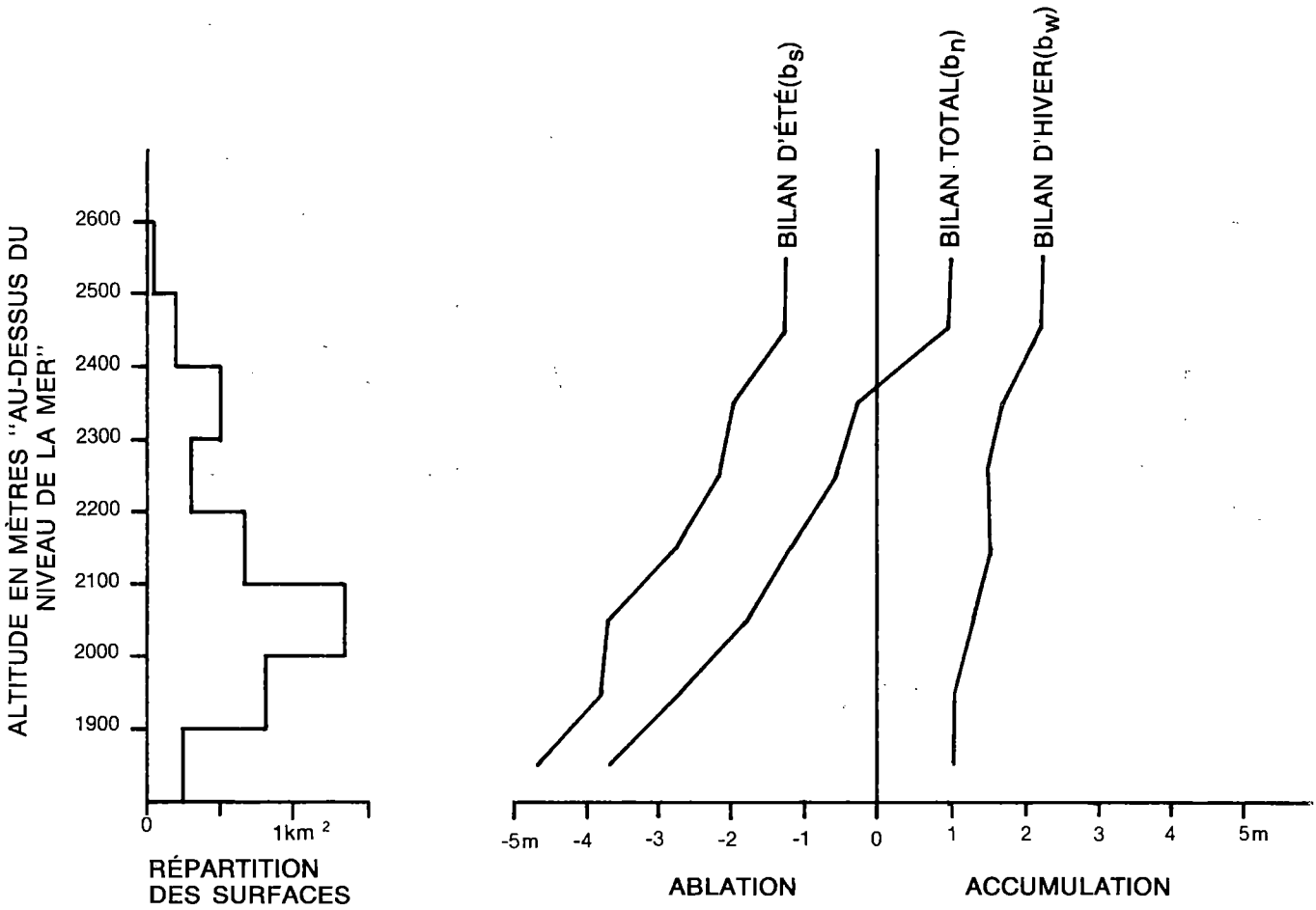


Figure III-7. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1969 et 1970.

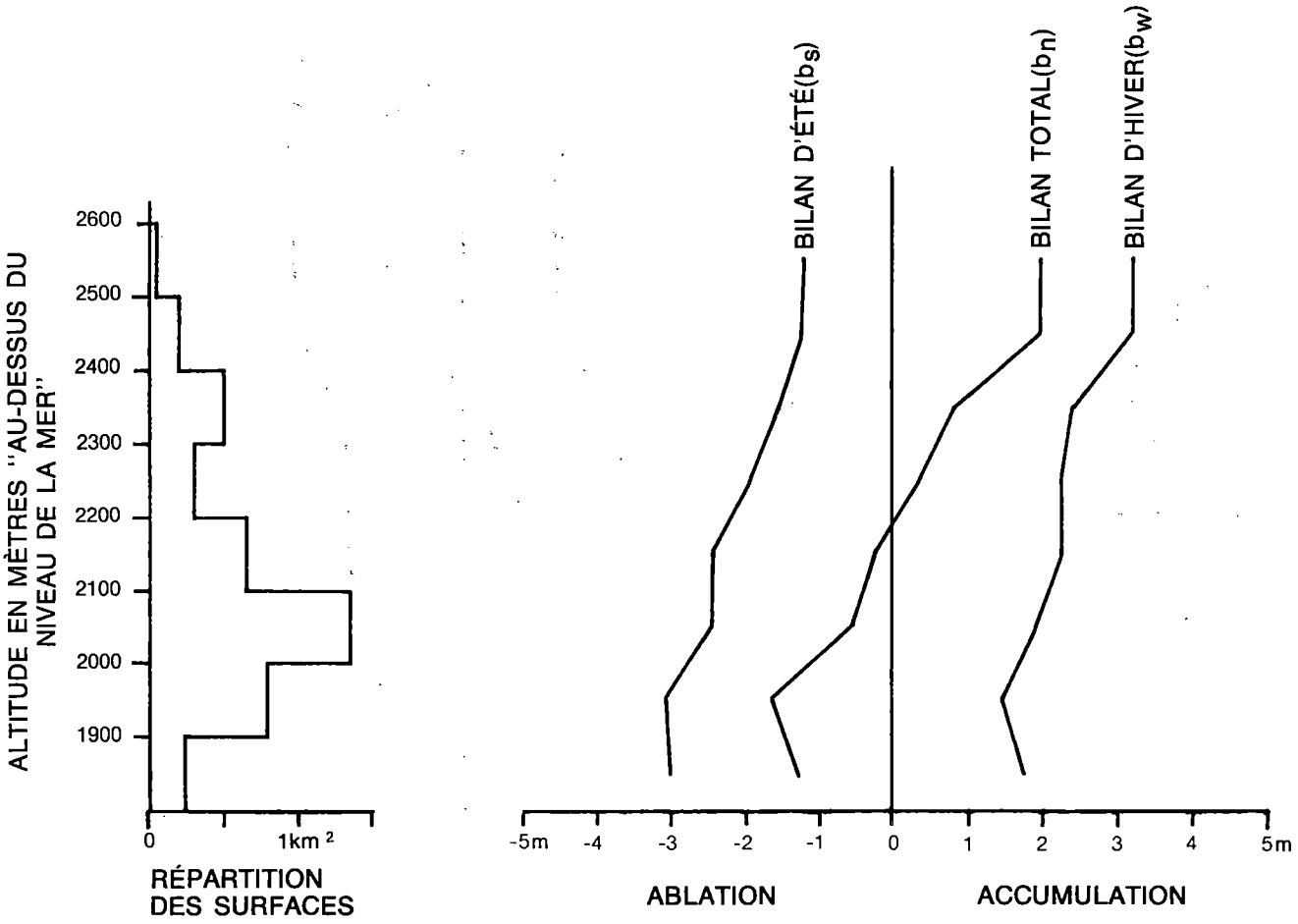


Figure III-8. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1970 et 1971.

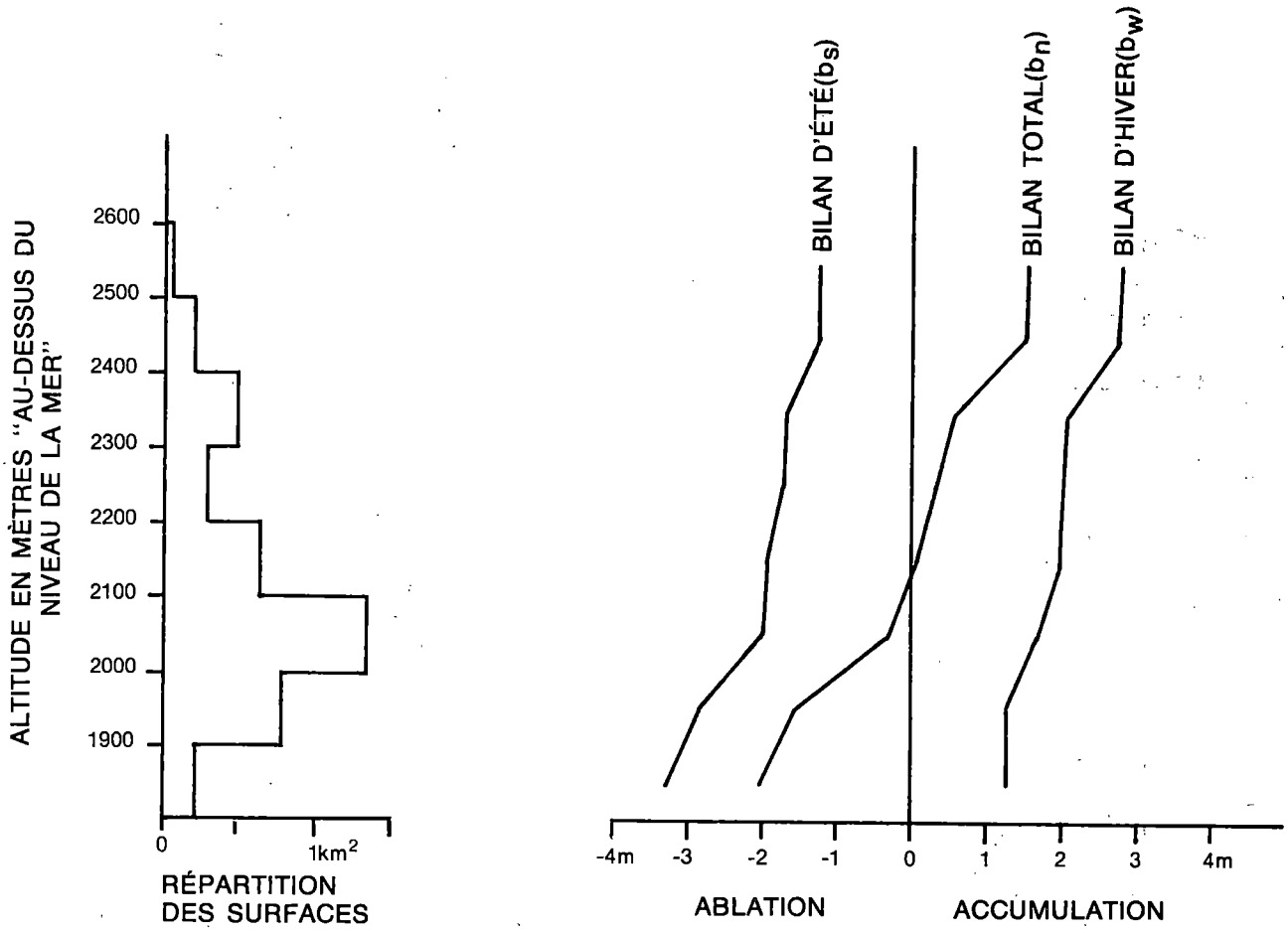


Figure III-9. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1971 et 1972.

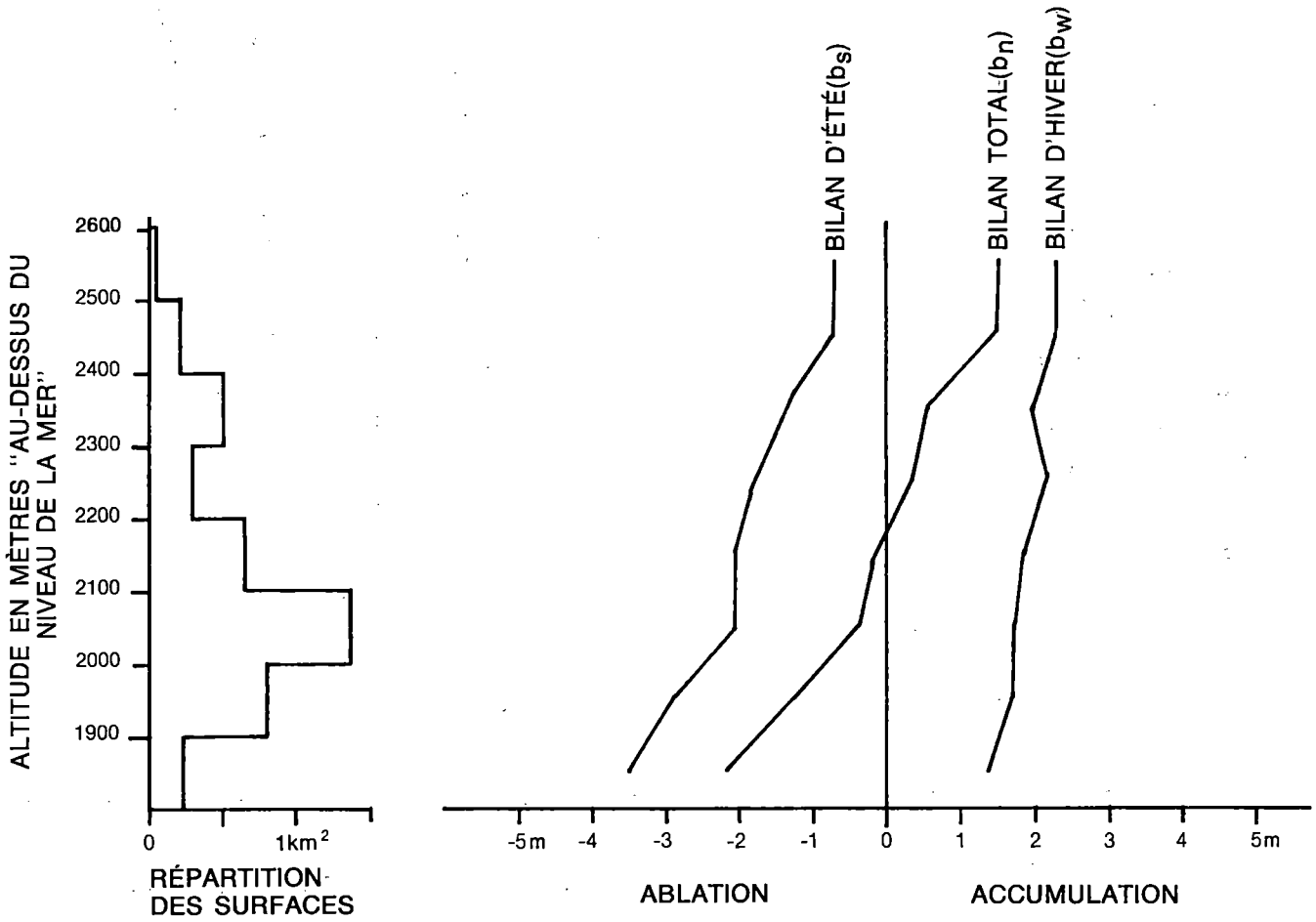


Figure III-10. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1972 et 1973.

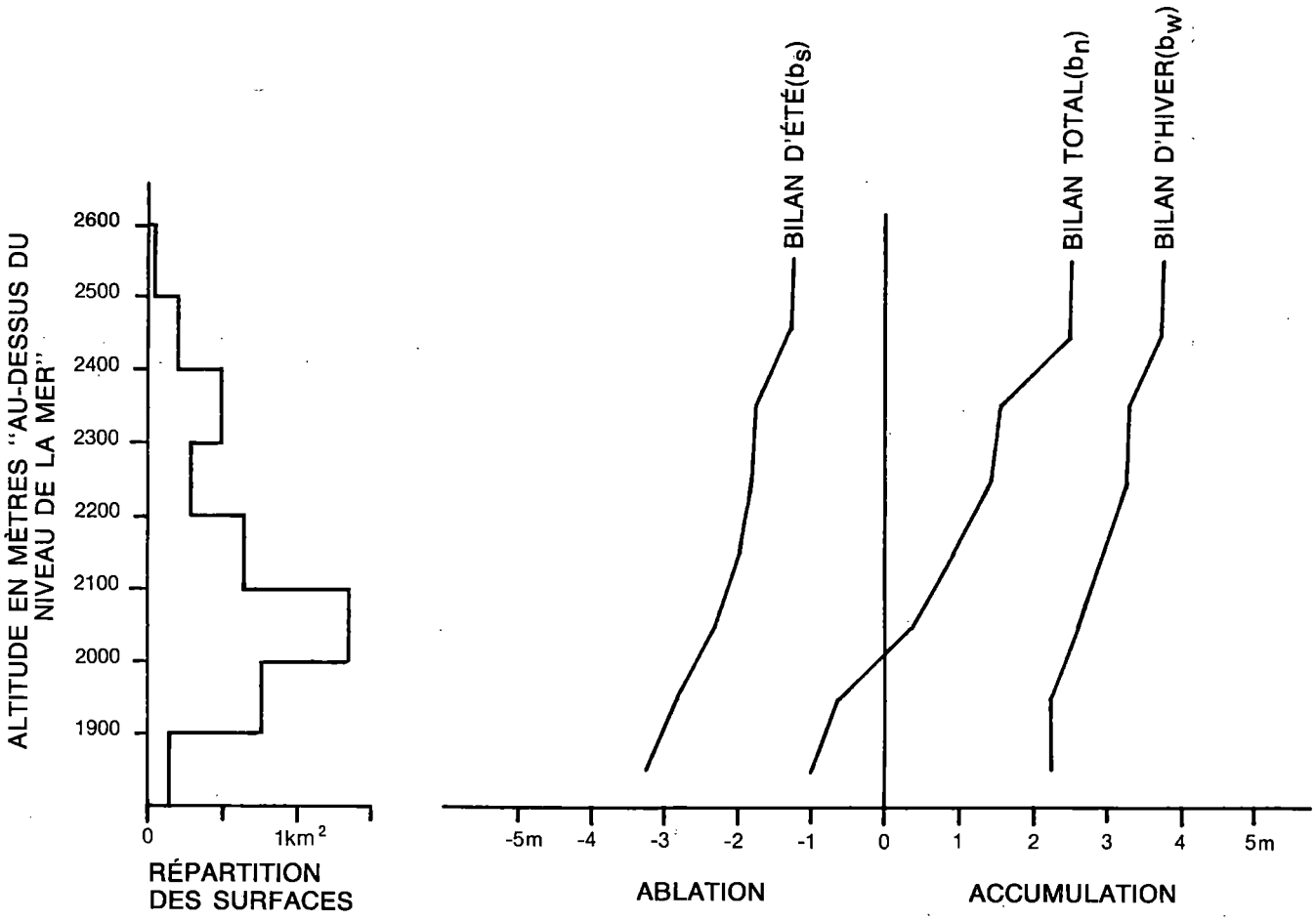


Figure III-11. Variation des bilans d'hiver et d'été et du bilan total avec l'altitude, 1973 et 1974.

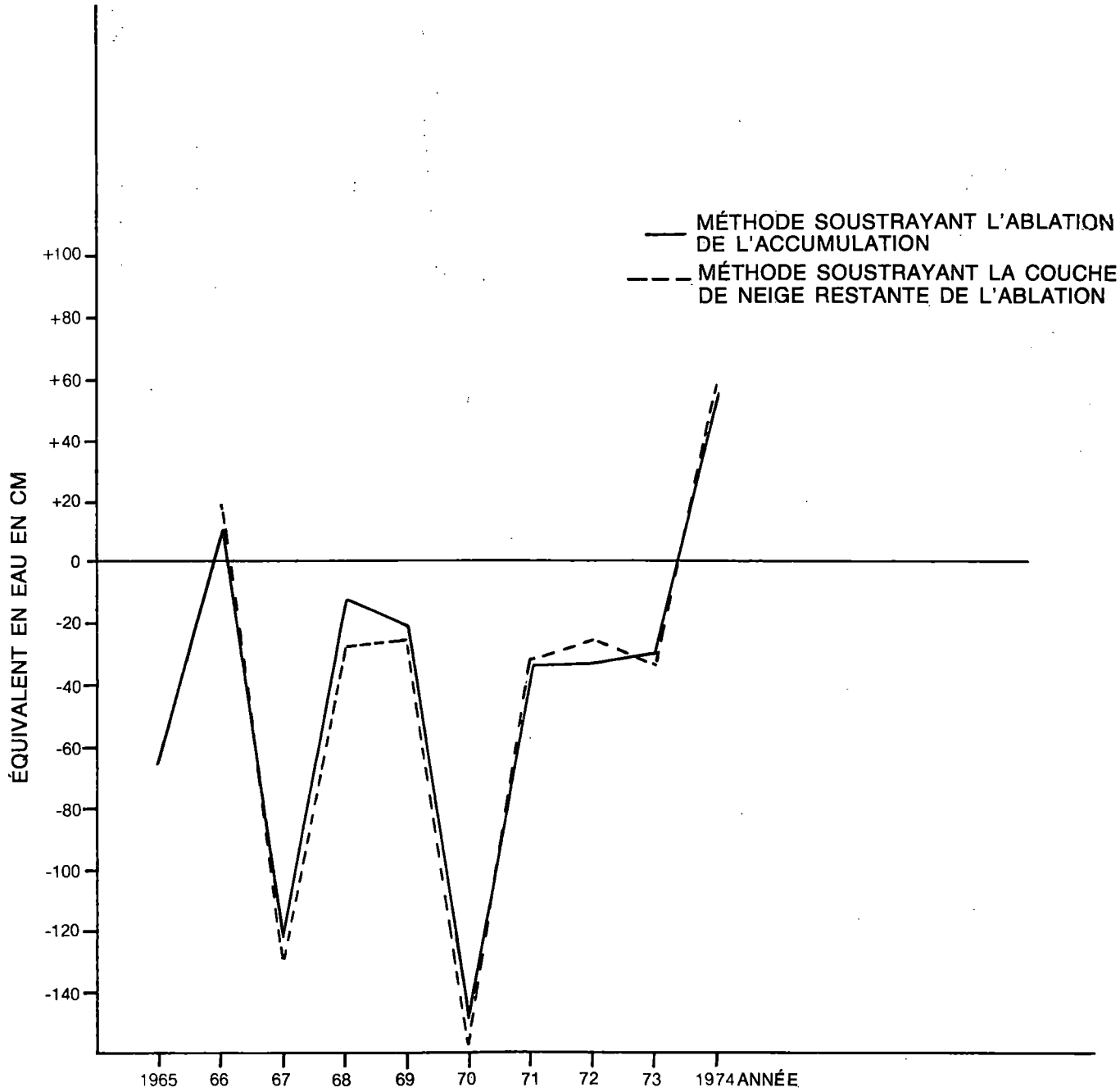


Figure III-12. Glacier Place – Variations du bilan total de masse, 1965 à 1974.

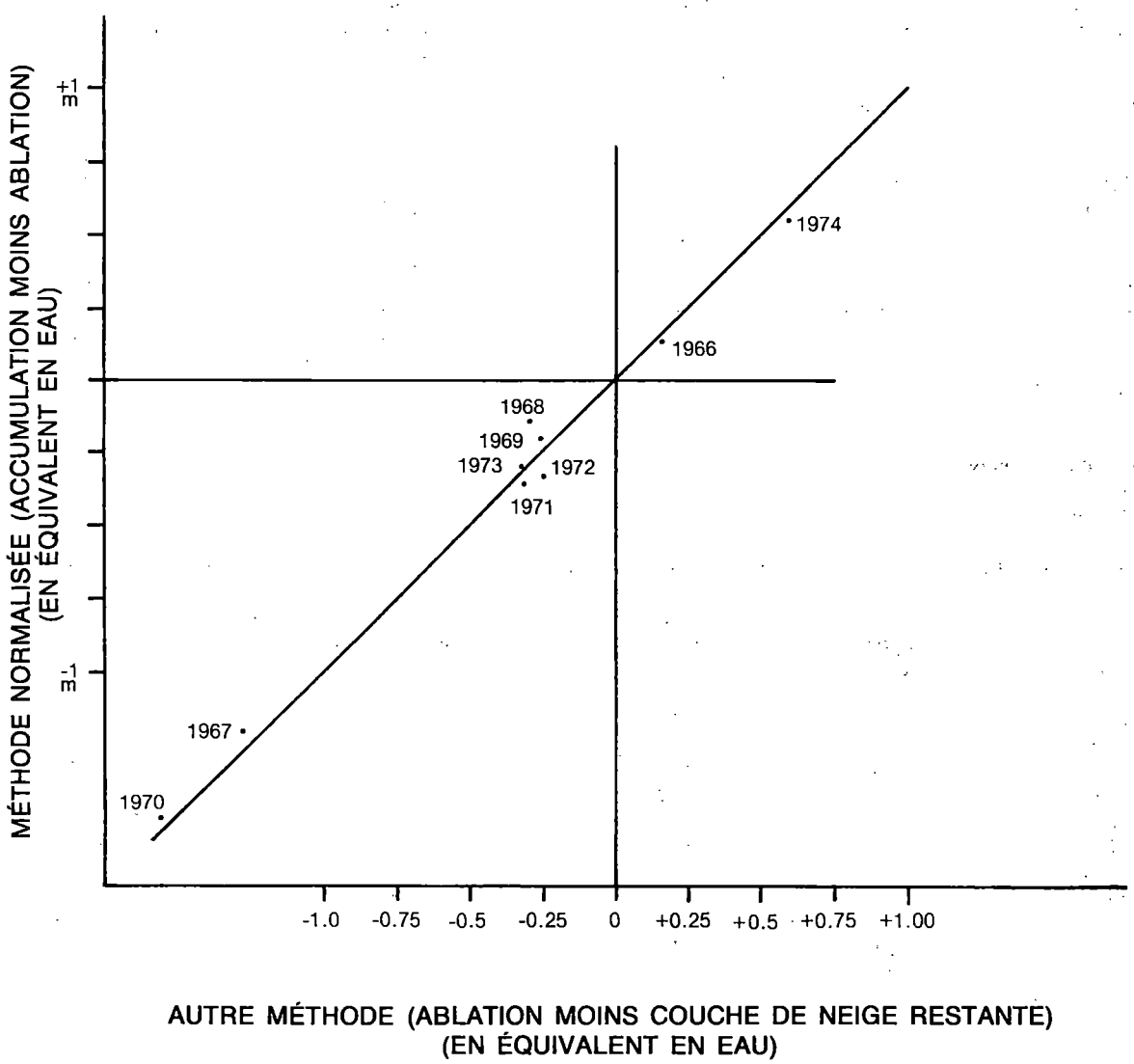


Figure III-13. Analyse des méthodes de mesure de surface, 1966 à 1974.

Tableau III-1. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1964-1965

Début: Septembre 1964 | Hiver: jusqu'au 18 avril 1965 | Été: jusqu'au 10 septembre 1965

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
2500 +	0.23	2.17	1.38	+0.79
2400–2500	0.29	1.60	1.42	+0.18
2300–2400	0.26	1.93	1.71	+0.22
2200–2300	0.18	2.17	2.06	+0.11
2100–2200	0.79	1.69	1.86	−0.17
2000–2100	1.24	1.45	2.13	−0.68
1900–2000	0.75	1.32	3.08	−1.76
<1900	0.24	1.32	3.84	−2.52
Totaux	3.98	1.58	2.23	−0.65

Ligne d'équilibre: 2200 m

Tableau III-2. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1965-1966

Début: 10 septembre 1965 | Hiver: jusqu'au 15 juin 1966 | Été: jusqu'au 3 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
2500–2600	0.05	2.50	0.74	+1.76
2400–2500	0.20	2.50	1.07	+1.43
2300–2400	0.47	2.31	1.37	+0.94
2200–2300	0.29	2.02	1.87	+0.15
2100–2200	0.64	2.19	1.91	+0.28
2000–2100	1.34	2.12	2.03	+0.09
1900–2000	0.76	1.59	2.04	−0.45
1800–1900	0.21	1.25	2.98	−1.73
Totaux	3.96	2.02	1.91	+0.11

Ligne d'équilibre: 2070 m

Tableau III-3. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1966-1967

Début: 3 septembre 1966 | Hiver: jusqu'au 31 mai 1967 | Été: jusqu'au 16 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
2500–2600	0.040	3.25	1.75	+1.50
2400–2500	0.200	2.83	1.75	+1.08
2300–2400	0.467	1.93	2.21	−0.28
2200–2300	0.296	1.76	2.40	−0.64
2100–2200	0.637	2.16	3.30	−1.14
2000–2100	1.345	2.30	3.61	−1.31
1900–2000	0.762	1.78	3.92	−2.14
1800–1900	0.210	1.75	4.76	−3.00
Totaux	3.967	2.10	3.31	−1.21

Ligne d'équilibre: 2370 m

Tableau III-4. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1967-1968

Début: 16 octobre 1967 | Hiver: jusqu'au 28 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
2500–2600	0.040	3.25	1.25	+2.00
2400–2500	0.200	3.15	1.25	+1.90
2300–2400	0.467	2.88	1.80	+1.08
2200–2300	0.296	2.88	1.82	+1.06
2100–2200	0.637	2.43	2.20	+0.23
2000–2100	1.345	2.29	2.36	−0.07
1900–2000	0.762	1.73	3.43	−1.70
<1900	0.210	1.25	3.88	−2.63
Totaux	3.957	2.32	2.45	−0.13

Ligne d'équilibre: 2030 m

Tableau III-5. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1968-1969

Début: 1er octobre 1968 | Hiver: jusqu'au 8 juin 1969 | Été: jusqu'au 1er 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
2500–2600	0.040	3.25	1.25	+2.00
2400–2500	0.200	3.25	1.25	+2.00
2300–2400	0.467	2.64	1.75	+0.89
2200–2300	0.296	2.38	1.85	+0.53
2100–2200	0.637	2.32	1.98	+0.34
2000–2100	1.345	1.89	2.16	−9.27
1900–2000	0.762	1.41	3.07	−1.66
<1900	0.210	1.36	3.72	−2.36
Totaux	3.957	2.05	2.26	−0.21

Ligne d'équilibre: 2090 m

Tableau III-6. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1969-1970

Début: 1er octobre 1969 | Hiver: jusqu'au 23 mai 1970 | Été: jusqu'au 9 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
2500–2600	0.040	2.25	1.25	+1.00
2400–2500	0.200	2.25	1.25	+1.00
2300–2400	0.467	1.73	1.96	−0.23
2200–2300	0.296	1.54	2.11	−0.57
2100–2200	0.637	1.59	2.72	−1.13
2000–2100	1.345	1.36	3.15	−1.79
1900–2000	0.762	1.08	3.76	−2.68
1800–1900	0.210	1.02	4.68	−3.66
Totaux	3.957	1.43	2.94	−1.51

Ligne d'équilibre: 2380 m

Tableau III-7. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1970-1971

Début: 19 septembre 1970 | Hiver: jusqu'au 28 mai 1971 | Été: jusqu'au 7 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
2500–2600	0.040	3.25	1.25	+2.00
2400–2500	0.200	3.25	1.25	+2.00
2300–2400	0.467	2.43	1.58	+0.85
2200–2300	0.296	2.33	1.98	+0.35
2100–2200	0.637	2.23	2.44	−0.21
2000–2100	1.345	1.93	2.46	−0.53
1900–2000	0.762	1.44	3.05	−1.61
1800–1900	0.210	1.75	2.09	−1.24
Totaux	3.957	2.04	2.38	−0.34

Ligne d'équilibre: 2195 m

Tableau III-8. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1971-1972

Début: 7 octobre 1971 | Hiver: jusqu'au 15 juin 1972 | Été: jusqu'au 15 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
2500–2600	0.040	2.75	1.25	+1.50
2400–2500	0.200	2.75	1.25	+1.50
2300–2400	0.467	2.05	1.70	+0.35
2200–2300	0.296	1.99	1.72	+0.21
2100–2200	0.637	1.97	1.95	+0.02
2000–2100	1.345	1.67	2.03	−0.36
1900–2000	0.760	1.26	2.81	−1.55
1800–1900	0.148	1.25	3.25	−2.00
Totaux	3.893	1.76	2.10	−0.34

Ligne d'équilibre: 2130 m

Tableau III-9. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1972-1973

Début: 1er octobre 1972 | Hiver: jusqu'au 25 mai 1973 | Été: jusqu'au 1er octobre 1973

Intervalle 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
2500–2600	0.040	2.25	0.75	+1.50
2400–2500	0.200	2.25	0.75	+1.50
2300–2400	0.467	1.95	1.40	+0.55
2200–2300	0.296	2.14	1.78	+0.36
2100–2200	0.637	1.87	2.03	−0.16
2000–2100	1.345	1.67	2.05	−0.38
1900–2000	0.760	1.64	2.90	−1.26
1800–1900	0.148	1.36	3.53	−2.17
Totaux	3.893	1.79	2.09	−0.30

Ligne d'équilibre: 2185 m

Tableau III-10. Bilan de masse
Glacier Place
Année: 1973-1974

Début: 1er octobre 1973 Hiver: 7 juin 1974 Été: 11 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
2500–2600	0.040	3.75	1.25	+2.50
2400–2500	0.200	3.75	1.25	+2.50
2300–2400	0.467	3.29	1.75	+1.54
2200–2300	0.296	3.27	1.84	+1.43
2100–2200	0.637	2.92	1.99	+0.93
2000–2100	1.345	2.61	2.24	+0.37
1900–2000	0.760	2.20	2.85	−0.65
1800–1900	0.148	2.25	3.25	−1.00
Totaux	3.893	2.77	2.21	+0.56

Ligne d'équilibre: 2010 m

Tableau III-11. Glacier Place – Lignes d'équilibre

Année	Ligne d'équilibre, mètres au-dessus du niveau de la mer
1965	2200
1966	2070
1967	2370
1968	2030
1969	2090
1970	2380
1971	2195
1972	2130
1973	2185
1974	2010
Moyenne	2138
Écart type	140.71

Tableau III-12. Glacier Place – Gain ou perte en volume d'eau du glacier, 1965 à 1974

Année	Gain ou perte d'eau, 10^6 m³
1965	−2.597
1966	+0.451
1967	−4.798
1968	−0.519
1969	−0.850
1970	−5.959
1971	−1.359
1972	−1.339
1973	−1.159
1974	+2.189
Total net	−15.940

Tableau III-13. Glacier Place – 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			
1965	−0.65	–	–	–
1966	+0.11	+0.17	0.06	2.9
1967	−1.21	−1.28	0.07	3.3
1968	−0.13	−0.28	0.15	6.4
1969	−0.21	−0.25	0.04	1.9
1970	−1.51	−1.56	0.05	3.5
1971	−0.35	−0.31	0.04	1.9
1972	−0.34	−0.25	0.09	5.1
1973	−0.30	−0.32	0.02	1.2
1974	+0.56	+0.59	0.03	1.1
			Moyenne:	3.03

* 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.

Annexe IV

Courbe de tarage

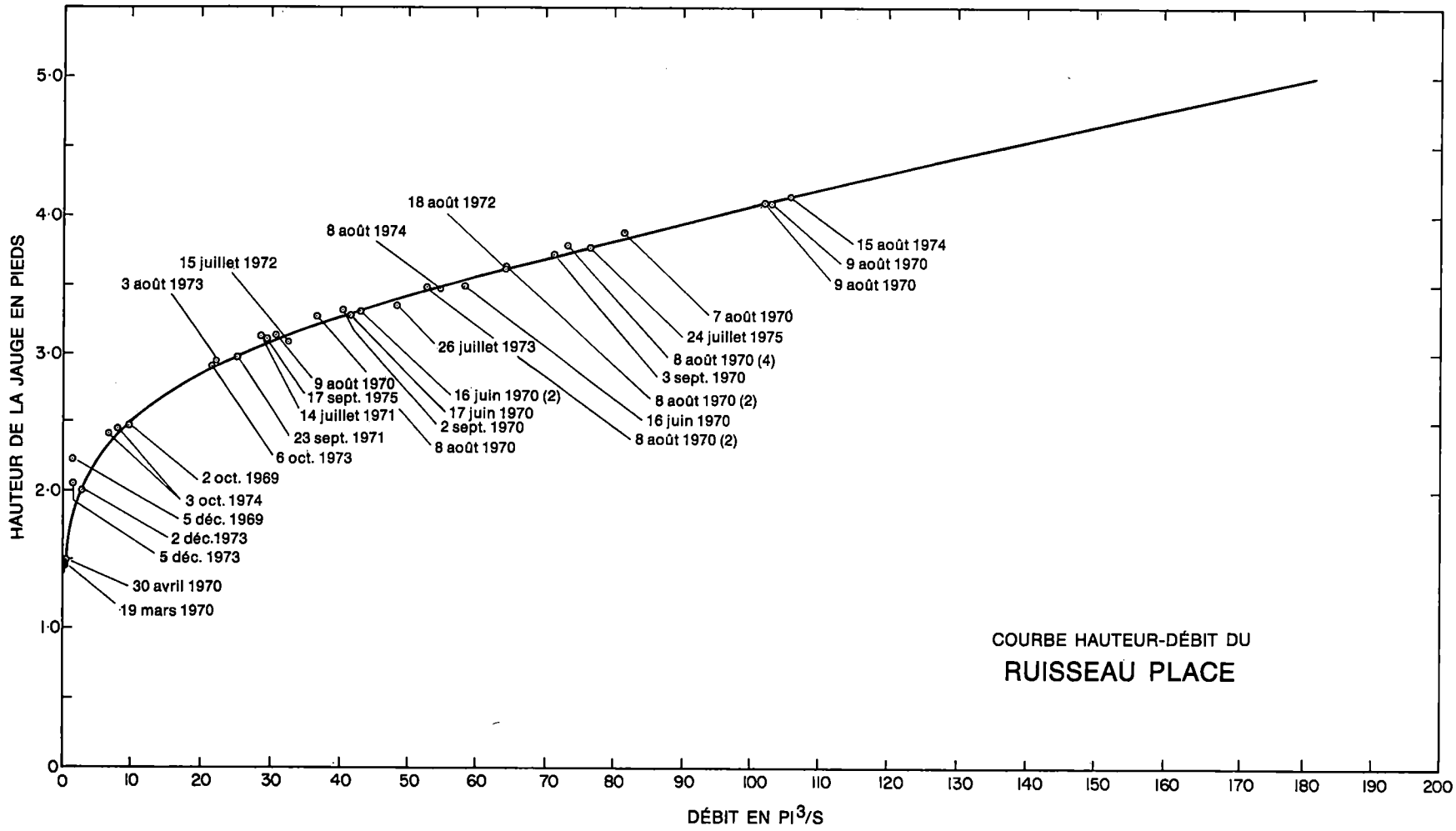


Figure IV-1. Courbe de tarage.

Annexe V

Résumé des paramètres météorologiques et débit d'eau

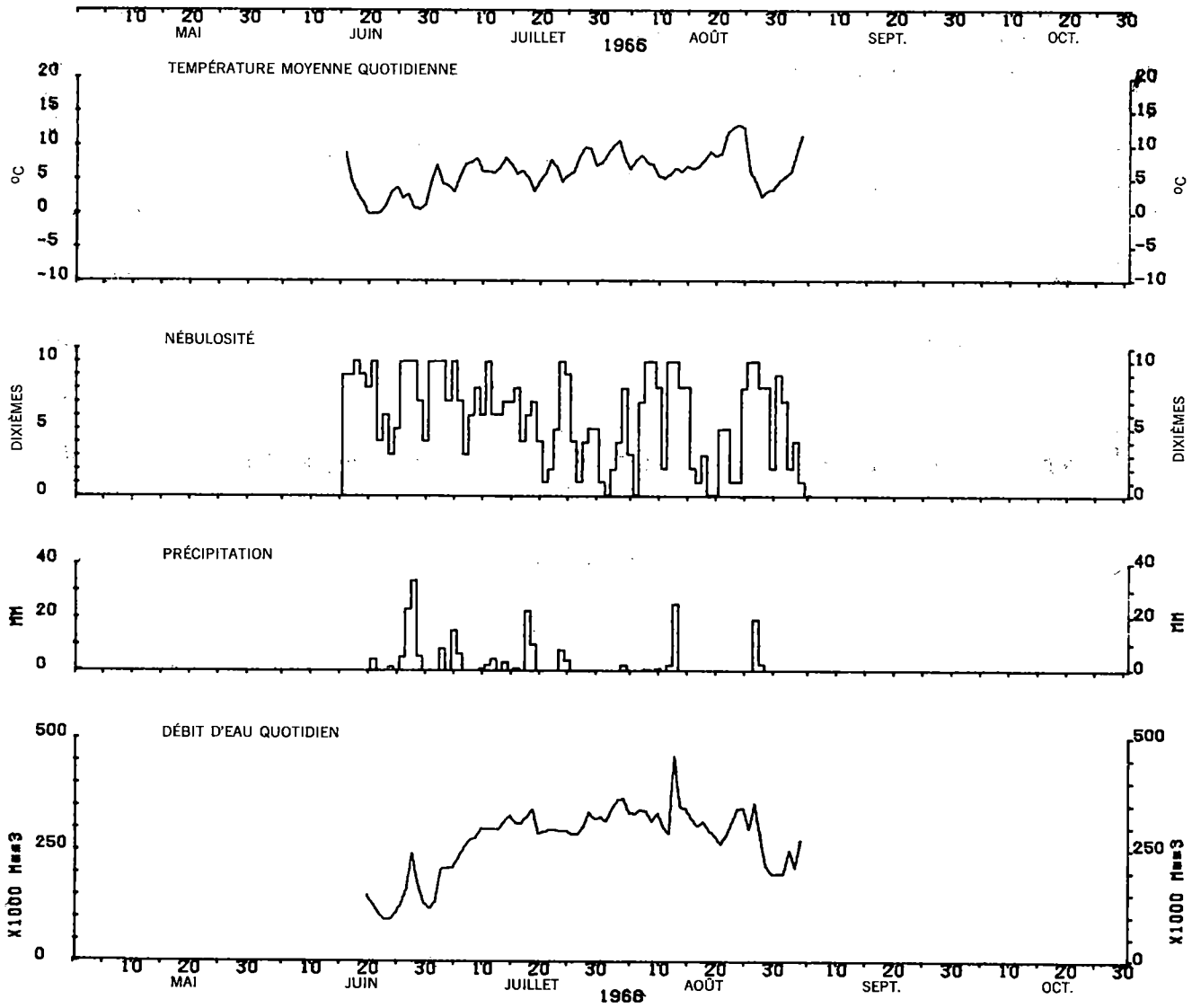


Figure V-1. Le glacier Place, 1966.

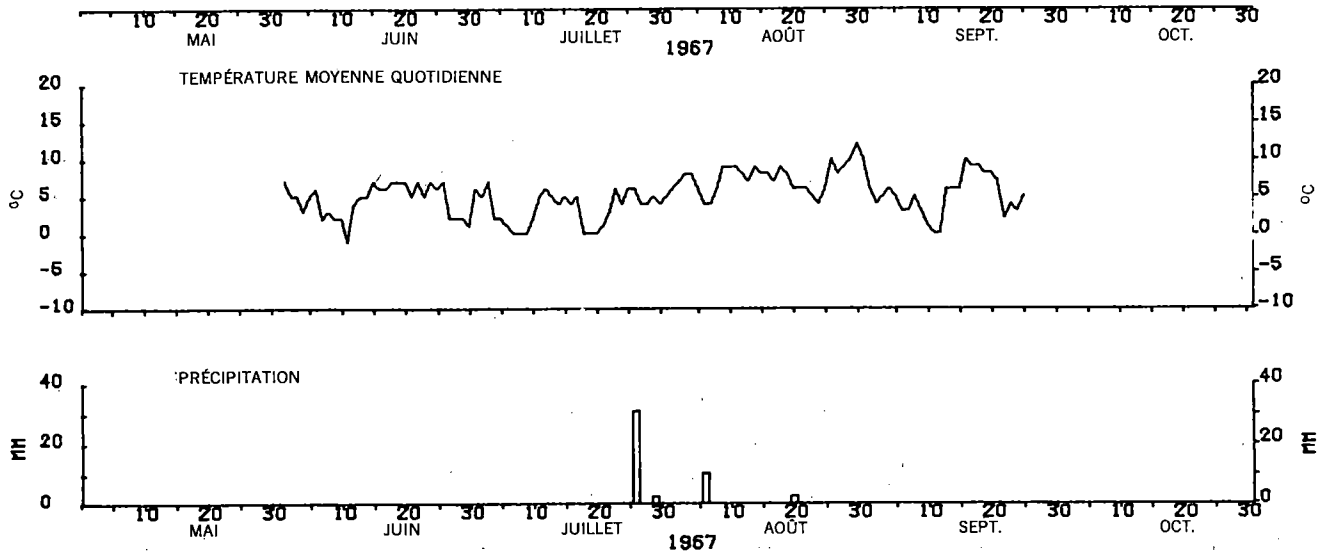


Figure V-2. Le glacier Place, 1967.

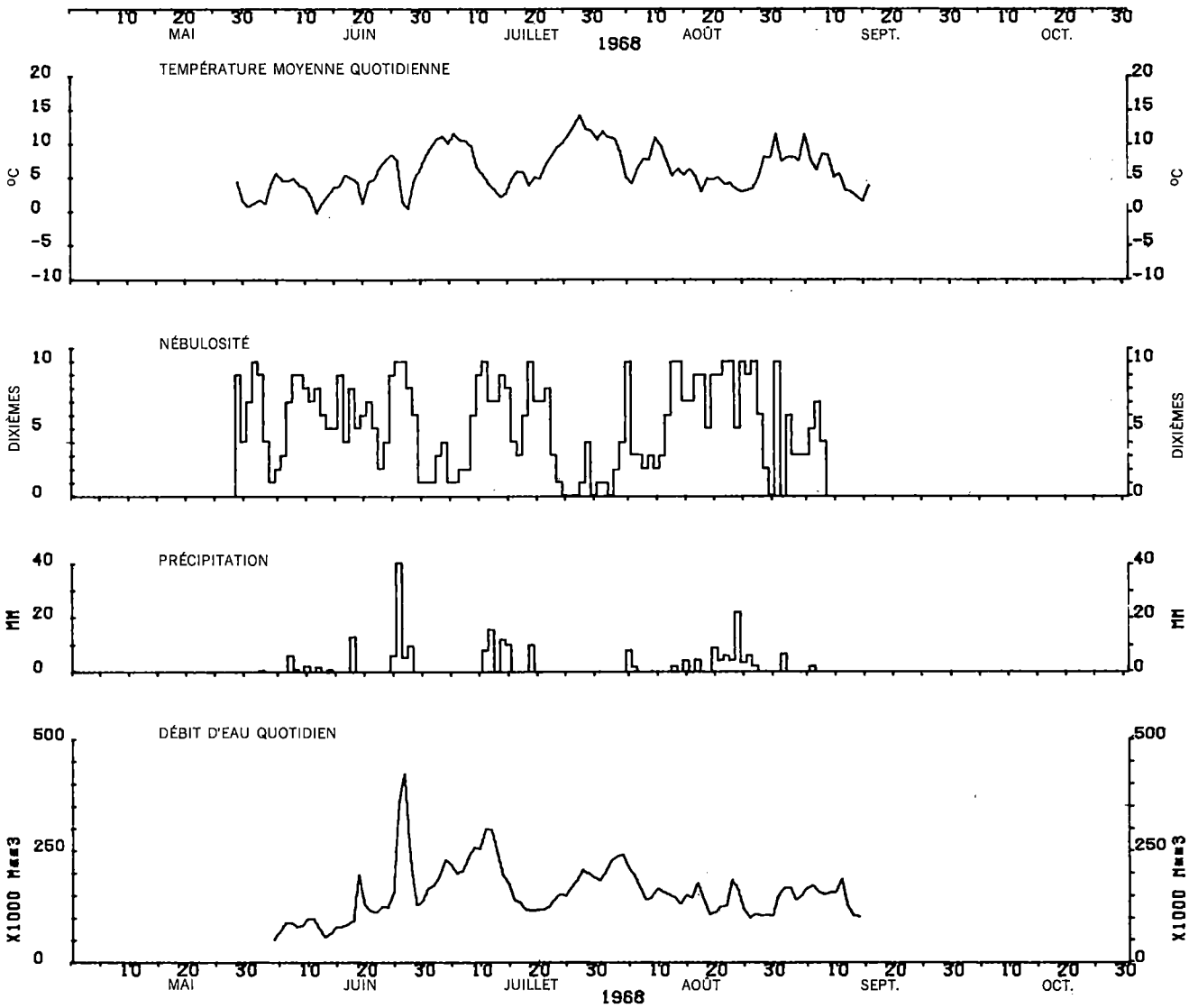


Figure V-3. Le glacier Place, 1968.

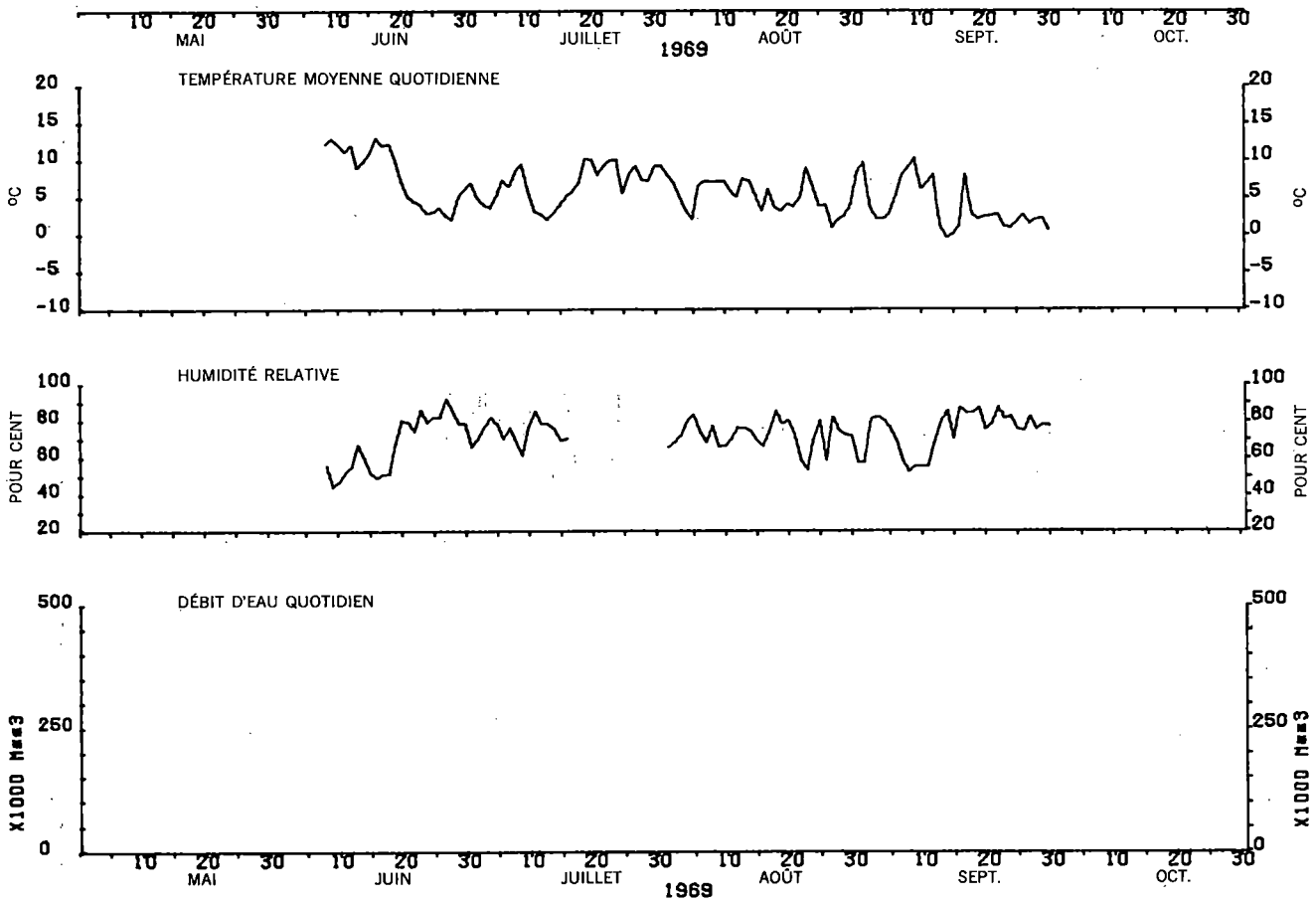


Figure V-4. Le glacier Place, 1969.

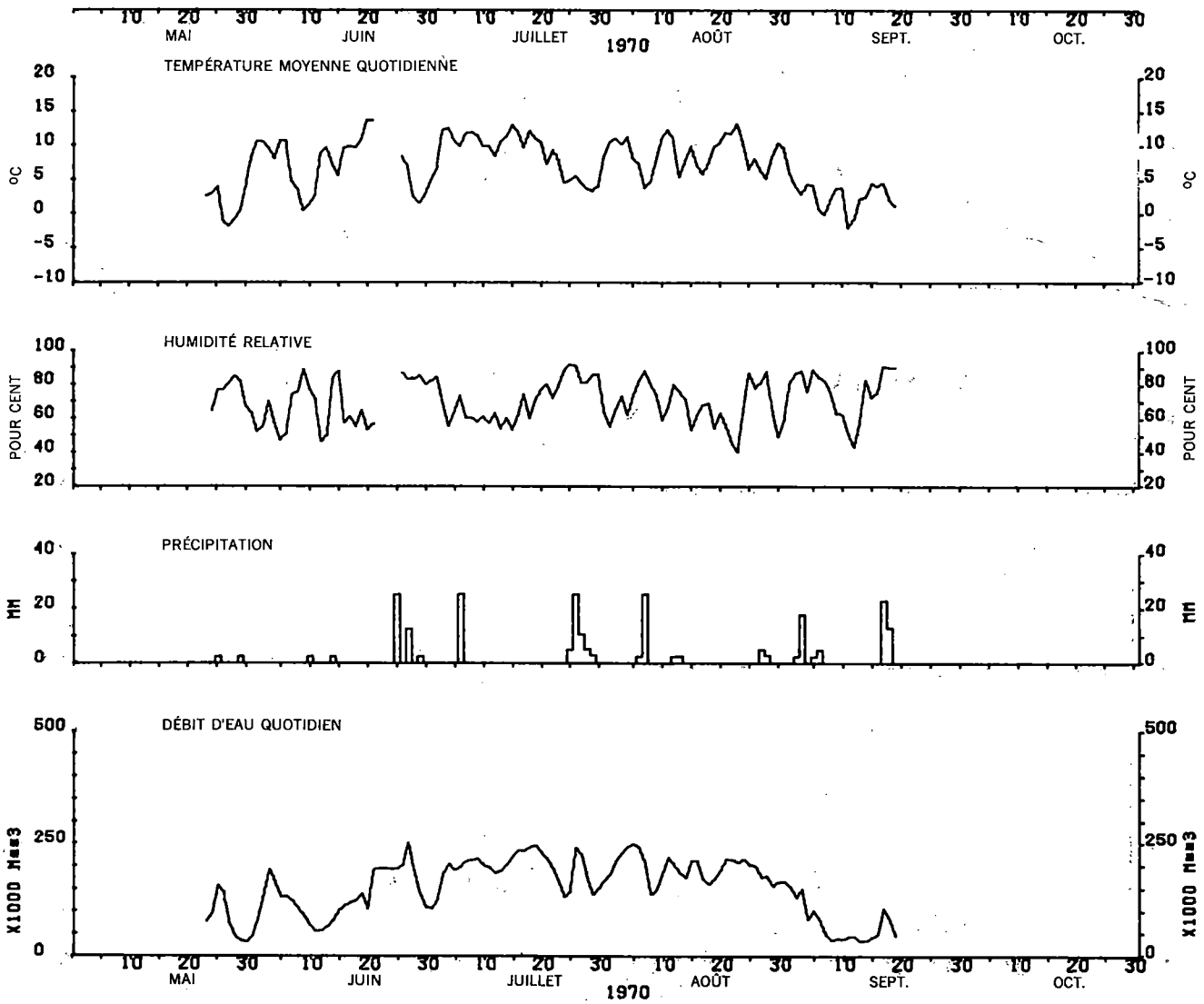


Figure V-5. Le glacier Place, 1970.

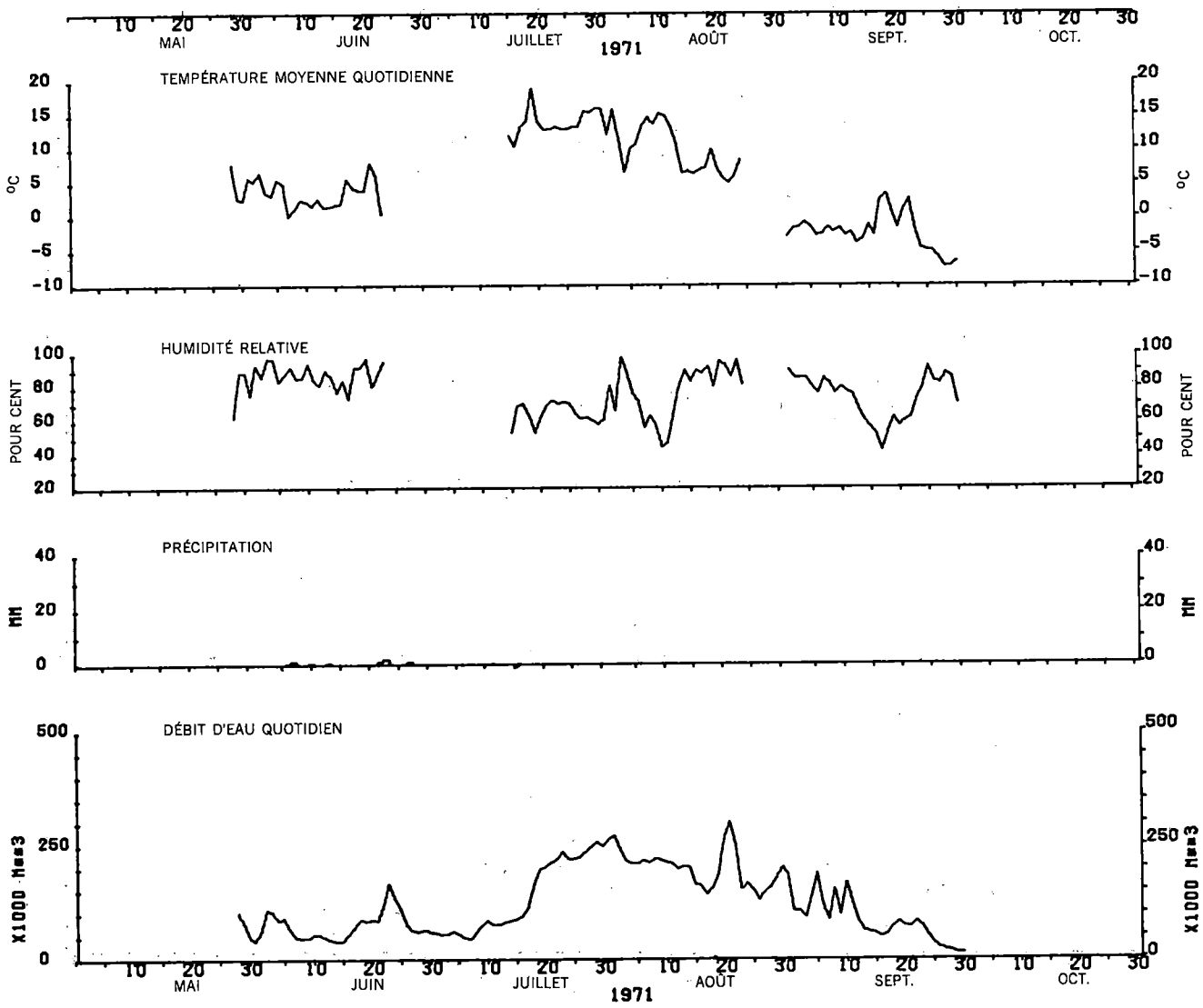


Figure V-6. Le glacier Place, 1971.

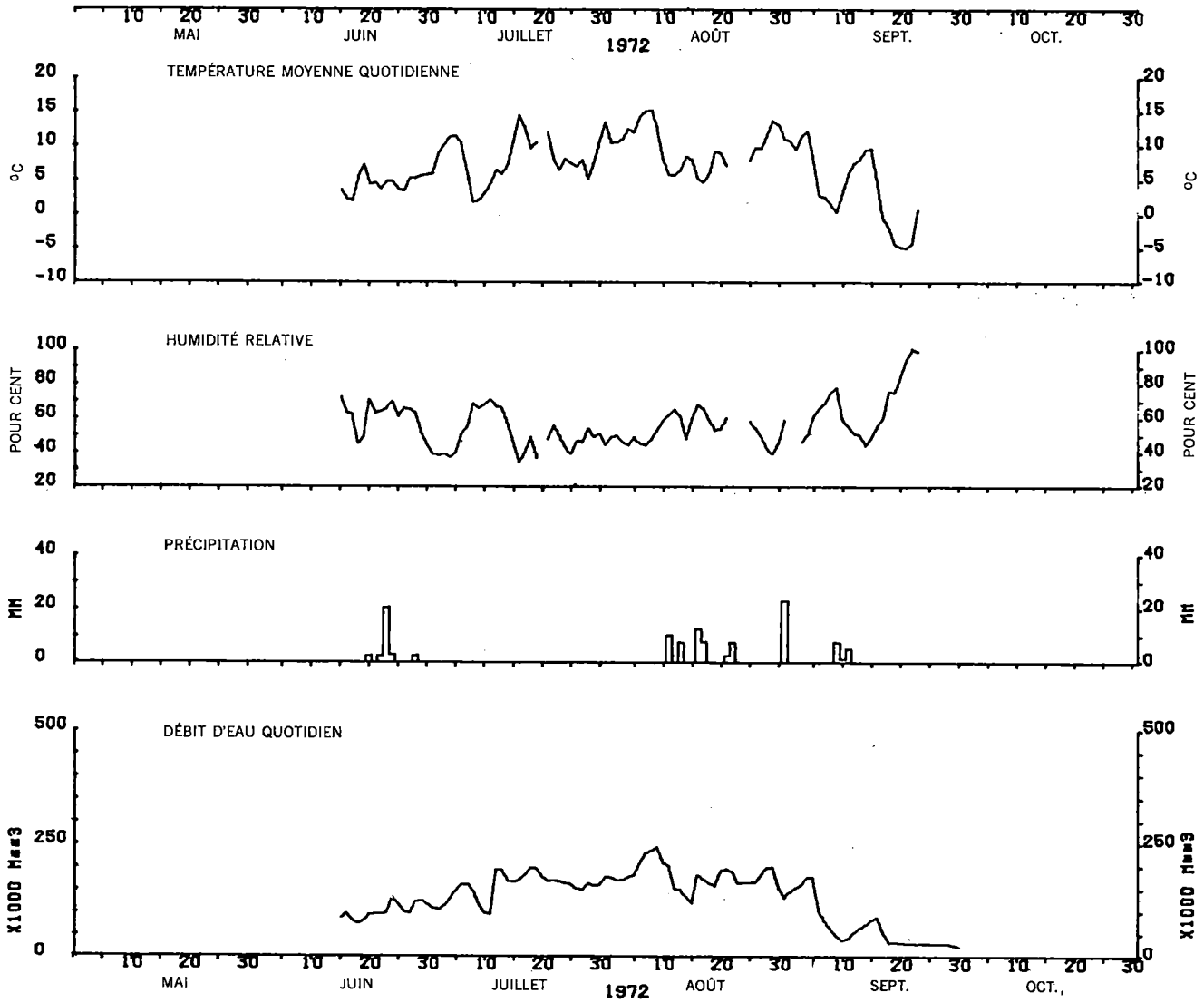


Figure V-7. Le glacier Place, 1972.

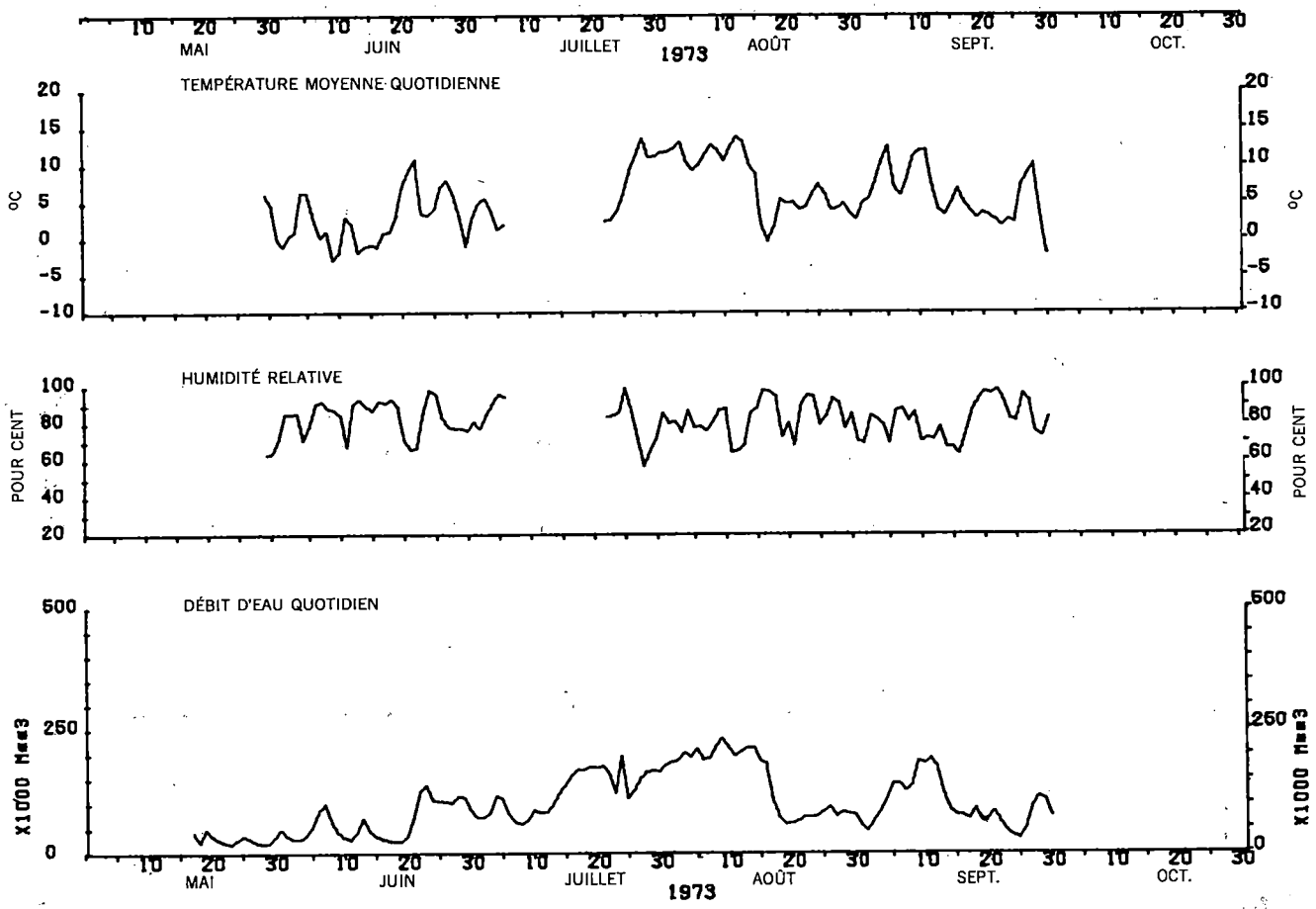


Figure V-8. Le glacier Place, 1973.

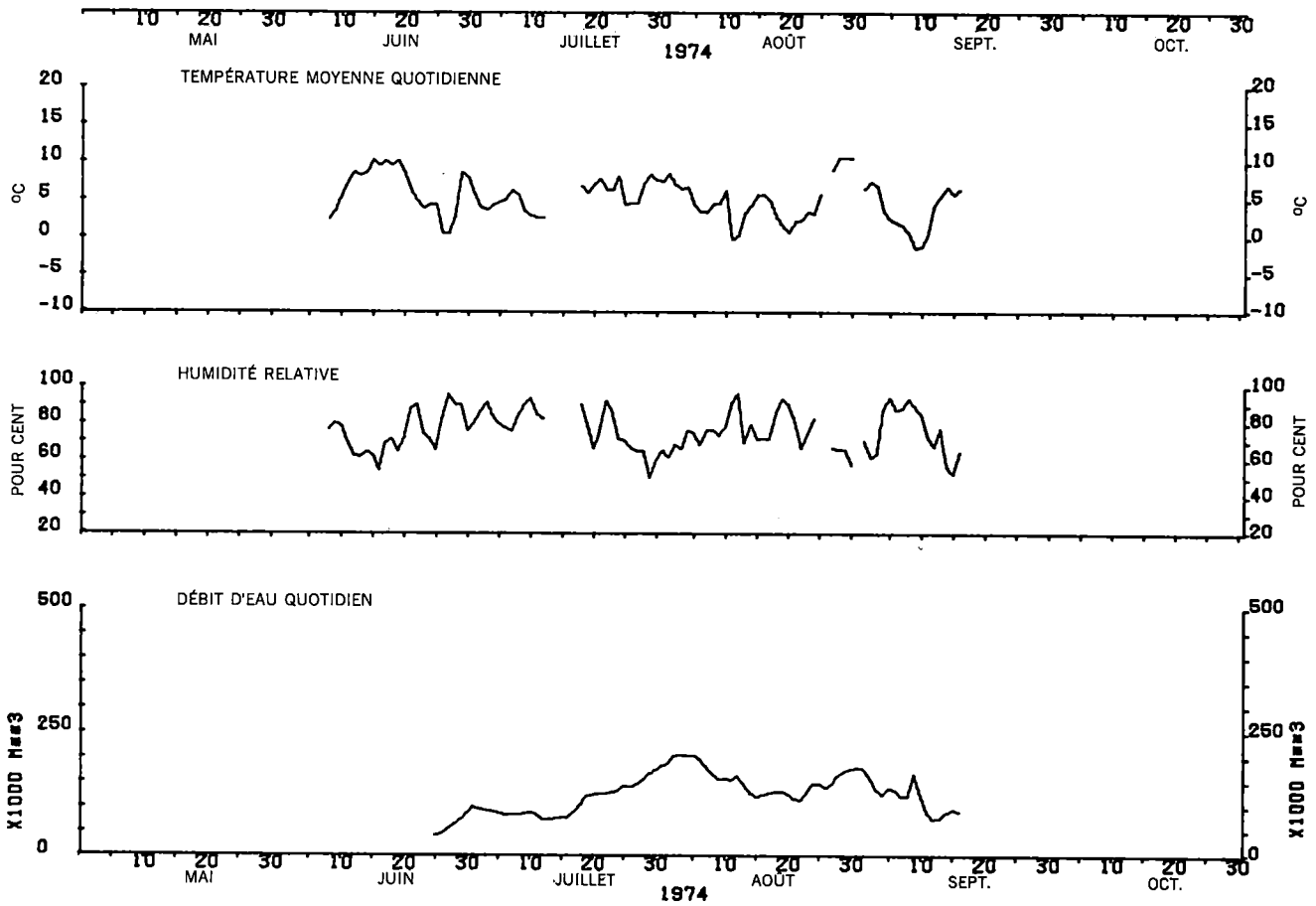


Figure V-9. Le glacier Place, 1974.

Environment Canada Library, Burlington
3 9055 1018 8145 5