

Article

« Répartition estivale des surfaces enneigées en Ungava, Nouveau-Québec »

Bernard Lauriol, André Champoux et James T. Gray
Géographie physique et Quaternaire, vol. 38, n° 1, 1984, p. 37-47.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/032534ar>

DOI: 10.7202/032534ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

RÉPARTITION ESTIVALE DES SURFACES ENNEIGÉES EN UNGAVA, NOUVEAU-QUÉBEC

Bernard LAURIOL, André CHAMPOUX et James T. GRAY, respectivement, Département de géographie, université d'Ottawa, 165, rue Waller, Ottawa, Ontario K1N 6N5; Environnement Canada, Place Vincent-Massey, 351, rue Saint-Joseph, Hull, Québec J8Y 3Z8; Département de géographie, université de Montréal, c.p. 6128, succ. «A», Montréal, Québec H3C 3J7.

RÉSUMÉ Les caractéristiques spatio-temporelles de la neige en été, en Ungava, ont été étudiées par photo-interprétation. Les photographies analysées ont été extraites de lignes de vol choisies en fonction de leur date et de leur localisation ou selon un échantillonnage effectué d'après la grille de référence des cartes topographiques à 1/50 000 du Canada. Sur les photographies, on a calculé la superficie couverte par la neige ou le nombre de plaques de neige. Les résultats indiquent que les surfaces enneigées varient d'un été à l'autre, selon l'importance des chutes de neige survenue l'hiver précédent. Les hivers les plus neigeux ont des températures un peu moins froides et des flux atmosphériques du nord-est plus importants. En été, le résidu nival le plus important se situe au sud des côtes du détroit d'Hudson. Le résidu nival disparaît progressivement, entre les mois de juin et d'août, du sud-ouest vers le nord-est de l'Ungava. Actuellement, la surface occupée par la neige en été semble plus importante que pendant les années 1950, du moins le long de la côte ouest de la baie d'Ungava. En période d'englaciation, la côte sud du détroit d'Hudson pourrait être un lieu favorable à la naissance d'une calotte glaciaire.

ABSTRACT *Distribution of snow patches throughout the summer in the Ungava Peninsula, Nouveau-Québec.* The spatial and temporal variations of snow cover in summer in Ungava were studied by means of air photographs, available for various dates between 1950 and 1960. The number and surface area of snow-patches are related to the previous winter's snow fall. The snowfall amounts in turn appear to be directly proportional to the frequency of north-easterly air flows. The highest density of snow-patches, in terms of numbers and surface areas, exists in the highland region bordering the Hudson Strait coast, which is also the zone characterised by the heaviest snow-falls. The regional trend of disappearance of the snow cover in the Ungava Peninsula through the summer is from south west to north east. Field observations between 1975 and 1983 and comparisons with aerial photographs taken in the seasons of 1950-1960 appear to indicate an increase in areas and number of snow-patches, on the west coast of Ungava Bay. If some conditions prevailed at the onset of a glacial period the highland area along the Hudson Strait coast could be one of the early centres of the continental ice sheet.

ZUSAMMENFASSUNG *Verteilung der Schneeflächen im Sommer in Ungava, Neues Québec.* Variationen in der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Schneedecke von Ungava im Sommer wurden mittels Luftaufnahmen untersucht. Die analysierten Fotografien wurden entsprechend Flugdatum und Aufnahmeort ausgewählt oder gemäß einer Auswahl, die nach dem Raster der topographischen Karten Kanadas im Massstab 1:50 000 durchgeführt wurde. Auf den Fotos berechnete man die von Schnee bedeckte Fläche oder die Anzahl der Schneeflächen. Die Untersuchung zeigt, dass die von Schnee bedeckten Flächen von Sommer zu Sommer variieren, entsprechend der Stärke der Schneefälle im vorausgehenden Winter. In den schneereichsten Wintern sind die Temperaturen etwas weniger kalt und die atmosphärischen Strömungen von Nord-Osten sind stärker. Im Sommer befindet sich die wichtigste Schneemenge im Süden der Küsten der Hudson-Meerenge. Dieser Schneereichtum Ungavas schwindet allmählich zwischen den Monaten Juni und August, und zwar von Süd-Westen nach Nord-Osten. Gegenwärtig scheint die im Sommer von Schnee bedeckte Fläche bedeutender zu sein, als in den 50iger Jahren, zumindest entlang der Westküste der Bucht von Ungava. In einer Eiszeit-Periode könnte die Südküste von Hudson ein für die Bildung einer Eiskalotte günstiger Ort sein.

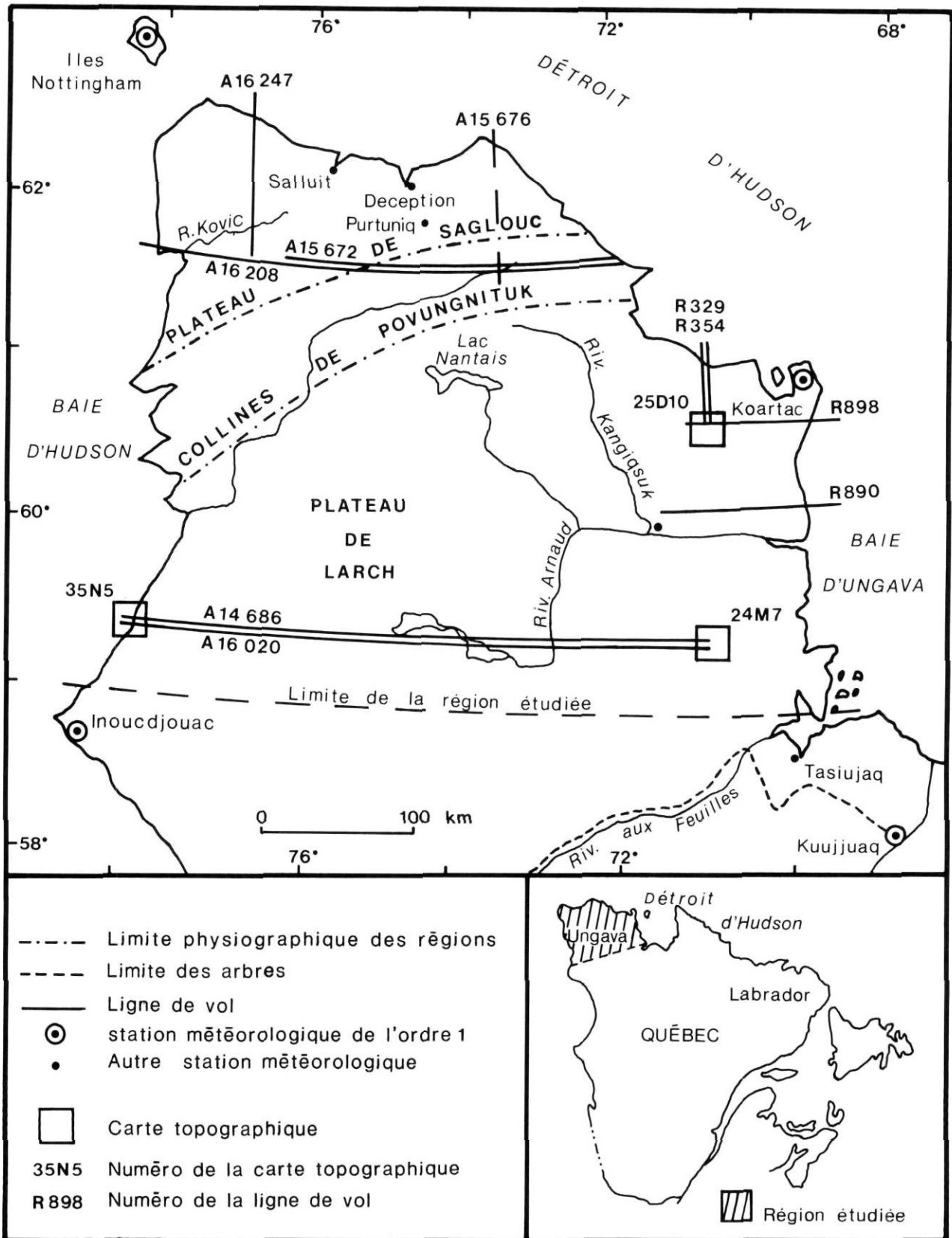


FIGURE 1. Carte de localisation de la région étudiée.

Location map of the studied area.

INTRODUCTION

Cet article est le résultat de l'étude par photo-interprétation des relations entre les variations neigeuses hivernales et l'expansion ou la régression des plaques de neige en été, en Ungava. Il décrit une zone neigeuse le long des littoraux du sud du détroit d'Hudson et présente la cartographie de la répartition des plaques de neige en été. Cette étude a des applications dans des domaines de recherche variés. En effet, la neige joue un rôle dans le lieu d'origine et le développement d'une calotte glaciaire (BARRY *et al.*, 1975), l'évolution géomorphologique (EMBLETON et KING, 1968), l'hydrologie (WOO *et al.*, 1982), le régime thermique des sols (NEKRASON, 1980) et l'écologie végétale (BILLINGS, 1974 et KOERNER, 1980).

LE CADRE NATUREL

La zone étudiée (fig. 1) comprend les régions physiographiques suivantes: les collines de Povungnituk, le plateau de Saglouc et une partie du plateau de Larch (BOSTOCK, 1969). À l'exception de la partie occidentale des collines de Povungnituk, le paysage est plutôt plat. Il s'agit d'une péninsule entaillée par quelques cours d'eau, dont les plus importants sont ceux des bassins des rivières Povungnituk et Arnaud. Les altitudes, à l'intérieur de la péninsule, s'élèvent du sud au nord; elles atteignent 650 m, dans la région de Purtuniq (fig. 2). Il en résulte une réduction de la température moyenne de l'air de l'ordre de 1,5°C à 3°C. L'influence de l'altitude est évidente dans le tracé des isothermes au nord de l'Ungava. La région de Purtuniq a une température moyenne annuelle d'environ -10°C (fig. 3A).

L'indice atmosphérique de dégel en °C jours au-dessus de 0°C est inférieur à 1000 en Ungava (fig. 3B). Il est donc trop faible pour permettre la croissance des arbres dont la limite longe la vallée de la rivière aux Feuilles (PAYETTE, 1983). L'absence d'arbres favorise le déplacement de la neige par le vent et son accumulation à l'abri des accidents topographiques. Ce phénomène est à l'origine de la persistance des plaques de neige après la disparition du couvert de neige continu, en général mince. En Ungava, son épaisseur moyenne est mal connue, mais d'après les données recueillies à Inukjuak, à Tasiujaq et à Kuujuaq, il semble inférieur à 100 cm sur les côtes et peut être de l'ordre de 25 à 50 cm à l'intérieur (fig. 3C).

La faible épaisseur du couvert nival dépend de la faiblesse des chutes de neige qui seraient inférieures à 150 cm à l'intérieur de l'Ungava, et près de 200 cm dans la région de Purtuniq (fig. 3D). À ces différences régionales s'ajoutent des variations interannuelles importantes (fig. 4).

MÉTHODOLOGIE

LA MESURE DES SUPERFICIES ET DU NOMBRE DE PLAQUES DE NEIGE

La neige étant facile à identifier sur les photographies aériennes, il est aisé de calculer la superficie totale qu'elle occupe. Pour la mesurer, on a utilisé une règle dont la graduation était de un demi-millimètre. On a ainsi calculé la



FIGURE 2. Carte orographique de l'Ungava.
Topographic map of the Ungava Peninsula.

superficie totale occupée par la neige en additionnant la superficie de chacune des plaques de neige sur chaque photographie. On a ensuite divisé la superficie occupée par la neige par celle de la photographie; les résultats ont été exprimés en m²/km². On n'a utilisé que les photographies dont l'échelle était de 1/31 000 ou de 1/40 000, afin que les résultats soient comparables.

Dans d'autres cas, on a compté le nombre de plaques de neige présentes sur les photographies. Cette méthode est rapide, mais peu précise. En effet, plus la neige fond, plus elle se morcelle, si bien que le nombre de plaques peut être élevé, mais la superficie, petite.

LE CHOIX DES PHOTOGRAPHIES ÉTUDIÉES

Les superficies et le nombre de plaques de neige sur les photographies ont été calculés suivant des lignes de vol choisies en fonction de leur date et de leur localisation, ou encore d'après la grille de référence des cartes topographiques à 1/50 000 du Canada. Dans ce dernier cas, on a retenu, toutes les deux semaines, une photographie par carte quand cela était possible (tabl. I).

Sur une même carte topographique, une seule photographie par ligne de vol a été choisie, la sélection reposant sur deux critères: on a d'abord retenu la photographie où les lacs étaient le moins nombreux, et ensuite où apparaissait un maximum de neige. En effet, sur certaines photographies

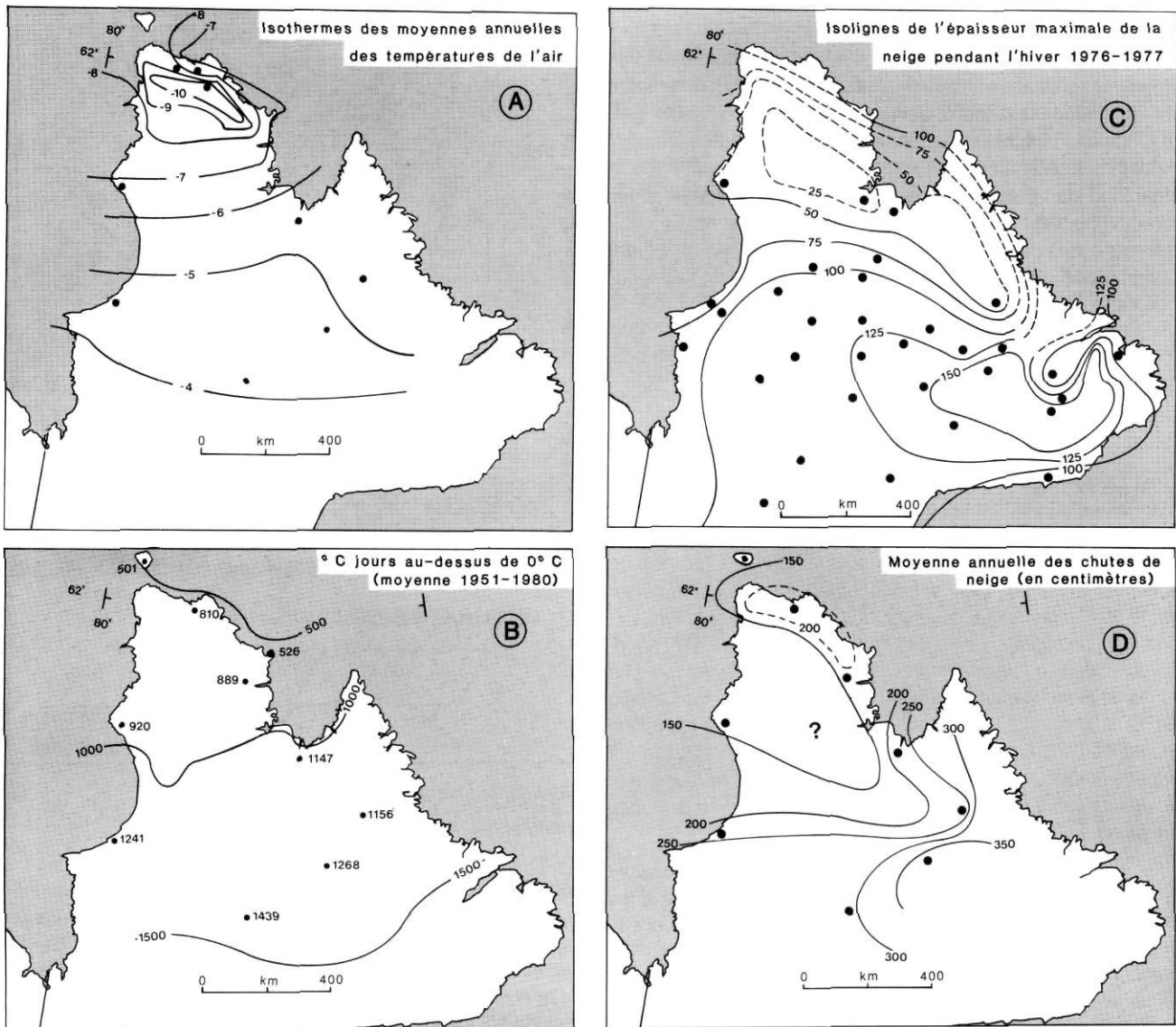


FIGURE 3. Cartes climatiques de l'Ungava, d'après GRAY (1983).

Climatic maps of the Ungava Peninsula according to GRAY (1983).

TABLEAU I

Répartitions mensuelle et annuelle des photographies aériennes de la péninsule d'Ungava étudiées dans le texte

	15 juin		15 juillet		15 août		15 septembre	
1953						28		
1954			4	8		6		
1955	4	88						
1956				42	29			
1957			32	17				
1958		9		55	102		2	
1959					8			
1960		5						

les lacs occupent la plus grande partie de la surface et sur d'autres la neige est absente à cause d'un modelé défavorable. Les photographies nos 41 et 45 de la ligne de vol A16020

illustrent bien ce phénomène (fig. 5). La ligne datée du 26 juin 1958 passe dans la région du lac Arnaud. La neige dans la zone couverte par la photographie n° 45 est plus rare que dans celle couverte par la photographie n° 41, parce que le relief y est plus calme. En été, la neige ne subsiste qu'à l'abri des accidents topographiques.

Le nombre d'inégalités du relief par kilomètre carré à l'intérieur de l'espace couvert par une carte topographique à 1/50 000 varie, mais, d'après nos observations, il y a peu de différences d'une carte à l'autre. Les seules exceptions sont les collines de Povungnituk et la côte sud du détroit d'Hudson. Le relief y est plus accidenté que sur la surface des plateaux de Saglouc et de Larch, mais elles ne couvrent que 10% de la surface étudiée.

Enfin, on a mesuré la superficie totale occupée par la neige sur la partie couverte par la carte 25D/10. Cette carte est traversée par des lignes de vol comprenant des photographies prises entre 1953 et 1960. Bien qu'on soit à 60 km

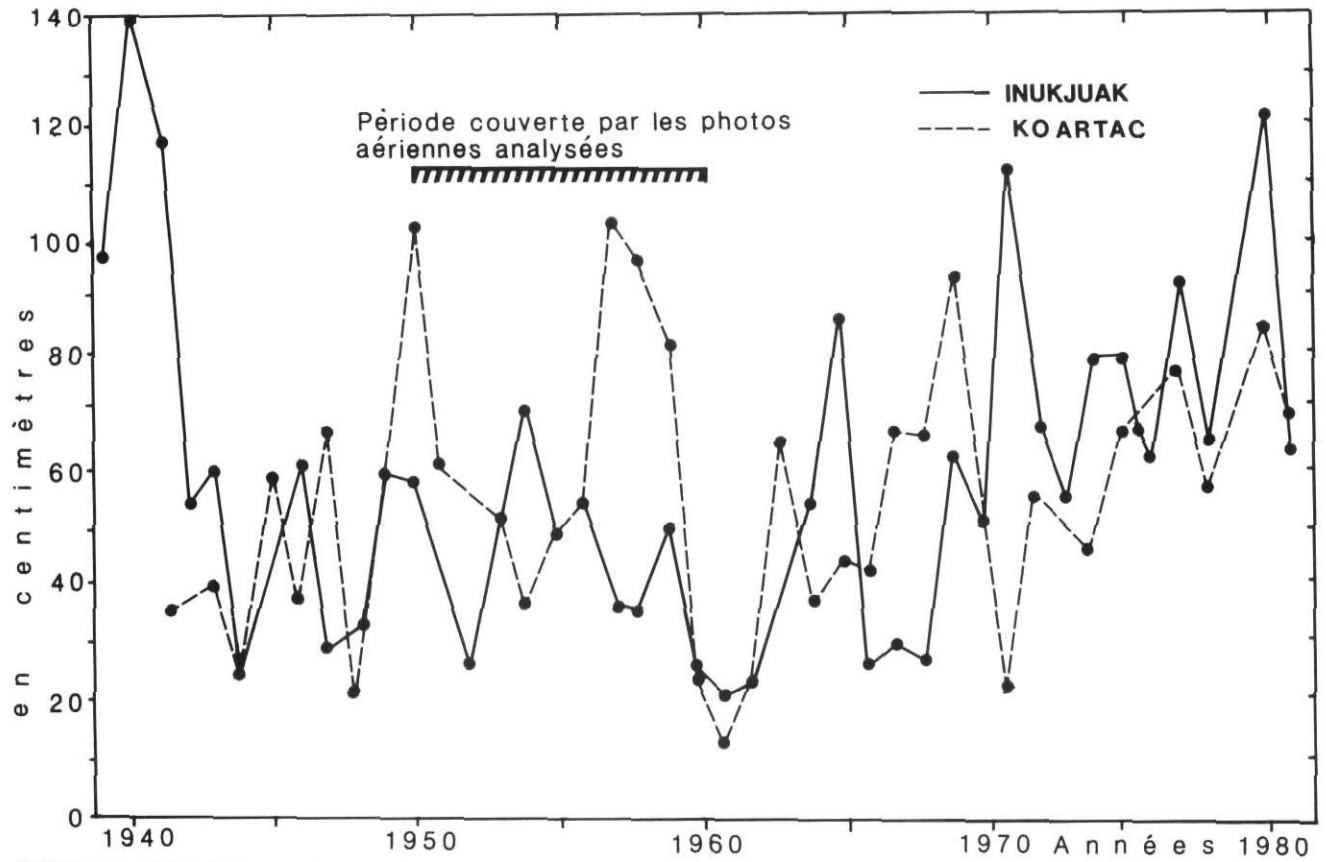
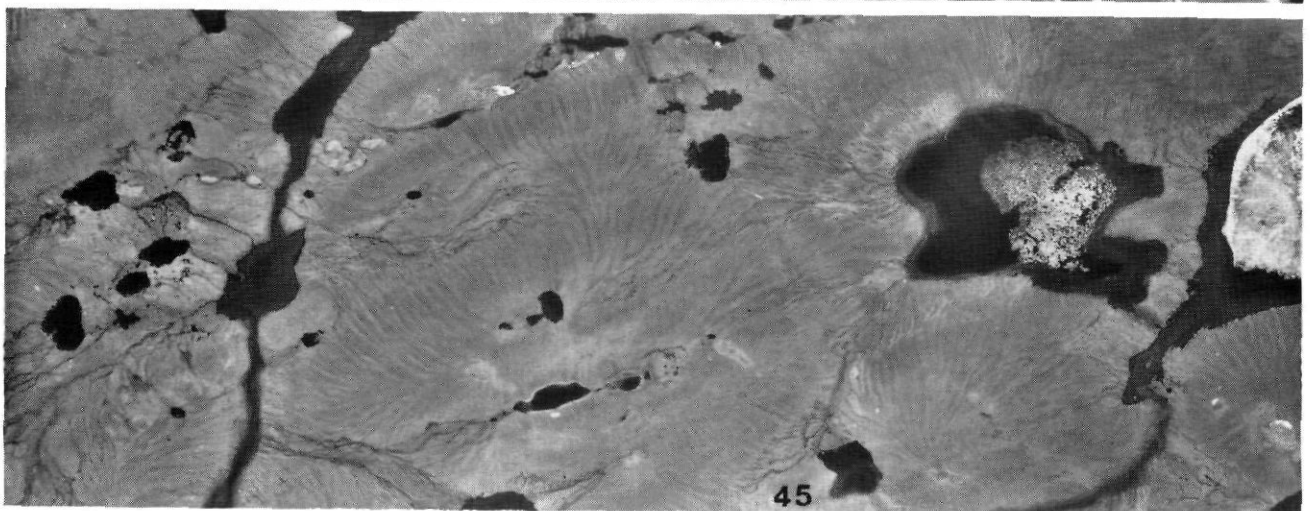
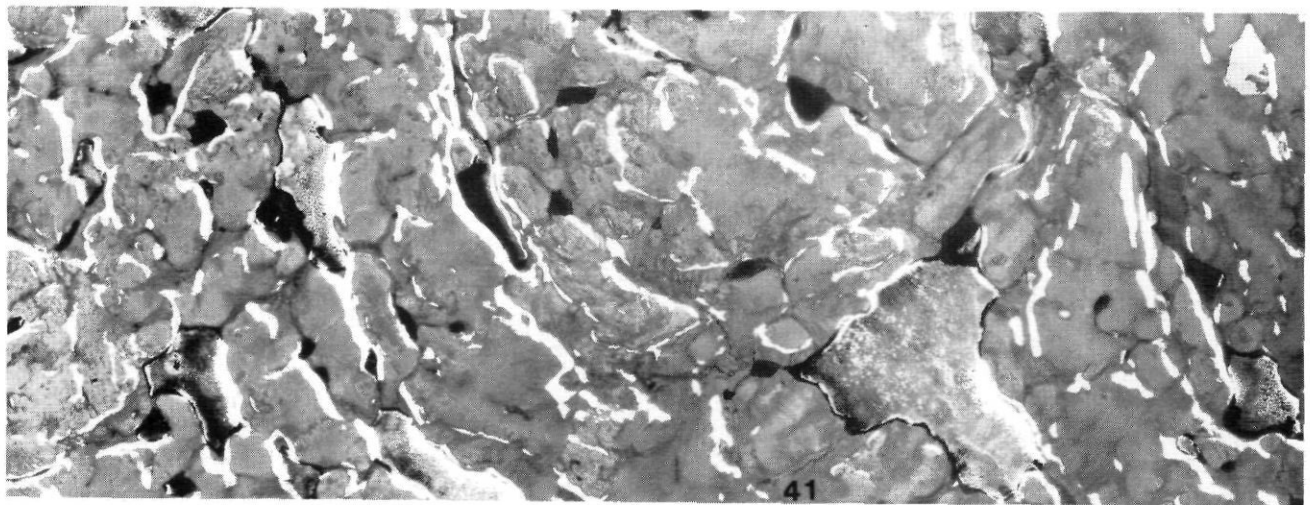


FIGURE 4. Précipitations neigeuses à Koartac et Inukjuak, entre 1940 et 1980. Snow falls at Koartac and Inukjuak between 1940 and 1980.



de la station météorologique de Koartac (Cap Hopes Advance), on a tenté d'établir des comparaisons entre les superficies occupées par la neige pendant différents étés et les chutes de neige enregistrées.

RÉSULTATS

LES VARIATIONS ESTIVALES DES SUPERFICIES NEIGEUSES

Les superficies totales de neige sur l'espace couvert par la carte topographique 25D/10 ont été reportées sur la figure 6. Les superficies de neige sont indiquées en ordonnée et la hauteur de neige tombée l'hiver précédent, en abscisse. Une relation de cause à effet apparaît entre les précipitations hivernales et le résidu nival en été. Il ne saurait être question de calculer des équations compte tenu du peu de données disponibles, mais une tendance semble néanmoins se manifester: plus l'hiver est neigeux, plus le résidu nival en été est important. Par contre, les températures estivales ont peu

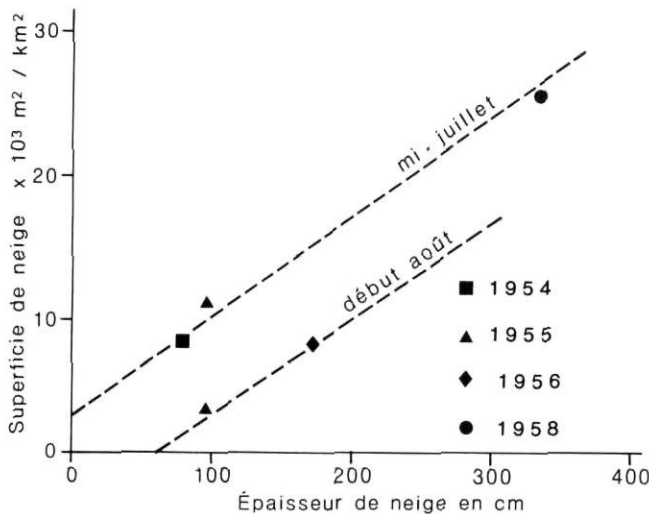


FIGURE 6. Superficies occupées par la neige dans la région couverte par la carte topographique 25D/10.

Snow patches in the area covered by topographic map 25D/10.

d'influence. Le mois de juillet 1958 a été plus chaud et pluvieux que ceux de 1954 et 1955 à Koartac. Néanmoins les étendues de neige ont été plus importantes cet été-là, d'après les mesures effectuées sur la carte 25D/10. En a-t-il été de même ailleurs en Ungava? Les mesures effectuées à la latitude du lac Arnaud et au nord de l'Ungava fournissent des éléments de réponse.

Deux lignes de vol parallèles, situées à la latitude du lac Arnaud, vont du centre de la carte topographique 24M/7 à celui de la carte 35N/5 (fig. 1). Les photographies de la ligne de vol A14686 ont été prises le 25 juin 1955 et celles de la ligne A16020, le 26 juin 1958. La neige occupe des superficies différentes sur chacune de ces lignes (fig. 7). Elles sont inférieures à 10 000 m²/km² en juin 1955 et supérieures à 50 000 m²/km² en juin 1958. Tout comme dans la région de Koartac, l'hiver 1957-58 dans la vallée de la rivière Arnaud a été plus neigeux (210 cm) que l'hiver précédent (135 cm).

Au nord de l'Ungava, les photographies des lignes de vol A16208 et A15673, qui s'étendent du détroit d'Hudson au bassin de la rivière Kovic, ont été prises respectivement le 14 juillet 1957 et le 24 juillet 1958. Comme dans les régions décrites précédemment, il y avait plus de neige au sol pendant l'été 1958 (fig. 8). Cet été-là avait été précédé d'un hiver neigeux: la station de Purtuniq avait enregistré 330 cm de neige, alors que durant l'hiver 1956-1957 elle n'avait enregistré que 130 cm.

L'importance des chutes de neige pendant l'hiver 1957-1958 s'explique d'après BARRY (1960) par un accroissement des flux atmosphériques du nord-est et un affaiblissement des flux atmosphériques de l'ouest et du sud-ouest par rapport aux hivers précédents (fig. 9). Les flux du nord-est apportent probablement plus de neige en l'Ungava. Ils expliqueraient la crête neigeuse située au sud du détroit d'Hudson (fig. 3D), crête qui se traduit, en été, par un résidu nival plus important qu'ailleurs.

LE RÉSIDU NIVAL AU SUD DES CÔTES DU DÉTROIT D'HUDSON

Les profils établis à partir des lignes de vol A16208 et A15672 (fig. 8) indiquaient une augmentation des super-

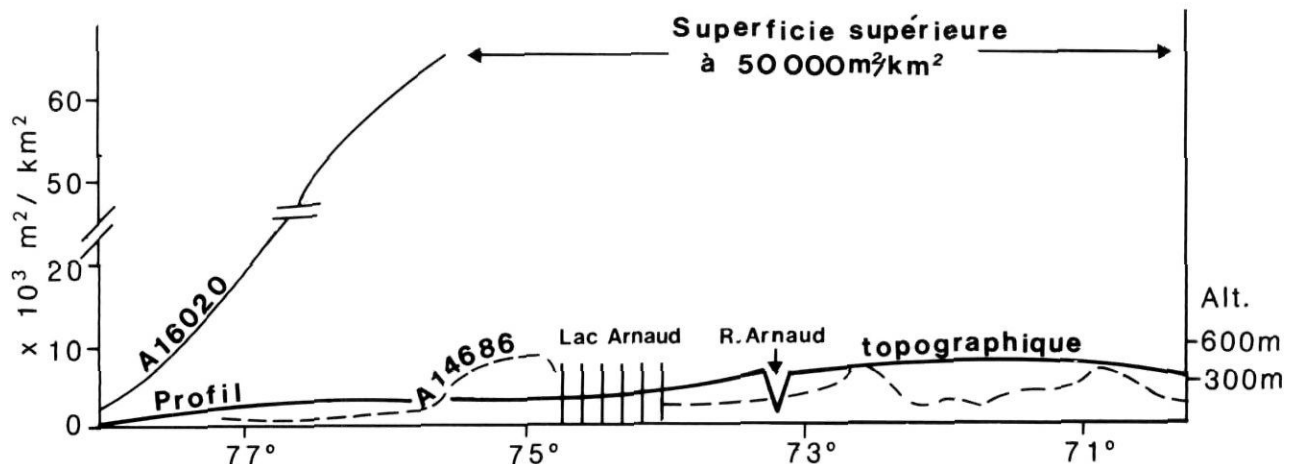


FIGURE 7. Évolution spatiale des superficies couvertes de neige, d'après les photographies des lignes de vol A14686 et A146020.

Spatial evolution of snow patches from air photographs of flight lines A14686 and A16020.

ficies de neige, de l'ouest vers l'est. Cette augmentation était irrégulière parce que le modelé et la surface occupée par les lacs n'étaient pas les mêmes d'une photographie à l'autre. Cependant, l'accroissement des superficies de neige était plus important à proximité des côtes du détroit d'Hudson.

D'autres profils montrent que cette augmentation existe, en fait, de l'embouchure de la rivière Arnaud jusqu'à la pointe nord-ouest de la péninsule (fig. 10). Le résidu nivale le plus important se trouve à 30-40 km de la côte dans le secteur nord-est de l'Ungava, et à 20-30 km de la côte dans le secteur

nord-ouest. Cette différence peut être attribuée au relief, qui s'élève plus doucement à l'ouest de la baie d'Ungava qu'au sud du détroit d'Hudson.

Les profils de la figure 10 mettent aussi en évidence, dans quelques cas, une zone neigeuse à proximité des côtes, mais elle est plus étroite que la précédente, sa largeur étant inférieure à 5 km. BROCHU (1972) l'attribuait au modelé accidenté et à l'exposition de la côte au nord. On doit y ajouter l'influence de la mer sur les températures: en été, le détroit d'Hudson refroidit le littoral.

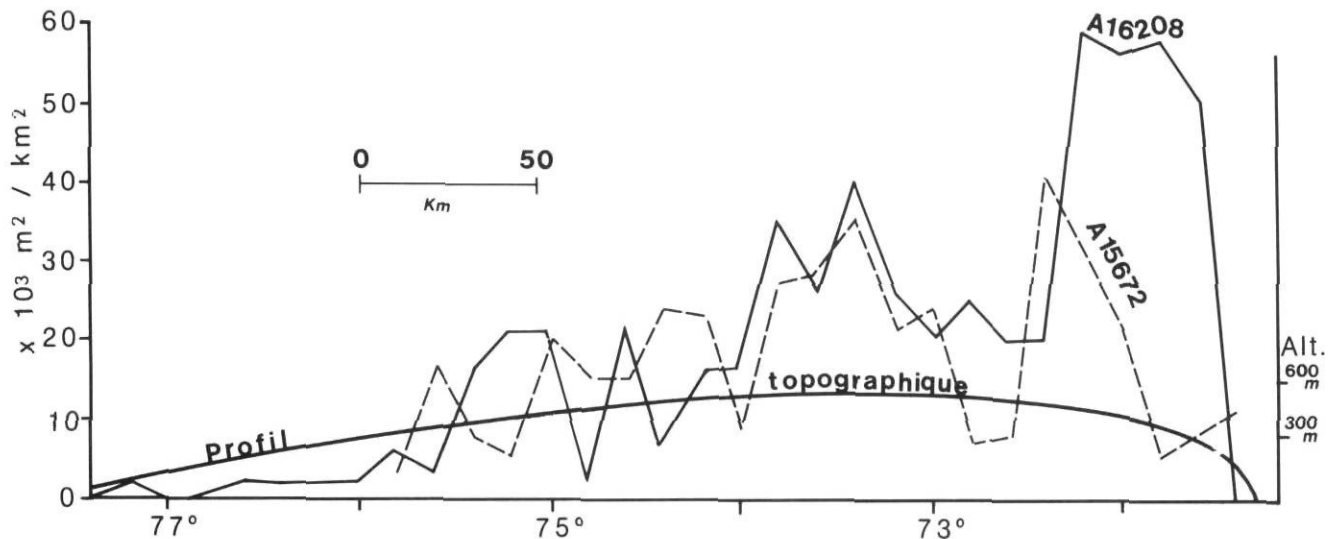


FIGURE 8. Évolution spatiale des superficies couvertes de neige, d'après les photographies des lignes de vol A16208 et A15672.

Spatial evolution of snow patches from air photographs of flight lines A16208 and A15672.

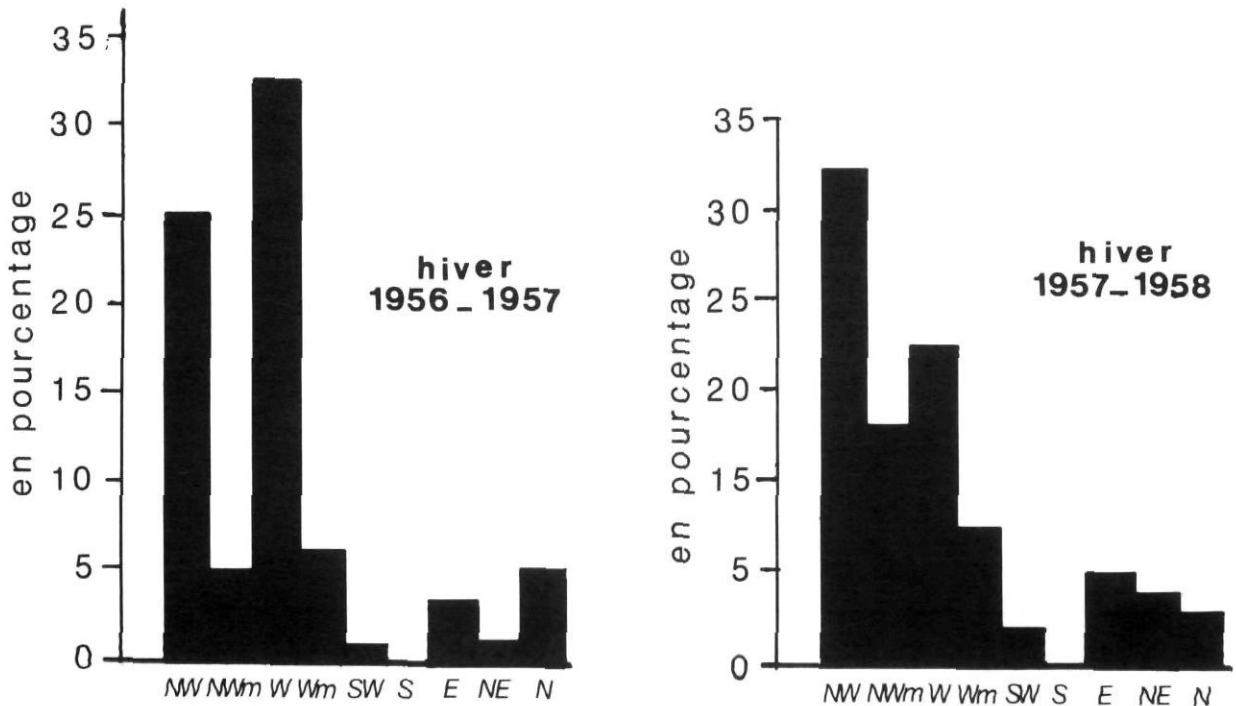


FIGURE 9. Fréquence des flux atmosphériques dans le nord-ouest du Québec durant les hivers 1956-1957 et 1957-1958, d'après BARRY (1960).

Airflow frequencies for the northwestern region of Québec during winters 1956-1957 and 1957-1958, from BARRY (1960).

ÉVOLUTION GÉNÉRALE DE LA RÉPARTITION DE LA NEIGE EN ÉTÉ

Bien que chaque photographie illustre une situation momentanée au cours de l'été, et ce à des années différentes, on a tenté de reconstituer à partir de ces instantanés une image générale des variations dans le temps et dans l'espace

de la superficie occupée par la neige. Cette image fait abstraction des variations interannuelles et est incomplète à cause du manque de photographies dans certaines régions. La figure 11 montre les cartes topographiques couvertes par des photographies à différentes époques de l'été et la figure 12 présente les cartes d'interprétation de résultats des mesures.

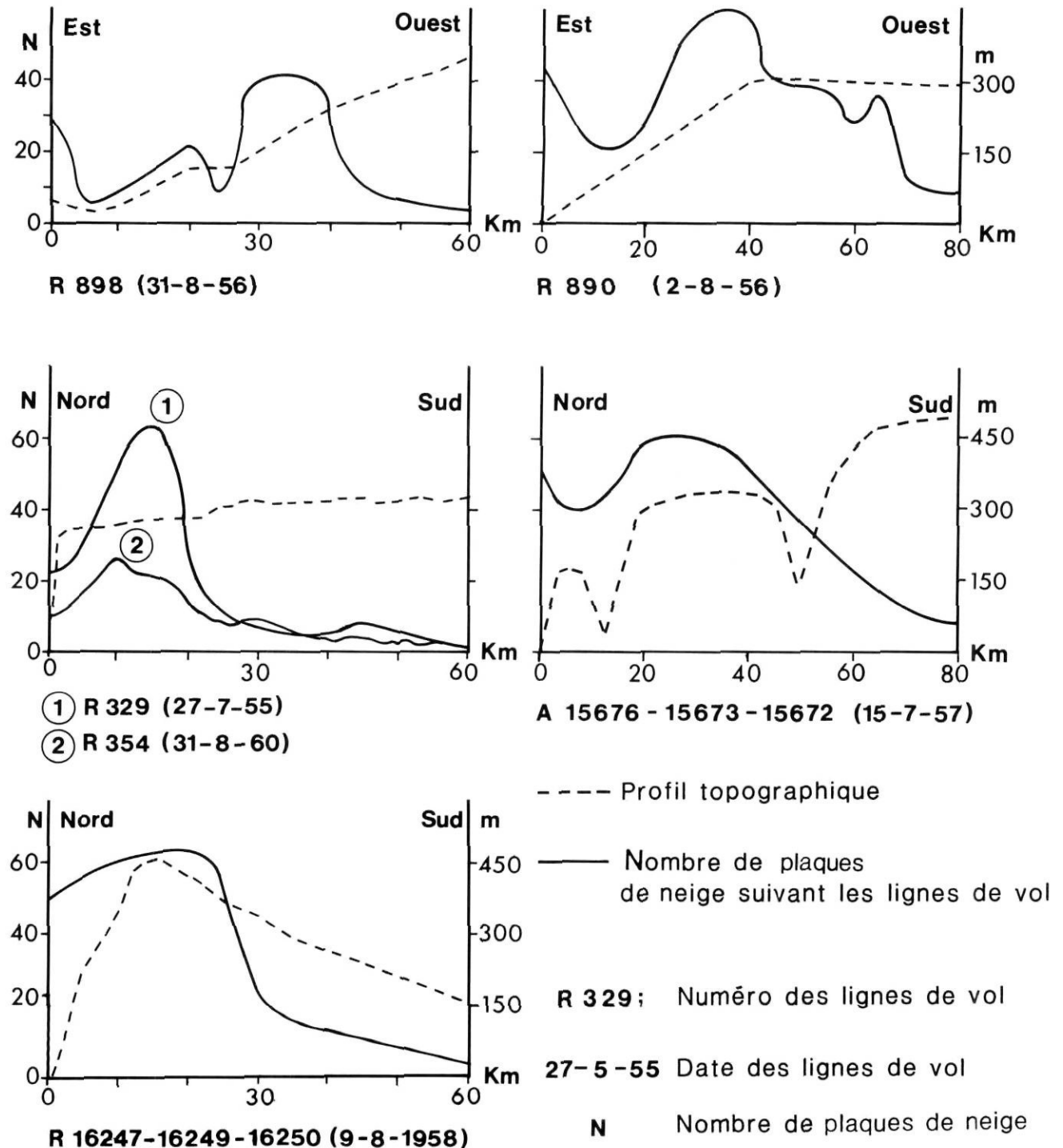
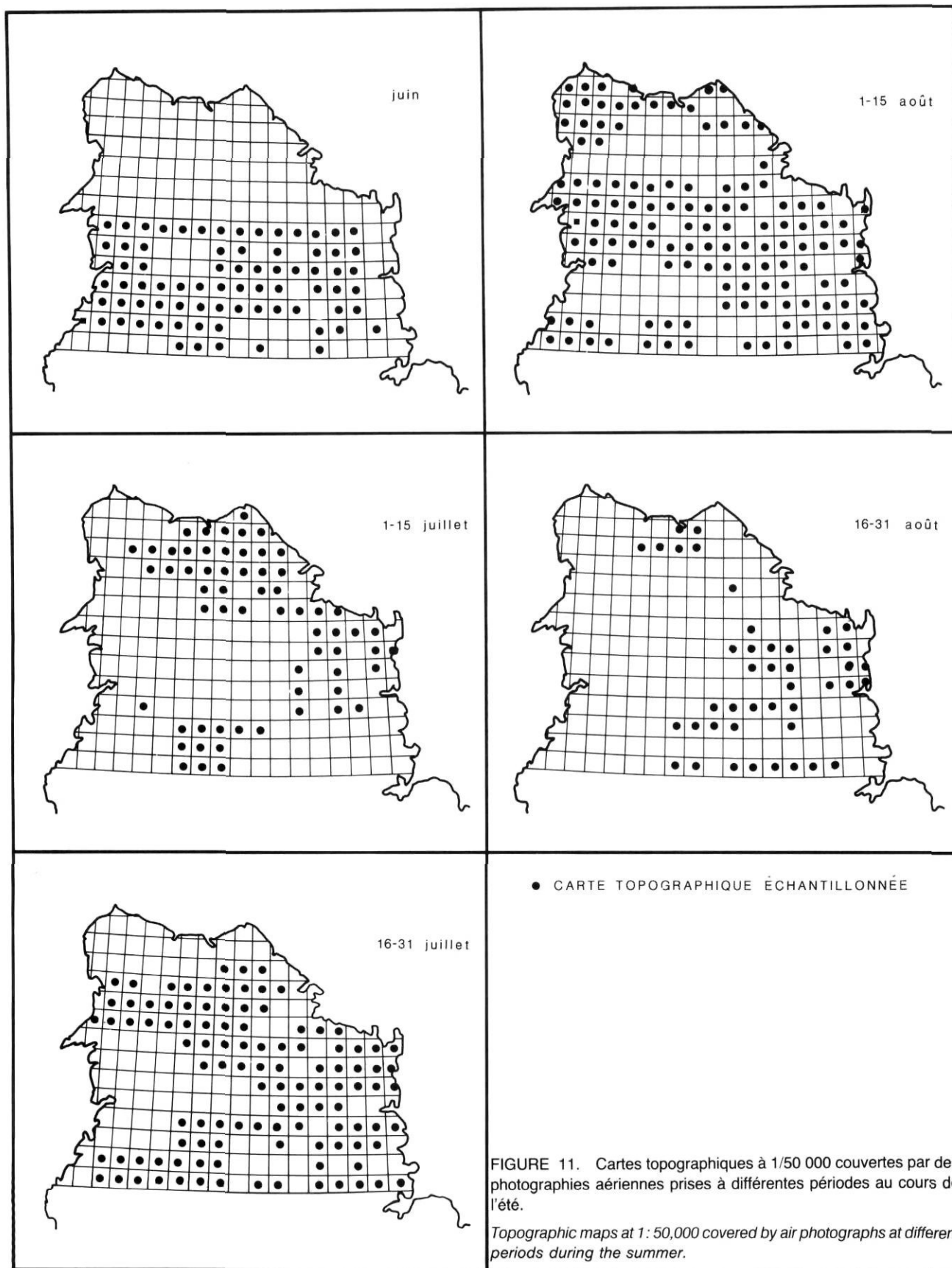


FIGURE 10. Évolution spatiale du nombre de plaques de neige le long des lignes de vol perpendiculaires aux côtes de la baie d'Ungava et du détroit d'Hudson.

Spatial evolution of the number of snowpatches along flight lines perpendicular to the west coast of Ungava Bay and the south coast of Hudson Strait.



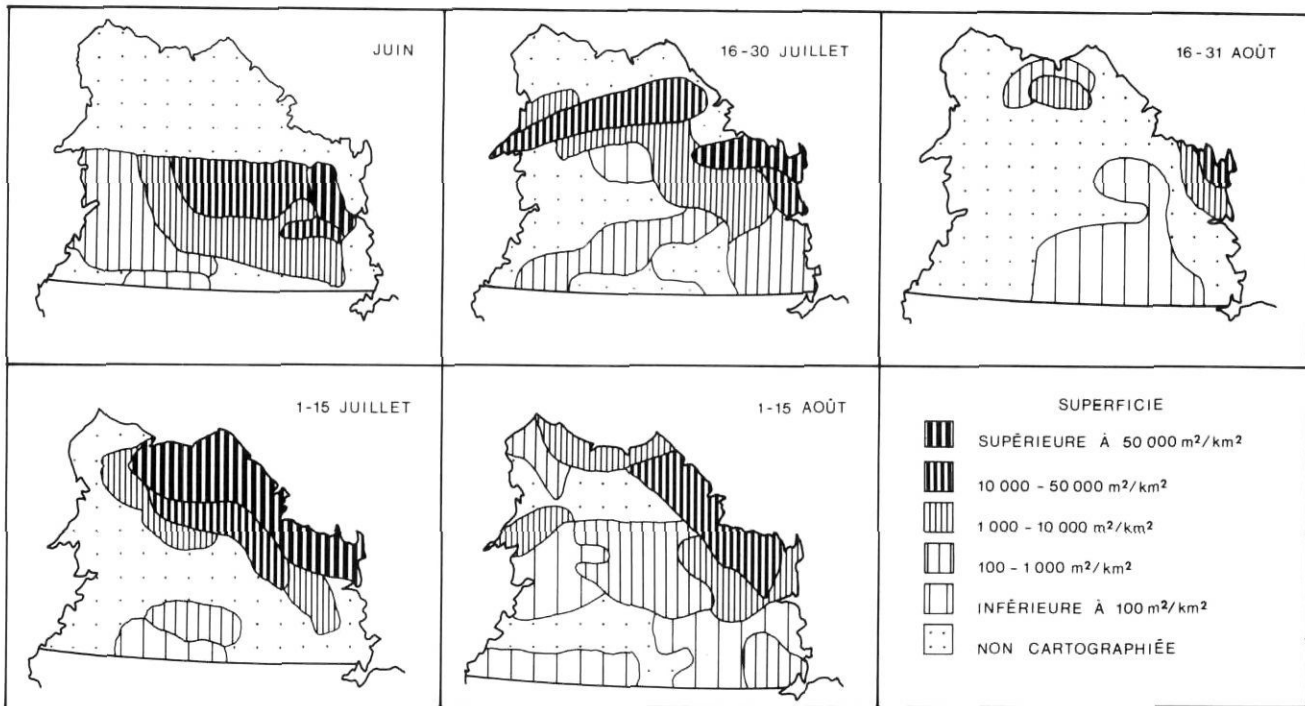


FIGURE 12. Évolution spatiale des superficies couvertes de neige à différentes périodes au cours de l'été, en Ungava.

General distribution and evolution of snow patches in summer, in the Ungava Peninsula.

Le résidu nivale disparaît progressivement du sud-ouest vers le nord-est. À la fin de l'été, seule la région au sud du détroit d'Hudson contient des plaques de neige. Cette situation résulte de la combinaison de plusieurs facteurs, tels la latitude, le modelé, la circulation atmosphérique générale et l'altitude. Le dernier facteur semble plus important en juillet qu'en août. En effet, le degré de corrélation entre l'altitude et la superficie de la neige pendant la deuxième moitié de juillet est de 0,53, mais de 0,15 seulement pendant la première moitié d'août. Cette différence s'explique peut-être par le fait qu'en août la superficie de neige le long des littoraux contrebalance celle de la neige située dans les régions les plus élevées et modifie par conséquent le taux de corrélation. Sur la figure 10, on constate en effet que le nombre de plaques de neige n'augmente pas nécessairement avec l'altitude.

CONCLUSION

La photo-interprétation et la géographie des surfaces de neige résiduelle pendant l'été, en Ungava, permettent de mieux saisir les caractéristiques nivales de la région. La fonte de la neige s'effectue du sud-ouest vers le nord-est de la péninsule, où elle se maintient sous forme de plaques durant l'été. Ces plaques se situent à l'abri d'obstacles topographiques de faibles dimensions. Elles ne sont pas assez volumineuses pour donner naissance à des glaciers, bien que certaines possèdent à leur base une semelle de glace due au gel de l'eau de fonte.

Il semble qu'en Ungava, comme dans l'île de Baffin (BRADLEY et MILLER, 1972), les accumulations de neige

ont souvent été supérieures durant les années 1960 que durant les années 1950. Si on se fie à la relation observée entre les chutes de neige hivernales et les résidus estivaux, on présume que la durée moyenne des plaques de neige s'est quelque peu prolongée au cours des deux dernières décennies. Nos observations de terrain faites le long de la côte ouest de la baie d'Ungava, entre 1975 et 1983, où plusieurs plaques de neige ont persisté au moins jusqu'à la fin du mois d'août, confirment ce fait.

En Ungava, il semble y avoir eu également augmentation de la durée des plaques de neige au cours des derniers millénaires notamment quelque temps après 2600, 2200, 1600-1400, 1000-900 et 500-300 ans BP, d'après PAYETTE et LAJEUNESSE (1980).

La persistance des plaques de neige influence la géomorphologie et l'écologie mais aussi le régime thermique du sol. Dans les combes à neige, le sol est mieux isolé en hiver que sur les crêtes avoisinantes et subit des pertes de chaleur moins importantes, si bien qu'en été la couche dégelée y est plus épaisse que dans les environs où la neige ne mesurait que quelques centimètres ou décimètres en hiver (fig. 13).

En ce qui a trait au lieu d'origine d'un glacier éventuel, la région la plus favorable paraît être la côte sud du détroit d'Hudson. On y trouve des falaises susceptibles d'accumuler rapidement la neige grâce à une exposition au nord; les flux du nord-est y apportent aussi plus de neige qu'ailleurs en Ungava. La présence de cirques glaciaires le long de la côte, qui auraient été actifs pendant une ou plusieurs époques d'englaciation plutôt que de déglaciation (HILLAIRE-MARCEL, 1979), appuie cette hypothèse.

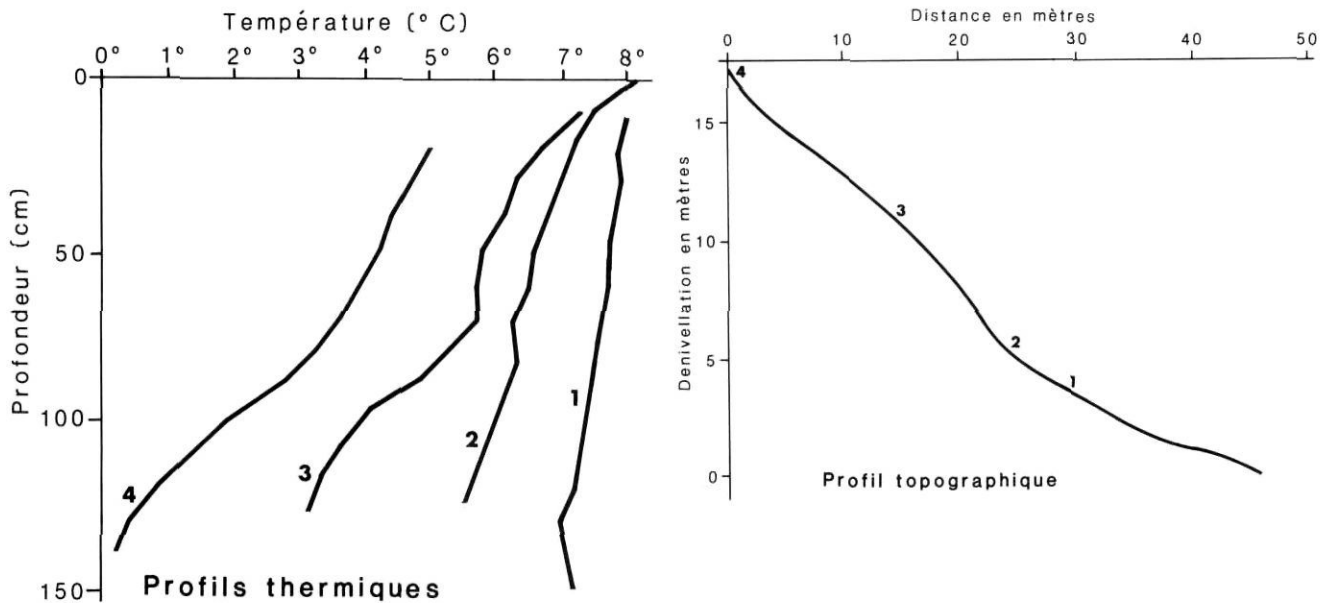


FIGURE 13. Profils topographiques et thermiques dans une combe à neige de la vallée de la rivière aux Feuilles, fin août 1978.

Slope and temperature profiles in a snowpack environment, Rivière aux Feuilles Valley, end of August 1978.

Après la côte, la zone la plus favorable à la naissance des glaciers se trouve dans la bande située à quelques dizaines de kilomètres au sud du littoral du détroit d'Hudson (fig. 10). En été, cette bande contient un résidu nival important. La glaciation de cette zone serait favorisée par l'altitude et une bonne alimentation neigeuse.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les services de photothèques du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada et du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec pour la consultation des photographies aériennes, ainsi que le Conseil de recherche en sciences naturelles en génie (CRSNG) pour son aide financière. Les auteurs remercient également messieurs J.-S. Vincent et M. Allard de leurs conseils pour la rédaction de cet article.

RÉFÉRENCES

BARRY, R. (1960): The application of synoptic studies in paleoclimatology: A case study for Labrador Ungava, *Geografiska Annaler*, vol. XIII, n° 1, p. 35-48.
 BARRY, R., ANDREWS, J.T., et MAHAFFY, M. (1975): Continental ice sheets conditions for growth, *Science*, vol. 190, p. 979-981.
 BILLINGS, W.D. (1974): Arctic and alpine vegetation: plant adaptations to cold summer climates, in Ives, J.D. and Barry, R.G. (édit.), *Arctic and Alpine Environments*, Londres, Methuen, p. 403-444.
 BOSTOCK, H.S. (1969): Subdivisions physiographiques du Canada, *Géologie et ressources minérales du Canada*, Partie A, Ch. 11, p. 13-34.

BRADLEY, R.S. et MILLER, G.H. (1972): Recent climatic change and increased glacierization in the eastern Canadian Arctic, *Nature*, n° 237, p. 305-387.
 BROCHU, M. (1972): Observations de névés sur les côtes du nord-ouest du Nouveau-Québec, *Revue de géographie de Montréal*, vol. 26, n° 2, p. 220-223.
 EMBLETON, C. et KING, M. (1968): *Glacial and periglacial geomorphology*, Londres, Arnold, p. 544-566.
 GRAY, J.T. (1983): *Extraction and compilation of available temperature and snow-fall data in the Ungava Peninsula as input to geothermal modelling of Quaternary paleoclimates*, Report submitted to the Earth Physics Branch, Mines and Resources Canada, in fulfillment of research contract (file No. MAS20SU-2-1385, Serial No. OSU82-00401), 33 p.
 HILLAIRE-MARCEL, C. (1979): *Les mers post-glaciaires du Québec: quelques aspects*, thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 600 p.
 KOERNER, R.M. (1980): The problem of lichen free zones in arctic Canada, *Arctic and Alpine Research*, vol. 12, n° 1, p. 87-94.
 NEKRASON, A. (1980): Snow and permafrost, *Résumé, 24^e Congrès international de géographie*, Tokyo.
 PAYETTE, S. (1983): The forest tundra and the present tree-lines of the Northern Québec-Labrador Peninsula, in Morisset, P. and Payette, S. (édit.), *Tree-line Ecology. Proceedings of the Northern Québec Tree-Line Conference*, Centre d'études nordiques, Université Laval, Coll. Nordicana, n° 47, p. 3-24.
 PAYETTE, S. et LAJEUNESSE, R. (1980): Les combes à neiges de la rivière aux Feuilles, Nouveau-Québec: indicateurs paléoclimatiques holocènes, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 34, n° 2, p. 209-220.
 WOO, M.K., HERON, R. et MARSH, P. (1982): Basal ice in Arctic snowpacks, *Arctic and Alpine Research*, vol. 14, n° 3, p. 251-260.