

Périglacière Comparé de Deux Territoires Arctiques: Cartes Géomorphologiques au 1:50.000 de la Presqu'île de Brøgger (Spitsberg) et du Sud de l'île d'Axel Heiberg (Canada)

Par F. Joly et Y. Dewolf*

Résumé: Dans le même monde polaire, rude, froid et austère, la presqu'île de Brøgger et le sud de l'île d'Axel Heiberg offrent deux modèles assez différents de formes et de dynamique périglaciaires. D'un côté un festival de formes cryonivales en pleine activité, remarquables par leur vigueur et par leur variété. De l'autre un manteau généralisé de formations de versants lentement modifié par la géfluxion et le ruissellement. Les deux cartes présentées soulignent bien ces dissemblances. L'originalité des climats et des modes d'englacement explique en partie ces contrastes. Mais leur cause profonde, au-delà de l'opposition entre le climat océanique du Spitsberg et le climat «continental» d'Axel Heiberg, réside finalement dans les caractéristiques lithologiques et topographiques locales.

Zusammenfassung: Trotz ihrer ähnlichen polaren Breitenlage weisen die Brøgger-Halbinsel, Spitzbergen, und der südliche Teil von Axel Heiberg Island im arktischen Kanada ganz unterschiedliche Verbreitungsmuster periglaziärer Formen und Prozesse auf. Während für das erstgenannte Arbeitsgebiet eine Vielzahl und Vielgestaltigkeit aktiver kryonivaler Formen kennzeichnend ist, ist für das letztgenannte eine vollständige Bedeckung mit Hangsedimenten typisch, die durch Solifluktion und Abspülung nur wenig überprägt sind. Die erläuterten geomorphologischen Karten bringen diese Verschiedenheit zum Ausdruck. Sie erklärt sich zum Teil durch Unterschiede des anstehenden Gesteins und der Art der vorausgegangenen Vergletscherung, letztlich spiegelt sie aber den dynamischen Gegensatz zwischen dem ozeanischen Klima Spitzbergens und dem kontinentalen Klima von Axel Heiberg Island wider.

Les deux cartes présentées ont été levées au cours de deux voyages déjà anciens (Mission française du C.N.R.S. au Spitsberg, 1966; Excursion du Congr. intern. de Géogr. de Montréal à Axel Heiberg, 1972) et ont été publiées séparément (JOLY, 1970, 1973). Mais elles n'ont jamais fait publiquement l'objet d'une comparaison systématique. La réunion en Islande de la commission de l'U.G.I. sur la signification des phénomènes périglaciaires (août-septembre 1982) est l'occasion de tenter une confrontation entre deux territoires arctiques de même latitude, mais dans chacun desquels les systèmes géomorphologiques exprimant la dynamique périglacière se présentent avec des caractères différents.

SITUATION GÉNÉRALE

La presqu'île de Brøgger et l'île d'Axel Heiberg, malgré des situations en latitude très comparables, présentent des dissemblances géographiques sensibles (e. g., MOIGN, 1974; DEWOLF, 1973).

Toutes deux figurent parmi les terres les plus septentrionales. La presqu'île de Brøgger, sur le 12° E de Greenwich, est traversée par le 78°55' de latitude N. Le territoire étudié d'Axel Heiberg se situe par 79°25' N et 90° de longitude W.

Le dispositif morphostructural de la presqu'île de Brøgger est constitué par une longue échine montagneuse, découpée par de larges vallées occupées par des glaciers. Les altitudes ne sont pas très élevées: de 900 m dans le sud-est, elles s'abaissent vers le nord-ouest jusqu'à 700 ou 600 m. La structure, très complexe, comprend plusieurs unités chevauchantes qui font affleurer des terrains métamorphiques précambriens dans l'est, des grès et des calcaires carbonifères dans l'ouest. Ces reliefs dominent une plate-forme littorale périphérique, plus large au nord qu'au sud, très étalée dans le nord-ouest, et encombrée de for-

*Prof. Dr. F. Joly et Prof. Dr. Y. Dewolf, Institut de Géographie, Université de Paris VII, 191 rue Saint-Jacques, F-75005 Paris.

mations superficielles: manteau de débris périglaciaires, épandages fluvio-glaciaires et plages marines soulevées.

La structure de l'île d'Axel Heiberg est dans l'ensemble plus simple: une série grés-schisteuse ou calcaire mésozoïque plissée est traversée par des filons de gabbros et de diabases, et recouverte par des basaltes créacés. A noter la présence de plusieurs diapirs de gypse. Mais le dispositif topographique est plus massif. Les altitudes sont plus élevées, jusqu'à 1,200 et 1,300 m; les glaciers sont plus imposants, quoique moins nombreux; les vallées libres de glace sont tapissées d'épais débris périglaciaires. Il n'y a pas de plate-forme littorale, mais un long couloir fluvio-glaciaire évacue les eaux de fusion des deux glaciers principaux (White et Thompson glaciers).

La climatologie de ces régions est mal connue dans le détail, faute de stations d'observation permanentes. La station de la base française de Ny-Alesund et celles, mieux équipées, de la base canadienne d'Axel Heiberg n'ont fonctionné qu'en été, de fin mai à début septembre, et pendant un nombre réduit d'années. Certaines données significatives peuvent cependant être retenues.

Sur la façade nord-ouest du Spitsberg, la presqu'île de Brögger s'ouvre largement sur l'Atlantique, normalement libre de glace depuis avril jusqu'en septembre, dans une région où le total annuel des précipitations, neige d'hiver et pluie d'été, est de l'ordre de 300 à 400 mm au niveau de la mer. L'île d'Axel Heiberg est au contraire encastrée dans l'archipel nord-canadien, dans les bras de mer duquel la banquise persiste jusqu'au coeur de l'été, et elle ne reçoit sans doute pas plus de 250 mm de précipitations par an. Dans l'un et l'autre cas les hivers sont longs et froids, avec plus de cent jours de nuit d'octobre à février et des minima sévères pouvant descendre au-dessous de -30° au Spitsberg, de -50 ou -60° C à Axel Heiberg. Ce sont donc les situations estivales qui font la différence.

Ainsi s'opposent deux ambiances climatiques distinctes. Au Spitsberg, un climat polaire océanique humide, avec des précipitations étalées sur toute l'année, des pluies d'été modérées mais longues et persistantes (48 mm en 71 jours de juin à septembre) une faible insolation (28%), des oscillations thermiques autour de 0° atténuées et peu pénétrantes mais relativement nombreuses en juin et en septembre, et un très court et partiel déneigement en juillet. Le climat d'Axel Heiberg est au contraire un climat polaire continental semi-aride, avec des précipitations plus ramassées sur l'été et plus concentrées (111 mm en 44 jours du 15 mai à la fin d'août), une plus forte insolation (40%), des oscillations thermiques autour de 0° plus amples mais moins fréquentes (de 20 à 25 par an entre le début de juin et le début de septembre), avec un déneigement presque total en juillet et en août.

Ces conditions expliquent bien des variantes de la morphologie et de la dynamique périglaciaires des deux régions.

PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE

Les deux cartes présentées sont des cartes de reconnaissance, donc imparfaites. Elles traduisent malgré tout correctement l'essentiel des données géomorphologiques locales. Les principes appliqués sont ceux de la cartographie géomorphologique détaillée de la France (e.g. C.N.R.S., 1971), selon lesquels les couleurs ont une signification morphogénétique, et les signes une valeur figurative pour les formes et les formations.

Sur un fond topographique en courbes de niveau à l'échelle du 1:50,000, portant en bleu l'hydrographie (rivières et glaciers), sont simultanément représentées:

— En couleurs plates, les grandes unités structurales différenciées par leur lithologie. Les principaux accidents tectoniques sont en noir.

- Les formes structurales sont figurées par des signes dans les mêmes couleurs que la lithologie.
- Les formes et formations marines sont en bleu soutenu. Sur la côte de Brögger, on a pu distinguer les formations anciennes, en bleu pâle, des formes actuelles en bleu foncé.
- Les formes et formations glaciaires sont en violet foncé. Les formes et formations périglaciaires sont en rouge violacé (magenta).
- Les formes et formations fluviatiles sont en vert: un vert pâle pour les plus anciennes, un vert foncé pour les plus récentes. Les formes et formations fluvio-glaciaires sont indiquées par une combinaison du vert fluviatile avec le violet glaciaire.

X 1000

PÉRIGLACIAIRE COMPARÉ

Dans le cadre de ce colloque, nous nous en tiendrons uniquement aux formes et formations périglaciaires et à leur dynamique.

Pour imposants qu'ils soient dans les deux cas, les glaciers actuels n'ont pas exactement le même poids sur la géomorphologie périglaciaire de la presqu'île de Brögger et d'Axel Heiberg. Cette situation tient à la différence des conditions d'englacement.

A Brögger, l'inlandsis du Spitsberg est relativement lointain. La racine de la presqu'île est bien encadrée par deux énormes glaciers qui en sont issus (le Kongsbreen et l'Uversbreen); par contre il ne reste sur la dorsale qu'une série de glaciers de vallées de type alpin, plus nombreux et plus longs sur le versant nord que sur le versant sud, et qui se terminent par des vallums morainiques sur la plate-forme littorale. Leur influence est toute locale, mais immédiate.

A Axel Heiberg, l'inlandsis est tout proche et constitue une puissante réserve de froid jusqu'au coeur de l'été. Plusieurs grandes langues glaciaires s'en échappent (Thompson, White et Crusoe glaciers) qui s'avancent dans des vallées profondes sans édifier de vallums terminaux remarquables, mise à part la moraine de poussée du Thompson. Mais il n'existe pratiquement pas de glaciers indépendants.

Aucun de ces glaciers n'atteint actuellement la mer, et la plupart d'entre eux sont en recul récent par rapport à leur avancée maximum, parfois de plusieurs centaines de mètres et même davantage (cf. les blocs morainiques isolés sur Axel Heiberg). Le pourtour de la presqu'île de Brögger, ainsi que la zone déglacée d'Axel Heiberg se trouvent donc typiquement dans une situation «périglaciaire», alors que les parois rocheuses qui dominent les glaciers sont dans une situation «supraglaciaire». Mais nous ne retiendrons ici que l'opposition entre les formes et les formations de versants, et celles qui se développent sur les fonds de vallées ou sur les platesformes littorales.

Sur les versants

La nature du substratum rocheux est évidemment fondamentale. Toutes les parois rocheuses dénudées sont soumises à la gélifraction qui fournit un volume abondant de débris plus ou moins grossiers. En amont, la roche en place apparaît encore largement, striée par des ravins d'eau de fonte des neiges ou par des couloirs d'avalanches. En contrebas des corniches s'établissent des talus d'éboulis de pure gravité (pentes de 30 à 35 °). En aval des ravins et couloirs s'édifient des cônes de débris au profil beaucoup moins tendu, et sur lesquels la dynamique de gravité est assistée et complétée par une dynamique de solifluxion.

En milieu calcaire, la gélifraction donne des pierrailles qui couvrent des versants réglés rectilignes, en pentes fortes (de 25 à 30 °). Ces dépôts sont formés de deux couches superposées: en surface, une groise composée de blocailles hétérométriques de gros calibre (10 à 12 cm), perméables aux eaux de fonte; en profondeur, une grèze non litée, constituée de cailloutis homométriques de plus petite dimension (2 à 3 cm) emballés dans une matrice fine. Le caractère remarquable de ces dépôts de versants calcaires est l'absence de litage, dû à la conjonction de processus complexes: d'une part le ruissellement diffus de l'eau de fonte

des neiges sur la surface gelée, puis son infiltration à travers le milieu percolant des groises superficielles; d'autre part une lente reptation en masse des grèzes sous-jacentes, imbibées par la fonte des glaces interstitielles. Ce type de versants, réduit à Axel Heiberg au voisinage des crêtes, domine en presqu'île de Brögger, surtout sur les faces sud et ouest.

Lorsque la couverture détritique est épaisse et plus fine, comme c'est le cas par exemple sur substratum schisto-gréseux ou volcanique, la gélifluxion l'emporte sur la gravité et sur le ruissellement. Le profil des versants est alors plus irrégulier, bosselé par des bourrelets, guirlandes ou loupes, et sillonné par des rigoles ou ravins de ruissellement nival. Ce type de versants de gélifluxion, assez rare en presqu'île de Brögger, est pratiquement généralisé à Axel Heiberg.

A la base des versants et sur les piémonts, le modelé cryonival se manifeste encore par des formes mineures ou, en tous cas, dispersées. La carte de Brögger en montre maints exemples: concavités et convexités limitant des replats de cryoplanation, quelquefois étagés; escarpements et dépressions nivo-karstiques dans les calcaires; moraines de névés (protales remparts); etc. A Axel Heiberg ces formes sont plus rares, ou d'un autre style: question de lithologie sans doute (moins de calcaires et manteau plus épais et plus continu de débris morainiques), et question de climat (fusion plus rapide et plus complète de la neige, plus forte amplitude des oscillations gel-dégel et plus grande profondeur en été, jusqu'à 70 cm, du front du permafrost). Nous n'y avons rencontré qu'un seul exemple de replat type replat goletz; mais par contre plusieurs cas d'encoches ou dépressions cryokarstiques, notamment en milieux gypseux. Les formes qui dominent sont surtout des formes combinées de gélifluxion et de ruissellement donnant parfois des «sols striés», des niches cryonivales alimentant des cônes de boue ou des bourrelets de gélifluxion, et d'importants champs de buttes gazonnées (hummocks) sur les glacis de base de versants.

Sur les formations fluvio-glaciaires et littorales

En presqu'île de Brögger, les plaines d'épandage fluvio-glaciaires ou proglaciaires édifiées par les torrents issus des glaciers, ainsi que les plages soulevées isostatiques de la pointe nord-ouest, réunissent une collection de figures géométriques magnifiquement complète et variée. Au-dessus du permafrost, les formations détritiques gelées et enneigées en hiver, gorgées d'eau à la fin du printemps du fait d'un mollisol peu épais, sont l'objet d'une intense cryoturbation qui prend des formes diverses selon les lieux et la granulométrie du matériel: festons de cryoturbation sur les pentes; sols polygonaux sur les replats; cercles de pierres dans les dépressions les plus humides. Ces formes structurées sont toujours de dimensions modestes, 75 cm à 1 m; mais, comme dans la pointe de Kvadehuk, elles sont quelquefois si nombreuses qu'elles occupent la totalité de l'espace. Enfin les formations les plus fines contiennent encore souvent, dans le mollisol de l'été, des lentilles de glace discontinues. Dans les formations de plages ou de cordons littoraux actuelles, bien alimentées en eau, ces lentilles peuvent atteindre, par lente ségrégation, des dimensions appréciables, de 2 à 10 m de hauteur: elles ont été cartographiées comme pingos.

La situation est très différente à Axel Heiberg. D'une part les surfaces planes sont pratiquement réduites à un long couloir d'alluvions fluvio-glaciaires et fluviales en aval du front des glaciers White et Thompson; d'autre part le matériel détritique est dans l'ensemble plus fin qu'à Brögger: graviers, sables et limons en majorité. Sur le littoral mal déglacé en été, il n'y a pas de pingos, et les polygones ou cercles de pierres sont extrêmement rares dans la zone parcourue. Il existe par contre de très beaux polygones de toundra à grandes mailles (15 à 20 m), aux bordures boursouflées, limités par d'étroites fissures de coins de glace et souvent bornés, aux intersections, par de petites buttes de 20 à 50 cm, couvertes de végétation. Une autre particularité d'Axel Heiberg est le rôle joué par le vent soufflant la neige: de petites dunes nivéoliennes, sablo-limoneuses, ont été repérées à peu de distance de la mer.

CONCLUSION

Dans le même monde polaire, rude, froid et austère, la presqu'île de Brögger et le sud de l'île d'Axel Hei-

berg offrent deux modèles assez différents de formes et de dynamiques périglaciaires. D'un côté un festival de formes cryonivales en pleine activité, remarquables par leur vigueur et par leur variété. De l'autre un manteau généralisé de formations de versants lentement modifié par la gélifluxion et le ruissellement. Les deux cartes présentées soulignent bien ces dissemblances. L'originalité des structures et des modes d'englacement explique en partie ces contrastes; mais leur cause profonde réside finalement dans l'opposition dynamique entre le climat océanique du Spitsberg et le climat continental d'Axel Heiberg.

R é f é r e n c e s

- D e w o l f , Y. (1973): Axel Heiberg et Ellesmere, dernières terres arctiques canadiennes. — Bull. Assoc. de Géographes. Fran., 653—658 Paris.
- J o l y , F. (1970): Carte géomorphologique de reconnaissance de la presqu'île de Brögger (Spitsberg) au 1:50,000. — Mémoires et documents du C.N.R.S., Nouv. série 10: 115—123, Paris.
- J o l y , F. (1973): Carte géomorphologique d'Axel Heiberg. — Bull. Assoc. de Géographes. Fran., 659—661, Paris.
- M o i g n , A. (1974): Strandflats immergés et émergés du Spitsberg central et nord-occidental. — Thèse, 692 pp., Brest, Lille.
- C e n t r e N a t i o n a l d e l a R e c h e r c h e S c i e n t i f i q u e (C.N.R.S.) (1971): Cartographie géomorphologique. — Travaux de la Recherche Coopérative sur Programmes 77, Mémoires et documents, Nouv. série 12, 267 pp. et 13 cartes géomorphologiques, Paris.