

Modifications de la surface de la Toundra sous l'action d'agents climatiques*

par

Jacques Rousseau

A part le désert et les sommets alpins dépourvus d'arbres, auxquels la toundra ressemble par plusieurs points, aucun habitat ne subit plus fortement la tension des alternances brusques de la chaleur et du froid et l'action déshydratante des grands vents, que le sol superficiel des territoires arctiques. Deux traversées de l'Ungava (Rivière George, 1947 ; rivière Kogaluk et Payne, 1948) ¹, pour des fins d'exploration botanique, m'ont mis en contact journalier avec des phénomènes intéressants pour la plupart la frontière de la physiographie et de l'écologie. En présentant le résultat des observations et des essais d'interprétation, je n'ignore pas que certains des phénomènes décrits sont bien connus des physiographes, mais un rapide aperçu d'ouvrages classiques laisse l'impression que ces notes apportent des aspects nouveaux. Ne faisant pas une monographie systématique, cette étude manque de l'appareil bibliographique nécessaire pour une compréhension complète des problèmes soulevés ². On voudra donc la prendre pour ce qu'elle est, de simples extraits du journal d'exploration d'un botaniste qui s'aventure sur un terrain voisin du sien et sur lequel il ne possède que des connaissances fragmentaires.

Solifluxion. (Fig. 1). Phénomène particulièrement connu et qui fait l'objet de descriptions dans tous les manuels de physiographie glaciaire : la présence du permafrost ou tjaele (à 30-50 cm. de profondeur, dans les cas que j'ai observés) restreignant l'égouttement, le sol de surface, dégelé brusquement au début de l'été, reste gorgé d'eau ; devenu plus ou moins liquide, il peut glisser s'il y a pente, même légère. Le phénomène de la solifluxion est responsable du bouleversement de terrains et de l'établissement de marécages à bandes plus ou moins parallèles et vaguement amiboïdes, si étranges lorsqu'on les observe en avion. Il se forme ainsi des rides surmontées de bouleaux glanduleux et d'autres petits arbustes. En laissant les Sept-îles pour l'Ungava, on n'a pas encore atteint le lac Attikonak que déjà paraissent des avant-postes de la toundra lacérés par la solifluxion. Il semble se produire également une solifluxion subaquatique. En survolant le territoire au nord de la rivière aux Feuilles, dans la partie extrême de l'Ungava occidentale, on constate que le pourtour des lacs, dans le secteur de la corniche littorale,

* Extrait, avec changement de pagination, de la Revue canadienne de géographie, 3 : 43-51. 1949.

recèle souvent un sol à rides plus ou moins parallèles et amiboïdes, comme dans la toundra soumise à la solifluxion. Si la solifluxion cause ce phénomène, il faut croire que sur la corniche littorale subaquatique des lacs, l'eau peu profonde gèle jusqu'au sol. Arrive un dégel brusque au début de l'été, — début parfois très tardif, car des lacs de ce secteur étaient encore couverts de glace le 23 juillet 1947, — il se produirait solifluxion dès le dégel de la couche superficielle du sol submergé. Simple hypothèse qu'il faudrait vérifier sur place, car d'autres causes peuvent sans doute provoquer de tels glissements subaquatiques.

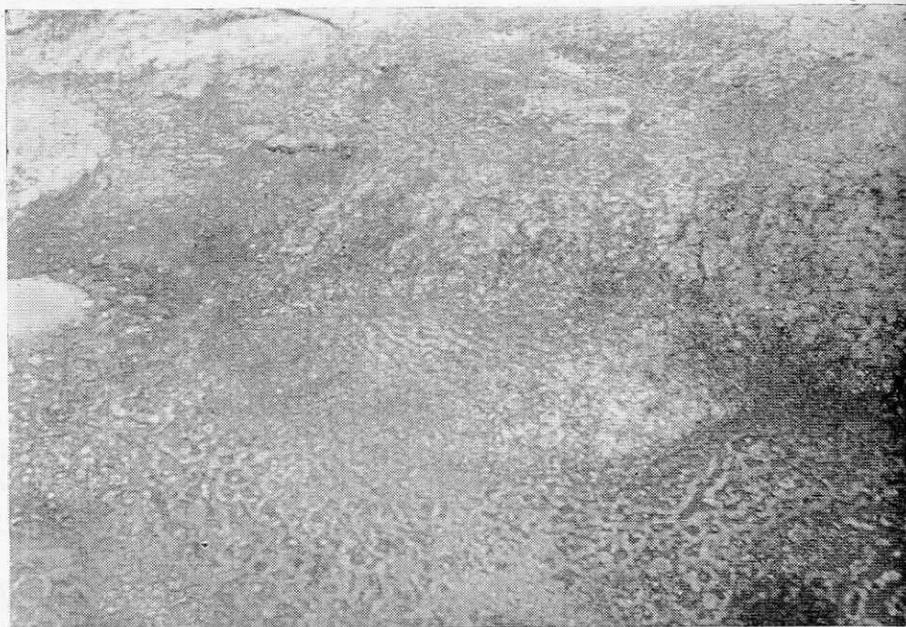


Figure 1. — Solifluxion, au nord de la rivière aux Feuilles. Le sous-sol semblait graveleux.

— *Sol réticulé ou sol polygonal.* Beaucoup plus encore que le phénomène précédent, le sol réticulé a été l'objet d'abondantes spéculations. Mes propres observations se rapportent à deux types : Quand la végétation superficielle fait défaut, par exemple sur la rive horizontale de certaines rivières, les cailloux et le gravier se disposent suivant un dessin polygonal, les plus gros éléments constituant le réseau. Ailleurs, en pleine toundra herbeuse, ce sont de grands polygones particulièrement visibles d'un avion. J'en ai vu de remarquables au sud de la rivière aux Feuilles : de vastes dalles de végétation devant leur couleur blanchâtre au tapis des lichens et bordées par une ceinture de petits bouleaux glanduleux et de saules. Ne confondons pas ces grands polygones de végétation, avec ce que j'appellerai plus loin les « polygones

lichéniques », de toute autre origine et beaucoup plus petits. A mon avis, le sol réticulé dépourvu de couverture végétale et les grands polygones de végétation se ramènent à un seul et même phénomène. Voici comment j'en interprète la formation : 1. Les sols imprégnés d'eau se dilatent d'abord sous l'action de la gelée. 2. Les très gros froids qui sévissent ensuite déclenchent un brusque retrait de la surface presque sans protection puisque la couverture de neige est assez faible. Comme la surface est alors solide, elle se fendille. 3. Quand une surface se retracte et se fendille, — par exemple, quand se forment des dalles de *Cladonia* sous l'action de la sécheresse, ce que nous verrons plus loin, — les éléments de cette mosaïque nouvelle prennent la forme polygonale, la forme la plus simple pour des éléments accolés. 4. Après le dégel, le bord des « dalles » s'effrite pour combler la cavité, d'où formation d'une légère dépression réticulée-polygonale. 5. La « rigole » ainsi formée favorise l'accumulation de l'humidité superficielle ; aussi les arbustes s'y développent plus facilement. J'ai remarqué que les vieux sentiers abandonnés par les caribous se recouvrent de même fréquemment d'arbustes, notamment de *Vaccinium Vitis-Idaea*, d'*Empetrum* et de *Betula glandulosa*. 6. Lorsqu'un tel retrait se produit sur un terrain sans végétation — une plage par exemple — le sable, les petits cailloux combler la fissure au moment du dégel, ne laissant à la surface que les cailloux plus gros. Les fissures se comportent donc comme un tamis. Il en résulte un réseau polygonal de cailloux plus gros qu'au centre des « dalles ».

Ostioles de la toundra. Lorsque le sol est argileux et plan, il se produit un phénomène, dont je n'ai pas vu la description et qui ne peut se ramener ni à la solifluction, ni à la réticulation : le tapis de la toundra se perce de nombreuses ouvertures — des plages sans vie — circulaires ou ovales, ayant généralement de cinquante centimètres à deux mètres de diamètre (fig. 2). Ce sont des espèces de « ventres-de-bœufs » — nom désignant dans le Québec les replis produits par la force expansive de la glace sur les routes mal drainées. Les « ventres-de-bœufs » de la toundra se présentent superficiellement comme de simples colonnes d'argile plus ou moins plastique avec sommet à fleur de sol. Il y suinte constamment de l'eau ou de l'argile plastique. Si l'on creuse, l'argile visqueuse comble presque aussitôt la dépression. Les différentes étapes de la formation de ces appareils semblent les suivantes : 1. Quand la nappe d'argile fortement imbibée d'eau, au-dessus du permafrost, gèle au début de l'hiver, le gel superficiel ne se rend pas immédiatement jusqu'au permafrost. Il subsiste donc une argile plastique entre deux couches de glace. 2. Arrivent de très grands froids, la couche d'argile glacée superficielle se retracte, comme je l'ai mentionné précédemment pour le sol polygonal, et il se forme des fissures. 3. La couche intermédiaire d'argile liquide gèle à son tour et subit d'abord une dilatation comme la chose est normale à la première phase du gel d'un sol imprégné d'eau. La force expansive développée entre le permafrost et la couche superficielle trouve une soupape aux points de fracture. Les



Figure 2. — Ostiole de la toundra, près du lac Kogaluk.

plantes arrachées du sol à ces endroits et exposées à la gelée, se détruisent. Un peu d'argile est expulsée à l'extérieur, comme l'est la pâte d'un tube de pommade que l'on presse, ou le lait d'une bouteille oubliée dehors par un grand froid. Il reste ainsi au printemps de petites plages, vaguement circulaires, et sans vie. 4. Parce que la terre est nue à cet endroit, le sol y dégèle plus facilement, par suite de la disparition du coussin isolant de la végétation. D'où suintement à ce point. Il semble même que le permafrost soit plus profond à ces endroits, mais je n'ai sur le sujet qu'une seule observation d'ailleurs imprécise. L'eau de dégel circulant dans le sol le long des lignes de fracture se libère par ces ouvertures. 5. En suintant, l'eau transporte un peu d'argile, d'autant plus que le ventre-de-bœuf se présente, à un moment de l'année, comme un puits rempli d'argile à demi-fluide et sur les flancs duquel presse la terre glacée. La surface de la bouche d'argile est d'abord convexe et la lèvre circulaire est elle-même parfois légèrement relevée, par suite de la poussée sous-jacente. 6. Par délavage, la surface convexe disparaît et il se creuse même une petite vasque, où poussent des algues. Quand la dépression n'est pas trop marquée, la première plante phanérogame à envahir la trouée est le *Juncus albenscens*. Certains secteurs de la toundra sont littéralement percés de telles ouvertures (fig. 3). On dirait les événements du tjaele, les glandes sudoripares ou les stomates de la toundra. Comme la bouche des stomates, pourquoi ne pas les nommer simplement des *ostioles* en anglais *tundra ostioles*.

Cavités ocreuses. Il ne faut pas confondre les ostioles de la toundra avec les petites surfaces ocreuses (fig. 4) — d'autres plages sans vie — mais d'origine entièrement différente. Les plages ocreuses, dépourvues de végétation, ne sont pas spécifiquement circulaires ou ovales, mais de formes variées, presque amiboïdes parfois, et sont légèrement enfoncées. Aussi l'eau peut y séjourner quelque peu. Elles ne se produisent pas dans l'argile, mais à des endroits où le tapis de la toundra repose directement sur la roche granitique ou gneissique. Ces petites dépressions renferment généralement des cailloux anguleux, souvent en aiguilles, fraîchement détachés de la roche-mère par les gelées. Ces vasques sont tapissées d'une couche d'ocre semblant provenir de la pyrotine de la roche sous-jacente. Lorsque la pyrotine s'oxyde, il se forme de l'oxyde de fer, d'où dépôt d'ocre, et du gaz sulfureux, de l'acide sulfurique ou de l'acide sulhydrique. Ces derniers produits, toxiques pour les plantes, pourraient les éliminer, comme me l'a suggéré Aubert de la Rüe (verbatim). L'oxydation de la pyrotine est peut-être aussi favorisée par des microorganismes. Les plages ocreuses, très abondantes dans la région de Fort-Chimo pourraient aider à la prospection à vol d'oiseau et aussi, peut-être, contribuer à l'étude de la formation des dépôts anciens de limonite et d'hématite. Le facteur climatique est d'importance assez secondaire dans la formation de ces appareils, mais comme c'est la gelée qui est responsable, en définitive, de l'éclatement de la roche, elle contribue par le fait même au creusement initial et à l'exposition à l'air de la pyrotine. Pour

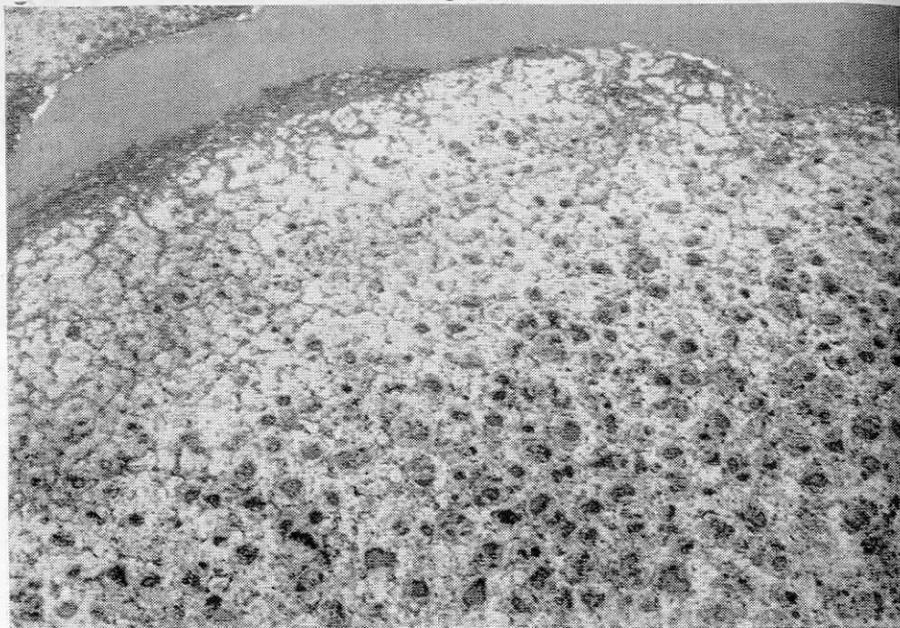


Figure 3. — La toundra percée d'ostioles, au nord de la rivière aux Feuilles.



Figure 4. — Au premier plan, cavité ocreuse, à Fort-Chimo.

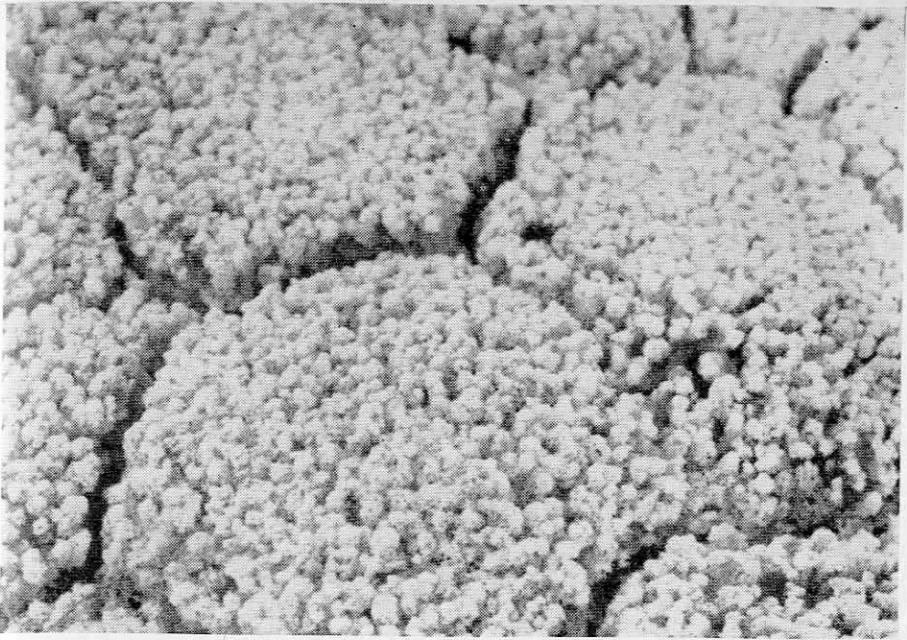


Figure 5. — Polygones de Cladonia, rivière George. Arrive une rosée ou une pluie, la continuité du tapis se rétablit et la ligne de contact des tuiles est invisible.

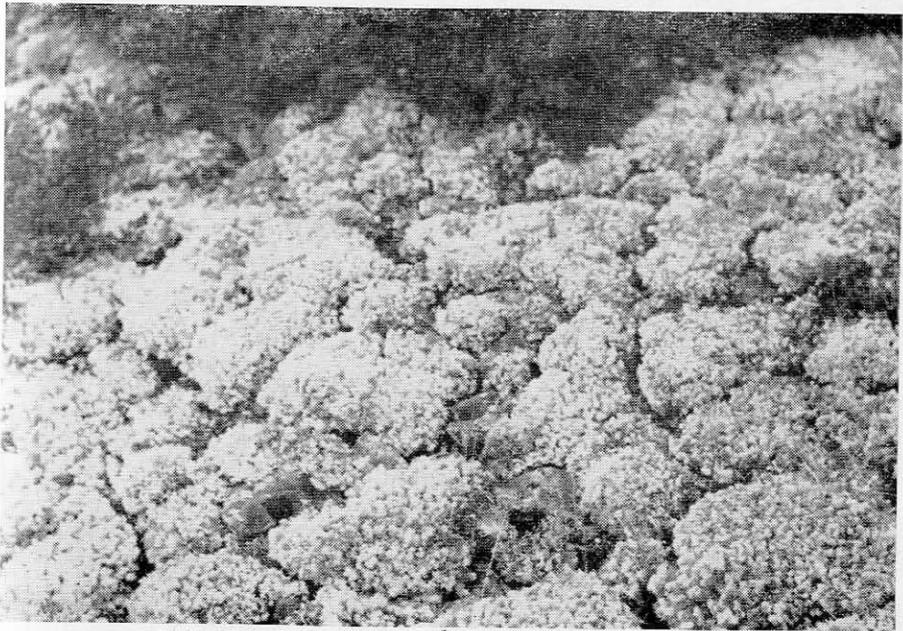


Figure 6. — Dans les régions les plus sèches et soumises à un vent presque continu, comme dans la région de la Kogaluk, les arrêtes des dales s'usent et le tapis lichénique semble un maroquin à grande échelle.

ces appareils, j'aurais voulu employer le nom de *plages ocreuses*, mais on pourrait croire qu'il s'agit là de plages maritimes. Je propose donc les noms, parfaitement descriptifs, de *cavités ocreuses*, en anglais, *ochreous holes*.

Polygones lichéniques. L'un des éléments les plus importants de la toundra, comme de la taïga, est une « mousse des caribous », le *Cladonia alpestris* ou une espèce apparentée, un lichen poussant en grands tapis d'un blanc glaucescent. Il faut voir ces grandes formations semblables à une couche de neige. En se promenant en avion ou en examinant des photos des zones arctique et subarctique, maintes personnes s'y méprendraient aisément. Le matin, on enfonce dans les lichens spongieux gorgés de rosée ; mais dès que le soleil a effleuré la surface pendant quelques heures, ils deviennent friables et crissent sous les pas. Un autre phénomène aussi se produit. Grâce à la déshydratation, il y a retrait et le tapis continu se fragmente en polygones de 30 à 50 cm. de diamètre, presque aussi réguliers que les tuiles d'un parquet (fig. 5). Arrive une nouvelle rosée nocturne ou une pluie : le lichen se gonfle, devient spongieux et la continuité se rétablit. En plusieurs endroits, ce mouvement, imperceptible comme la marée, se produit quotidiennement et, chaque jour, selon la hauteur du soleil, le parterre est un tapis intact ou une mosaïque. Toutefois, dans les parties les plus hostiles de la toundra, où la sécheresse persiste et le vent souffle sans relâche, il y a trop peu d'humidité pour annuler chaque jour le retrait ; aussi les arêtes des dalles s'effritent. A la surface unie succède définitivement une espèce de tapis capitonné, un maroquin à grande échelle (fig. 6). Pour ces formes végétales, je propose l'appellation, parfaitement descriptive, de *polygones lichéniques*, en anglais *lichens polygons*, ou si l'on préfère *Cladonia polygons*.

BIBLIOGRAPHIE

1. ROUSSEAU, Jacques. — The vegetation and life zones of George river, Eastern Ungava and the welfare of the natives. *Arctic*, 1 : 93-96. Autumn 1948.
ROUSSEAU, Jacques. — By canoe across the Ungava Peninsula via the Kogaluk and Payne rivers. *Arctic*, 1 : 133-135. Autumn 1948.
ROUSSEAU, Jacques. — A travers l'Ungava. *L'Actualité économique* (Montréal) 25 : 83-131, 1949. Aussi tirage à part, *Mémoires du Jardin botanique de Montréal*, no 4, 1949.
2. Parmi les travaux récents qu'il y aurait lieu de citer, mentionnons :
TROLL, Carl. — Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. *Geologische Rundschau*, 34 (Heft 7/8) : 545-694. (Stuttgart) 1944.
BRYAN, Kirk. — Cryopedology—the Study of Frozen Ground and Intensive Frost-action with Suggestions on Nomenclature, *Amer. Journ. of Sci.*, 244 : 622-642. 1946.
CAILLEUX, André et TAYLOR, Gérald. Etudes de cryopédologie. *Expéditions polaires françaises, Missions Paul-Emile Victor, Expédition arctique*, Section des sciences naturelles, 68 pp., 59 fig., Paris, 1948.