

# Une nouvelle forme périglaciaire: les cavités emboîtées de l'argile (extrémité nord-est du lac Hazen, île d'Ellesmère)

Par Michel Brochu \*

**Résumé:** Par 81° 43' Nord et 68° 55' Ouest, à l'extrémité nord-est du lac Hazen (île d'Ellesmère) à l'embouchure de la rivière Salor, se trouve une surface d'argile pure qui présente la particularité d'être crevée de cavités de 8 à 25 cm de diamètre, et de 15 à 57 cm de profondeur. Chaque cavité apparaît comme constituée de deux trous, dont le plus petit (le plus bas) semble emboîté dans le plus grand (le plus près de la surface). Il s'agit d'une forme périglaciaire se développant en milieu estival sec, à précipitations de l'ordre de quelques millimètres par an, et sans pluie estivale, ou presque. Cette forme, sûrement très rare dans les régions arctiques et subarctiques, n'avait pas encore été décrite.

**Zusammenfassung:** Im äußersten NE des Lake Hazen, Ellesmere Island, an der Mündung des Salor River (81° 43' N, 68° 55' W), findet sich oberflächlich anstehender reiner Ton, der eigentümlicherweise in kleine Hohlformen von 8–25 cm Durchmesser und von 15–57 cm Tiefe zerlegt ist. Jede Hohlform besteht offenbar aus zwei Löchern, von denen das kleinere (das untere) in das größere eingefügt zu sein scheint. Es handelt sich um eine periglaziale Form, wie sie in aridem Sommerklima mit Niederschlägen von nur wenigen mm/Jahr entwickelt ist. Diese im arktischen und subarktischen Bereich zweifellos sehr seltene Erscheinung war bisher nicht beschrieben worden.

## I. — Description

La surface plane d'argile, qui borde l'extrémité nord-est du lac Hazen, dont l'altitude est de 155,6 m, au NE de l'île d'Ellesmère, est située sur la rive ouest de l'embouchure de la rivière Salor (lat. nord 81° 43', long. ouest 68° 55') à environ 3 m au-dessus de l'eau; elle est crevée d'une infinité de cavités emboîtées, qui sont décrites ci-dessous, et dont la synthèse des caractéristiques dimensionnelles apparaît au tableau I.

	Méd.	Max.	Min.
Diamètre (ouverture)	12	25	8
Profondeur (à partir de la surface de l'argile)			
1er fond (haut)	27	44	15
2e fond (bas)	36	57	28
Profondeur du sol gelé (mijuin 1958)	46	73	31
Distance de centre à centre à la surface de l'argile	65	94	44
Densité au m <sup>2</sup>	4,5	7	2

**Tableau 1:** Caractéristiques dimensionnelles des cavités emboîtées de l'argile à l'extrémité nord-est du lac Hazen (en centimètres).

**Tabelle 1:** Größenordnung der in den Ton eingetieften Hohlformen im äußersten NE des Lake Hazen (in cm).

Ces cavités se rencontrent toujours sur un terrain horizontal ou presque, absolument sans végétation et dans de l'argile pure. Là où celle-ci vient en contact avec des terrains à granulométrie plus grossière (limons, sables, etc.) ou avec la roche en place, les cavités diminuent de profondeur, puis disparaissent.

Elles ne sont pas jointives, mais séparées par une surface d'argile, très légèrement bombée vers le haut et craquelée de petites fentes formant des micropolygones.

Un versant en bordure de la rivière, d'environ 1,5 m de haut, présente une coupe où l'on observe l'argile, dont l'épaisseur est de 0,75 à 1 m, et qui repose directement sur une lentille de glace dont la puissance et l'étendue demeurent encore à préciser. Le long du ressaut, le micromodèle à cavités devient méconnaissable: il prend un aspect ruini forme où dominant micropinacles, dépressions à angle aigu et petits blocs éboulés.

La densité moyenne de ces cavités est de 4,3 au mètre carré (minimum 2, maximum 7). Elles ont, pour la plupart, la particularité d'avoir deux fonds emboîtés, qui leur confère la forme d'un double entonnoir, mais sans ouverture vers le bas; l'inclinaison des parois

\* Dr. Michel Brochu, Centre d'Etudes Arctiques (La Sorbonne), 6 rue de Tournon, Paris VIe

est voisine de la verticale. Le premier fond, dont la partie centrale est évidée, s'ouvre sur le second et a une profondeur médiane de 27 cm (extrêmes 15 et 44 cm); le second fond a une profondeur médiane de 36 cm (extrêmes 28 et 57 cm). La profondeur, dans les deux cas, est mesurée à partir de la surface du sol.

En général, au-dessus du premier fond, l'argile est sèche, par contre, plus bas, elle est ordinairement humide et non gelée quinze jours, environ, après la disparition du couvert neigeux; le sol était gelé, en moyenne, à 10 cm sous le second fond, au moment des observations (15 et 16 juin 1958). Il arrive souvent que le centre du second fond soit caractérisé par un pointement de glace, vertical vers le haut, de 1 à 2 cm de hauteur. Très souvent, les fonds de cavités voisines communiquent entre eux, par un vide latéral souterrain d'un ou deux centimètres de diamètre, s'ouvrant, en général, dans le second fond; en surface, l'argile fait pont au-dessus du vide précité avec, parfois, un léger affaissement, de l'ordre du centimètre.

La surface de l'argile, entre les cavités, est toute craquelée de fentes de dessiccation d'environ un millimètre de largeur de quelques millimètres de profondeur, formant de minuscules polygones de 1 à 3 cm de diamètre. Il arrive souvent que des débris d'argile sèche délimités par ces fentes tombent dans les cavités.

Ces cavités emboîtées de l'argile sont, au total, une forme de modelé périglaciaire qui se développe en milieu très homogène: sur de l'argile pure ou presque pure, sans pluie estivale et sans végétation.

## II. — *Interprétation*

L'évolution des cavités de l'argile semble relever des processus décrits ci-après, à partir d'une surface plane et encore sans modelé.

A. — A l'automne, il y a, dû au froid, retrait de l'argile: ce retrait est, bien entendu, plus prononcé dans les parties plus humides du sol, donc en profondeur plus qu'en surface (fig. 1a).

Le retrait est, par ailleurs, plus important aux points de croisement des fissures que le long du plan de celle-ci.

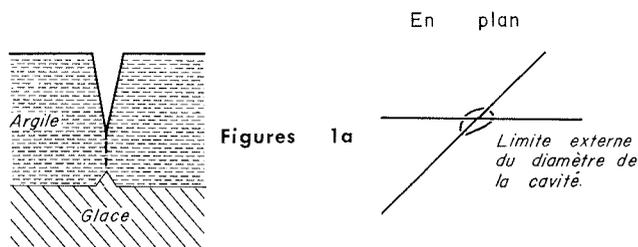
B. — Au cours de l'hiver, les très basses moyennes de température de la région du lac Hazen ne peuvent que contribuer à la rétraction amorcée en automne et, encore ici, cette contraction due au froid est beaucoup plus prononcée dans la tranche humide de sol sous-jacente, qu'au sein de la couche superficielle plus sèche: les précipitations étant, en effet, infimes ou nulles en été.

La couche superficielle plus sèche et, partant, moins contractile, sous l'effet du froid, présente un toit continu au-dessus des vides formés au niveau de la tranche humide, mais aux intersections, des lignes de fissures dans la couche d'argile superficielle, finissent par provoquer des effondrements de petites mottes de 2 à 3 centimètres cubes, c'est avec ces effondrements que prennent, à proprement parler, naissance les cavités emboîtées de l'argile (fig. 1b).

C. — Au printemps, les remontées de température provoquent des mouvements de dilatation du sol, à la fois dans le sens horizontal et vertical. Les fissures se referment, en partie, mais la cavité formée reste en dépit de la progression de la fonte; les morceaux d'argile tombés au fond de la cavité commencent lentement à se transformer en boue.

Les mouvements de dilatation thermique en sens vertical et horizontal, tendent, pour leur part, à favoriser l'éboulement de morceaux d'argile autour des parois (fig. 1c).

D. — Au cours de l'été, il y a approfondissement du mollisol, ce qui affecte relativement peu, semble-t-il, l'évolution des cavités de l'argile: le mollisol atteint vraisemblablement une profondeur de 75 à 100 cm au milieu de l'été. Les mottes d'argile tombées dans les cavités, en hiver et au printemps, continuent à se désagréger partiellement et sans doute très lentement, au fond des trous.



Fente de retrait due au froid à la surface de l'argile sèche.

Localisation de la cavité à la rencontre de deux fissures à la surface de l'argile.

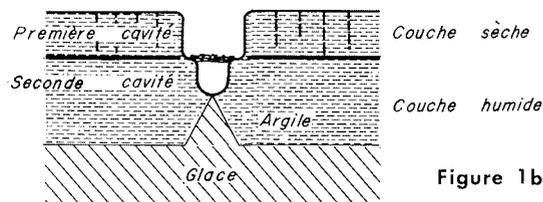


Figure 1b

On distingue au fond de la première cavité (supérieure) le morcellement du fond non éboulé dans la seconde cavité (inférieure).

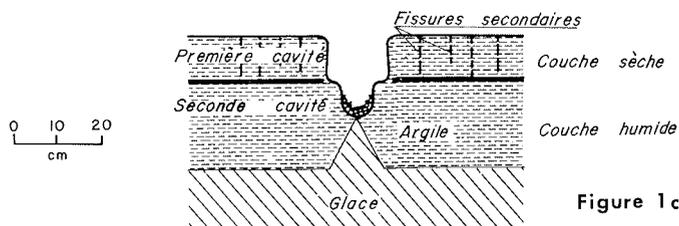


Figure 1c

On distingue les morceaux éboulés du premier fond, au fond de la seconde cavité.

Il faut souligner que c'est grâce à la presque complète absence de pluie, en été et au printemps, que peut se maintenir, sans altération importante, ce type de modelé; il suffirait, en effet, de quelques averses par été pour faire disparaître ces formes et donner un tout autre aspect à cette argile (fig. 1c).

Chaque automne, le réseau de fentes se reforme de la même façon, suivant le même tracé que les saisons précédentes, avec des contractions thermiques plus prononcées, au croisement des fentes.

Pour ce qui est de l'existence et l'évolution du second fond au fond emboîté, il semble bien que l'ouverture de la première cavité et de son premier fond permet au froid de s'exercer plus profondément au sein de celle-ci. Il se forme, alors, une nouvelle cavité de retrait dans le premier fond, mais de profondeur et de diamètre plus réduits que la première. Le processus d'évolution est identique, sauf que la dimension est plus petite, apparemment en raison de la dessiccation moins grande de l'argile au niveau du premier fond qu'en surface, ce qui rend la rétraction différentielle moins contrastée entre l'argile du premier trou et l'argile sous-jacente: la cavité qui en résulte est donc de dimension beaucoup plus modeste.

Les pointements de glace au fond des cavités sont très probablement un phénomène de ségrégation de la glace en lentille avec leur extension maximale, en hauteur, au croisement de deux fissures et au centre des cavités. Cela évoque les cubes d'eau que l'on met à congeler (bac à cases de métal pour réfrigérateurs), dont le gel se propage des bords au centre de chaque case de congélation et dont la phase finale est justement la formation d'un pointement de glace vers le haut, par extrusion d'une certaine quantité d'eau au stade final de la congélation du cube: ce pointement a généralement une hauteur de 2 ou 3 mm pour une surface de 16 cm<sup>2</sup> et pour un volume de 48 cm<sup>3</sup> par case. Retenons la synthèse suivante: les mouvements de contraction par le froid, en automne et en hiver, de contraction estivale, par dessiccation, et de dilatation printanière fragmentent périodiquement l'argile des zones à cavités emboîtées. Les mouvements verticaux et latéraux de dilatation, surtout, ont tendance à chou-fleuriser le pourtour des cavités, en toute une série de petits polygones de quelques centimètres de diamètre, le résultat est l'élargissement progressif, probablement extrêmement lent de celles-ci, par la chute occasionnelle de l'un ou l'autre de ces micropolygones, dans les cavités qu'ils bordent.

Au sujet de la vitesse d'évolution des cavités de l'argile, il semble, qu'à l'instar de plusieurs formes de modelé périglaciaire, la mise en place du phénomène puisse se faire en quelques décennies et peut-être moins, pourvu que les conditions essentielles soient réunies.

Ce premier stade d'évolution donne suite à un état d'équilibre probablement caractérisé par une très lente évolution: ceci est corroboré, de façon non équivoque, par la découverte, par l'auteur, de douilles de chevrotines datant de l'expédition de Greely, en 1882, trouvées au fond des trous, dans un parfait état de conservation, ni enterrées, ni remplies de terre, ce qui n'aurait pas manqué de se produire, si une seule pluie importante était survenue depuis cette époque: ceci constitue une preuve tangible de l'extraordinaire stabilité de cette forme de modelé périglaciaire. Il est peut-être même à envisager, en conséquence, que l'état actuel à peine modifié des cavités emboîtées de l'argile remonte à plusieurs siècles. C'est donc dire que certaines formes de modelé périglaciaire de la couche dite active sont, en terrain plat, et une fois formées, beaucoup moins actives qu'on ne le pourrait penser ou supposer.

### *III. — Conclusion*

Les cavités de l'argile sont, à n'en pas douter, une des formes périglaciaires les plus curieuses d'un climat arctique de type désertique, ces formes sont, en même temps, un indice de la permanence, à notre époque, au moins, et peut-être pendant la plus grande partie de l'Holocène, de cette aridité qui caractérise, en été principalement, la région du lac Hazen. Rappelons, en effet, qu'une seule pluie torrentielle ou abondante par année réussirait, non seulement à compromettre l'évolution de ces formes, mais à les faire disparaître.

Ces cavités emboîtées de l'argile sont d'autant plus intéressantes qu'elles sont apparemment extrêmement rares et il s'agit vraisemblablement de la première description de celles-ci à la surface du Globe.

Leur rareté trouverait une explication du fait de l'occurrence exceptionnelle, à la fois des conditions pédologiques (argile plane presque pure), et des certaines conditions climatiques (absence presque totale de précipitation estivale sous forme de pluie, contrastes marquées de température entre les diverses saisons, fonte de la neige par sublimation au printemps), occurrence indispensable à la mise en place de cette forme périglaciaire et à sa perpétuation sur le terrain.