

Notes sur les crêtes morainiques de Saint-François-de-Sales

Germain Tremblay

Volume 12, numéro 27, 1968

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/020831ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/020831ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Département de géographie de l'Université Laval

ISSN

0007-9766 (imprimé)

1708-8968 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cette note

Tremblay, G. (1968). Notes sur les crêtes morainiques de Saint-François-de-Sales. *Cahiers de géographie du Québec*, 12(27), 429–442. <https://doi.org/10.7202/020831ar>

Note sur les crêtes morainiques de Saint-François-de-Sales

(région du Lac-Saint-Jean, Québec) *

Introduction

Les premiers travaux sur les crêtes morainiques dans la région du Lac-Saint-Jean (figure 1) furent effectués en 1964 sous la direction de M. Pierre Lasalle. Ce n'est toutefois qu'aux cours des étés de 1966 et 1968 que nous les avons étudiées en détail. Le but de cette note est d'essayer d'expliquer, à la lumière de données qualitatives et quantitatives recueillies sur le terrain, l'origine de ces crêtes.

Échantillonnage

De nombreux échantillons furent recueillis sur le terrain dans des coupes fraîches et à plusieurs pieds sous la surface et transportés au laboratoire où nous avons procédé à des analyses morphoscopiques et granulométriques.

Le fractionnement des sédiments sur des tamis choisis au hasard est de plus en plus abandonné. Aussi avons-nous utilisé la série *United States Sieves Series* préconisée par l'*American Society for Testing Material* (ASTM) où les vides corres-

Tableau 1 *Dimensions (en pieds et en mètres) de crêtes morainiques dans différentes régions.*

Région	Longueur	Largeur	Hauteur	Espacement de crête à cr.	Références
Saint-François-de-Sales (Lac-Saint-Jean)	770 – 2 300 235 – 700 m	30 – 70 10 – 25 m	3 – 10 1 – 3 m	300 – 400 90 – 120 m	
Chibougamau	100 – 1 000 300 – 3 000 m	—	3 – 15 1 – 4,5 m	500 – 700 152 – 213 m	1
Chibougamau	1 mille et moins 1,6 km et moins	—	10 – 30 1,5 – 9 m	500 – 1 000 152 – 305 m	4
Sud du lac Dyke	1 000 – 5 280 3 000 – 1 600 m	200 – 500 60 – 150 m	10 – 25 3 – 7,5 m	600 – 1 400 18 – 427 m	2
Maine	2 640 et moins 800 m et moins	20 – 50 6 – 15 m	5 – 14 1,5 – 4,5 m	230 – 270 70 – 82 m	3
Saskatchewan	3 milles et moins 4,8 km et moins	300 et moins 90 m et moins	35 10 m	—	5
Cartwright (Manitoba)	325 pieds à 1,25 mille 2 km et moins	—	6 – 26 1,5 – 8 m	—	6

¹ Norman, 1938, p. 73.

² Henderson, 1963, p. 18.

³ Bloom, 1960, p. 30.

⁴ Mawdsley, 1936, p. 9.

⁵ Sproule, 1939, p. 104.

⁶ Lawrence et Elson, 1953, p. 95.

* Publié avec la permission du sous-ministre des Richesses naturelles du Québec. De sincères remerciements vont à M. André Cailleux, professeur à l'Institut de géographie et chargé de recherches au Centre d'Études nordiques de l'université Laval et à M. Pierre Lasalle, attaché au ministère des Richesses naturelles du Québec.

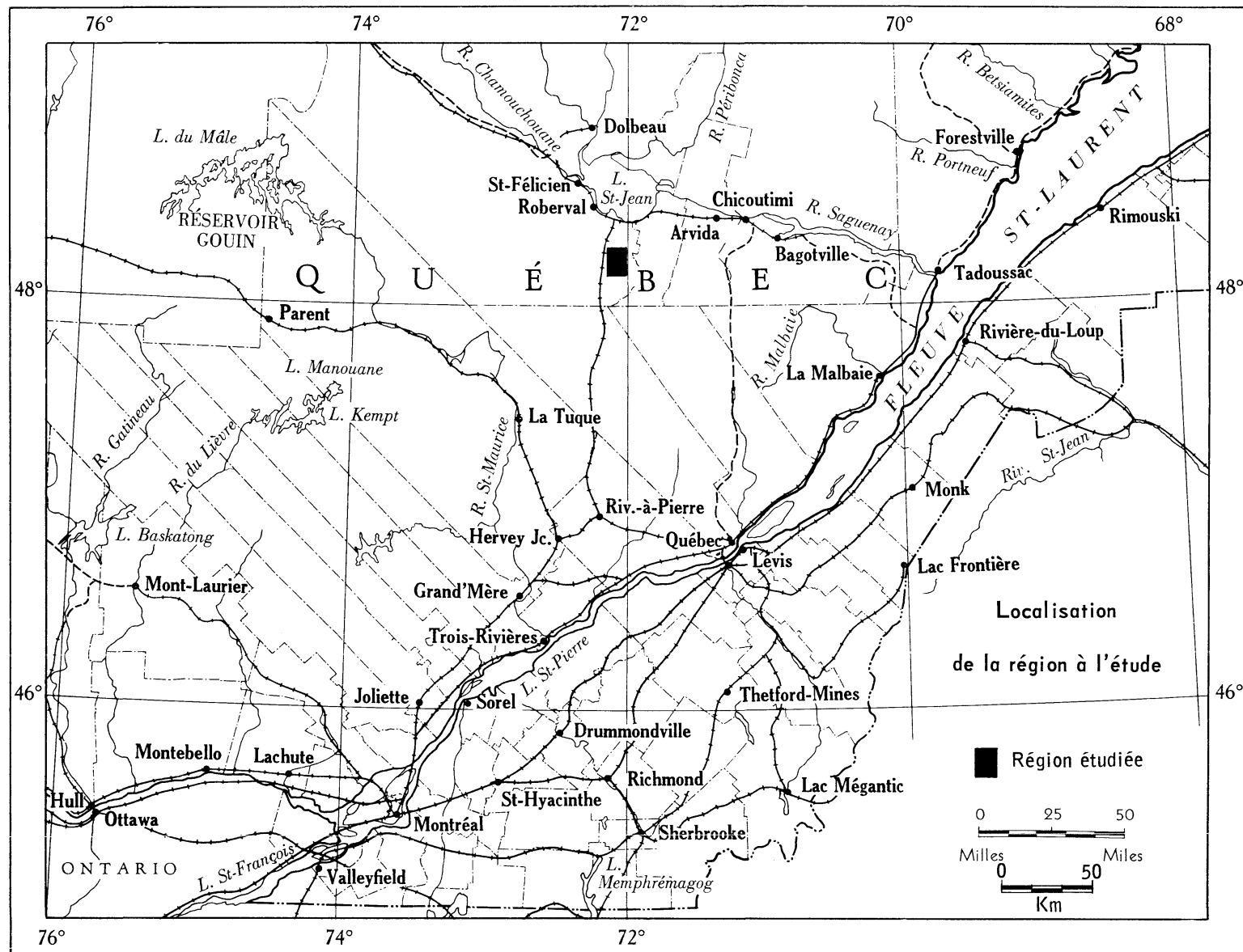


Figure 1

pondent à une progression géométrique de raison $^4\sqrt{2} = 1,189$. Nous croyons qu'avec cette méthode, le nombre de tamis est suffisant et qu'il serait illusoire, compte tenu des conditions d'échantillonnage sur le terrain, d'essayer d'obtenir une plus grande précision dans l'établissement des courbes granulométriques. Par suite de la faible fraction supérieure à 49 (0,9 à 9,9% de silt et d'argile), à l'exception d'un échantillon où ces valeurs atteignent 18,6% (tableau 2), nous n'avons pas cru bon de procéder à des analyses densimétriques.

Description des crêtes

Entre Bilodeau et Saint-François-de-Sales où elle furent étudiées en détail, les crêtes atteignent 3 à 10 pieds (1 à 3 m) de haut, de 770 à 2 300 pieds (235 à 700 m) de long, de 30 à 70 pieds (90 à 230 m) de large à la base, alors que la distance entre les crêtes varie entre 300 et 400 pieds (90 à 120 m).

« En hauteur, en longueur et en largeur, ces crêtes morainiques sont comparables à celles décrites par Bloom dans le Maine. Cependant, elles sont de dimensions inférieures à celles décrites par Henderson au sud du lac Dyke, par Spoule en Saskatchewan et par Elson au Manitoba (tableau 1). Lorsque nous examinons sur le terrain ces petites moraines, nous remarquons que leurs crêtes sont assez irrégulières. Certaines sont linéaires sur plusieurs centaines de pieds, puis bifurquent subitement ou décrivent quelques sinuosités » (figure 2 et photo 1). Elles consistent en de nombreux petits segments et montrent sur les photographies aériennes une certaine orientation (photo 2). En coupe transversale, elles sont symétriques (figure 2).

Tableau 2 Données sédimentologiques relatives aux crêtes

Paramètres de position						
Numéros des échantillons	Médiane (Md ϕ)			Dispersion $\sigma \phi$	Forme $\sigma \phi$	% de silt et d'argile
	en mm	ϕ	M ϕ			
1		-1,50	-1,38	+2,42	+0,053	0,9
2		+1,50	+0,88	+2,42	-0,256	8,2
3		+0,60	+0,30	+3,15	-0,095	8,4
4		+0,20	+0,05	+1,22	-0,122	4,8
5		+0,40	+0,56	+3,50	+0,045	5,0
6		+0,70	+0,30	+2,00	-0,200	5,5
7		+0,60	-0,40	+3,45	-0,300	6,4
8		+0,45	+0,35	+2,80	-0,036	9,9
9		+2,10	+2,06	+1,55	-0,026	18,6
10		-0,65	-1,56	+2,90	-0,314	3,3
Xt		+0,44	+0,122	+2,54	-0,125	7,1
St		1,05	1,07	0,83	0,190	

Représentation graphique et mesures statistiques des sédiments

Les données granulométriques, pour les sédiments étudiés, ont donné lieu à une représentation minimum sur graphique portant en abscisses logarithmiques les valeurs de l'intercept moyen des grains et en ordonnées gaussiennes les pourcentages. Le choix de telles coordonnées est basé sur le fait que les distributions les plus courantes, en granulométrie, peuvent toutes se ramener au type normal dit de « Laplace-Gauss » (Rosfelder, 1961; Hommeril, 1967). Ainsi le sédiment distribué

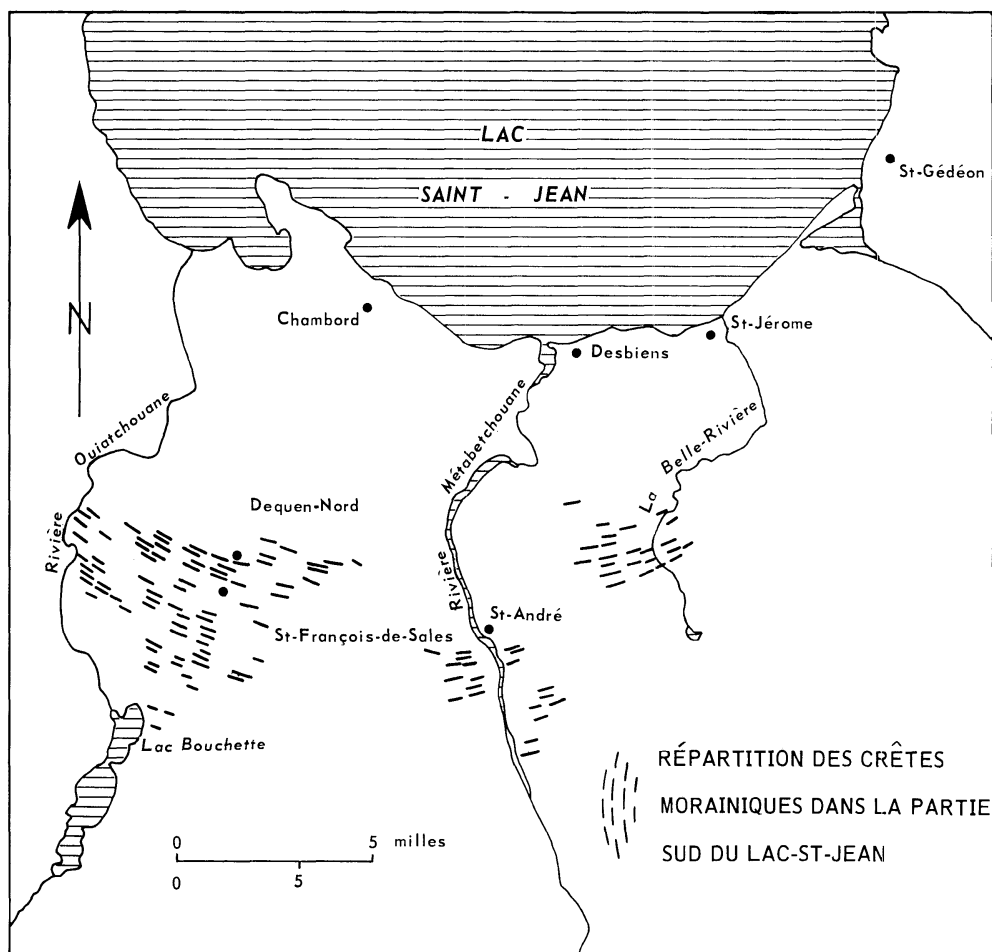


Figure 2

en conformité complète avec ce type donnera une courbe qui, en fonction de ces coordonnées, sera une droite sans inflexion.

Le calcul des indices ou paramètres, caractéristiques des sédiments, a été effectué en l'absence de calculateurs électroniques, par résolution graphique. Nous avons utilisé des paramètres algébriques. Pour cette résolution graphique, une notation spéciale pour les dimensions des particules doit être adoptée. Suivant Rosfelder (1961) et Hommeril (1967), nous avons adopté la notation cologarithmique de base 2, dite notation Φ (ϕ), introduite en granulométrie par Krumbein (1936). C'est le cologarithme de base 2 de la dimension millimétrique. Il existe plusieurs tables de correspondance des unités ϕ et des dimensions métriques (Rosfelder, 1961) Griffiths et McIntyre, 1958; Page, 1955). Des abaques de conversion ont d'ailleurs été publiés par Krumbein (1936) et Inman (1952). Les abscisses se trouvent donc par le fait même, divisées suivant une échelle arithmétique, l'échelle des ϕ .

La voie d'approche graphique la plus simple des paramètres algébriques nécessite l'emploi des percentiles, valeurs du caractère pour des fréquences cumulées données. Ces percentiles ont été essentiellement introduits par Inman (1952)

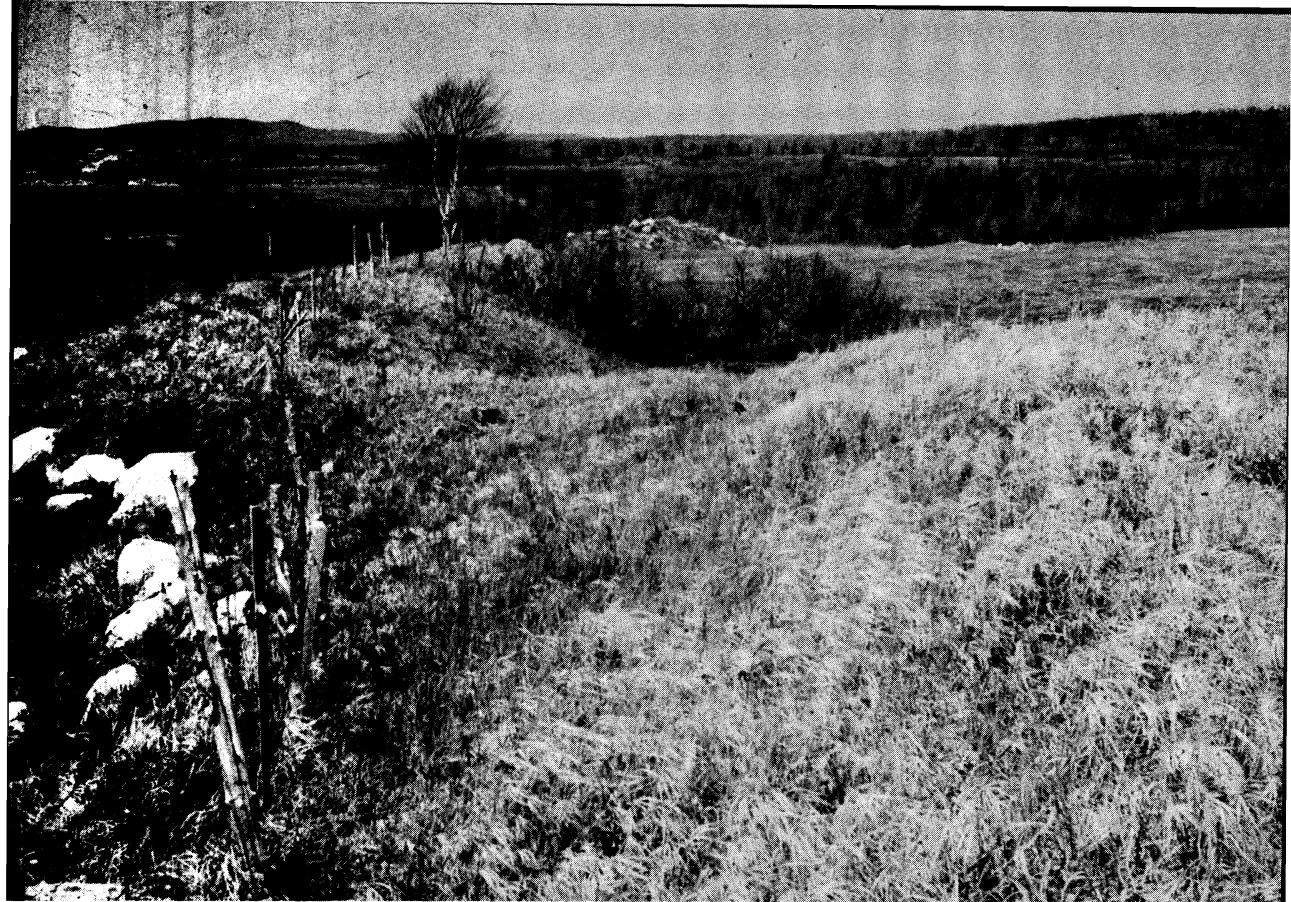


Photo 1 Crête morainique à l'ouest de Saint-François-de-Sales. La crête est orientée ouest-est. Regardant vers l'est. Hauteur des piquets de clôture: 4 pieds (120 cm).

en sédimentologie. Trois de ces percentiles furent utilisés: φ_{50} correspondant à la médiane ($Md\varphi$ ou *Phi median diameter*) de la distribution (50% des grains ont un intercept moyen supérieur à cette dimension, 50% un intercept inférieur), φ_{84} et φ_{16} permettant le calcul de la moyenne ($M\varphi$ ou *Phi mean diameter*) et de l'indice de dispersion ou écart-type $\sigma\varphi$ ou *Phi deviation measure*) d'Inman (1952):

$$Md\varphi = \varphi_{50}$$

$$M\varphi \text{ (Folk and Ward, 1957)} = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3}$$

$$\sigma\varphi \text{ (Inman, 1952)} = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{2}$$

La médiane et la moyenne constituant des paramètres de position tandis que l'écart-type est un paramètre de dispersion, remplaçant le coefficient de mauvais triage (*sorting coefficient*) de Trask ¹ (1932), basé sur la dispersion de 50% du sédiment de part et d'autre de la médiane, alors que l'écart-type d'Inman ($\sigma\varphi$) représente 68% du sédiment. C'est pour cette raison que nous avons abandonné les indices de Trask.

¹ Le *sorting coefficient* (So) de Trask est par définition:

$$So = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$$

Q_1 est le 1^{er} quartile: l'abscisse dont l'ordonnée est 25%

Q_3 est le 3^e quartile: l'abscisse dont l'ordonnée est 75%



*Photo Ministère des Terres et Forêts, Service de la Photogrammétrie et de la Cartographie, Québec
(Photos Q 64 122-160 et Q 64 145-20)*

Photo 2 *Vue aérienne des crêtes morainiques aux environs de Saint-François-de-Sales.*
Échelle de la photo: 1:15840

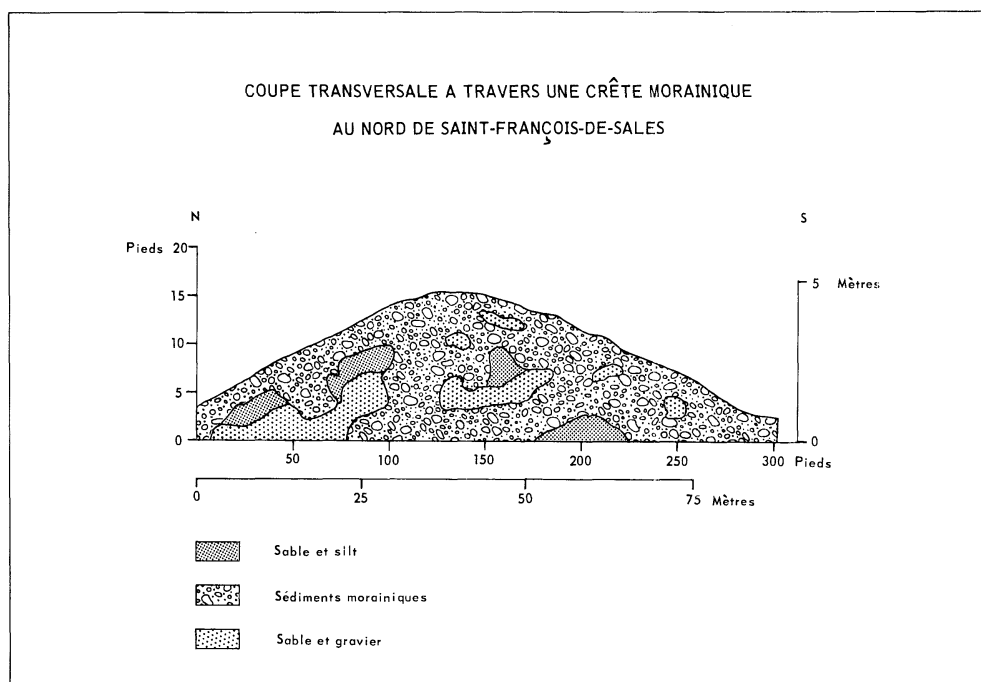


Figure 4

Un autre paramètre de dispersion à peu près équivalent à l'écart-type sinon un peu plus sensible, a été proposé par Folk et Ward (1957) qu'on appelle *Inclusive Graphic Standard Deviation*:

$$\sigma_s = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6}$$

Il est cependant plus difficile à calculer et nécessite la détermination du percentile φ_{95} qui est souvent difficile à déterminer pour les sédiments riches en argile. Aussi l'avons-nous délaissé.

Nous avons également utilisé un autre paramètre: l'indice d'asymétrie d'Inman (1952):

$$a_\varphi = \frac{M_\varphi - Md_\varphi}{\sigma_\varphi}$$

Une asymétrie positive indique un meilleur classement des particules grossières; une asymétrie négative, un meilleur classement des particules fines.

Morphométrie et morphoscopie des sédiments

Les crêtes morainiques consistent surtout en till glaciaire, mais il arrive qu'on y trouve de petites lentilles de sédiments légèrement stratifiés consistant en silt et sable et parfois même des poches de sable et gravier (figure 3). Ces lentilles ou poches sont toutefois exceptionnelles puisqu'elles ne furent trouvées qu'à un seul endroit. De nombreux blocs d'origine précambrienne sont intercalés dans le till.

ORIENTATION DU PLUS LONG AXE DES CAILLOUX
DE 8 À 32mm DANS UNE CRÊTE MORAINIQUE

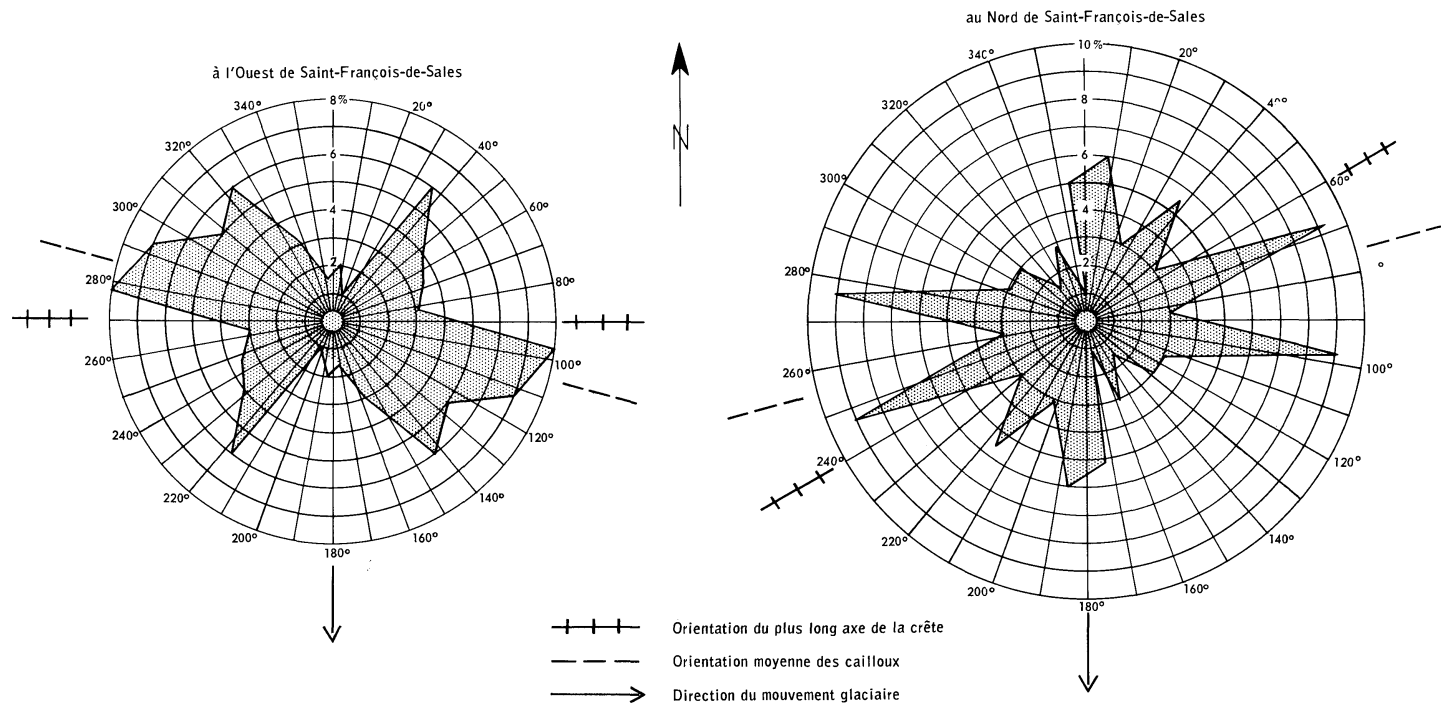


Figure 5

Lorsque nous avons examiné sur le terrain les matériaux morainiques, ceux-ci nous semblaient relativement uniformes. Cependant, les analyses granulométriques de dix échantillons prélevés nous ont révélé de légères différences. Les sédiments consistent avant tout en sable très fin à grossier dont la médiane ($Md\phi$) va de $-1,50\phi$ à $+2,10\phi$ avec une moyenne ($\bar{X}t$) de $+0,44$ et un écart-type (St) de $1,05$; la moyenne ($M\phi$) va de $-1,56\phi$ à $+2,06\phi$ avec comme moyenne ($\bar{X}t$) $+0,122$ et comme écart-type (St) $1,07$ (tableau 2).

Les sédiments sont en général mal classés (figure 4). Ils ont un indice de dispersion ($\sigma\phi$) compris entre $+1,22\phi$ et $3,45\phi$. La moyenne de l'indice de dispersion ($\bar{X}t$) est $+2,54$ et l'écart-type (St) $0,83$. Il est intéressant de remarquer que quatre échantillons ont une asymétrie nulle ou négligeable (de $+0,053$ à $-0,036$), tandis que les autres ont une très faible asymétrie négative, ce qui indique une tendance à un meilleur classement des particules fines. L'écart-type de l'indice de dispersion est $-0,125$. À l'exception d'un seul échantillon riche en silt et en argile ($18,6\%$) les autres contiennent des pourcentages allant de $0,9$ et $8,4\%$.

Un indice de forme (aplatissement) et un d'usure (émoussé) furent également employés puisqu'ils nous fournissent de précieuses indications sur la genèse d'un sédiment et sur ses conditions de dépôt. Ainsi, tous les galets de 8 à 32 mm (-3ϕ à -5ϕ), dont nous avons mesuré l'orientation du plus long axe, furent étudiés sur le plan morphométrique. Quant aux sables (de 2 à $0,5$ mm, soit -1ϕ à $+1\phi$), nous avons calculé leur émoussé en laboratoire sous binoculaire à l'aide d'un micromètre-cible.

De nombreux indices d'usure et plusieurs chartes ont été proposés par divers auteurs: Wentworth (1921), Wadell (1933), Krumbein (1941), Powers (1953), Curray et Griffiths (1955) et bien d'autres peu usités. Pour notre travail, nous avons utilisé l'indice d'émoussé de premier ordre de Cailleux (1963) qui se définit comme suit:

$$\frac{2r_{1s} \times 1\,000}{L_s}$$

où r_{1s} est le plus petit rayon de courbure du cercle épousant le mieux la courbure de la partie la plus pointue du grain et L_s la plus grande longueur du contour apparent du grain (Cailleux, 1963). Cet indice fut appliqué à la fois aux galets et aux sables. Quant à l'aplatissement, il ne fut employé que pour les galets. L'indice d'aplatissement est le rapport:

$$\frac{L + l}{2E}$$

L étant la plus grande longueur mesurable sur le galet, l la plus grande largeur prise perpendiculairement à L , et E la plus grande épaisseur mesurable perpendiculairement à L et à l .

Sur le plan morphométrique, les galets présentent les caractères suivants: l'émoussé est faible, généralement compris entre 50 et 225 (77% des individus) et l'aplatissement aussi très réduit, aux environs de $1,50$ (figure 5), ce qui indique des objets isodiamétriques. Dans l'ensemble, les galets sont anguleux à subanguleux. Un seul galet des 200 étudiés avait un émoussé élevé de 800 . Aucun galet strié ne fut trouvé. L'examen des grains de sable au binoculaire a montré aussi des usures peu prononcées. Les grains étaient avant tout anguleux et subanguleux, ce qui semble indiquer une origine locale des sédiments et un transport sur une faible distance.

Imbrication des galets dans les sédiments

« L'imbrication (ou la disposition) des galets dans les sédiments joue un rôle très important puisqu'elle nous renseigne sur le mode de dépôt final et, en ce sens,

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES DES GALETS DE 8 À 32m (-3ϕ à -5ϕ)
DANS LES CRÊTES MORAINIQUES DE SAINT-FRANÇOIS-DE-SALES

(Nombre de galets mesurés: 200)

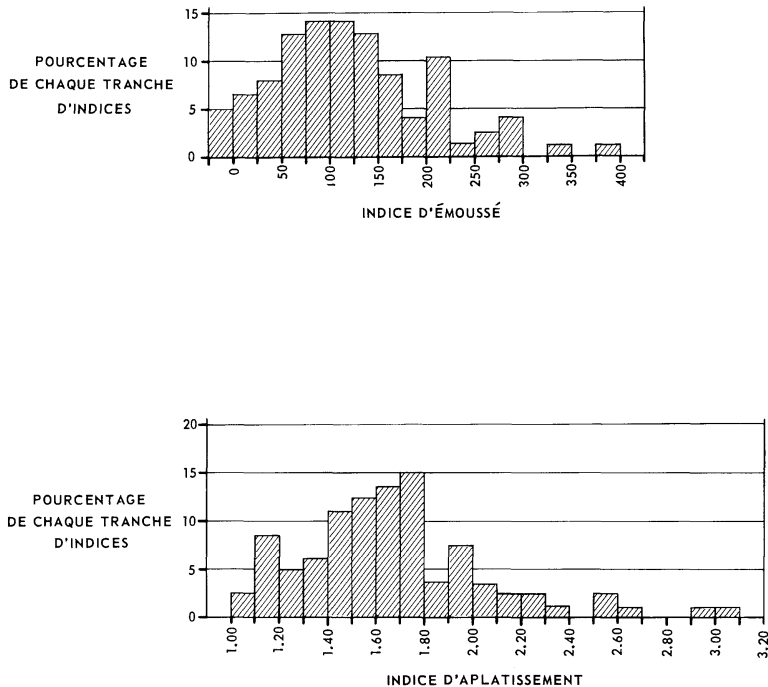


Figure 6

elle fournit des informations que n'apportent pas, ou apportent moins, les autres méthodes » (Cailleux, 1963). Aussi, avons-nous calculé, par rapport au Nord magnétique, l'orientation du plus long axe des galets de 8 à 32 mm (-3ϕ à -5ϕ , dans deux coupes. Les mesures furent faites à la base des couches, soit à 4 pieds (1,20 m) de la surface et cela pour éviter les dérangements des galets dus aux eaux d'infiltration ou encore au gel. Comment se disposent donc ces galets?

Crête 1. Les premières mesures furent effectuées à l'ouest de Saint-François-de-Sales dans une crête orientée S85°E, soit perpendiculairement à la direction principale du dernier mouvement glaciaire dans cette région. Comme nous l'indique le diagramme (figure 6), les cailloux ont une orientation moyenne N 25° E et une pente moyenne de 10°, ce qui témoigne d'une nette orientation préférentielle parallèle au plus long axe de la crête.

Crête 2. La seconde crête étudiée se trouve au nord de Saint-François-de-Sales. Son orientation est S60°E. La figure 6 nous montre les différences très nettes entre

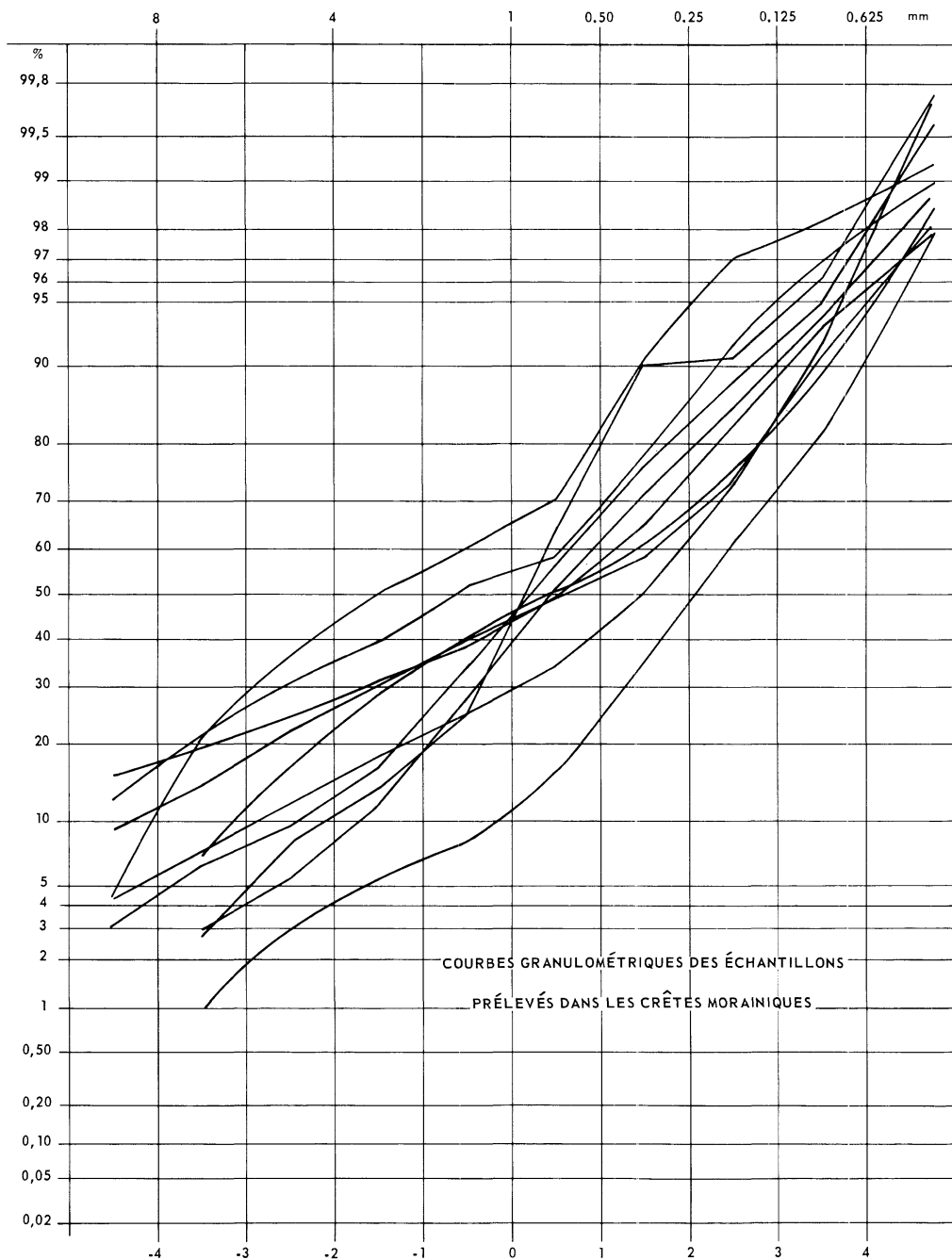


Figure 7

les deux diagrammes. L'orientation moyenne du plus long axe des cailloux est N75°E, ce qui diffère sensiblement de celle de la crête. 40% des cailloux sont horizontaux contre 8% pour la première crête, avec une pente moyenne de 10°.

Origine des crêtes

Quels renseignements pouvons-nous tirer des mesures quantitatives effectuées sur le terrain? Ces crêtes morainiques peuvent-elles être interprétées comme des moraines cycliques? Nous ne voyons pas très bien comment ni pourquoi le front glaciaire aurait, sur quelques milles tout au plus, marqué des pauses successives tous les 300 ou 400 pieds (90 ou 120 m), soit du nord du lac Ouatouchouan au sud du lac Skein puis, à partir de ce dernier endroit, fondu sur place. Cette hypothèse ne semble guère valable. Qu'il nous suffise pour cela d'examiner ces crêtes morainiques de la figure 7. Elles se présentent sous une forme arquée épousant par le fait même la forme du lac Saint-Jean dans sa partie sud. Cette forme arquée représente la forme que devait avoir le front glaciaire alors qu'il recouvrait les premières hauteurs du Plateau laurentien. Elles auraient pris naissance à la marge de la calotte glaciaire locale, alors que la glace fondait sur place et se seraient apparemment formées à la base de la glace par l'écoulement de matériel morainique saturé d'eau par suite de l'abondance des eaux de fusion glaciaire. Elles seraient en sorte dues à la compression exercée par le poids de la glace à proximité des crevasses sur du matériel morainique saturé d'eau.

Elles ont pu aussi se former dans des crevasses durant les derniers stades de stagnation de la glace. Elles correspondraient alors à des crevasses de remplissage glaciaire (*till crevasse fillings*). Ces crevasses étaient remplies de matériel provenant de la surface de la calotte glaciaire. Quand les murs retenant la glace fondirent, les sédiments à la base des crevasses glissèrent et on vit alors apparaître une texture ou un arrangement (*stone fabric*) secondaire des cailloux.

Les sédiments composant les espaces entre les crêtes morainiques consistent en moraine de fond avec, ici et là, superposée à la moraine de fond, de la moraine d'ablation. De nombreux blocs parsèment et les crêtes et les dépressions entre celles-ci.

Aucun indice ne nous permet donc d'affirmer pour le moment qu'elles ont été formées dans un lac proglaciaire. Elles ne semblent avoir aucune signification climatique ou saisonnière (Lasalle, 1966). Cependant, il ne faut pas éliminer l'hypothèse qu'elles ont pu se former de plus d'une façon.

Conclusion

Les mesures quantitatives (imbrication des galets) effectuées sur le terrain semblent confirmer l'hypothèse que ces crêtes se sont formées dans un réseau de crevasses basales à la marge de la dernière calotte glaciaire qui recouvrit la région. Quant à la possibilité de la formation de ces crêtes dans un lac proglaciaire, bien qu'aucune évidence n'ait été trouvée, je crois qu'il serait nécessaire, pour rejeter cette hypothèse, d'examiner plus en détail le réseau hydrographique au sud de la région étudiée.

Germain TREMBLAY,
Laboratoire de géomorphologie,
université Laval, Québec.

BIBLIOGRAPHIE

- BLOOM, A. L., *Late Pleistocene changes of sea level in South Western Maine*, Augusta, 1960, Maine, Dept. Economic Development, 143 pages.
- CAILLEUX, A., et TRICART, J., *Initiation à l'étude des sables et des galets*, Paris, 1963, C.D.U., vol. I, 369 pages.
- CURRAY, J. C., et MCINTYRE, D. D., *A table for the conversion of millimeters to phi units*, University Park, Min. Ind. Expt. Sta., Penn. State Univ., 1958, 56 pages.

- FOLK, R. L., et WARD, W. C., *Brazos River Bar, a study in the significance of grain size parameters*, dans *Journ. Sed. Petrol.*, vol. 27, n° 1, 1957, pp.3-26.
- HENDERSON, E. P., *Étude glaciaire de la partie centrale du Québec - Labrador, Can.*, Comm. Géol., Bull. 50, 1963, 96 pages.
- HOMMERIL, P., *Étude de géologie marine concernant le littoral Bas-Normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand*, Rouen, 1967, Faculté des sciences de Rouen, Thèse de doctorat, 304 pages.
- INMAN, D. L., *Measures for describing the size distribution of sediments*, *Journ. Sed. Petr.*, vol. 22, n° 3, 1952, pp. 125-145.
- KRUMBEIN, W. C., *Application of logarithmic moments to size frequency distributions of sediments*, dans *Journ. Sed. Petr.*, vol. 6, 1936, pp. 35-47.
- KRUMBEIN, W. C., *Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles*, dans *Journ. Sed. Petr.*, vol. 11, 1941, pp. 64-72.
- LASALLE, P., *Late Quarternary vegetation and glacial history in the St. Lawrence Lowlands, Canada*, Thèse de doctorat, univ. de Leiden, Leiden, 1966, dans *Leide, Geologische Medelingen*, vol. 38, pp. 91-128.
- LAWRENCE, Donald B., et ELSON, John A., *Periodicity of Deglaciation in North America since the Late Wisconsin Maximum*. Part. 1: *Recession of the past two centuries*, par D. B. Lawrence; Part. II: *Late Wisconsin recession*, par J. A. Elson, dans *Geografiske Annaler*, vol. 35, 1953, pp. 83-104, 6 fig. 2 tabl.
- MAWDSLAY, J. B., *The wasbboard moraines of the Opawica - Cbibougamau Area, Québec*. Proc. Trans. Roy. Soc. Can., 3^e série, vol. 30, sect. 4, 1936, pp. 9-12.
- NORMAN, G. W. H., *The last Pleistocene Ice-Front in Cbibougamau District, Québec*, Proc. Trans. Roy. Soc. Can., 3^e série, vol. 32, sect. 4, 1938, pp. 69-86.
- PAGE, H. G., *Phi-millimeter conversion Table*, dans *Journ. Sed. Petr.*, vol. 4, 1935, pp. 65-77.
- POWERS, M. C., *A new roundness scale for sedimentary particles*, dans *Journ. Sed. Petrology*, vol. 23, 1953, pp. 117-119.
- ROSFELDER, A., *Une table de correspondance granulométrique dimensions métriques — dimensions — temps de sédimentation standards*, dans *Bull. Soc. géol. France*, 7^e série, vol. 3, fasc. 4, 1961, pp. 383-386.
- SPOULE, J. C., *The Pleistocene Geology of the Cree Lake Region, Saskatchewan*, Proc. Trans. Roy. Soc. Can., 3^e série, vol. 33, sect. 4, 1939, pp. 101-109.
- TRASK, P. D., *Origin and environment of source sediments of petroleum*, Gulf. Publ. Co., Houston, Texas, 1932, 323 pages.
- TREMBLAY, G., *Géomorphologie de la région d'Hébertville, comtés Lac-Saint-Jean, Jonquière - Kénogami et Roberval*. Québec, Univ. Laval, thèse de maîtrise non publiée, 1965, 140 pages.
- WENTWORTH, C. K., *A scale of grade and class terms for clastic sediments*, dans *Journ. Geology*, vol. 30, 1922, pp. 377-392.
-