

Application de l'analyse de Horton à la rivière Freeman, Alberta

D.-A. Saint-Onge

Volume 12, Number 27, 1968

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/020833ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/020833ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Département de géographie de l'Université Laval

ISSN

0007-9766 (print)

1708-8968 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this note

Saint-Onge, D.-A. (1968). Application de l'analyse de Horton à la rivière Freeman, Alberta. *Cahiers de géographie du Québec*, 12(27), 445–450. <https://doi.org/10.7202/020833ar>

Application de l'analyse de Horton à la rivière Freeman, Alberta*

La rivière Freeman est un affluent nord de la rivière Athabasca. Son point de confluence se trouve près de Fort-Assiniboine, un petit village à 70 milles (110 kilomètres) au nord-ouest d'Edmonton.

Le chevelu hydrographique de la Freeman draine un bassin orienté ouest-nord-ouest est-sud-est, situé entre les collines Swan au nord et les collines Virginia au sud.

Les collines Swan forment un plateau découpé en lanières par de nombreux cours d'eau. Ce plateau culmine à 4 500 pieds (1 370 m.). C'est de ce plateau, faiblement incliné vers l'est, que naissent les nombreux affluents nord de la Freeman. Les collines Virginia, au sud, constituent un ensemble caractérisé par une topographie très ondulée, que de nombreux cours d'eau et de non moins nombreux marécages rendent d'accès difficile. Le sommet le plus élevé de ces collines atteint 4 150 pieds (1 262 m.).

Les collines Swan, comme les collines Virginia, ont un profil nord-sud très nettement asymétrique avec une pente nord beaucoup plus forte que la pente sud. Un très beau glacis d'érosion, sur le versant sud, tronque des roches sédimentaires du Secondaire et du Tertiaire.

La géologie

La géologie de cette région, comme celle de l'ensemble des plaines de l'ouest, est relativement simple. Le sommet des collines Swan est recouvert par des sables, des graviers et des galets. En quelques endroits, l'épaisseur de cette formation fluviatile atteint quelques dizaines de mètres de puissance. Des galets de quartzites parfaitement arrondis, dont la taille dépasse souvent 40 centimètres de diamètre, composent l'essentiel de ce dépôt. Les similitudes lithologiques et les analogies de situation topographique, avec la formation qui recouvre les collines Cyprès, dans le sud-ouest de la Saskatchewan, ont incité les géologues à lui assigner l'âge Oligocène. Les collines Virginia, par ailleurs, sont recouvertes de dépôts fluviatiles de même aspect lithologique, mais d'âge plus récent. Aucune date précise n'a pu être déterminée jusqu'à maintenant pour cette formation qui provient manifestement d'un remaniement des dépôts qui recouvrent les collines Swan.

Les graviers des collines Swan reposent en discordance stratigraphique sur la formation Paskapoo du Tertiaire. Cette formation continentale comprend des argiles, des schistes argileux, des schistes arénacés, de minces lits de grès tendres ferrugineux et des schistes calcareux. On y retrouve aussi de minces lentilles de charbon. La démarcation entre la formation de Paskapoo et la formation sous-jacente d'Edmonton est arbitraire. La formation d'Edmonton, également d'origine continentale, est composée de grès, de schistes, de schistes sableux, ainsi que de lentilles de charbon et de lentilles de bentonite (Allan, 1918; French, 1944; Home Oil, 1958; A. S. P. G., 1966).

Du point de vue structural, la région se trouve située sur le versant est du synclinal d'Alberta. Les pendages sont très faibles, quelques dizaines de centimètres au kilomètre, tout au plus (French, 1944).

Les glaciations

L'épaisseur des dépôts reliés aux glaciations qui ont recouvert la région varie entre quelques dizaines de centimètres sur certaines parties de glacis, à plus de

* Travail accompli dans les cadres des travaux de recherche de la Commission géologique du Canada.

60 mètres dans les vallées pré-glaciaires. Un till graveleux recouvre la majeure partie du bassin de la Freeman (Jones, 1962; Saint-Onge, 1967a et b.)

Les données du climat

La température moyenne à la station de Whitecourt, située dans la vallée de l'Athabasca à une altitude de 2 280 pieds (695 m.), est de 34,2°F. (1,2°C.). La moyenne des températures maxima est de 46,1°F. (7,8°C.) et la moyenne des températures minima est de 22,3°F. (-5,4°C.). La moyenne des températures au sommet des collines Swan est inférieure de 2° à 5°F. (1° à 2°C.), par rapport à celle de la station de Whitecourt. Cependant, ces données climatiques s'étendent sur une période trop restreinte pour pouvoir en tirer des conclusions définitives. La moyenne des précipitations pour la région de Whitecourt est de 20,3 pouces (51,5 cm.) par année, avec un maximum durant les mois de juin, juillet et août.

L'analyse de Horton

Le tracé en plan des réseaux hydrographiques a été longtemps décrit à l'aide de termes plus ou moins imagés: *dendritique*, *en treillis*, *en baïonnette*, etc. Cette terminologie, qui implique une organisation du réseau, ne se prête pas à l'analyse quantitative qui, seule, peut faire ressortir des propriétés communes à des réseaux, en apparence très différents les uns des autres.

C'est à Robert E. Horton, ingénieur de grande valeur, que nous devons une méthode simple d'analyse du tracé du réseau hydrographique. Cette méthode, en soulignant des propriétés communes à un grand nombre de réseaux, suggère que ces propriétés résultent de l'activité de quelques processus physiques dominants. En isolant ces processus fondamentaux, on peut alors tenter d'expliquer les tracés des réseaux hydrographiques en fonction de lois physiques connues (Horton, 1945; Leopold, *et alii*, 1964; Strahler, 1957).

Cette analyse consiste à mettre en relation la longueur et le nombre des cours d'eau, d'une part, et de leur ordre, d'autre part. Ces relations géométriques entre l'ordre et les deux autres variables se traduisent généralement par une droite sur papier semi-logarithmique.

Or, des travaux récents (Milton, 1966) apportent de sérieuses réserves quant à l'emploi de ces méthodes d'analyse. Elles ne seraient que l'illustration des lois de probabilités et, par conséquent, n'auraient pas de valeur géomorphologique pour caractériser les réseaux. Cependant, il nous a semblé particulièrement intéressant d'établir ces courbes pour la rivière Freeman car, dans ce cas-ci, les relations décrites plus haut ne se traduisent pas par des droites sur les graphiques semi-logarithmiques. Ces résultats « anormaux » demandent une explication géomorphologique (Lengellé, 1968).

L'analyse de Horton de la rivière Freeman (figure 1 et tableau 1) indique que le cours d'eau principal est de cinquième ordre, qu'il y a 5 affluents de quatrième ordre, 22 de troisième ordre, 83 de deuxième ordre et finalement 289 de premier ordre. Les longueurs totales varient entre 192 kilomètres pour le cours d'eau principal et un total de 381 kilomètres pour les cours d'eau de premier ordre. Les longueurs moyennes de ces cours d'eau sont évidemment de 182 pour celui de cinquième ordre et diminuent progressivement avec l'ordre: 29 pour ceux de quatrième ordre, 12 pour ceux de troisième ordre, 3,6 pour ceux de deuxième ordre et 1,32 pour ceux de premier ordre.

La superficie totale du bassin calculée par la planimétrie sur carte à 1:50 000^e, donne 1 677,5 kilomètres carrés. En divisant la somme des longueurs, c'est-à-dire, 1 272,4 kilomètres par la superficie de drainage qui est de 1 677,5, on obtient une densité de drainage de 0,7585. Ce dernier chiffre indique donc que, pour la région boisée du centre de l'Alberta, il faut un kilomètre carré pour maintenir une longueur

BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE FREEMAN, ALBERTA ANALYSE DE HORTON

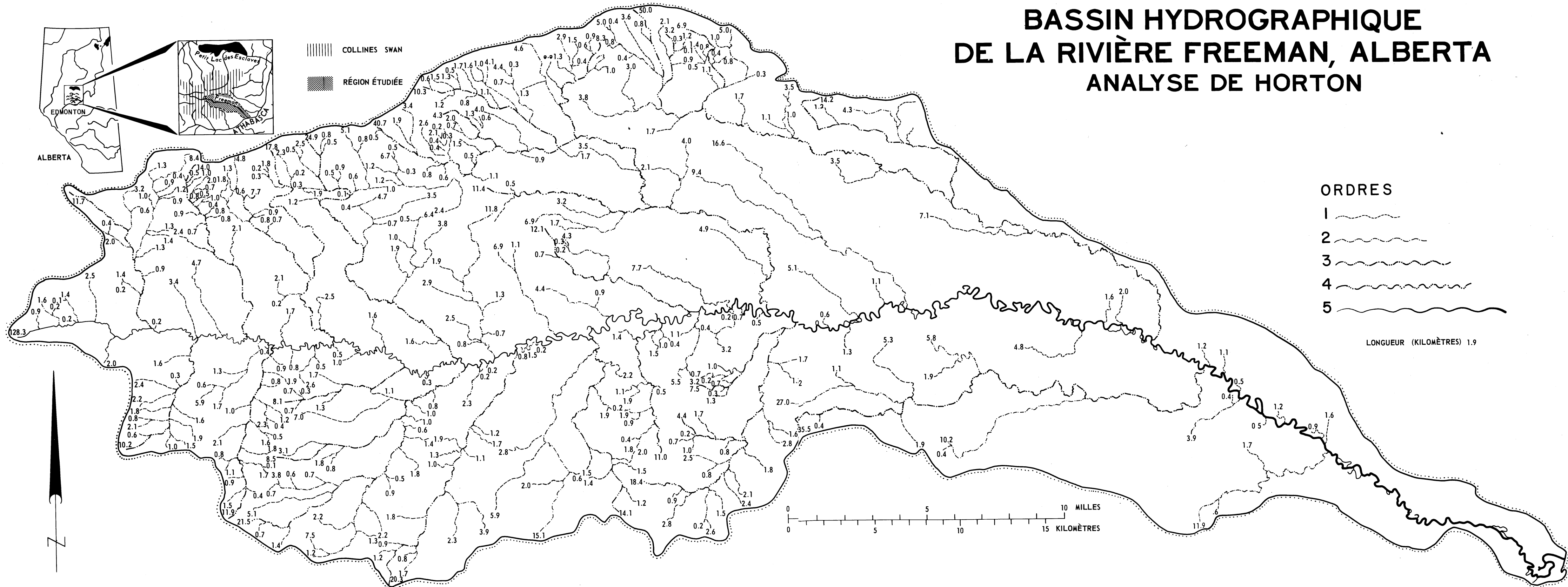


Figure 1

Tableau 1 Application de l'analyse de Horton au bassin de la Freeman

Ordre	Nombre	Longueur totale	Longueur moyenne	Rapport de confluence	
1	289	381,6	1,32		
2	83	299,6	3,61	3,48	
3	22	260,5	11,84	3,77	
4	5	148,4	29,68	4,40	Superficie totale 1 677,5 km ²
5	1	182,3	182,3	5,00	Densité de drainage 0,7585
		ΣL 1 272,4		my 4,16	Distance entre 2 cours d'eau 1,318 km

de 0,76 kilomètre de chenal. La distance moyenne entre deux cours d'eau, le *constant of channel maintenance* des auteurs anglais, est la réciproque de la densité de drainage, soit la superficie divisée par la longueur; dans le cas qui nous intéresse, on obtient une valeur de 1,32, ce qui veut dire que la distance moyenne entre deux cours d'eau, dans cette région, est de 1,32 kilomètre. Dans le cas de la rivière Freeman, la densité de drainage est passablement inférieure à celle obtenue pour le bassin de la Shenandoah aux États-Unis, où la valeur est de 1,8, c'est-à-dire qu'un kilomètre carré contient 1,8 kilomètre de longueur de cours d'eau (Leopold *et alii*, 1964, page 145).

Cette disparité peut être due à plusieurs facteurs, dont la lithologie, mais il est vraisemblable que c'est surtout une question de climat et de végétation. En effet, la région du bassin de la rivière Freeman est boisée et le matériel est de l'argile ou du schiste argileux. Ce matériel peu perméable aboutit normalement à une densité de drainage très élevée. C'est donc la présence d'un couvert végétal continu qui freine le développement de nombreux petits cours d'eau. Il est aussi possible, évidemment, que le facteur *échelle* influe sur les résultats, puisque nous avons fait nos études à partir des cartes topographiques à 1:50 000^e. Signalons cependant que les comparaisons faites entre la densité de drainage obtenue à partir des cartes topographiques à 1:50 000^e et le même travail effectué sur des photographies aériennes où on a relevé tous les cours d'eau visibles n'ont pas donné de différences appréciables.

Reporté sur papier semi-logarithmique, le rapport entre le nombre et l'ordre donne une série de points qui s'alignent essentiellement le long d'une droite (figure 1). En ce qui concerne le rapport entre la longueur moyenne et l'ordre, on obtient une courbe légèrement concave (figure 2). Cette concavité n'est cependant pas suffisamment prononcée pour être significative.

Là où l'on obtient une très grande disparité entre ce qui est « normal » pour les réseaux hydrographiques étudiés aux États-Unis, et celui de la Freeman, c'est lorsque l'on met en rapport la longueur totale et l'ordre. On n'obtient pas là une droite, mais une courbe très accidentée qui illustre ce fait remarquable que, dans le cas de l'ordre 4, la longueur totale est inférieure à celle de l'ordre 5 (figure 3). En effet, la longueur totale de l'ordre 4 est de 148 kilomètres, alors que celle de l'ordre 5 est de 182,3 kilomètres.

Ce rapport longueur totale ordre donnerait une droite si le réseau comprenait 220 km au lieu de 148 km d'affluents de quatrième ordre; il y a donc déficit d'environ 70 km. Une étude du tracé du réseau hydrographique de la rivière Freeman indique que certains cours d'eau de troisième ordre ont peu d'affluents d'ordres inférieurs. Un chevelu, un tant soit peu plus développé aurait remonté ces cours d'eau d'un ordre. Les longueurs totales auraient alors été « normales ».

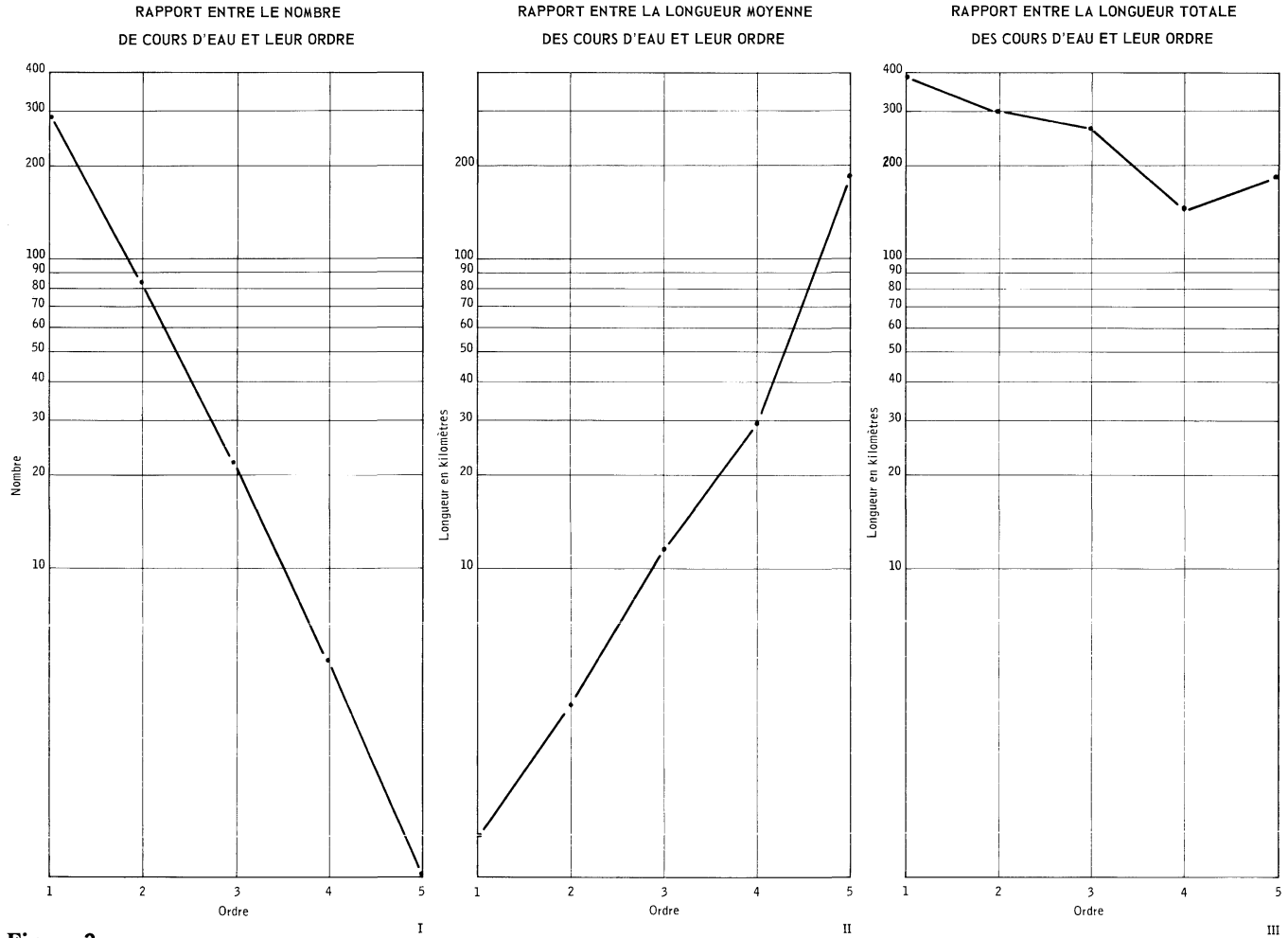


Figure 2

L'analyse de Horton permet de quantifier ce que l'étude géomorphologique avait indiqué: sur le glacis du rebord sud des collines Swan, de nombreux cours d'eau s'écoulent dans des vallées héritées de la phase fluvio-glaciaire (Saint-Onge, 1969).

Conclusion

Cette analyse de Horton de la rivière Freeman indique donc que le réseau hydrographique de ce cours d'eau est moins bien développé et moins bien structuré qu'on pourrait le croire en se basant sur une analyse purement qualitative à partir des cartes topographiques. En effet, dans ce cas, la seule conclusion possible est qu'il s'agit d'un réseau dentritique avec un bassin légèrement asymétrique; les cours d'eau du versant nord sont plus longs que ceux du versant sud. Il aurait été impossible de déceler l'existence d'anomalies au niveau de la hiérarchie des différents affluents. Ces anomalies s'expliquent du fait qu'il s'agit d'un réseau hydrographique « jeune » puisque les glaces n'ont disparu de cette région qu'il y a 10 000 ans et surtout que celle-ci est complètement recouverte par une végétation arbustive et marécageuse. Le fait que cette végétation se soit installée très tôt après la disparition des glaces, a freiné l'évolution du chevelu hydrographique. Il est évident, par ailleurs, que des segments importants de ces cours d'eau occupent des vallées qui ont été creusées au moment de la fonte de la glace par les eaux fluvio-glaciaires. Ces cours d'eau s'écoulent dans des vallées héritées d'un autre système morphoclimatique.

L'analyse de Horton indique que l'agencement du réseau hydrographique de la rivière Freeman ne se conforme pas à la normale; cette analyse n'indique pas cependant une absence d'équilibre dans le système. Un réseau hydrographique a pour fonction essentielle l'évacuation des eaux d'une surface donnée. Ce travail est toujours accompli avec une dépense minimale d'énergie répartie le plus uniformément possible dans l'ensemble du système. Cette tendance se traduit « normalement » par un tracé qui se subdivise depuis l'embouchure vers les sources en suivant les lois d'une progression géométrique et ceci, indépendamment des contraintes climatiques et structurales.

Il se peut cependant que l'héritage imposé à un réseau hydrographique par un régime morphoclimatique aussi brutal que le fluvio-glaciaire force ce réseau à trouver un équilibre entre les multiples variables qui soit différent de la « normale ». Dans la nature, il n'y a pas *un* équilibre, mais *des* équilibres, la normale n'étant que le reflet d'une plus grande fréquence.

D.-A. SAINT-ONGE,
Département de géographie,
université d'Ottawa.

RÉFÉRENCES

- ALBERTA'S SOCIETY OF PETROLEUM GEOLOGISTS, *Geological History of Western Canada*, Edited by R. G. McCrossan and R. P. Glaister, 1966, ch. 11-12-13-14, pp. 157-200.
- ALLAN, J. A., *Geology of the Swan Hills in Lesser Slave Lake district, Alberta*, Geol. Sur. Can., Summary rept. 1918, pt. C, p. 7c-13c.
- FENIAK, M., *Atabaska — Barrhead Map Area, Alberta*, Geological Survey of Canada Paper, pp. 44-6, 1944.
- HOME OIL CO., *Geological Interpretation (of the Swan Hills)*, Canadian Oil and Gas Industries, Vol. 11, n° 7, 1958, pp. 58-63.
- HORTON, R. E., *Erosional developments of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology*, dans *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 56, 1945, pp. 274-370.

- JONES, J. F., *Reconnaissance Groundwater Study, Swan Hills and Adjacent Areas*, Research Council of Alberta, Preliminary Report, pp. 62-5, 1962.
- LENGELLÉ, J. G., *Géomorphologie de la région de Quyon*, thèse de M. A., Département de géographie, université d'Ottawa, mimeographié, 1968, pp. 137-150.
- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G., et MILLER, J. P., *Fluvial Processes in Geomorphology*, San Francisco, W. R. Freeman and Co., 1964, ch. 5, pp. 131-150 et ch. 10, pp. 411-432.
- MILTON, L. E., *The Geomorphic Irrelevance of some Drainage Net Laws*, Australian Geographical Studies, vol. IV, n° 2, 1966, pp. 89-95.
- SAINT-ONGE, D. A., *Iosegun Lake, East Half, Superficial Geology*, Preliminary Map, pp. 15-1966, Geological Survey of Canada, 1967a.
- SAINT-ONGE, D. A., *Quarternary Geology and Geomorphology, Whitecourt (83J) Map Area*, dans *Report of Activities, Part A, May to Oct. 1966*, Ed. S. E. Jenness, Geol. Survey of Canada, Paper 67-1A, 1967b, pp. 115-117.
- SAINT-ONGE, D. A., *Carte géomorphologique des collines Swan (83J11, 1:50 000^e)*, Commission géologique du Canada, carte 120A, sous presse, 1969.
- STRAHLER, A. N., *Quantitative Analysis of watershed geomorphology*, Amer. Geophys. Union Trans., vol. 38, 1952, pp. 913-920.
-