

L'étude morphométrique des formes d'accumulation glaciaires et fluvio-glaciaires à l'aide de la photo aérienne : quelques exemples des Laurentides.

Michel Allard

Volume 19, Number 47, 1975

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/021265ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/021265ar>

[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

Allard, M. (1975). L'étude morphométrique des formes d'accumulation glaciaires et fluvio-glaciaires à l'aide de la photo aérienne : quelques exemples des Laurentides. *Cahiers de géographie du Québec*, 19(47), 383–393.
<https://doi.org/10.7202/021265ar>

L'ÉTUDE MORPHOMÉTRIQUE DES FORMES D'ACCUMULATION GLACIAIRES ET FLUVIOGLACIAIRES À L'AIDE DE LA PHOTO AÉRIENNE. QUELQUES EXEMPLES DES LAURENTIDES

INTRODUCTION

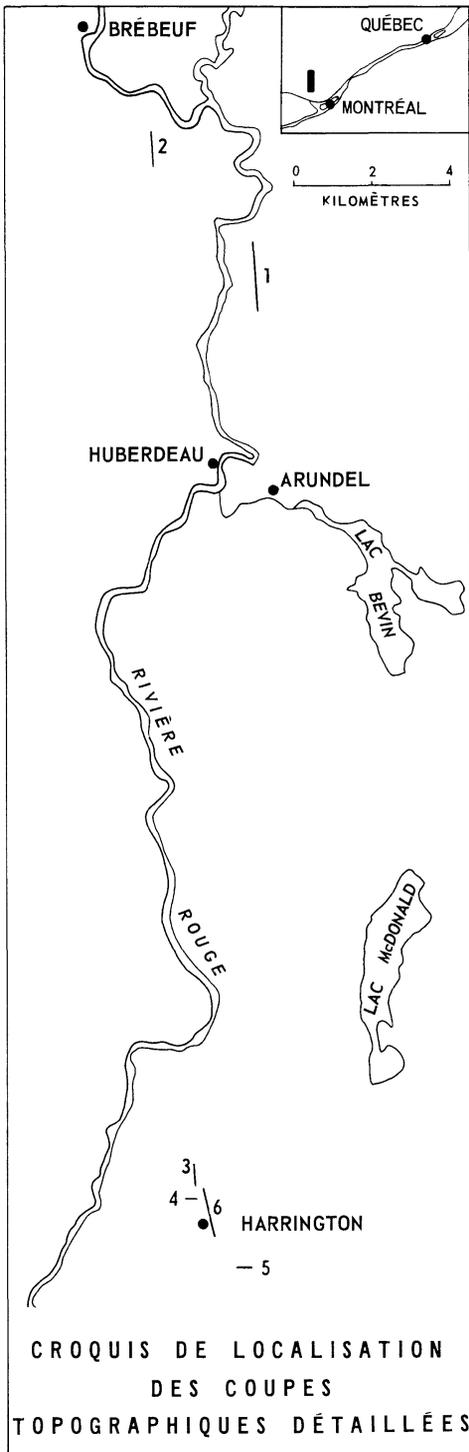
Les manuels de géomorphologie glaciaire ne manquent pas de bons exemples de divers types de moraines et de formes fluvio-glaciaires et, dans la plupart des cas, ces formes sont aisément identifiables sur photo aérienne. Toutefois, quant il s'agit de formes de décrépitude glaciaire, il peut s'avérer très difficile d'identifier la nature génétique d'une forme d'accumulation, c'est-à-dire de distinguer si l'agent de déposition est la glace ou les eaux de fusion glaciaire. Dans bien des cas, les deux agents peuvent avoir joué un rôle simultané : une forme d'accumulation marquant la position d'un front glaciaire peut être constituée en majeure partie de sédiments fluvio-glaciaires ; d'un autre côté, certaines formes apparentées à des eskers peuvent jouer la rôle de moraines interlobaires (Allard, 1974) ou peuvent contenir une importante quantité de till. De plus, il arrive souvent à celui qui fait de la géologie de surface d'observer sur photo aérienne des dépôts sans forme précise et dont on ne peut interpréter facilement l'origine glaciaire ou fluvio-glaciaire. Même sur le terrain, l'identification peut être difficile, car ces dépôts présentent souvent certaines caractéristiques sédimentologiques à mi-chemin entre un till et un sédiment fluvio-glaciaire (stratification diffuse, matériel plus ou moins anguleux, tri ni bon ni mauvais). Dans le présent travail nous avons fait l'essai de deux techniques de photointerprétation qui pourraient contribuer à la différenciation de ces formes d'accumulation mitigées : 1 – des coupes topographiques détaillées à partir de photos aériennes à grande échelle ; 2 – des courbes de probabilité/densité des mesures de réflectance effectuées sur les photos des divers types de dépôts. Cette approche a pour but d'évaluer s'il est possible de mesurer à partir de la photo aérienne les petites inégalités de surface engendrées par les différents agents de déposition de même que certains autres paramètres utiles à l'identification des matériaux tels que le contrôle topographique de la roche en place sur les dépôts et le drainage interne du sol.

A. LES COUPES TOPOGRAPHIQUES DÉTAILLÉES

1 – *Hypothèse de départ*

Nous avons formulé au départ l'hypothèse suivante : les dépôts morainiques (composés surtout de till), parce qu'ils subissent l'influence du roc sous-jacent, qu'ils sont déposés inégalement par la glace, et qu'ils contiennent la plupart du temps de gros blocs, constituent des formes dont la surface est plutôt rugueuse. Par contre, les dépôts fluvio-glaciaires, généralement épais, mieux triés, et mis en place dans un milieu hydrodynamique,

Figure 1



constituent des formes amples à surface relativement uniforme. Les coupes ont pour but de comparer la microtopographie entre les deux types de dépôts.

2 – Technique utilisée

Les coupes topographiques furent réalisées à partir de photos panchromatiques à l'échelle nominale de 1/5 000. Une paire stéréoscopique était placée sous un stéréoscope Hilger & Watts possédant un système intégré de mesure de parallaxe avec point flottant lumineux. À chaque intervalle de 1 mm sur la photo (5 m sur le terrain), trois mesures de parallaxe furent effectuées. La moyenne de ces trois mesures sert à calculer l'altitude de chaque point par rapport à un point de référence fixe. Chaque coupe a son point de référence propre qui est le plus souvent soit le niveau d'un lac, soit une route. La formule de parallaxe utilisée fut la suivante:

$$dh = \frac{Hz}{ab} \times dP$$

ou dh = différence de niveau entre un point donné et le point de référence.

H_z = altitude de prise de vue au-dessus du point de référence.

ab = base de la photo.

dP = différence de parallaxe entre les deux points.

La connaissance de l'altitude précise du point de référence n'est pas une nécessité, une erreur de 10 m n'amenant qu'une erreur de

l'ordre de 0,10 m à 0,15 m constante tout le long du profil. Les coupes topographiques furent construites en reportant l'altitude de points espacés de 5 m. L'échelle verticale est la même que l'échelle horizontale. Aucune rectification du déplacement radial des points n'a été effectuée car cela n'aurait rien apporté de nouveau à la rugosité de la surface de la courbe ; les analyses proposées plus loin ne tiennent d'ailleurs pas compte de la distance horizontale le long des coupes.

3 – Sélection des coupes

Après une revue des photographies à notre disposition, notre choix s'est fixé sur six coupes topographiques situées dans la vallée de la rivière Rouge, au nord de Montréal (figure 1). Les quatre premières profilent des formes relativement pures, d'identification facile, tandis que les deux dernières recoupent des terrains glaciaires d'aspect composite. Voici une brève description des six coupes-échantillons :

1. Coupe nord-sud dans une moraine frontale est-ouest barrant la vallée de la rivière Rouge à 4 milles au nord de Huberdeau. La carte des sols donne la description suivante : matériel parental constitué de gravier caillouteux à drainage excessif et de till bien drainé ; terrain légèrement vallonné à vallonné contenant plusieurs pierres. Il s'agit ici d'un segment de la moraine de St-Faustin-St-Narcisse (Parry, 1963).

2. Coupe nord-sud recoupant une série de moraines de Geer dans le coin nord-ouest du comté d'Argenteuil. La carte donne la description suivante : till bien drainé, recouvert par endroits de sable fin et de limon bien drainé ; vallonné ; très pierreux. Cette série de crêtes morainiques fait également partie du complexe de St-Faustin-St-Narcisse (Parry, *op. cit.*).

3. Coupe longitudinale d'un esker méandrant dans le bassin de Harrington. Gravier à drainage excessif ; terrain ondulé ; pierres et affleurements absents. La coupe recoupe une boucle de méandre de l'esker, permettant d'évaluer par deux fois la morphométrie de la crête.

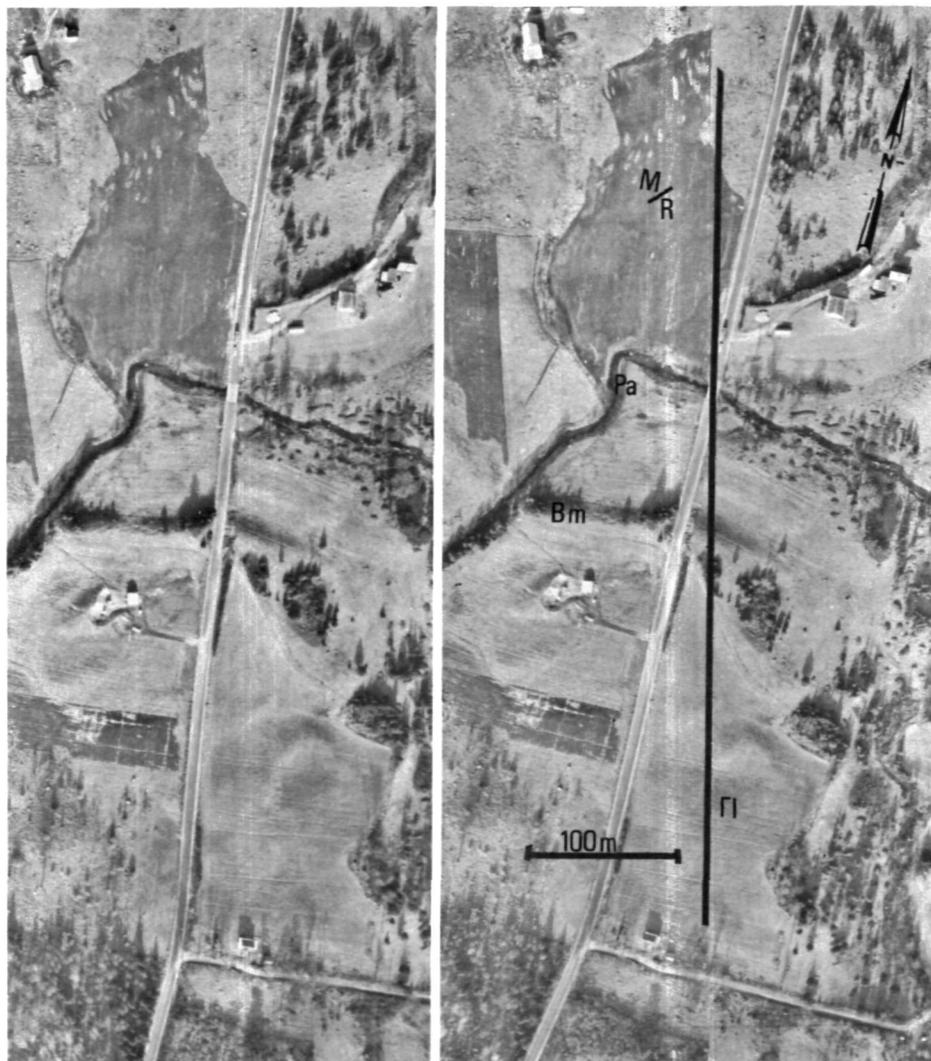
4. Coupe transversale d'une dichotomie du même esker qu'en 3.

5. Coupe transversale d'une terrasse dans le bassin de Harrington. D'après la carte pédologique : sable fin et sable sur argile, bien drainé ; terrain ondulé ; pierres et affleurement observés sur la photo.

6. Coupe nord-sud près de Harrington sur un terrain composé de dépôts glaciaires variés. La carte pédologique indique un gravier à drainage excessif et du sable bien drainé sur argile ; terrain ondulé ; blocs en surface par endroits et contrôle d'une partie de la coupe par la roche en place (d'après photo-interprétation). Une crête morainique et une petite plaine alluviale sont coupées par le profil (photo 1).

4 – Comparaison entre les coupes

Les coupes topographiques apparaissent à la figure 2. Certaines différences dans la rugosité du terrain y sont évidentes. La coupe 1, profilant



Photos V RR2661 408 RCAF 924-925, 1965

Photo 1 *Séréogramme montrant le terrain étudié par la coupe topographique no 6. FI— matériel fluvioglaciaire. Bm— Bourrelet morainique. Pa— Plaine alluviale. M/R— couverture mince de moraine sur le roc.*

la moraine en travers de la vallée de la rivière Rouge, montre une crête large à la surface irrégulière. La coupe 2 montre une topographie presque plane et inclinée avec les crêtes morainiques à peine visibles ; ce profil correspond bien à une succession de moraines de de Geer documentée par Elson (1968). Les coupes 3 et 4, profilant un esker, montrent des ondulations à plus grand rayon de courbure dont la surface demeure régulière. La coupe 5, dans un matériel plus fin, probablement fluvioglaciaire distal ou glacio-marin, montre un terrain ondulé à la surface régulière ; certaines ondulations semblent

contrôlées par la roche en place. Quant à la coupe 6, bien qu'elle représente des matériaux variés, elle ne montre que peu d'irrégularités ; d'après la photo aérienne, la topographie à partir du ruisseau jusqu'à l'extrémité nord de la coupe semble contrôlée par la roche en place ; les deux bourrelets morainiques ont un aspect plutôt doux qui suggère une composition essentiellement sablo-graveleuse plus fluvioglacière que morainique. Quant à la partie sud de la coupe, si on la compare aux profils d'esker, il semble, contrairement à ce qu'indique la carte des sols, qu'il s'agisse de sédiments fluvioglaciers sans forme précise (kame ?).

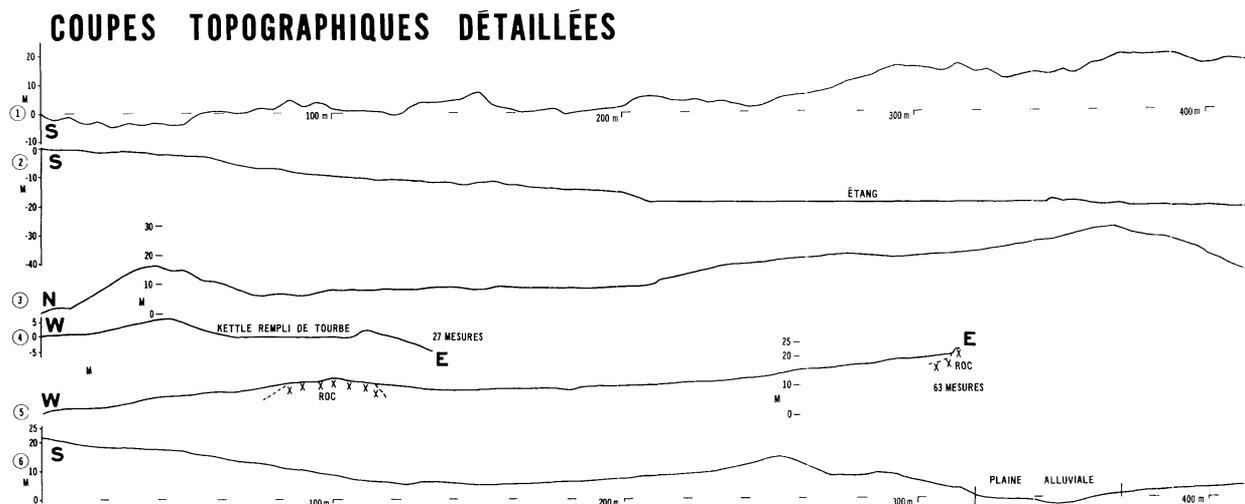
Deux indices morphométriques ont été mis au point afin de mesurer la régularité des profils. Pour le calcul du premier indice, nous avons procédé de la façon suivante : nous avons compté le nombre de points situés à des sommets et à des creux le long du profil (t) (turning points) puis nous avons divisé le nombre total de mesures de parallaxe le long de la courbe (T) par ce nombre de « turning points ». Donc, plus ce rapport est petit, plus le nombre d'irrégularités sur la surface est grand. Le second indice fut calculé de la façon suivante : à chaque point tournant, la différence de niveau avec le point tournant précédent fut mesurée, ce qui donne en quelque sorte l'amplitude relative de chaque irrégularité. La première et la dernière ondulation, à chaque bout du profil, ont été comparées avec les points d'extrémité du profil. L'indice fait la moyenne arithmétique de ces amplitudes relatives. Donc, une courbe avec une amplitude relative moyenne \bar{A} petite aura de petites irrégularités tandis qu'une autre avec une \bar{A} grande sera composée d'ondulations amples.

Les résultats de ces compilations apparaissent au tableau 1. Un graphique de dispersion, avec en abscisse T/t et en ordonnée \bar{A} a ensuite été construit (figure 3). Les coupes des formes morainiques (1 et 2), près de l'origine, se caractérisent par des irrégularités nombreuses et d'amplitude moyenne faible. Les coupes d'esker (3 et 4) se regroupent un peu plus loin

Tableau 1
Indices morphométriques des coupes topographiques

	T/t	\bar{A}
Coupe 1, moraine frontale	3,50	2,84
Coupe 2, moraines de de Geer	6,56	2,72
Coupe 3, esker (longitudinale)	11,23	7,34
Coupe 4, esker (transversale)	9,00	6,07
Coupe 5, terrasse	32,00	10,03
Coupe 6, paysage glaciaire varié	15,77	6,86
6A, moitié sud, kame	12,33	4,57
6B, moitié nord, till sur roc	41,00	20,09

Figure 2



avec une amplitude moyenne plus grande et un rapport T/t plus grand. La coupe 5, très régulière et légèrement ondulée, se retrouve très loin des autres. Nous croyons que le contrôle de la roche en place et la façon dont les dépôts s'y accrochent sont responsables de l'allure de cette coupe. Quant à l'allure de la coupe 6, nous croyons que sa situation sur le graphique est le résultat conjoint des deux matériaux qui le composent : les sédiments fluvioglaciaires dans sa moitié sud et le contrôle de la roche en place dans sa moitié nord. En fait, si on sépare les deux parties de la coupe, on obtient le point 6A qui se groupe avec les points de coupes fluvioglaciaires et le point 6B qui se comporte de façon similaire à la coupe 5.

B. LES COURBES DE PROBABILITÉ/DENSITÉ

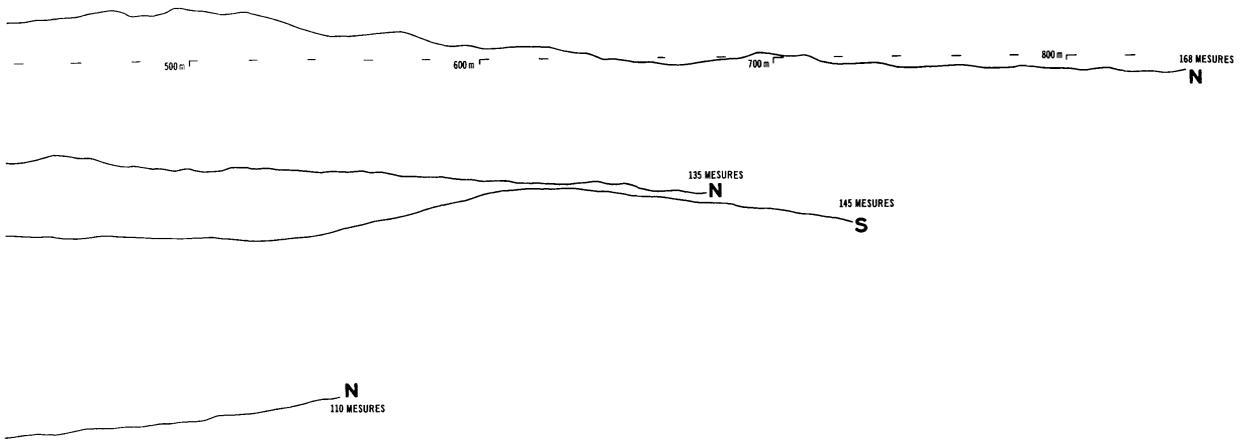
1 – Principes de base

Les mesures de réflectance ont été effectuées pour évaluer les différences de texture entre les divers types de dépôts. Les facteurs suivants devraient être à l'origine de ces différences de texture :

- les terrains rugueux comportent une grande variété de petites facettes éclairées et ombragées tandis que les terrains unis ne connaissent que peu de variations d'éclairage.

- les terrains morainiques, comprenant une fraction de fines et ayant un drainage irrégulier selon la microtopographie, ont à leur surface des taches sèches et des taches humides, tandis que les terrains fluvioglaciaires, presque toujours excessivement drainés, sont uniformes à ce point de vue.

- les tills ont de nombreux blocs à leur surface tandis que les sédiments fluvioglaciaires n'en ont que rarement.



— les tills ayant une moindre valeur pour l'agriculture, des herbes et des arbustes y apparaissent fréquemment tandis que les sédiments fluvio-glaciaires sont souvent utilisés pour la culture du foin ou des plantes fourragères (surface d'apparence plus homogène).

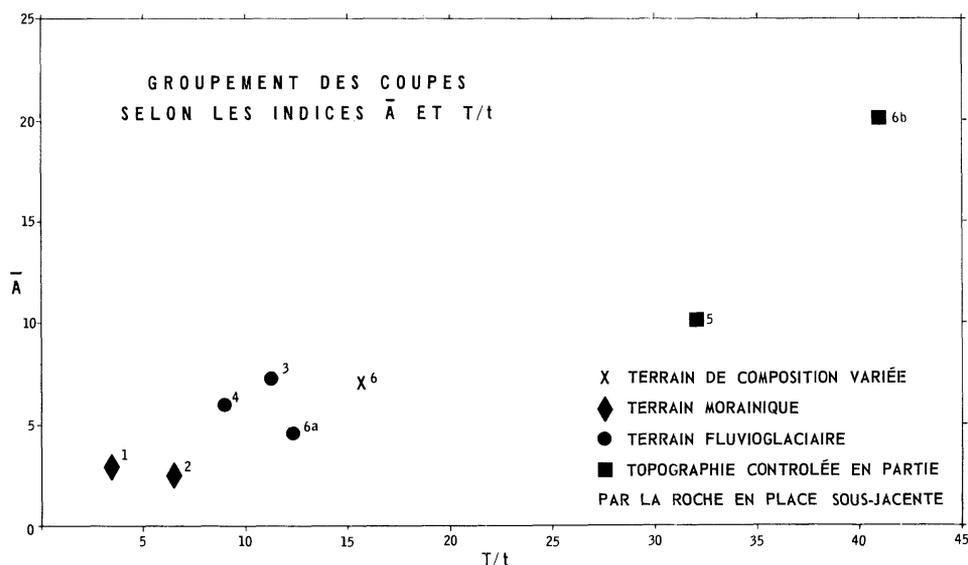
Dans l'ensemble, une texture plus grossière des tills sur photo aérienne devrait s'exprimer par une plus grande dispersion des tonalités.

2 — Techniques utilisées

Sur chaque terrain traversé par une coupe topographique, sauf la coupe no 6 trop variée, nous avons tracé un carré ou un rectangle. La position de ce quadrilatère sur la surface étudiée est telle que les constructions humaines (surtout les routes et chemins) ne viennent pas fausser les mesures. Nous avons, avec des mesures densitométriques, balayé le carré le long de lignes espacées entre elles de 1/8 de pouce. L'espacement entre chaque mesure le long des lignes fut également de 1/8 de pouce. L'appareil utilisé fut un Welch Densichron avec une ouverture de 1/16 de pouce et un filtre ambré. Les mesures de réflectance furent effectuées sur les mêmes éprouvettes contact qui ont servi pour les coupes topographiques.

L'échelle de dispersion totale des réflectances s'étalant de 4% à 20%, nous avons, pour chaque zone échantillonnée, construit un histogramme de fréquence avec des classes d'intervalles à tous les 0,5%. Le nombre de mesures dans chaque classe fut transformé en % du nombre de mesures totales pour chaque zone. Les courbes de distribution des valeurs de réflectance furent ensuite dessinées pour chaque zone échantillonnée avec, en abscisse, les % de réflectance et, en ordonnée, le % du nombre de mesures (figure 4).

Figure 3



3 – Interprétation des courbes

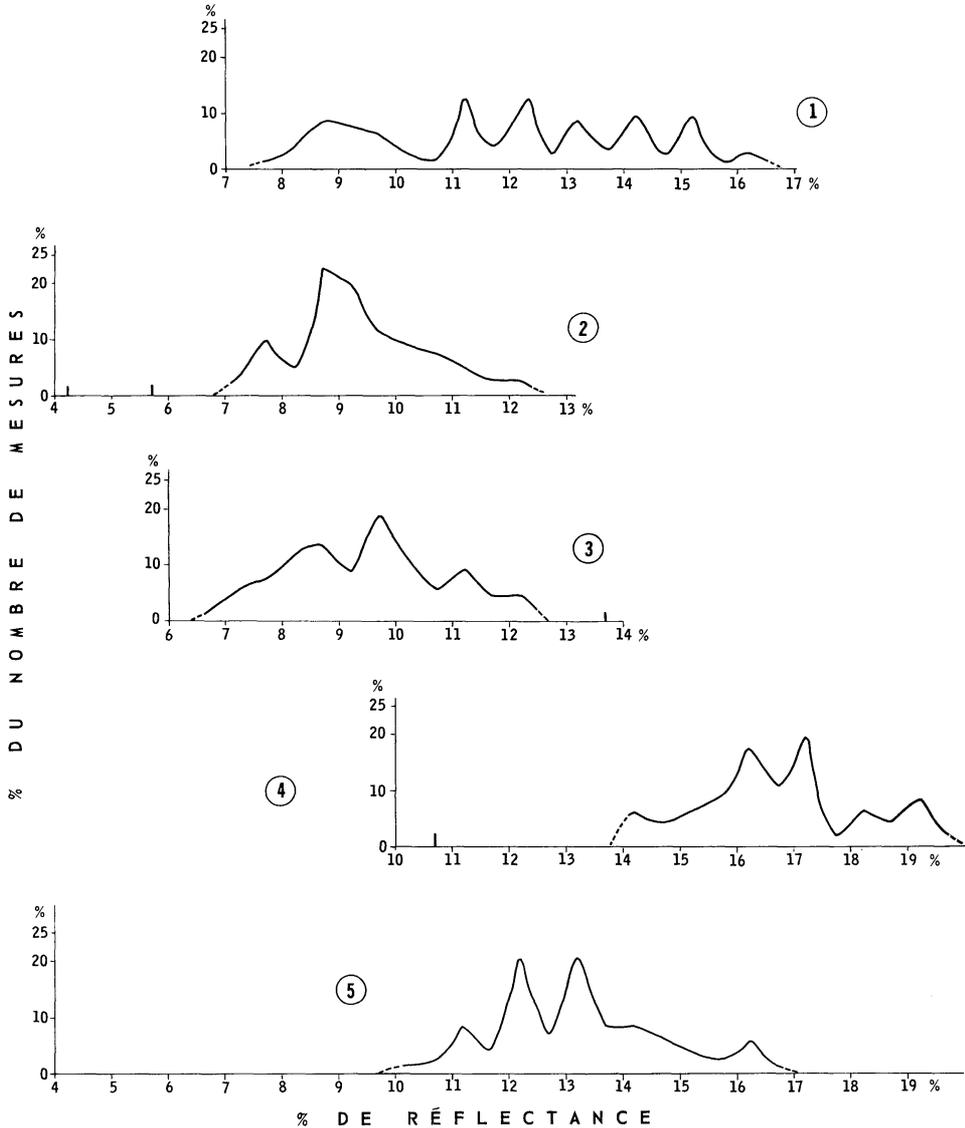
La position des courbes le long de l'abscisse ne révèle que la tonalité générale du terrain. Ainsi, les photos des coupes 1 et 2, prises à l'intérieur d'un cours laps de temps¹ et développées simultanément, ne montrent qu'une très légère différence de tonalité générale. Par contre, les courbes de probabilité/densité 3, 4 et 5, issues de la région de Harrington, proviennent de photos toutes prises en moins de trente minutes à l'heure du midi et développées de même façon. L'éclairage y est donc à peu près constant. La différence globale de tonalité nous semble alors due à une différence dans le contenu hydrique des sols que l'on peut relier à leur granulométrie.

Pour les analyser, nous avons mesuré le rapport largeur/hauteur de chaque courbe (X/Y). Barr (1968), dans une étude sur l'applicabilité du radar pour l'interprétation des sols, démontre que cet indice simple est celui qui correspond le mieux à l'appréciation visuelle de la texture. Le tableau II donne la liste des indices X/Y des courbes. Seule la courbe 1, représentant la moraine frontale, se distingue nettement des autres avec un rapport X/Y plus élevé. Si la courbe 2, représentant les moraines de de Geer, ne se distingue pas mieux que cela des courbes fluvioglaciaires, nous croyons que c'est parce que la topographie de ces moraines, dans le carré échantillonné, est faible et ne donne que peu de facettes ombragées. De plus, un couvert nival de quelques pouces, sur les courbes 1 et 2, empêche

¹ Ces photos ayant été prises avec une caméra de reconnaissance, nous n'en connaissons pas l'heure exacte de prise de vue. Toutefois, l'orientation des ombres est très similaire d'une photo à l'autre.

Figure 4

COURBES DE PROBABILITÉ / DENSITÉ



de voir les taches d'humidité du sol, ce qui restreint probablement la dispersion des tonalités.

C. VÉRIFICATIONS SUR LE TERRAIN

Les coupes topographiques et les courbes de probabilité/densité 1, 2, 3 et 4, recoupant des formes de terrain sans équivoque, n'ont pas été visitées sur le terrain. Nous nous sommes limités aux coupes 5 et 6.

Tableau 2

Indices de forme des courbes de probabilité/densité

	X/Y
Courbe 1, moraine frontale	7,20
Courbe 2, moraines de de Geer	3,72
Courbe 3, esker	3,73
Courbe 4, esker	4,61
Courbe 5, terrasse	3,21

La coupe 5, profilant une terrasse, nous est apparue comme effectivement contrôlée par la topographie de la roche en place sur presque toute sa longueur. Les dépôts meubles sont constitués en partie de till, à l'ouest de l'affleurement, et de silt argileux entre l'affleurement et l'extrémité est de la coupe. Ceci corrobore notre interprétation de la coupe topographique. Ce matériel fin possède aussi une grande capacité de rétention et les dépressions retiennent bien l'humidité car des taches de gley apparaissent par endroits dans le sol : ce facteur explique pourquoi cette zone est plus sombre et que la courbe de probabilité/densité 5 est décalée vers la gauche par rapport à la courbe 4.

L'interprétation de la microtopographie, dans le cas de la coupe 6, s'est révélée très exacte. La partie sud du profil est effectivement composée de matériel fluvioglaciaire. Quant au bourrelet morainique, il est composé de sable grossier, de gravier et de blocs sub-anguleux, et ne contient pas de particules fines. La structure du matériel est lâche et le tout a une apparence de fluvioglaciaire. Dans la moitié nord du profil, on rencontre effectivement une mince pellicule silteuse recouvrant un till et le contrôle topographique est assuré par la roche en place.

CONCLUSION

Les coupes topographiques détaillées se sont avérées de bons instruments d'interprétation de la texture du matériel meuble et de détection du contrôle topographique de la roche en place. Quant aux courbes de probabilité/densité, il semble que la méthode ne soit pas encore tout à fait au point. Il reste à faire des essais d'ouvertures variées du densitomètre et il faudrait refaire ces mesures sur des photos sans couverture nivale. Des photographies prises au printemps, immédiatement à la fin de la période de fonte des neiges, seraient susceptibles de révéler de plus grandes variations densitométriques.

Cet essai de techniques en photo-interprétation démontre qu'il existe une relation entre d'une part, l'agent de déposition et l'aspect sédimento-

logique du dépôt étudié, et d'autre part, la régularité ou la rugosité du terrain à l'échelle du mètre. Au cours d'un travail de cartographie des sols par photo-interprétation, une évaluation visuelle des irrégularités de surface à cette échelle peut donc devenir un atout aussi utile que les autres indices habituellement utilisés, soit l'organisation du réseau de drainage, le relief, la végétation et l'utilisation du sol.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD, M. (1974) Géomorphologie des eskers abitibiens. *Cahiers géogr. de Qué.*, XVIII (44) : 271-296.
- BARR, D.J. (1969) *Use of side-looking airborne radar (SLAR) imagery for engineering soils studies*. U.S. Army eng. topog. lab., Fort Belvoir, Virginia, Technical report 46-TR.
- ELSON, J.A. (1968) « Washboard moraines and other minor moraine types », in Fairbridge, R.W. *The encyclopedia of geomorphology*, 1213-1218, Reinhold books corp., N.Y.
- LAJOIE, P.G. (1960) Étude pédologique ; comtés d'Argenteuil, des Deux-Montagnes et de Terrebonne. *Québec*. Canada, Min. de l'agriculture.
- PARRY, J.T. (1963) *The Laurentians ; a study in geomorphological development*. Thèse de doctorat, non-publiée, Université McGill, 222 p.

Michel ALLARD
Département de géographie
Université Laval