Document generated on 04/24/2024 9:01 p.m.

Géographie physique et Quaternaire

Les altérités du bouclier canadien : premier bilan d'une campagne de reconnaissance
Saprolites on the Canadian Shield: First Results of a Field Campaign
Die Verwitterungsprodukte des kanadischen Schilds: erste Bilanz einer Erkennungsstudie

Mireille Bouchard and Alain Godard

Volume 38, Number 2, 1984

URI: https://id.erudit.org/iderudit/032549ar
DOI: https://doi.org/10.7202/032549ar

See table of contents

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)
1492-143X (digital)

Explore this journal

Cite this article

Bouchard, M. & Godard, A. (1984). Les altérités du bouclier canadien : premier bilan d'une campagne de reconnaissance. *Géographie physique et Quaternaire*, *38*(2), 149–163. https://doi.org/10.7202/032549ar

Article abstract

Field investigation of saprolites on the Canadian Shield in two areas, the Laurentides north of Montréal and the Charlevoix area, Québec, allowed us to define a logic of distribution of saprolites, dependent of several key-parameters. Some fifty roadcuts have been studied, indeed a descriptive study which will soon be completed by analytical and laboratory results. Among these key-parameters, is the lithology. Calc-silicate rocks and marbles are the most frequently weathered, followed by paragneisses and metagabbros rich in garnet, charnockitic gneisses and mangerites. At the other end of the weathering scale are the pegmatites. Between these two extremes, migmatites and granitic gneisses, granites, quartz-rich monzonites, gneissic gabbros are moderately weathered. Another parameter which must be considered is the morphologic situation of the saprolite and its position on the slope, relative to the advancing glacier. Among the most favourable sites for the preservation of saprolites are the cols out of range of the main ice currents, sheltered positions, the lower parts of the slopes (dead angle position), etc. Lastly, at a different scale, the role of the microsites cannot be ignored : the position of the saprolites inside the exposures and the details of the structural and morphostructural characteristics are very important.

Tous droits réservés © Les Presses de l'Université de Montréal, 1984

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

Géographie physique et Quaternaire, 1984, vol. XXXVIII, n° 2, p. 149-163, 14 fig., 1 tabl.

LES ALTÉRITES DU BOUCLIER CANADIEN : PREMIER BILAN D'UNE CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE

Mireille BOUCHARD et Alain GODARD, Département de géographie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Montréal, Québec H3C 3P8 et laboratoire de Géographie physique (L.A. 141, C.N.R.S.), Bâtiment y, 1, place Aristide-Briand, 92195 Meudon cedex, France.

RÉSUMÉ Une campagne de reconnaissance des altérites du bouclier Laurentidien dans deux régions, les Laurentides au nord de Montréal et Charlevoix, a permis de dégager, entre autres, une logique de distribution des altérites, tributaire de plusieurs paramètres clés. Une cinquantaine de coupes ont été étudiées, étude certes descriptive et sommaire, qui sera complétée sous peu par les résultats d'une série d'analyses. Parmi ces paramètres figure, d'une part, la lithologie. Les calcaires silicatés et les marbres comptent parmi les ensembles le plus souvent altérés, puis les paragneiss et métagabbro riches en grenats, les gneiss charnockitiques et les mangérites. À l'autre extrémité de l'échelle d'altérabilité, signalons les pegmatites. Entre ces deux extrêmes se situent les migmatites et granitogneiss, les granites, les monzonites à quartz, les gabbros gneissiques. Un autre paramètre doit être considéré; la situation morphologique de la coupe et sa position sur le versant, en situant ces dernières relativement au cheminement des glaciers pléistocènes. Parmi les sites les plus favorables à la conservation des altérites, on trouve les cols placés à l'écart des courants principaux de glace, les positions d'abri, le tiers inférieur des pentes ou position d'angle mort, etc. Enfin, on ne peut négliger, en changeant d'échelle, le rôle des microsites : il faut considérer la position des altérites à l'intérieur même des coupes, dans le détail du dispositif structural et morpho-structural.

ABSTRACT *Saprolites on the Canadian Shield : first results of a field campaign.* Field investigation of saprolites on the Canadian Shield in two areas, the Laurentides north of Montréal and the Charlevoix area, Québec, allowed us to define a logic of distribution of saprolites, dependent of several key-parameters. Some fifty roadcuts have been studied, indeed a descriptive study which will soon be completed by analytical and laboratory results. Among these key-parameters, is the lithology. Calc-silicate rocks and marbles are the most frequently weathered, followed by paragneisses and metagabbros rich in garnet, charnockitic gneisses and mangerites. At the other end of the weathering scale are the pegmatites. Between these two extremes, migmatites and granitic gneisses, granites, quartz-rich monzonites, gneissic gabbros are moderately weathered. Another parameter which must be considered is the morphologic situation of the saprolite and its position on the slope, relative to the advancing glacier. Among the most favourable sites for the preservation of saprolites are the cols out of range of the main ice currents, sheltered positions, the lower parts of the slopes (dead angle position), etc. Lastly, at a different scale, the role of the microsites cannot be ignored : the position of the saprolites inside the exposures and the details of the structural and morphostructural characteristics are very important.

ZUSAMMENFASSUNG *Die Verwitterungsprodukte des kanadischen Schilds : erste Bilanz einer Erkennungsstudie.* Eine Erkennungsstudie der Verwitterungsprodukte des Laurentischen Schilds in zwei Gebieten, den Laurentides im Norden von Montréal und Charlevoix, ließ u.a. eine Logik in der Verteilung der Verwitterungsprodukte erkennen, die von mehreren Schlüssel-Parametern abhängt. Etwa 50 Schnitte wurden studiert in einer sicherlich deskriptiven und summarischen Studie, die binnen kurzem durch die Ergebnisse einer Serie von Analysen ergänzt werden wird. Unter diesen Parametern befindet sich einerseits die Gesteinskunde. Kalk-Silikat-Steine und Marmor zählen zu den Ansammlungen, die am häufigsten verwittert sind, dann die Paragneise und Metagabbro, die reich an Granaten sind, die Charnock-Gneise und die Mangerite. Am anderen Ende der Skala der Veränderlichkeit sind die Pegmatite. Zwischen diesen beiden Extremen befinden sich die Migmatite und Granitgneise, die Granite, die Quarz-Monzonite, die Gabbro-Gneise. Ein Parameter muß berücksichtigt werden : der morphologische Zustand des Schnitts und seine Lage am Abhang, wobei letztere in Bezug zur Bewegung der Gletscher des Pleistozän gebracht werden. Unter den für die Konservierung der Verwitterungsprodukte günstigsten Plätzen findet man die Pässe, die abseits der wichtigsten Eisbewegungen liegen, die geschützten Stellen, das untere Drittel der Abhänge oder tote Winkel usw. Schliesslich darf man die Rolle der Mikro-Plätze nicht vernachlässigen, wenn man den Massstab wechselt : die Lage der Verwitterungsprodukte innerhalb der Schnitte muss berücksichtigt werden bis ins Detail des strukturellen und morphostrukturellen Aufbaus.

INTRODUCTION

Les socles des hautes latitudes, qui ont connu au Pléistocène un englacement généralisé, sont le plus souvent caractérisés par des paysages où alternent les revêtements morainiques et les affleurements rocheux nus, débarrassés de leurs manteaux d'altération par l'efficace nettoyage des glaciers régionaux et des inlandsis.

Toutefois, subsistent çà et là des volumes d'altérites qui posent un problème embarrassant: représentent-ils le produit d'une météorisation incipiente d'âge holocène, ou au contraire ne sont-ils que les vestiges d'un récurage glaciaire incomplet, épargnés à la faveur des conditions particulières du site, sous un glacier à base peu mobile ou du moins peu active (SUGDEN, 1976). Deux solutions qui, de toute évidence, ont des implications directes en matière de vitesse d'altération des roches de socle et en matière d'efficacité du travail glaciaire.

Pareil dilemme ne saurait être tranché par une réponse globale ayant une portée générale, tant sont nombreux les paramètres qui entrent en ligne de compte.

Des recherches menées dans le Nord-Ouest de l'Écosse, vers les années 1960, avaient montré qu'une part non négligeable des altérites sur roches cristallines et métamorphiques était à rapporter à une météorisation physico-chimique d'âge interglaciaire ou même préglaciaire. Ces formations qui avaient échappé au rabotage par le glacier de l'Europe du Nord devaient donc être considérées comme *héritées* (GODARD, 1961, 1965). Confronté un peu plus tard à un problème analogue dans l'archipel des Lofoten, PEULVAST (1977, 1978) conclut lui aussi, en certains cas, à la nécessité de recourir à des héritages.

Plus près de nous, CLÉMENT et DE KIMPE (1977) ont étudié une coupe de gabbro altéré, au mont Mégantic, Québec, et concluent que cette météorisation devait avoir commencé avant la dernière glaciation. Il en est de même d'un saprolite dérivé de gneiss dans la région de Charlesbourg qui, de l'avis des auteurs, *serait une altération préglaciaire qui aurait évolué* sous des conditions climatiques plus chaudes (LASALLE *et al.*, 1983). Enfin, dans les hauteurs de l'île du Cap-Breton, McKEAGUE *et al.* (1983) sont d'avis, après étude d'une coupe de saprolite dérivé d'un gneiss granitique, que les glaciers ont relativement peu érodé ces terrains pré-quaternaires.

Le problème se pose-t-il dans les mêmes termes sur le bouclier Laurentidien, au Québec? Le débat a été relancé il y a peu, à l'occasion du Symposium sur les limites glaciaires, tenu en Gaspésie en août 1981 (GRAY, 1981; GODARD, 1982). Comme aucune investigation systématique n'a été conduite jusqu'à présent dans cette perspective, sur les socles du bouclier Canadien, il était logique de procéder à une étude sur ce thème.

Nous avons procédé à une reconnaissance préliminaire. C'est le bilan de cette campagne initiale qui figure dans les pages qui suivent. L'étude plus approfondie de chacune des coupes, aidée par une série d'analyses physiques, chimiques et minéralogiques, fera l'objet d'un article ultérieur.

LES PARAMÈTRES À INTÉGRER DANS LA LOGIQUE DE DISTRIBUTION DES ALTÉRITES

Deux régions d'inégale étendue on fait l'objet d'une première prospection:

- La partie des Laurentides située au nord-ouest et au nord de Montréal; depuis Saint-Rémi-d'Amherst jusqu'au mont Saint-Louis (Sainte-Béatrix) et au mont d'Ailleboust en passant par les environs de Labelle, de Saint-Donat et de Rawdon.
- Une large bande côtière sur la rive nord-ouest du Saint-Laurent; de Beaupré au Pays de Charlevoix, jusqu'au delà de La Malbaie au nord-est.

Certes dans ce travail de reconnaissance des coupes interviennent inévitablement des contingences d'ordre pratique: sections encaissées de cours d'eau, carrières, élargissements d'axes routiers, tracés de nouvelles routes, fondations d'édifices, etc. Mais très vite il est apparu possible d'appliquer à la prospection une logique de distribution spatiale tributaire de plusieurs paramètres clés. Une cinquantaine de sites ont été étudiés (fig. 1) dont certains où l'altération était naissante et l'arène presque absente, mais ces résultats négatifs nous fournissent des renseignements précieux que nous devrons considérer (tabl. I, en annexe).

1. LA LITHOLOGIE

Les caractères pétrographiques interviennent par le biais de l'altérabilité différentielle des matériaux rocheux.

Si les données recueillies sont encore trop ponctuelles pour nous permettre de bâtir une échelle de résistance à l'altération ayant valeur régionale, elles offrent néanmoins la possibilité de cerner quelques grands groupes de roches plus ou moins altérables.

Ainsi, les calcaire silicatés et marbres de la série de Grenville comptent parmi les ensembles le plus souvent altérés. En fait, il s'agit d'une décimentation, d'une désagrégation de type «gros sel» libérant des sables grossiers, avec une très faible production de limons et d'argiles. Un gradient vertical d'altération y est présent et les coupes répertoriées ont une puissance maximale moyenne de 2 m (ex.: M17, M18, M27, M28, tabl. I). Au sud du parc du Mont-Tremblant, en bordure de la rivière du Diable, les poches d'altération signalent la présence de marbres bordés par des dos de baleine sains de paragneiss (M30). Aux environs d'Oka, dans un talus d'éboulis, un bloc où était concrétisé le contact métasédiment de Grenville — granitogneiss illustrait la différence dans leur réaction à l'altération, la partie métasédimentaire se désagrégeant en «gros sel», l'autre étant presque saine (M41 et fig. 2). De même, les paragneiss et les métagabbros riches en grenats possèdent une fréquence relativement grande d'apparition de coupes d'altérites sur leurs affleurements. Rendus vulnérables par leur architecture rubanée, leur teneur en biotite et en plagioclases, leurs concentrations dans les lits quartzeux de porphyroblastes de grenats en chapelets, ils présentent très souvent une surface d'altération caractéristique de couleur rouille (ex.: M10, M12, et fig. 3). Il arrive que l'altération se limite strictement à ces affleurements en épargnant les roches voisines: ainsi sur les coupes de la

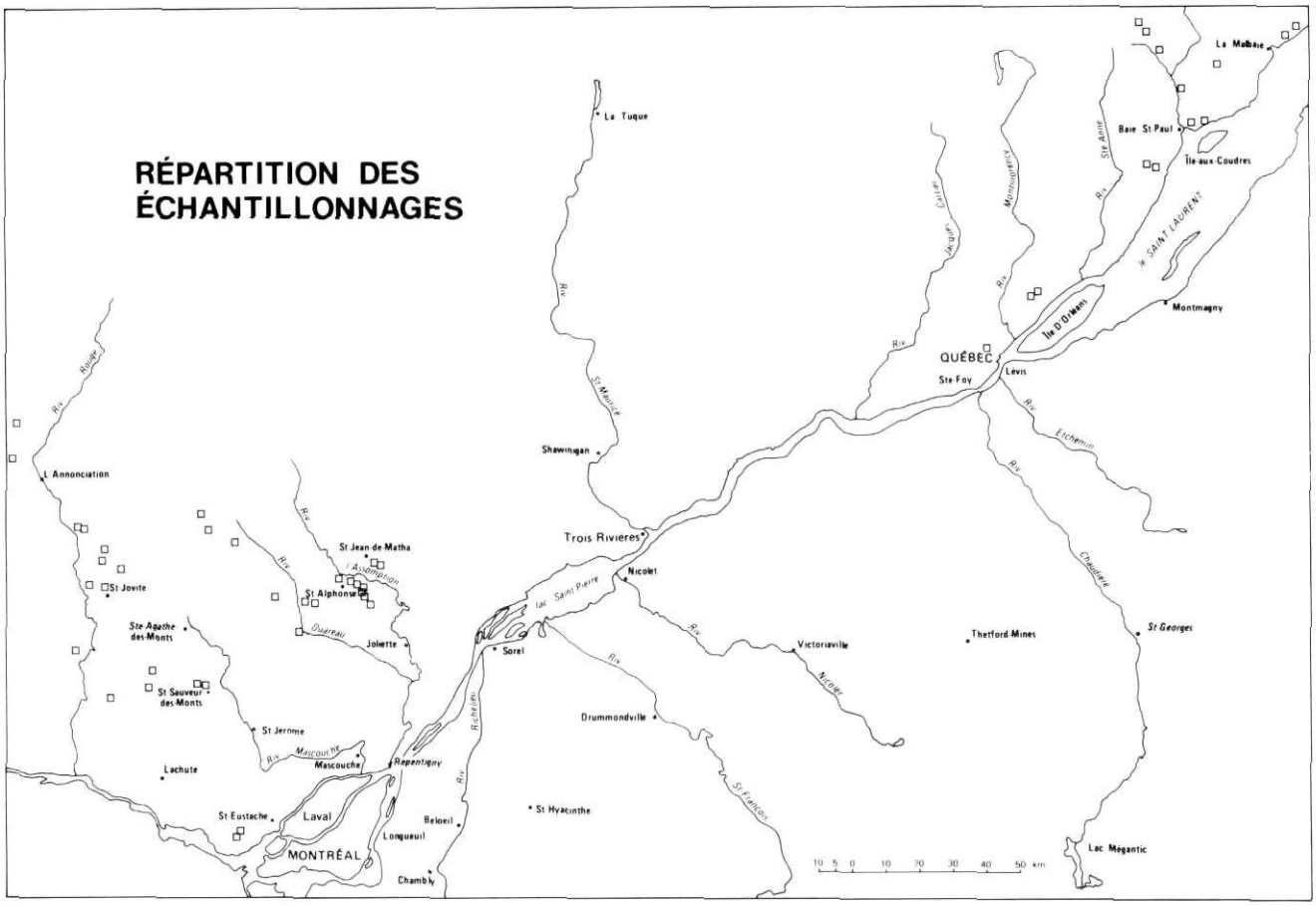

FIGURE 1. Répartition des échantillonnages.

Sample distribution.

FIGURE 2. Bloc altéré M41, dont une partie est métasédimentaire et l'autre un granito-gneiss. Désagrégation de la première (épaisseur, 4 cm), alors que la deuxième demeure saine.

Weathered block M41, in which one part is marble and the other granitic gneiss. Disagregation of the first (4 cm in depth) but the granitic gneiss is unweathered.

FIGURE 3. Coupe altérée M12, dans un métagabbro riche en grenats. Arène sableuse, ocre, de 1,5 m de puissance.

Saprolite M12, in a metagabbro rich in garnet. Sandy, reddish saprolite, 1,5 m thick.

nouvelle route entre Morin-Heights et Saint-Sauveur-des-Monts, au sein d'anorthosites assez fraîches se dessinent des «doigts de gant» allongés d'altération coïncidant exactement avec les schlieren de paragneiss (M29).

Dans la butte de diffluence glaciaire au nord de La Conception, les profonds panneaux d'altération sont logés dans les gneiss à grenats et encadrés par des gneiss massifs et des quartzites (M35 et fig. 4). Il serait aisé de multiplier les exemples.

Les gneiss charnockitiques bien représentés autour du complexe de Saint-Urbain sont également à ranger parmi les roches altérables, avec leurs minéraux mafiques disposés en lentilles (essentiellement pyroxènes; hornblende ou biotite) qui servent de point de départ à une météorisation gagnant les assemblages de feldspaths plagioclases. Les coupes d'altérites, dont certaines peuvent atteindre plusieurs mètres, sont caractérisées par une couleur brun cassonade très typique, fort différente de la teinte verdâtre de la roche saine (ex.: C5, C12).

Le même changement de couleur affecte les mangérites bien reconnaissables à leur phénocristaux de feldspaths potassiques et de plagioclases. Ces mangérites bien pourvues en minéraux ferro-magnésiens (pyroxènes, hornblende) sont vulnérables et fournissent de bonnes coupes d'altérites, notamment dans le complexe de la rivière Malbaie (C4, C7).

À l'autre extrémité de l'échelle d'altérabilité, il convient de faire figurer des roches qui apparaissent invariablement nues, dépourvues de toute pellicule d'altération. Ainsi, les noyaux massifs de pegmatites, caractérisés par leurs intercroissances de cristaux géants de quartz, de feldspaths potassiques et de muscovite se traduisent souvent par des dos de baleines absolument sains, intacts depuis la fin de la dernière glaciation (ex.: NE de La Malbaie, C2).

L'anorthosite a un comportement varié, lié, entre autres, à la composition de son plagioclase. Que les multiples coupes créées à la faveur de la construction de l'autoroute des Laurentides dans le grand complexe d'anorthosites-leucogabbros de Sainte-Agathe-des-Monts soient très répétitives ne tient certainement pas du hasard: ces roches bénéficient en effet, ici, d'une densité de diaclases peu élevée, d'un pourcentage en général très faible de minéraux mafiques et d'une texture en mortier; elles s'altèrent assez difficilement, montrent des cassures souvent fraîches avec une simple patine claire le long des joints et des diaclases et à la surface des dos de baleine et roches moutonnées. Le cas est similaire le long de la route 125, dans la région de Chertsey. Seule une passée plus fortement diaclasée (2 à 6 diaclases/m) permettait la formation de boules avec cortex friable de teinte rouille (M1 et fig. 5). L'ameublissement était cependant très faible au contact des diaclases sub-verticales et se limitait à des écailles, esquilles et sables. Le passage à la roche saine était assez brutal et il n'y avait pas de gradient net d'altération. Les quelques collines qui percent le plateau aux environs de Sainte-Béatrix ont une composition similaire et on y retrouve des grandes parois obliques et lisses (mont Saint-Louis). Éventuellement, on y observe une altération naissante d'une puissance maximale de 25 cm (M4 et fig. 6). Cependant, le

FIGURE 4. Coupe altérée M35. Arène pénétrante, par panneaux de 15 m de puissance et larges de 40 cm, exploitant un gneiss à grenats.

Saprolite M35. Penetrating saprolite, by panels of 15 m thick and 40 cm wide, in a gneissic rock rich in garnet.

FIGURE 5. Coupe M1. Faible altération dans une anorthosite-leucogabbro. Ameublissement léger au contact des diaclases et passage brutal à la roche saine.

Roadcut M1. Weak weathering in an anorthosite-leucogabbro.

FIGURE 6. Fragénisation météorique d'une anorthosite-leucogabbro sur 25 cm d'épaisseur, à l'endroit de la coupe M3.

Chemical weathering of an anorthosite-leucogabbro 25 cm in depth, at site M3.

comportement de l'anorthosite est tout à fait différent à Château-Richer, près de Québec, où cette roche apparaît plus facilement altérable (DEJOU *et al.*, 1982; CIMON, 1969). L'anorthosite de Château-Richer est altérée sur plus de 25 m d'épaisseur et on y a déjà exploité le kaolin (Q2). Non loin de cette carrière, une coupe de bordure de route montre un profil d'altération météorique classique avec gradient marqué, les anorthosites étant réduites à l'état de bouillie gris clair et rose sur plus de 2 m environ (Q3 et fig. 7). Nous avons là de toute évidence les vestiges hérités d'altérites préglaciaires. Pour expliquer ces différences de comportement des anorthosites, sans doute faut-il invoquer la plus grande vulnérabilité des *feldspaths plagioclases des anorthosites de Château-Richer*, ou une différence dans la macro ou la micro-fracturation.

En définitive, deux situations tout à fait opposées peuvent être défavorables aux prélèvements d'altérites dans ces régions du bouclier Laurentidien:

- Les ensembles pétrographiques résistants qui ont été bien nettoyés par le passage de la glace, tout en subissant une forte abrasion mécanique, n'ont guère évolué depuis le départ des glaciers et présentent des surfaces nues et saines (entre autres exemples, les affleurements très massifs de monzonites quartzifères à pyroxènes situés en bordure du lac Archambault -baie de l'Ours, M21).

- Les ensembles continus de roches altérables, exploités par l'érosion différentielle, ont par leur position topographique déprimée joué le rôle de pièges à moraines et se trouvent *vêtus d'un manteau morainique qui interdit l'observation. C'est* le cas dans toute la région à l'est de Saint-Donat, avec les métasédiments du Grenvillien, ou encore au cœur du complexe de la rivière Malbaie dans les diorites et jotunites.

Parmi les roches moyennement altérables, signalons les migmatites, les granitogneiss, les granites, les monzonites à quartz, et les gabbros gneissiques, roches qui sont précieuses, car elles peuvent montrer deux types d'altération bien différents:

- Une altération pelliculaire (de l'ordre du millimètre ou du centimètre) à la surface des roches moutonnées et qu'il faut logiquement rapporter au Postglaciaire.

FIGURE 7. Gradient d'altération météorique sur plus de 2 m d'épaisseur, dans les anorthosites.

Meteoric weathering gradient more than 2 m in depth, in anorthosites.

- Une météorisation plus profonde, mais parfois tout aussi ménagée, qu'on a de bonnes raisons de qualifier d'héritée, car elle ne se situe pas dans un site quelconque.

Il est clair, par exemple, que la simple desquamation af*fectant les dos de baleine de granite orienté et de migmatites* qui affleurent à Charlesbourg (banlieue résidentielle de Québec) concrétise la météorisation de surface intervenue depuis 12 000 ans, date du départ des glaciers (Q1 et fig. 8). La même interprétation vaut pour les migmatites et granites de Saint-Fidèle au NE de La Malbaie (C1). Par son caractère incipient, cette altération ne saurait se comparer à celle qui a donné naissance à des poches marquées dans les coupes au sud de Saint-Cassien-des-Caps, où les matériaux sont également migmatitiques (C13 et C14).

Il faut bien admettre que dans ces poches moyennement altérables, la désagrégation n'a pas progressé très vite à l'Holocène, puisque des microformes dues à l'érosion glaciaire y sont encore reconnaissables. Ainsi, les «granulites» du parc du Mont-Tremblant (gneiss quartzofeldspathiques à grain fin, pauvres en biotite et hornblende, mais contenant des pyroxènes) comportent-ils couramment sur leurs surfaces polies des stries fines, des cannelures et des trains de broutures.

De toute façon, il ne saurait y avoir d'effet «standard» de l'altération sur des socles qui sont dans l'ensemble fort hétérogènes. Comme on pouvait s'y attendre, la météorisation ne prend pas les mêmes formes sur les roches intrusives basiques (gabbros, par exemple) où elle affecte intensément un cortex relativement mince et sur les granitoïdes où elle est à la fois plus épaisse et plus progressive en profondeur vers le front d'altération.

La coupe de gabbro gneissique altéré, M13, spectaculaire par ses boules empilées, *in situ*, avec leurs pelures d'oignons, se prolonge sur des profondeurs importantes (près de 4 m), mais affecte un cortex mince et produit, somme toute, peu d'arène (fig. 9). Par contre, dans le granito-gneiss de la coupe M40, il y a production en masse d'une arène sableuse, ocre, sur plus de 2 m et un beau gradient vertical d'altération, progressif, vers la roche saine (fig. 10). Il en est de même dans le granito-gneiss de la coupe M36, qui a un gradient de météorisation sur plus de 2 m (fig. 11).

Le cas des quartzites est à dissocier des précédents, en raison de la part qu'y prend la désagrégation, elle-même consécutive à la décimentation. La grande carrière au sud de Saint-Donat est exemplaire à cet égard, car s'y observent toutes les étapes de la décimentation par départ de silice amorphe et altération de quelques feldspaths qui laissent comme témoins des cavités aux bords jaunis. Le produit final de cette désagrégation est la libération d'un sable grossier au faciès «gros sel» (M24). Toutefois, dans cette carrière, comme dans d'autres coupes à travers les quartzites, il est impossible de ne pas accorder une part importante aux actions de tectonisation des matériaux rigides et d'altération interne précédant la météorisation. Les plans tectoniques que l'on rencontre à Saint-Donat le démontrent à l'évidence, car ils ont guidé certains panneaux profonds d'altération, liés ou non aux poches de météorisation de surface, remplies de till (M24 et fig. 12).

À la carrière de Saint-Rémi-d'Amherst, près du lac de la Mine — l'une des rares carrières de kaolin du Québec — la

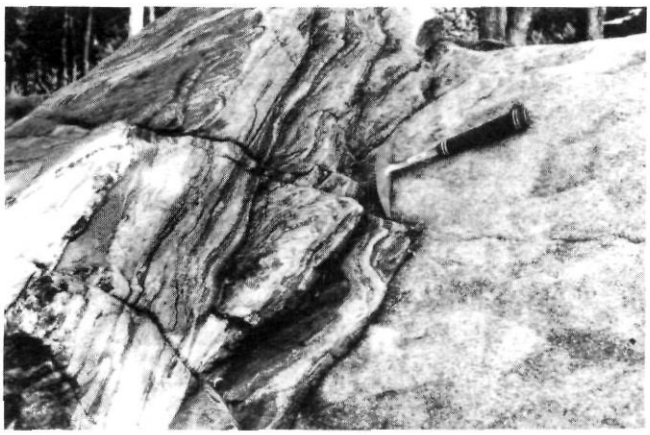

FIGURE 8. Migmatite, environs de Charlesbourg. Altération pelliculaire (<1 cm) depuis 12 000 ans.

Migmatite, near Charlesbourg. Weak weathering (<1 cm) since 12 000 years.

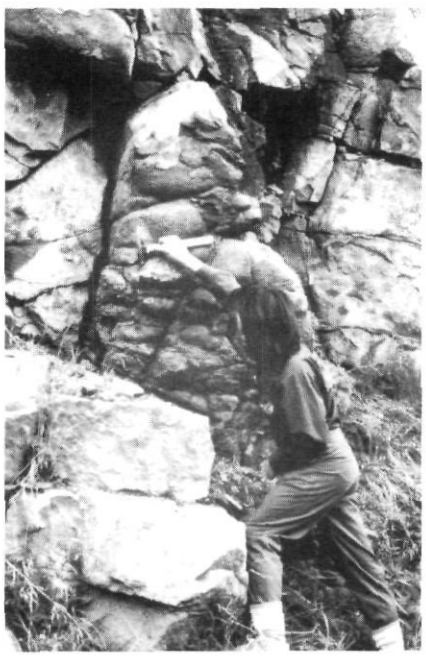

FIGURE 9. Coupe altérée M13 dans un gabbro gneissique. Altération sphéroïdale avec «pelures d'oignon» friables de 1 à 2 cm d'épaisseur.

Weathered rock M13 in a gneissic gabbro. Spheroidal weathering 1 to 2 cm in depth.

FIGURE 10. Coupe altérée M40 dans un granito-gneiss. Altération en masse de plus de 1,5 m d'épaisseur avec gradient vertical de météorisation dans une arène sableuse, ocre.

Weathered rock M40 in a granitic gneiss. Mass weathering of at least 1,5 m in depth with a vertical weathering gradient in a sandy, reddish saprolite.

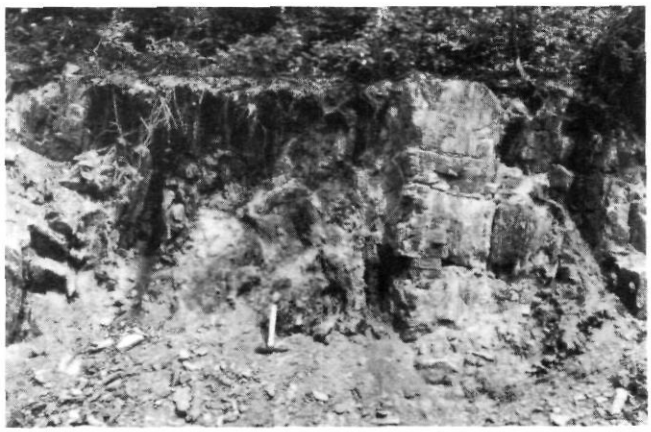

FIGURE 11. Coupe altérée M36. Alternance de granito-gneiss très altérés, en feuillets (épaisseur 2 m) et de pyroxénite assez saine.

Weathered rock M36. Alternation of granitic gneiss intensely weathered (2 m in depth) and of fresh pyroxenite.

grande zone de kaolinisation qui s'enfonce sur près de 30 m de profondeur jalonne en fait une zone de broyage établie au contact entre des quartzites en bancs et des monzonites à quartz (M8, fig. 13). La frange de météorisation blanchâtre ou brunâtre qui accompagne le sommet de la coupe selon une limite onduleuse est bien différente: elle constitue une manifestation ultérieure de l'altération de surface, venue se superposer à l'altération hydrothermale (OSBORNE, 1936).

Quant au degré d'évolution des arènes, il est intéressant de noter, même si nos données sont encore sommaires et incomplètes, qu'il y a formation de minéraux argileux nouveaux, par transformations, dans les arènes, les plus communs étant la kaolinite, la montmorillonnite ou la vermiculite. Nous n'avons que les diffractogrammes des argiles (<2 μ) non traitées, pour quelques échantillons, analyses qui seront complétées sous peu. Parmi les échantillons analysés, seul l'échantillon C2.1 était le produit d'une faible désagrégation sur seulement 20 cm d'épaisseur, d'âge holocène. Or, c'est aussi le seul échantillon qui n'avait pas de minéraux argileux nouveaux.

2. SITUATION MORPHOLOGIQUE ET POSITION SUR LE VERSANT

Pour importante qu'elle soit, la lithologie ne saurait à elle seule rendre compte de la distribution des volumes d'altérites sur le bouclier Laurentidien, car elle ne représente qu'un potentiel inégalement exploité. Il faut prendre en considération les paramètres morphologiques, non pas en leur accordant une valeur absolue, mais en les situant relativement au cheminement des glaciers pléistocènes qui ont été des agents de récurage plus ou moins efficaces. Selon qu'ils bénéficiaient ou non d'une protection, d'un abri par rapport au déplacement régional de la glace, selon qu'ils se situaient à l'écart ou dans l'axe d'un courant glaciaire canalisé, les manteaux d'altération pouvaient subsister ou au contraire être déblayés.

Le plus souvent, les glaciers se sont déplacés selon une direction d'ensemble N-S ou NNW-SSE, ce qui n'exclut pas des mouvements locaux bien différents.

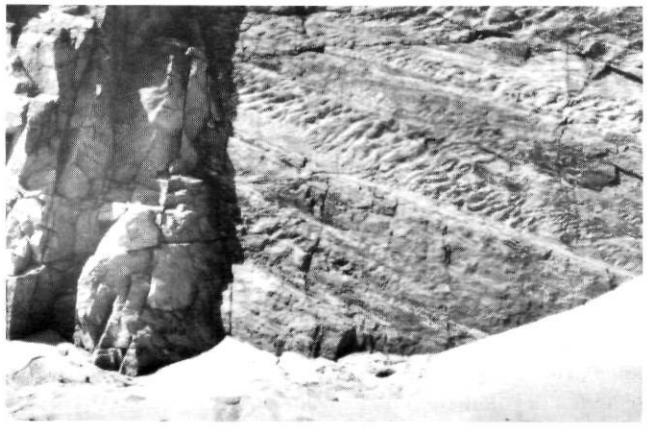

FIGURE 12. Coupe M24. Altération en masse, sans doute d'origine hydrothermale, dans les quartzites, expliquée, entre autres, par un plan de tectonisation avec cannelures marquées.

Weathered rock M24. Mass weathering, possibly of hydrothermal origin, in quartzites, which can be explained by an intense tectonisation plan with marked grooves.

Comme on pouvait s'y attendre, les grandes et profondes vallées de ligne de faille de direction méridienne ou subméridienne ont été très soigneusement récurées et n'offrent que des affleurements de roches saines et nues. Un des meilleux exemples est celui de la partie supérieure de la rivière Malbaie, orientée NNE-SSW encaissée de plusieurs centaines de mètres (max. 700 m) dans les migmatites et accompagnée par d'immenses dalles rocheuses d'exfoliation, de part et d'autre d'une zone tectonique qui mesure environ 200 m de large.

Parmi les sites les plus favorables au maintien des altérites, il faut noter en premier lieu les cols (de diffluence ou de transfluence) placés à l'écart des courants principaux de glace. Entre autres exemples, signalons celui de l'épaisse masse d'anorthosite gabbroïque altérée, conservée sur le flanc NW du mont d'Ailleboust — donc face au courant de glace — mais dans un passage annexe, à l'écart d'un grand couloir voisin emprunté par le glacier (M15).

La coupe de mangérite altérée *in situ* que l'on voit non loin du ruisseau du Pied des Monts et de l'entrée de la zone d'exploitation contrôlée (zec) sur le pourtour du complexe de la rivière Malbaie est aussi très caractéristique. Il s'agit de la retombée sud d'un petit col de transfluence, à l'écart des grands courants glaciaires empruntant les deux vallées confluentes (C7). L'épais volume de gneiss charnockitiques pourris du complexe de Saint-Urbain que l'on rencontre dans le col évasé orienté W-E séparant le Gros Bras, dans sa partie supérieure, de la petite rivière Malbaie est d'autant plus typique qu'il s'accompagne d'un modelé de détail fragile du type tor, bien développé (C12 et fig. 14). Dans les deux derniers cas, les masses altérées s'appuient sur des noyaux

FIGURE 13. Coupe M8. Altération en masse, hydrothermale, dans les quartzites sur plus de 30 m d'épaisseur.

Weathered rock M8. Mass weathering, of hydrothermal origin, in quartzites, more than 30 m in depth.

FIGURE 14. Tor au-dessus de la coupe C12, dans les gneiss charnockitiques.

Tor above weathered rock C12, in charnockitic gneisses.

sains «à l'amont» par rapport au courant glaciaire et sont conservées en position d'abri.

En effet, le plus souvent, la place sur le versant n'est pas quelconque et correspond, dans le tiers inférieur de la pente, à une position d'angle mort. C'est particulièrement net entre Notre-Dame-des-Monts et Saint-Urbain, non loin du contact entre les gneiss charnockitiques et les anorthosites-gabbros de Saint-Urbain où un éperon effilé rocheux joue le rôle de protection pour les altérites qui font face à un vallon bourré de moraine (C5). Il en est de même à l'est de Baie-Saint-Paul, dans les mangérites; le site d'abri, au milieu du versant exposé au sud-est y est tout à fait clair (C4). Bien d'autres sites homologues pourraient être cités.

3. LES MICROSITES

On est conduit tout naturellement, en changeant d'échelle, à considérer la position des altérites à l'intérieur même des coupes, dans le détail du dispositif structural et morphostructural.

Bien souvent, les masses altérées constituent des poches ou des panneaux plus ou moins profonds qui ne sont pas localisés au hasard.

Parfois la profondeur du front d'altération est commandée par l'hétérogénéité de détail des matériaux rocheux: de véritables poches d'altération sélective peuvent ainsi se créer dans les passées les plus vulnérables des roches de socle, notamment les roches métamorphiques à forte anisotropie ou encore les zones de contact. C'est le cas, par exemple, des enclaves de gneiss arénisés au sein des anorthosites fraîches, aux environs de Morin-Heights (M29). Dans le sud du parc du Mont-Tremblant, en bordure de la rivière du Diable, des lentilles de métasédiments grenvilliens se traduisent par d'étroits volumes altérés en doigt de gant, au cœur même des surfaces saines de dos de baleine et de roches moutonnées et ont donc échappé à l'abrasion glaciaire (M30). Il en est de même à l'est de Labelle: parmi les volumes de pyroxénite restés sains et résistants apparaissent des poches dans les granito-gneiss décomposés (M36, M37).

Un des exemples les plus spectaculaires est sans nul doute celui qui fournit une des hautes buttes de diffluence glaciaire, à flancs raides, que l'on rencontre dans la vallée de la rivière Rouge. À quelques kilomètres au nord de La Conception, l'une de ces buttes, éventrée par une carrière, montre, au milieu des roches fraîches que sont les gneiss massifs et les quartzites, de profonds panneaux d'altération — jusqu'à 15 m de profondeur et plus — exploitant les gneiss à grenats (M35, fig. 3). Il est clair que pour cette masse rocheuse exposée globalement au passage des glaciers, c'est moins le site que la microtopographie d'échelle métrique qui est le paramètre essentiel.

Mais il arrive aussi que le rôle fondamental dans les inégalités du front d'altération revienne aux plans de discontinuité — joints, diaclases, fractures — traversant les matériaux rocheux. Ce type de coupe abonde, quelles que soient par ailleurs les conditions géologiques et géomorphologiques. Les diaclases verticales et subverticales peuvent intervenir individuellement et servir de simple voie de pénétration pour la météorisation superficielle ou encore, par leur espacement rapproché, permettre à l'altération de gagner tout un panneau.

Avec les zones de tectonisation et les plans de broyage, le contrôle devient même «caricatural», puisque la limite des altérites plonge très profondément, sans rapport évident avec le modelé de surface (*v. supra*).

CONCLUSION

Au total, cette reconnaissance préliminaire effectuée rapidement sur le bouclier Laurentidien confirme l'intérêt d'un programme portant sur les altérations et paléoaltérations des roches cristallines du Canada. Comme on pouvait s'y attendre, les altérites offrent une grande variété, reflet d'une étroite lithodépendance. Une nette différence d'échelle sépare les pellicules d'altération d'âge holocène des vestiges plus anciens hérités, tributaires des conditions du site morphologique, dont plusieurs, croyons-nous, seraient préglaciaires. Ceci nous amène nécessairement à poser le problème de l'efficacité glaciaire dans certains sites ou certaines conditions, sujet dont les premiers jalons ont été posés dans cet article et que nous nous proposons d'approndir avec les données analytiques ultérieures.

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement les personnes et organismes qui ont contribué de diverses façons à cette étude. Cette étude a été subventionnée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, par le Conseil national de la recherche scientifique de France et par le Fonds institutionnel de recherche de l'Université du Québec à Montréal. M. James Bourne de l'UQAM a effectué des analyses pétrographiques sur lames minces. M. Pierre Gagnon a activement collaboré au travail sur le terrain. M. Jean-Pierre Peulvast, de l'Université Paris IV, nous a prodigué de précieux conseils. Nos remerciements vont également aux deux lecteurs qui ont revu la première version de notre manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

CIMON, J. (1969): *Étude de la kaolinisation d'une anorthosite à Château-Richer, comté de Montmorency, Québec*, thèse de maîtrise en sciences, Département de géologie, Université Laval, Québec, 82 p.

CLÉMENT, P. et DE KIMPE, C.R. (1977): Geomorphological conditions of gabbro weathering at Mount Megantic, Québec, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 14, nº 10, p. 2262-2273.

DEJOU, J., DE KIMPE, C.R. et LASALLE, P. (1982): Évolution géochimique superficielle naissante des anorthosites. Cas du profil de Château-Richer (Québec), Canada, *Journal canadien des sciences de la Terre*, vol. 19, nº 8, p. 1697-1706.

GODARD, A. (1961): L'efficacité de l'érosion glaciaire en Écosse du Nord, *Revue de géomorphologie dynamique*, XIIe année, nº 1, p. 32-42.

——— (1965): *Recherches en géomorphologie en Écosse du Nord-Ouest*, Thèse d'État, Université Paris Sorbonne, 699 p.

——— (1982): Géomorphologie des socles. Les limites glaciaires sur socles cristallins: quelques enseignements apportés par l'Europe du Nord-Ouest et le Canada, *Revue géographique de l'Est*, vol. 3-4, p. 247-256.

GRAY, J.T. (1981): *Weathering zones and the problem of glacial limits* (Coord.), Excursion and Conference in Gaspésie, Québec, *23 août-24 août 1981*, AQQUA, CANQUA, *166 p.*

LASALLE, P., DE KIMPE, C.R. et LAVERDIÈRE, M.R. (1983): Altération profonde préglaciaire d'un gneiss à Charlesbourg, Québec, *Geoderma*, 31, p. 117-132.

McKEAGUE, J.A., GRANT, D.R., KODAMA, H., BEKE, G.J. et WANG, C. (1983): Properties and genesis of a soil and the underlying gibbsite-bearing saprolite, Cap-Breton Island, Canada, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 20, nº 1, p. 37-48.

OSBORNE, F.F. (1936): Région de Lachute, Ministère des Mines du Québec, *Rapport annuel 1936*, partie C, p. 32-33.

PEULVAST, J.P. (1977): L'érosion différentielle et ses implications dans les roches cristallines: exemple de la Norvège du Nord (Flakstadoy, îles Lofoten), *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, vol. XIX, Fasc. 2, p. 149-164.

——— (1978): Le bourrelet scandinave et les Calédonides: un essai de reconstitution des modalités de la morphogenèse en Norvège. *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 32, nº 4, p. 295-320.

SUGDEN, D.E. (1976): A case against deep erosion of shields by ice sheets, *Geology*, 4, p. 580-582.

TABLEAU I

Les échantillonnages

NO ECHANTILLON	LOCALISATION			PETROGRAPHIE DE LA ROCHE-MERE	REMARQUES	SITE GEMORPHOLOGIQUE	LE MANTEAU D'ALTERATION				
	Région	Secteur	Coordonnées				Puissance	Type d'altération, allure du front d'altération	(%, fraction < 2mm) Sables	Limons	Argiles
M 1.1 1.R	Laurentides au Nord de Montréal	31 I/4	46 08'lat.N 73 59'lon.O	anorthosite-leucogabbro	diaclases: 2 à 6 par m	versant S d'une croupe E-O, 1/3 inférieur du versant	max: 2m 1.1: 1m	sphéroidale, cortex friable. Ameublissement faible au contact des diaclases: esquilles et sable. Passage assez brutal à la roche saine.	83,6	13,2	3,2
M 2.1 2.R			46 08'lat.N 73 49'lon.O	anorthosite-leucogabbro	passée fortement fragmentée (2 à 4 diaclases par m)	rive N du lac Chertsey au bas d'un col NO-SE	max: 2cm	pelliculaire. Formation de plaquettes mais à peu près pas de sables	93,7	5,5	0,8
M 3.1 3.R M 4.1 4.R			46 12'lat.N 73 36'lon.O 46 12'lat.N 73 36'lon.O	anorthosite-leucogabbro	diaclases espacées (1 à 2 par m) diaclases espacées (1 à 2 par m)	versant SO de la colline du Mont-St-Louis	max: 25cm	grandes parois obliques et lisses. Par endroits fragénisation peu poussée de la roche sur environ 25 cm d'épaisseur, d'origine météorique. En surface, formation de sables et esquilles.	94,2 96,4	5,0 3,0	0,8 0,6
M 5.1 5.R			46 10'lat.N 73 38'lon.O	quartzite		rive E du Lac Cloutier, 1/3 inférieur du versant SO d'une croupe NO-SE	faible altération max: 2cm	sphéroïdale			
M 6.1 6.R			46 03'lat.N 73 52'lon.O	monzonite à quartz	passée fortement fragmentée (2 à 6 diaclases par m)	1/3 inférieur du versant SO d'une croupe NO-SE	max: 3m largeur:5m	ameublissement au contact des diaclases: esquilles et sables. Passage assez brutal à la roche saine.	98,3	1,2	0,5
M 7.R			46 08'lat.N 73 47'lon.O	anorthosite-leucogabbro	roche très peu diaclasée, massive	rive N du Lac Chertsey versant abrupt S d'une croupe N-S	2cm	micro - alvéoles			
M 8.1 8.R		31 G/15	45 58'lat.N 74 44'lon.O	quartzite	till de recouvrement d'environ 80cm d'épaisseur roche très diaclasée	1/3 inférieur du versant N d'une croupe NO-SE. Malgré la fragilité mécanique aucune expression topographique		hydrothermale, en masse. Kaolinisation d'un large filon de quartzite très fracturé au sein d'une monzonite. Frange de météorisation au sommet.	39,6	56,2	4,2
M 10.1 10.2 10 écaille 10.R		31 I/4	46 11'lat.N 73 38'lon.O	métagabbro à faciès granulite, riche en grenats	recouvert d'un sable glacio-marin de 15 cm d'épaisseur passée plus fortement fracturée	rive N du Lac Cloutier, 1/3 inférieur du versant SSO d'une croupe NNO - SSE	min: 2m 10.1: 1m20 10.2: 1m20	boules avec écailles courbes de desquamation, nageant dans une areme sableuse, sur une largeur de 1m80 et une profondeur visible de 2m. Entre ceci, il y a des roches raclées et polies. Gradation, cortex de plus en plus friable à mesure qu'on s'éloigne de la boule saine, puis areme sableuse.	90,8 87,6	7,6 10,7	1,6 1,7
M 12.1 12.2 12.3 12.4 12.5 12.R			46 11'lat.N 73 40'lon.O	métagabbro à faciès granulite. 20% plagioclases 50%-53% grenats 20% OPX et CPX 5% hornblende 2% opaques		1/3 supérieur du versant NO d'une croupe NO-SE; donc exposée à la direction majeure de l'écoulement glaciaire	max: 1m50 12.1: 30cm 12.2: 75cm 12.3: 45cm 12.4: 70cm, à coté de la roche 12.5: 70cm, plus loin de la roche	altération dans la masse, désagrégation en sables ocres et gravillons	93,8 93,8 96,6 95,0 96,6	5,3 5,3 2,7 4,2 2,7	0,9 0,9 0,7 0,8 0,7

ANNEXE

NO ECHANTILLON	LOCALISATION			PETROGRAPHIE DE LA ROCHE-MERE	REMARQUES	SITE GEMORPHOLOGIQUE	LE MANTEAU D'ALTERATION				
	Région	Secteur	Coordonnées				Puissance	Type d'altération, allure du front d'altération	(%, fraction < 2mm) Sables	Limons	Argiles
M 13.1 13.2 13.3 13.4 13.5 13 écaille 13.R	Laurentides au Nord de Montréal	31 I/4	46 12'lat.N 73 42'lon.O	gabbro gneissique 55-60% plagioclase 30% OPX et CPX 5% feldspaths-k 2% apatite 2.9% biotite .1% chlorite		1/3 inférieur du versant NE d'une croupe NO-SE; position légèrement en abri, dans un col perpendiculaire à la vallée principale de la riv. l'Assomption	max: 4m 13.1: 80cm 13.2: 2m 13.3: 2m30 13.4: 2m70 13.5: 3m20	1. sphéroïdale 2. masses arénisées selon une bande oblique entre les diaclases 3. panneaux altérés au droit de diaclases sub-verticales	94,1 89,4 91,2 91,1 92,8	5,1 9,5 8,0 8,3 6,4	0,8 1,1 0,8 0,6 0,8
M 14.1 14.R			46 13'lat.N 73 35'lon.O	paragneiss clair moucheté par lits amphibolitique ou pyroxénites	roche fortement fracturée	vers le bas du versant SE du Mont-St-Louis	max: 3m	altération le long des fractures; désagrégation en plaquettes et gravillons	88,4	10,4	1,2
M 15.1 15.2 15.3 15.R			46 09 lat.N 73 36'lon.O	anorthosite gabbroique 85% plagioclases 5% feldspath K 5% CPX 2% biotite 2% chlorite 1% opaques	till de recouvrement d environ 80cm d'épaisseur	versant NO d'une croupe NE-SO, donc face à l'écoulement glaciaire, mais dans une vallée annexe, au droit et à l'écart d'un grand couloir (Riv. l Assomption)	max: >3,5m 15.1: 1m80 15.2: 2m20 15.3: 2m50	1. sphéroïdale 2. grandes poches sableuses brunatres entre des noyaux sains. Les passées mafiques sont plus saines. Coupe visible sur plus de 15 m de largeur.	90,1 96,9 96,9	8,5 2,3 2,5	1,4 0,8 0,6
M 17.1 17.2 17.3 17.R			45 54'lat.N 74 14'lon.O	calcaire cristallin silicaté 45% perthite 20% *diopside* 15% tremolite 10% myo 5% calcite 1% sphene 2% quartz 1% plagioclase 1% grenat		vallée secondaire E-O, vers le bas de la vallée. A proximité, il y a la vallée *principale de la riv. du* Nord, orientée N-S et NO-SE.	max: 2m	altération en poche allongée	90,2 91,4 93,5	9,2 7,8 6,0	0,8 0,8 0,5
M 18.1 18.2 18.3 18.4 18.R		31 G/16	45 53'lat.N 74 25'lon.O	calcaire silicaté 75-77% diopside 20% sericite 2% phlogopite 1% scapolite		col E-O, vers le bas du versant "N" d'une butte, donc face au courant glaciaire, mais à l'écart de la vallée principale du Lac Mc Donald	max: 2m50	altération en poche allongée	99,5 98,8 97,9 95,6	0,4 1,1 1,9 4,2	0,1 0,1 0,2 0,2
M 20.1 20.R		31 J/8	46 16'lat.N 74 07'lon.O	quartzite mylonitisée 98-99% quartz .2-.3% grenat .2-.3% OPX .2% opaques .2% biotite	la dalle est recouverte d'un till d'environ 1m20 d'épaisseur	rive E du Lac Ouareau, le long d'une vallée principale N-S	max: 70cm	altération en masse, sous une dalle saine	47,7	44,1	8,2
M 21.R			46 21'lat.N 74 14'lon.O	monzonite quartzifére à pyroxénes	roche massive, peu diaclasée; espacement des diaclases >10m	bas de versant SE d'une croupe NO-SE, extrémité N du Lac Archambault (position d'abri)		simple patine			

NO ECHANTILLON	LOCALISATION			PETROGRAPHIE DE LA ROCHE-MERE	REMARQUES	SITE GEMORPHOLOGIQUE	LE MANTEAU D'ALTERATION				
	Région	Secteur	Coordonnées				Puissance	Type d'altération, allure du front d'altération	(%, fraction < 2mm) Sables	Limons	Argiles
M 24.1 24.2 24.R	Laurentides au Nord de Montréal	31 J/8	46 18'lat.N 74 13'lon.O	quartzite; présence d'un plan de tectonisation, avec cannelures marquées	till de recouvrement d'environ 80cm d'épaisseur	vers le haut d'une croupe NO-SE, sur son versant SE	>20m	en masse, sans doute d'origine hydrothermale. Décimentation par départ de silice amorphe surtout, mais aussi altération de quelques feldspath - K; cavités, résidus beige-blanc dans, ou sur les bordures des mini-cavités. Altération "gros-sel". Poches d'altération superficielles (météoriques) brunatres mais bourrées de till. Ces poches existaient avant les glaciations.	66,4 68,7	28,6 24,5	5,0 6,8
M 25.1 25 écaille 25.R		31 I/4	46 10'lat.N 73 38'lon.O	paragneiss à sillimanite et grenat		rive E du Lac Cloutier, 1/3 inférieur d'un versant exposé à l'O	max: 1m 25.1: 80cm	poche d'altération	86,6	12,6	0,8
M 26.1 26.R			46 11'lat.N	quartzite		secteur N du Lac Cloutier, bas du versant N	largeur max: 1cm	désagrégation peu poussée le long des fractures	96,3	3,4	0,3
M 27.1 27.R		31 G/16	45 56'lat.N 74 25'lon.O	métasédimentaire série de Grenville		1/3 inférieur du versant N d'une colline orientée E-O; dans une vallée secondaire E-O, non loin d'un couloir principal "N-S". (Lac à La Chaine, Lac des Iles)	max: 1m50 27.1: 1m	décimentation, désagrégation "gros sel", par nids	97,0	2,7	0,3
M 28.1 28.2 28.3 28.R		31 G/15	45 51'lat.N 74 34'lon.O	métasédimentaire série de Grenville	till de recouvrement d'environ 60cm d'épaisseur	1/3 inférieur du versant S d'une petite vallée secondaire E-O, près d'une vallée principale N-S (Lac Mc Donald)	max: 2m20 28.1: 65cm 28.2: 1m30 28.3: 1m95	en masse, désagrégation en sables. Gradient d'altération de 2m20.	96,6 98,2 98,8	3,1 1,7 1,1	0,3 0,1 0,1
M 29.1 29.2 29.3 29.4 29.R		31 G/16	45 54'lat.N 74 12'lon.O	anorthosite avec écrans de paragneiss	till de recouvrement d'environ 30cm d'épaisseur	1/3 inférieur du versant S d'une vallée secondaire E-O, donc position d'abri. A environ 5 km de là, il y a la vallée principale de la riv. du Nord, orientée N-S et NO-SE	max: 1m50 29.1: 50cm 29.2: 75cm 29.3: 1m 29.4: 1m50	profondes altérations de contact en poches allongées. De plus, altération vers le haut des coupes d'anorthosite. Gradient vertical de météorisation.	94,2 90,2 95,7 94,1	5,0 9,2 3,8 5,4	0,8 0,6 0,5 0,5
M 30.1 30.2 30.3 30.R		31 J/2	46 11'lat.N 74 32'lon.O	métasédimentaire de Grenville		rive N de la riv. du Diable (vallée E-O), bas de croupe, sur le versant S (position d'abri)	max: 1m80 30.1: 1m10 à gauche de la poche 30.2: 1m10 à droite de la poche 30.3: 1m70	en masse; poche d'altération entre deux dos de baleine sains. Largeur de la poche 2m50, profondeur 1m80.	98,1 88,7 96,2	1,8 10,5 3,5	0,1 0,8 0,3

NO ECHANTILLON	LOCALISATION			PETROGRAPHIE DE LA ROCHE-MERE	REMARQUES	SITE GEMORPHOLOGIQUE	LE MANTEAU D'ALTERATION				
	Région	Secteur	Coordonnées				Puissance	Type d'altération, allure du front d'altération	(%, fraction < 2mm) Sables	Limons	Argiles
M 31.1 31.2 31.R	Laurentides au Nord de Montréal	31 J/2	46 12'lat.N 74 36'lon.O	marbre		1/3 inférieur du versant SE d'une croupe (position d'abri). Deplus, petit col "NE-SO" à l'écart des *grands couloirs "NO-SE"* empruntés de préférence par la glace	max: 1m50 31.1: 15cm 31.2: 1m	désagrégation, décimentation "gros sel".	98,2 98,7	1,7 1,2	0,1 0,1
M 32.R			46 08'lat.N 74 37'lon.O	monzonite à quartz et pyroxène		le long de la vallée, N-S, *de la riv. du Diable*, bas du versant E d'une croupe		patine de quelques mm			
M 33.R			46 13'lat.N 74 36'lon.O	gneiss granitique du Mont Tremblant		rive "NE" du lac Tremblant, bas du versant abrupt SO		aucune			
M 34.1 34.2 34.R			46 08'lat.N 74 40'lon.O	monzonite à quartz		1/3 inférieur du versant E d'une croupe N-S, à proximité d'une petite vallée N-S. Site de col.	max: 2m20 34.1: 80cm 34.2: 1m50	désagrégation peu poussée, en sables et plaquettes, au contact des fractures et diaclases.	85,8 84,7	12,0 12,8	2,2 2,5
M 35.1 35.2 35.3 35.R			46 12'lat.N 74 42'lon.O	gneiss à grenats encadrés par des gneiss massifs, des quartzites et des marbres		1/3 inférieur du versant E d'une butte sise dans la vallée principale N-S de riv. Rouge	35.1: 5m, axe de la diaclase 35.2: 10m, axe de la diaclase 35.3: 10m, près de la roche	arènes pénétrantes, le long des fractures, par panneaux. hauteur: 15m largeur: 40cm	74,5 82,6 84,5	21,4 13,4 12,4	4,1 4,0 3,1
M 36.1 36.2		31 J/7	46 17'lat.N 74 42'lon.O	pyroxénite, granito-gneiss		position d'abri par rapport à l'écoulement glaciaire principal. Versant sud d'une croupe NNO-SSE. A proximité, il y a la vallée N-S de la riv. Rouge.	min: >2m 36.1: 1m45 près de la vallée 36.2: 1m45	alternance panneaux sains, panneaux altérés. Pyroxénite altérée en surface (assez sain), gneiss altéré en feuillet, très altéré, surtout les plus micacées et les plus feuilletées.	84,2 90,4	14,7 8,8	1,1 0,8
M 37.1 37.R			46 17'lat.N 74 42'lon.O	pyroxénite, granito-gneiss		100 m à l'Est de la M-36		idem à M-36	86,4	12,4	1,2
M 38.R			*46 27'lat.N* *74 58'lon.O*	*granito-gneiss*	*dos de baleine sain*	*rive N-O du lac Nominique.* Versant "S-E" d'une croupe	*NIL*	*NIL*			
M 39.R		31 J/10	46 33'lat.N 74 59'lon.O	syénite de Ste-Véronique		vallée N-S lac Gingras - lac Tibériade versant *EST d'une butte*	NIL	NIL			
M 40.1 40.2 40.R		31 G/9	45 32'lat.N 74 02'lon.O	granito-gneiss	till de recouvrement d'environ 30cm d'épaisseur	versant SO d'une butte	max: >1m50 40.1: 60cm 40.2: 1m30	en masse, gradient vertical de météorisation; arène sableuse	92,1 92,6	6,7 6,5	1,2 0,9
M 41			45 32'lat.N 74 02'lon.O	granito-gneiss		talus d'éboulis, versant E d'une butte	max: 4cm	désagrégation gros sel du métasédimentaire, alors que le granito-gneiss est intact.	98,9	1,0	0,1

NO ECHANTILLON	LOCALISATION			PETROGRAPHIE DE LA ROCHE-MERE	REMARQUES	SITE GEMORPHOLOGIQUE	LE MANTEAU D'ALTERATION				
	Région	Secteur	Coordonnées				Puissance	Type d'altération, allure du front d'altération	(%, fraction < 2mm) Sables	Limons	Argiles
Q 1.1 1.R	Québec	21 L/14	46 53'lat.N 71 17'lon.O	granito-gneiss rose			max: 1cm	dos de baleine, altération pelliculaire depuis 12,000 ans			
Q 2.1 2.2 2.R		21 M/3	47 01'lat.N 71 04'lon.O	anorthosite		1/3 inférieur du versant SE d'une colline, en haut d'une petite vallée SE-SO	min: 4m 2.1: 2m 2.2: 3m	dans la masse, ancienne carrière d'anorthosite, altérée en kaolinite. Limite inférieure non visible.	84,3 86,6	14,6 12,0	1,1 1,4
Q 3.1 3.2 3.3			47 01'lat.N 71 04'lon.O	idem à Q-2	till de recouvrement d'environ 80cm d'épaisseur	idem à Q-2	min: 2m 3.1: 85cm 3.2: 1m30 3.3: 2m	en masse. Roche réduite en bouillie blanchatre. Gradient net d'altération vers le haut: altération météorique. Plus de 2m d'épais.	81,8 84,5 78,9	16,6 13,7 19,3	1,6 1,8 1,8
C 1.1 1.R	Charlevoix	21 N/12	47 44'lat.N 69 59'lon.O	granite orienté de St-Fidèle		secteur à faible pente, vallée large NE-SO	max: 4cm	pelliculaire	97,5	2,3	0,2
C 2.1 2.R		21 M/9	47 04'lat.N 70 03'lon.O	pegmatites verdatres à gros grenats en chapelets alignés et gros feldspath		versant "SE" du Mt-Murray; 1300m plus bas, c'est le fleuve St-Laurent("NE-SO")	max: 20cm	désagrégation. Ressemble à une décimentation mais on a plutot une fragénisation syngénétique avec altération météorique	91,2	8,3	0,5
C 3.R			47 36'lat.N 70 20'lon.O	gneiss charnockitique		secteur à faible pente, vallée large NE-SO	max: 1cm	pelliculaire			
C 4.1 4.2 4.R		21 M/8	47 26'lat.N 70 27'lon.O	mangérite avec gros Feldspath-K roses et beaucoup de grenats		site à l'écart du grand courant de glace "NNO-SSE" de la vallée de la riv. du Gouffre. 1/3 inférieur du versant "S" du Mont des Eboulements	max: 2m20 4.1: 45cm 4.2: 1m20	poche d'altération étroite (2m) en contact avec des parois saines. Altération bien prononcée (poudre) autour des gros Feldspaths-K roses; roche au fond vert qui s'effrite. Désagrégation grossière.	88,0 93,5	10,9 5,7	1,1 0,8
C 5.1 5.2 5.R		21 M/9	47 31'lat.N 70 29'lon.O	gabbro-gneiss charnockitique; non loin du contact anorthosite de St-Urbain	cassure irrégulière de la roche till de recouvrement d'environ 20cm d'épaisseur	1/3 inférieur du versant O d'une petite vallée N-S; de l'autre coté de la vallée (versant E) il y a accumulation massive de till. SE d'un éperon NO-SE (position d'abri)	max: 2m50 5.1: 1m 5.2: 1m80	altération en masse, poches d'altération de 2m50 d'épais et plusieurs dizaines de m de large. Front d'altération irrégulier.	90,5 92,2	8,3 6,7	1,2 1,1
C 6.1 6.2 6.R		21 M/8	47 27'lat.N 70 25'lon.O	anorthosites claires		sur un replat, mais en contre-bas du plateau des Eboulements et en position d'abri (au SE du plateau)	max: 1m 6.1: 50cm 6.2: 1m	en masse, poches d'altération (prof. 1m, largeur 1m40); désagrégation assez inhabituelle pour ce type de roche: altération dans des passées de feldspaths-K.	88,2 91,1	10,6 7,6	1,2 1,3
C 7.1 7.2 7.3 7.R		21 M/16	47 45'lat.N 70 22'lon.O	mangérite	till de recouvrement d'environ 80cm d'épaisseur	retombée "SO" d'un petit col de transfluence "NE-SO" à l'écart des grands courants glaciaires des deux vallées, riv.Malbaie, riv. Pied des Monts, mais versant "NO" d'une croupe NE-SO.	max: 1m 7.1: 45cm 7.2: 70cm 7.3: 50cm	en masse; par dessus, il y a un till de 1m d'épais.	80,5 93,1 94,2	18,3 6,1 5,2	1,2 0,8 0,6

NO ECHANTILLON	LOCALISATION			PETROGRAPHIE DE LA ROCHE-MERE	REMARQUES	SITE GEMORPHOLOGIQUE	LE MANTEAU D'ALTERATION				
	Région	Secteur	Coordonnées				Puissance	Type d'altération, allure du front d'altération	(%, fraction < 2mm) Sables	Limons	Argiles
C 8.R	Charlevoix	21 M/16	47 46'lat.N 70 23'lon.O	diorite à gros grains		vers le 1/3 inférieur du versant, SO de la vallée NO-SE de la riv. Malbaie	NIL	dos de baleine, raclé			
C 9.R			47 53'lat.N 70 28'lon.O	migmatites		bas du versant E de la vallée N-S de la riv. Malbaie	NIL	dos de baleine, raclé			
C 10.1 10.R		21 M/10	47 38'lat.N 70 36'lon.O	anorthosites à andésine		secteur au relief peu accidenté, entre des hauteurs au "NO" et une croupe au "SE"		météorisation superficielle pelliculaire sur dos de baleine	92,4	7,4	0,2
C 11.R			47 41'lat.N 70 39'lon.O	anorthosite		dans col "N-S", versant E de la petite vallée N-S de la riv. Gros-Bras		simple patine d'altération			
C 12.1 12.2 12.3 12.4 12.5 12.6 12.R			47 42'lat.N 70 40'lon.O	gneiss charnockitique		passage évasé "E-O" dans les hauteurs du Parc des Laurentides. Au lieu de la coupe et du Tor, il y a rétrécissement du passage. 1/3 inférieur du versant N d'une croupe N-S.	hauteur du Tor: 2m50 12.1: base du tor 12.2: coté du tor 12.3: base du tor min: 3m 12.4: 50cm 12.5: 1m 12.6: 1m	poche d'altération, base non visible. Au dessus de la coupe, présence d'un Tor, très fragile, de 2m30 de haut.	95,8 82,5 77,6 90,5 96,1 86,5	3,4 16,4 20,6 8,3 3,5 11,5	0,8 1,1 1,8 1,2 0,4 2,0
C 13.1 13.2		21 M/7	47 18'lat.N 70 38'lon.O	migmatites claires	till de recouvrement d'environ 20cm d'épaisseur	1/3 inférieur du versant SE d'une vallée mineure NE-SO	max: 2m 13.1: 1m10 13.2: 1m60	en poche, largeur >10m altérite sableuse. Gradient vertical d'altération	86,4 88,1	11,9 10,6	1,7 1,3
C 14.1 14.2 14.R							14.1: 80cm 14.2: 1m10		83,4 87,2	15,1 11,5	1,5 1,3