RG 197

Région de Lacolle-Saint-Jean (S)

Documents complémentaires

Additional Files

Licence

License

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources naturelles
Québec

MINISTÈRE
DE L'ÉNERGIE
ET DES RESSOURCES
DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
ET MINÉRALE

DIRECTION DE LA GÉOLOGIE

Régions de LACOLLE SAINT-JEAN(s)

RAPPORT GÉOLOGIQUE–197

YVON GLOBENSKY

1981

MINISTÈRE
DE L'ÉNERGIE
ET DES RESSOURCES
DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
ET MINÉRALE

DIRECTION DE LA GÉOLOGIE

Régions de
LACOLLE
SAINT-JEAN(S)

RAPPORT GÉOLOGIQUE-197

YVON GLOBENSKY

1981

ISBN-2-551-04031-0

RESUME

Ce rapport décrit les strates paléozoïques de la région de Lacolle et de la partie sud de Saint-Jean. Celles-ci sont composées de roches sédimentaires cambriennes et ordoviciennes des Basses Terres du Saint-Laurent, à l'exception de l'angle SE de la région qui fait partie des Appalaches.

Les strates présentes dans le secteur des Basses Terres appartiennent aux groupes suivants: Potsdam, Beekmantown, Chazy, Black River, Trenton, Utica et Lorraine. Il est démontré que les strates des unités inférieures ne sont pas plissées en un synclinal mais sont plutôt orientées NW - SE avec une flexure vers le SE. Parmi les unités supérieures qui s'étendent jusqu'au front appalachien, nous avons redéfini les formations de Stony Point et d'Iberville; une nouvelle formation, nommée officiellement Sainte-Sabine par Charbonneau (1980), est désignée pour les strates déformées et imbriquées sises en avant de la faille de Logan. D'après leur contenu graptolitique, un âge Utica est attribué à ces trois formations. Des strates du Lorraine inférieur furent identifiées sur le côté N de la faille de Delson. Le cours de cette faille a aussi été modifié à son extrémité SE.

La faille d'Aston identifiée dans la partie NE des Basses Terres est reconnue dans la région du lac Champlain, séparant les strates paraautochtones déformées et imbriquées de la formation de Saint-Sabine des strates autochtones des Basses Terres (formation d'Iberville).

Les roches appalachiennes de l'angle SE de la région appartiennent à deux éléments structuraux majeurs: l'écaille de Philipsburg et la nappe de Cowansville (auparavant connue sous le nom d'écaille de Rosenberg).

L'écaille de Philipsburg composée de sept formations, comprend à sa base la dolomie de Milton anciennement associée à l'écaille de Rosenberg. Des coupes-types sont désignées pour ces formations et quelques-unes sont en plus redéfinies.

La nappe de Cowansville telle que proposée par Charbonneau (1980) est composée du groupe de Stanbridge, ce dernier comprend trois unités et seule la partie inférieure est présente dans la région de Lacolle. Ce groupe prend toute son ampleur dans le feuillet de Sutton.

Les seules opérations économiques de la région proviennent des carrières qui produisent de la pierre concassée et la matière première servant à la fabrication de panneaux muraux. Un gîte d'uranium, pas encore prouvé économique, est cependant présent dans l'angle SE de la région aux environs de Saint-Armand Station. Une bande de dolomie importante est aussi délimitée dans l'écaille de Philipsburg et n'attend qu'un marché favorable. Le calcaire de haute qualité et d'apparence de marbre, si intensément exploité dans le passé, demeure une ressource sure.

Les possibilités pétrolières, les prospects énumérés ci-dessus et sa localisation à proximité, d'une région hautement industrialisée ajoutent au potentiel économique de la région de Lacolle et de la partie sud de Saint-Jean.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	1
Travaux sur le terrain	2
Géologie générale	2
Travaux antérieurs	4
ROCHES SÉDIMENTAIRES	5
BASSES TERRES DU SAINT-LAURENT	5
Groupe de Potsdam	5
Formation de Châteauguay	5
Membre de Cairnside	5
Distribution	5
Faune et corrélation	6
Epaisseur	7
Membre du Ruisseau Norton	7
Distribution	8
Faune et corrélation	10
Epaisseur	10
Groupe de Beekmantown	10
Formation de Beauharnois	10
Distribution	11
Frontière américaine	11
Saint-Bernard-de-Lacolle	12
Henrysburg	13
Napierville	17
Lacolle	21
Faune et corrélation	22
Epaisseur	22
Groupe de Chazy	23
Formation de Laval	23
Distribution	23
Faune et corrélation	31
Epaisseur	32
Groupe de Black River	34
Groupe de Trenton	35
Formation de Mile End	35
Formation de Deschambault	35
Formation de Montréal	36
Membre de Saint-Michel	36
Membre de Rosemont	37
Rivière L'Acadie	37
Ménard	38
Carrière Baillargeon	39
Faune et corrélation	40
Epaisseur	41
Unités d'âge Utica	43
Formation de Stony Point	43
Distribution	44
Rivière Lacolle	45
Saint-Valentin	45
Rivière Richelieu	45
Miranda	45
Noyan	46
Clarenceville - Henryville	47
Faune et corrélation	49
Epaisseur	51
Formation d'Iberville	51

Pages

Coupe-type 51
Distribution 52
Baie de Venise 52
Henryville 54
Saint-Sébastien 55
Rivière aux Brochets 55
Saint-Alexandre - Saint-Grégoire. 56
Faune et corrélation 57
Epaisseur 58
Formation de Sainte-Sabine 59
Distribution 61
Sainte-Sabine 61
Notre-Dame-de-Stanbridge 63
Stanbridge-Station 64
Morgan-Corners 65
Baie Missisquoi 66
Faune et corrélation 67
Epaisseur 69
Brèche de Lacolle 69
Distribution 72
Frontière américaine 72
Lacolle 73
Au sud du village 73
Voie ferrée du C.N. 74
Dans le village 74
Au nord du village 75
Napierville 76
Faune et corrélation 77
Epaisseur 78
Groupe de Lorraine 78
Faune et corrélation 79
Epaisseur 79

APPALACHES 79

Groupe de Philipsburg 80
Dolomie de Milton 81
Lithologie 82
Distribution 84
Faune et corrélation 84
Epaisseur 85
Paléoenvironnement 85
Formation de Rock River 85
Membre A (grès) 85
Membre B (calcaire) 86
Membre C (dolomie) 87
Faune et corrélation 88
Epaisseur 88
Paléoenvironnement 89
Formation de Strites Pond 89
Lithologie 89
Distribution 91
Philipsburg 92
Carrières de la M.S.M.C. 93
Carrière Messier 94
Carrière de Saint-Armand 95
Carrière Industrial Fillers 98
Carrière Méthé et Frères 98
Faune et corrélation 99
Epaisseur 99

Pages

Paléoenvironnement 99
Formation de Wallace Creek 99
Lithologie 100
Distribution 100
Philipsburg 100
Saint-Armand-Station 101
Carrière de la M.S.M.C. 102
Carrière de Saint-Armand 103
Morgan-Corners 103
Rosenburg 104
Faune et corrélation 104
Epaisseur 104
Paléoenvironnement 104
Formation de Morgan Corners 105
Lithologie 105
Distribution 105
Philipsburg 105
Morgan-Corners 107
Rosenberg 109
Faune et corrélation 109
Epaisseur 109
Paléoenvironnement 109
Formation de Hastings Creek 109
Lithologie 110
Distribution 111
Saint-Armand 111
Philipsburg 112
Morgan-Corners 112
Faune et corrélation 115
Epaisseur 116
Paléoenvironnement 116
Formation de Naylor Ledge 116
Lithologie 116
Distribution 117
Synclinal de Saint-Armand 117
Morgan-Corners 119
Faune et corrélation 120
Paléoenvironnement 120
Formation de Luke Hill 121
Lithologie 122
Distribution 122
Saint-Armand 122
Morgan-Corners 123
Faune et corrélation 124
Epaisseur 125
Paléoenvironnement 125
Formation de Solomons Corner 125
Membre A 126
Distribution 127
Saint-Armand 127
Morgan-Corners 132
Faune et corrélation 133
Epaisseur 134
Paléoenvironnement 134
Membre B 134
Distribution 135
Saint-Armand 136
Morgan-Corners 137
Faune et corrélation 140
Epaisseur 142

Pages

Paléoenvironnement 143
Faune de la formation 143
Epaisseur de la formation 143
Paléoenvironnement de la formation. 143
Formation de Corey 143
Lithologie 143
Distribution 143
Faune et corrélation 145
Epaisseur 146
Paléoenvironnement 147
Paléoenvironnement des formations du groupe de Philipsburg 147
Groupe de Stanbridge 147
Lithologie 147
Distribution 148
Segment nord 148
Segment sud 151
Faune et corrélation 152
Groupe de Shefford 153
Lithologie 153
Distribution 153
Age et corrélation 153
Epaisseur 154

ROCHES INTRUSIVES 154

TECTONIQUE 154

Basses Terres du Saint-Laurent 154
Plis 155
Failles 156
Faille du Ruisseau Tracy 156
Faille d'Aston 156
Faille de Delson 157
Appalaches 157
Ecaille de Philipsburg 158
Nappe de Stanbridge 160
Klippe de Granby 160
Mise en place 160
Limite Basses Terres - Appalaches 160

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE 163

Gaz et pétrole 163
Uranium 163
Pyrite 163
Fluorine 163
Dolomie 164
Calcaire 164
Philipsburg 164
Henrysburg 167
Napierville 167
Saint-Jean 168
Saint-Jacques-Le-Mineur 168
Sable et gravier 169

GÉOCHIMIE 169

RÉFÉRENCES 169

Pages

ANNEXES:

1 - Forages pétroliers 175
2 - Coupe de la Formation de Strites Pond dans des carrières de la région de Lacolle
A - Carrière de la Missisquoi Stone and Marble 177
B - Carrière Messier 181
C - Carrière Saint-Armand 184
D - Carrière Méthé et Frères 189
3 - Lames minces des dykes 193
4 - Localités à stromatolites, biohermes-biostromes et structures algaires ... 195
5 - Echantillonnage de sédiments de ruisseaux 197

INTRODUCTION

La région de Lacolle - Saint-Jean, cartographiée à l'échelle de 1:15 840 au cours des étés 1975, 1976 et 1977, est limitée par les longitudes 73°00' et 73°30' d'une part et par la frontière américaine (à environ 1.5 km au nord de la latitude 45°00') et la latitude 45°21' d'autre part. Elle couvre environ 920 km^2 dans les comtés de Laprairie, Napierville, Saint-Jean, Iberville et Missisquoi. Les cartes topographiques utilisées au cours du travail sont celles de Lacolle (31 H/3) et Saint- Jean (31 H/6), à l'échelle de 1:50 000.

La région est bordée au nord par celle de Saint-Jean - Beloeil (Clark, 1955), à l'ouest par celle de Châteauguay (Clark, 1966) et à l'est par celle de Sutton (Charbonneau, 1980). Voir page 4 du couvert pour localisation.

La moitié ouest de la région est desservie par deux voies de chemin de fer du Canadien National ainsi que par une extension jusqu'à Delson (la Napierville Junction) de la voie ferrée américaine Delaware & Hudson.

De nombreuses routes sillonnent la région. Les deux principales sont les routes 15 et 133. La première, aussi appelée "Sir Wilfrid Laurier", se trouve dans la partie ouest de la région et mène à la frontière américaine (Etat de New-York). La seconde, dans la partie est de la région, mène aussi à la frontière américaine mais du côté du Vermont. De nombreuses routes secondaires rendent accessibles toutes les parties de la région.

La rivière Richelieu, qui prend sa source dans le lac Champlain et se déverse dans le fleuve Saint-Laurent, est le principal cours d'eau de la région. La rivière Lacolle et la rivière du Sud sont ses plus gros tributaires. Le canal Chambly, très utilisé par les bateaux de plaisance se rendant aux Etats-Unis, longe le côté ouest de la rivière Richelieu.

Une autre rivière d'importance dans la région est la rivière aux Brochets, qui passe par Pike-River (Saint-Pierre-de- Vérone) et se jette dans la partie nord, marécageuse, de la baie Missisquoi. Une autre est la rivière L'Acadie, qui passe par Napierville, dans l'angle nord-ouest de la région, et se déverse dans le bassin de Chambly, plus au nord.

La baie Missisquoi est le plus imposant plan d'eau de la région. Couvrant quelque 47 km^2, elle représente l'extension en terre canadienne du lac Champlain.

Le relief est très peu marqué, à l'exception de l'angle sud-est de la région où des collines atteignent 99 m au-dessus du niveau de la mer.

TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Le travail de terrain fut commencé en 1975 sur la feuille de Lacolle, du côté ouest du Richelieu. Durant l'été de 1976, la cartographie se continua sur le côté est du Richelieu, sans toutefois toucher à l'angle SE. En 1977, la partie sud de la feuille de Saint-Jean ainsi que l'angle SE de la feuille de Lacolle (à l'exception de la nappe de Stanbridge; voir figure 1) furent cartographiées; ce travail fut suivi d'une révision de la totalité de la région. Le secteur de la nappe de Stanbridge fut cartographiée par J.-M. Charbonneau (1980), ceci constituant le prolongement de son travail dans la région de Sutton.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

Les roches de notre région appartiennent à deux provinces distinctes: les Basses Terres du Saint-Laurent et les Appalaches. Ces provinces sont séparées l'une de l'autre par deux failles inverses de chevauchement: la faille d'Aston et la faille de Logan. Les Basses Terres couvrent presque entièrement la région à l'exception de l'angle sud-est qui se rattache aux Appalaches.

Trois failles majeures affectent la région: la faille du Ruisseau Tracy à l'est de Lacolle; la faille d'Aston, à l'est de Pike-River; et la faille de Logan, bien visible à Philipsburg, séparant les Basses Terres des Appalaches.

La partie de la région appartenant aux Basses Terres est composée des roches sédimentaires cambriennes et ordoviciennes suivantes:

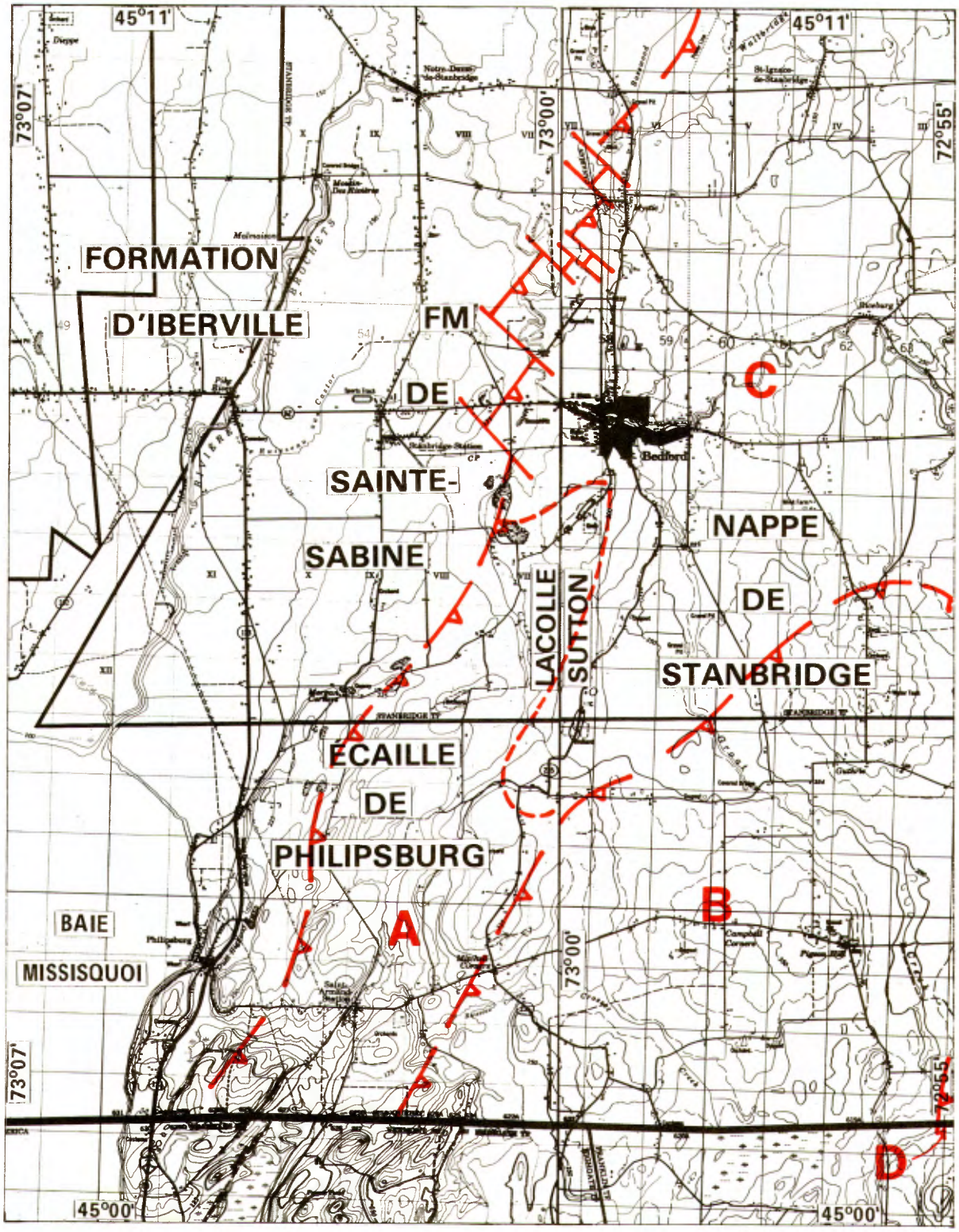
. grès de Cairnside et grès et dolomie du Ruisseau Norton (Potsdam) dans l'angle sud-ouest de la région;
. dolomie de Beauharnois (Beekmantown) dans le centre-ouest et le nord-ouest;
. calcaire de Chazy dans l'angle nord-ouest;
. brèche de Lacolle (Utica), occupant une étroite bande dans le sud- ouest;
. shales de Stony Point, d'Iberville et de Sainte-Sabine (Utica) dans le centre-sud et le centre-est.

La partie de la région relevant du secteur appalachien est composée des roches sédimentaires cambriennes et ordoviciennes suivantes:

. dolomie de Milton;
. dolomie de Rock River;
. calcaire de Strites Pond;
. calcaire de Wallace Creek;
. dolomie de Morgan Corner;
. calcaire de Hastings Creek;
. calcaire de Naylor Ledge;
. calcaire de Luke Hill;
. calcaire de Solomons Corner
. calcaire de Corey.

A ces unités, qui font partie du groupe de Philipsburg, s'ajoutent les ardoises, calcaires et conglomérat calcaire du groupe de Stanbridge et les ardoises du groupe de Shefford.

FIGURE 1 - Partie SE de la feuille de Lacolle, et partie SW de la feuille de Sutton pour montrer les étendues cartographiées par Globensky (en clair) et par Charbonneau (en ombragé). En rouge, les unités structurales de Clark (1934) et Clark & Eakins (1968) A = Séquence carbonatée de Philipsburg; B = Ecaille de Rosenburg; C = Complexe de Stanbridge; D = Nappe d'Oak Hill.


45°11'
73°07'
73°00'
72°55'
FORMATION
D'IBERVILLE
FM
DE
SAINTE-
SABINE
LACOLLE
SUTTON
NAPPE
DE
STANBRIDGE
ÉCAILLE
DE
PHILIPSBURG
BAIE
MISSISQUOI
A
B
C
D
Bedford
45°00'

TRAVAUX ANTÉRIEURS

En ce qui concerne la feuille de Lacolle, la toute première publication que l'on puisse trouver remonte à Billings (1861). Elle décrit les roches et les fossiles des environs de Philipsburg.

Comme pour bien d'autres régions du Québec, Sir William Logan fut cependant le premier à tracer les limites des différentes formations géologiques de la région; la carte parut dans son gigantesque rapport de 1864 connu sous le nom de **Géologie du Canada.** C'est aussi dans la région de Lacolle, plus précisément à Philipsburg, qu'il a traçé cette faille majeure qui porte son nom mais qui est aussi appelée faille Champlain, faille du Saint-Laurent, ou faille des Appalaches.

Ells (1896), visitant la région par la suite, y distinguait deux nouvelles formations et augmentait considérablement les collections de fossiles des diverses formations. Son apport principal fut de rattacher au Cambrien inférieur (et non pas au Potsdam comme l'avait fait Logan) la dolomie qui forme la partie orientale de l'écaille de Philipsburg.

Plusieurs années plus tard, Bradley (1923) a publié, sur le secteur de Philipsburg, un article tentant de faire une corrélation des roches à l'intérieur du Beekmantown. Il faut aussi mentionner plusieurs articles portant sur l'âge des roches des Appalaches dans le sud du Québec et la partie nord du Vermont, tels ceux de Marcou (1861, 1889), Richardson (1866), Brainerd et Seely (1890), Brainerd (1891), Raymond (1905, 1916), Foyles (1923), Clark (1924) et Ulrich (1930). Ces articles ne réfèrent qu'à des formations spécifiques et non pas à la géologie de la région de Lacolle en général.

Ce n'est que dans les années 1927, 1928, 1929 et 1930 que la cartographie détaillée de la région fut entreprise. Elle le fut par T.H. Clark et H.W. McGerrigle pour le compte de la Commission géologique du Canada. Cette cartographie fit le sujet d'une thèse de doctorat présentée par McGerrigle au département de géologie de l'université de Princeton en 1930. Un rapport conjoint fut présenté par Clark et McGerrigle à la Commission géologique du Canada, qui ne l'a signalé au public qu'en 1970. Plusieurs articles, qui étaient des extraits de ce rapport, ont toutefois été publiés à l'occasion d'études locales ou régionales: McGerrigle (1930, 1931); Clark (1934, 1946); Eakins (1962); Clark & Eakins (1968). Deux autres études, d'application industrielle (matériaux de construction, etc.), furent rédigées par Parks (1914) et par Goudge (1935) concernant plus particulièrement les calcaires de la région.

En 1971, R.G. Gilmore a présenté une thèse de maîtrise à l'université McGill sur la stratigraphie de deux écailles de la région de Sutton (Philipsburg et de Rosenberg) débordant dans Lacolle (figure 186). Ce travail

comprend un modèle de sédimentation pour les carbonates de ces formations.

En ce qui concerne la région de Saint-Jean, elle a surtout été étudiée par T.H. Clark, qui a publié un rapport préliminaire en 1943 et un rapport final en 1955.

ROCHES SEDIMENTAIRES

BASSES TERRES DU SAINT-LAURENT

(tableau 1)

GROUPE DE POTSDAM

Le groupe de Potsdam (Emmons, 1838) n'est représenté que par la formation de Châteauguay. Clark (1966) a défini cette formation et a tracé le développement de sa stratigraphie. La formation de Covey Hill, à la base de ce groupe, n'affleure pas dans notre région mais apparaît dans celle de Châteauguay, adjacente à l'ouest.

FORMATION DE CHATEAUGUAY

Dans notre région, la formation de Châteauguay est composée de grès et de dolomie et se divise en membre inférieur de Cairnside et membre supérieur du Ruisseau Norton. Le premier est une orthoquartzite blanche tandis que le second est une alternance d'orthoquartzite, de grès dolomitique et de dolomie.

MEMBRE DE CAIRNSIDE

Le membre de Cairnside est une orthoquartzite compacte, blanche en surface fraîche et gris blanchâtre en surface altérée. Les grains de quartz varient de petits à gros, les premiers en prédominance, et sont arrondis ou subarrondis. On remarque, par endroits, de la stratification entrecroisée mais peu développée. Le ciment, peu abondant, est siliceux mais parfois dolomitique. La roche se présente généralement en lits dépassant rarement 60 cm d'épaisseur, la plupart n'excédent pas 25 cm.

DISTRIBUTION

Le membre de Cairnside affleure dans l'angle sud-ouest de la région [1]*, des deux côtés de la route 15, près de la frontière américaine, à un endroit nommé Blackpool (figure 2), là où se trouvent les bureaux des douanes canadiennes et américaines.

Il est difficile de départager ce qui appartient au Cairnside de ce qui appartient au membre inférieur du Ruisseau Norton vu qu'on est en présence d'une dolomie accompagnée d'une orthoquartzite identique à celle du mem-

* Pour en faciliter le repérage, les affleurements sont identifiés par un numéro entre parenthèses dans le texte et encerclés sur la carte.

TABLEAU 1 - Sommaire des formations des Basses Terres du Saint-Laurent.

Période	Groupe	Sub-divisions
O	LORRAINE	Non différencié
	UTICA (?)	Brèche de Lacolle
R		Formation de Sainte-Sabine
D		Formation d'Iberville
O		Formation de Stony Point
V		Formation de Montréal
I	T R E N T O N	*Membre de Rosemont* *Membre de Saint-Michel* Formation de Deschambault
C		Formation de Mile End
I	BLACK RIVER	Non différencié
E	CHAZY	Formation de Laval *Membre de Beaconsfield* *Faciès de St-Martin*
N	BEEKMANTOWN	Formation de Beauharnois
C A M B R I E N	P O T S D A M	Formation de Châteauguay *Membre du Ruisseau Norton* *Membre de Cairnside*

FIGURE 2 - Membre de Cairnside à Blackpool. Orthoquartzite blanche, à stratification horizontale, présentant de grandes surfaces planes typiques de cette unité.

bre de Cairnside. En plus, comme la stratigraphie est horizontale, on peut facilement assigner au membre de Cairnside une orthoquartzite qui, en réalité, fait partie de l'interstratification du membre du Ruisseau Norton. Ce n'est qu'en étudiant la dénivellation du terrain que l'on peut se situer stratigraphiquement.

FAUNE ET CORRÉLATION

Dans les affleurements du membre de Cairnside, qui sont très peu nombreux, nous n'avons noté aucun des ichnofossiles habituellement observés dans ce membre. Un âge Cambrien supérieur lui est temporairement assigné. Fisher (1968) a donné à peu près le même âge au membre de Keeseville dans l'Etat de New-York.

Le Cairnside est l'équivalent stratigraphique du membre de Keeseville; celui-ci, cartographié du côté amé-

ricain de la frontière internationale par Fisher (1968), s'étend d'une façon très restreinte dans la région de Lacolle. Aucune évidence des failles tracées par Fisher de chaque côté du membre de Keeseville n'a pu être décelée dans notre région. Il semblerait qu'il s'agisse plutôt d'une fenêtre laissant voir, à travers le membre du Ruisseau Norton, quelques affleurements du membre de Cairnside.

ÉPAISSEUR

L'épaisseur des strates du Cairnside dans la région de Lacolle est négligeable (3.0 m). Elle atteint cependant 91.5 m dans la région de Châteauguay, à l'ouest, et 137.2 m dans la région de Plattsburg (Fisher, 1968), au sud.

MEMBRE DU RUISSEAU NORTON

Ce membre est l'équivalent stratigraphique de la formation de Theresa de l'Etat de New York (Fisher, 1968) et de la formation de March de la région d'Ottawa (Wilson, 1946). Il se présente sous forme d'une alternance d'orthoquartzite, de grès dolomitique et de dolomie.

En surface fraîche, l'orthoquartzite et le grès dolomitique varient du blanc au gris-brun pâle; la dolomie est gris bleuâtre. En surface altérée, le grès dolomitique est gris-brun et la dolomie brun pâle ou gris jaunâtre. Le litage, en général assez épais, varie entre 3 et 60 cm. Les grains de quartz sont habituellement bien arrondis. Le grès dolomitique est ferruginеux.

Les affleurements dans les champs ont un aspect différent de ceux fournis par les déblais de chemin. En général, les affleurements dans les champs se présentent en blocs arrondis, habituellement plats et de peu d'épaisseur (figure 3). Les coupes de chemin, par contre, sont plus importantes, plus franches et plus épaisses. Les affleurements sont habituellement massifs surtout quand la dolomie est seule (figure 4). Cependant lorsque la dolomie est interstratifiée avec du grès dolomitique, les bancs sont plus irréguliers et forment des échancrures au niveau des lits de grès dolomitique (figure 5). Les affleurements d'orthoquartzite sont également massifs et blocailleux, mais se distinguent facilement par leur couleur gris-blanc (figure 6). Ils se présentent de préférence à proximité du membre de Cairnside. Nous avons noté quelques rares

FIGURE 3 - Grès dolomitique du membre de Ruisseau Norton. A l'ouest de Blackpool. Affleurement [3].

stratifications entrecroisées (figure 5) dans les grès dolomitiques. Les affleurements de grès et de grès dolomitique près de la zone de passage à la formation sus-jacente de Beauharnois sont fortement laminés. Cette particularité est visible aux affleurements des figures 7 et 8.

DISTRIBUTION

Le membre du Ruisseau Norton affleure dans l'angle sud-ouest de la région de Lacolle, où il occupe une superficie plus considérable que le Cairnside. Les principaux affleurements se trouvent à quatre endroits:

. Sur la route E-W, à la dernière sortie sur la route 15 (autoroute Sir Wilfrid Laurier) avant les bureaux de la douane à Blackpool [2]. Le plus bel affleurement se trouve sur le côté est du viaduc de Blackpool, où une coupe de chemin (figure 4) fait voir 1.5 m de dolomie gréseuse gris bleuâtre, à couleur d'altération beige, contenant par endroits de nombreuses vacuoles de calcite ainsi que des dodécahèdres de pyrite en relief concentrés ici et là dans la dolomie. Les lits varient entre 30 et 60 cm d'épaisseur et sont composés de dolomie et de dolomie gréseuse. Nous n'avons trouvé qu'un fossile, d'ailleurs mal conservé; il s'agit d'un gastéropode non identifiable. Nous avons pu observer, sur une surface polie par les glaciers, des stries glaciaires affichant un azimuth de 3°.

FIGURE 4 - Dolomie du membre du Ruisseau Norton. Coupe de chemin sur le côté est du viaduc à Blackpool. Affleurement [2].

. Sur un petit chemin à 2.5 km à l'ouest de la route 15 [3]. L'affleurement le plus intéressant, en bordure ouest d'un petit chemin N-S, forme un monticule d'environ 3 m de hauteur, composé de grès à grain fin, gris blanchâtre en surfaces fraîche et altérée. Il renferme de nombreuses stratifications entrecroisées (figure 5). Cet affleurement se continue dans les champs sur le côté est de la route, où on note de l'orthoquartzite blanche (figure 6). En continuant vers l'est, jusque dépassé un petit vallon, on s'apercevra qu'on est en présence d'une interstratification à grande échelle de grès dolomitique, d'orthoquartzite et de dolomie.

. Sur le chemin à l'est de la route 15 [4]. Les affleurements sont en deux groupes. Dans le premier, sur le côté ouest du chemin, on note de petites collines composées de grès dolomitique et de dolomie interstratifiés. Dans le

FIGURE 5 - Stratification entrecroisée dans les grès dolomitiques du membre du Ruisseau Norton. Affleurement [3].

FIGURE 6 - Orthoquartzite du membre du Ruisseau Norton, dans l'ouest des champs de Blackpool.

second groupe, à l'est du chemin, on remarque une lamination prononcée de la dolomie et du grès, lesquels se présentent en lits de 3 à 60 cm d'épaisseur; la coupe de 1.5 m d'épaisseur présente ici devient de plus en plus dolomitique vers le sommet.

. Près du rang Fisher [5] ici se trouvent de nombreuses sablières abandonnées dans le fond desquelles apparaissent des affleurements du membre du Ruisseau Norton. On reconnaît, encore ici, de la dolomie gris pâle en surface fraîche, gris brunâtre en surface altérée, interstratifiée sous forme de lamines avec un grès blanc, à grain fin (figure 7). Un fait à noter est la présence, à un certain niveau, d'un lit conglomératique de 5 à 8 cm d'épaisseur composé de galets plats dolomitiques (figure 8) dans une matrice de dolomie plus siliceuse, le tout surmontant un grès dolomitique laminé de couleur plutôt blanchâtre mais parfois brunâtre. On note une stratification entrecroisée par endroits. Ce conglomérat serait le résultat de fragments arrachés à proximité du rivage lors de régressions limitées avec émersion.

FIGURE 7 - Interstratification lamellaire de grès et grès dolomitique dans le membre du Ruisseau Norton. Affleurement [5].

FIGURE 8 - Conglomérat à galets plats dans les grès dolomitiques du membre du Ruisseau Norton. Affleurement [5].

FAUNE ET CORRÉLATION

Les seuls fossiles que nous ayons observés dans le Ruisseau Norton sont un gastéropode non identifiable à l'affleurement [1], ainsi que des bioforages sur des blocs dans une ancienne sablière à côté du cimetière au carrefour du rang Fisher et de la montée Boright. Fisher (1968) classe le Theresa avec le Tremadoc de son côté de la frontière. Considérant que les formations deviennent plus jeunes vers le nord, l'âge du Ruisseau Norton devrait être Ordovicien inférieur à moyen.

ÉPAISSEUR

Aucune coupe d'importance n'étant présente dans la région; il est difficile d'évaluer l'épaisseur totale de cette unité. Fisher (1968) a évalué à un maximum de 26 m l'épaisseur du Theresa dans le comté de Clinton, du côté américain. Dans la région de Châteauguay, à l'ouest, Clark (1966) estime qu'une épaisseur de 90 m serait proche de la réalité. Notre seul indice de la puissance de cette formation est le forage 43 (annexe 1) qui a recoupé 76 m de couches qui pourraient appartenir au membre du Ruisseau Norton (Clark, 1966).

GROUPE DE BEEKMANTOWN

Le groupe de Beekmantown a été ainsi nommé par Clarke et Schuchert (1899) d'après une localité de l'Etat de New York, à environ 30 km au sud de la frontière. Il comprend une série de strates grandement dominées par la dolomie; on y trouve aussi du calcaire dolomitique et cristallin, ainsi que de petites quantités de shale et de grès. Il affleure dans le tiers occidental de la région, entre la frontière américaine et Napierville.

FORMATION DE BEAUHARNOIS

Le terme de formation de Beauharnois fut proposé par Raymond (1913) pour les dolomies massives et les calcaires d'âge Beekmantown qui affleurent dans la région avoisinante de Montréal. Plus spécifiquement, le nom est tiré de la localité de Beauharnois, au sud de Montréal, où des affleurements représentatifs se rencontraient sur l'ancien canal de Beauharnois, entre Valleyfield et Beauharnois. Ce canal est maintenant presque complètement comblé.

Les subdivisions proposées par Belyea (1952), Byrne (1958) et Clark (1966) ne semblent pas s'appliquer à la

région de Lacolle vu le manque de coïncidence dans l'ordre des lithologies. Dans le secteur au sud de Henrysburg, la séquence est composée presque entièrement de dolomie cristalline, gris foncé, interstratifiée avec de la dolomie arénacée, ou grès dolomitique par endroits, en lits variant de 30 à 95 cm d'épaisseur. Nous n'avons reconnu de calcaire que sur la rivière Lacolle, au sud-est de St-Bernard-de- Lacolle. Par contre, dans le membre de Sainte-Clothilde de (Clark, 1966) la proportion de calcaire est beaucoup plus importante ainsi que le contenu fossilifère.

Par ailleurs, le secteur au nord de Henrysburg montre une interstratification régulière de dolomie massive, de calcaire cristalllin, de calcaire nodulaire dolomitique et de shale noir. Cette séquence, bien exposée dans les deux carrières au nord-est de Henrysburg et dans la coupe de la rivière L'Acadie à Napierville, ne correspond nullement au membre de Huntingdon de Clark mais plutôt au membre de Saint-Lin. Dans ce cas, le membre de Huntingdon serait absent; de plus, vu que les roches observées dans la partie sud de la région ne correspondent pas à celle du membre de Sainte-Clothilde, nous ne voyons pas l'utilité de subdiviser la formation de Beauharnois. Il serait mieux de retenir qu'une dolomie arénacée est présente à la base (sud) de la formation et qu'une interstratification de calcaire et de shale s'accentue vers le sommet, où prend place le passage aux calcaires du groupe de Chazy.

Dans l'Etat de New York, Fisher (1968) subdivise le groupe de Beekmantown en cinq unités. En nous basant sur la lithologie, la faune et les positions stratigraphiques, nous croyons que nos roches pourraient s'apparenter aux unités Fort Cassin B_4 et Providence Island B_5.

DISTRIBUTION

Les principaux affleurements se trouvent:

. près de la frontière américaine;
. au voisinage de Saint-Bernard-de-Lacolle:
. au voisinage des deux carrières au nord-est de Henrysburg;
. sur la rivière L'Acadie, à Napierville, et à l'ouest de celle-ci;
. sur le contact avec la brèche de Lacolle.

FRONTIÈRE AMÉRICAINE

A l'extrémité sud de la route 221 (ou rang Saint-George), au sud d'Odelltown, une immense sablière abandonnée s'étend sur environ 800 m jusqu'à la frontière américaine **[6]**. Une exploitation de la roche de fond a débuté en 1976. La coupe de 4.5 m d'épaisseur qui était visible à ce moment se décrit comme suit:

- Sommet - Shale gréseux, gris-brun, en lits de 5 cm d'épaisseur, interstratifié avec de la dolomie laminée gris-bleu en lits de 8 à 20 cm d'épaisseur.
- Shale gréseux gris brun.
- Dolomie massive, gris-bleu en surface fraîche et beige à orange en surface altérée.

- Base - Dolomie comme ci-dessus avec passées de calcaire.

A la base, les lits sont moins épais (5 à 15 cm); vers le sommet, ils varient entre 20 et 30 cm. De nombreux bioforages apparaissent à la surface des lits (figure 9) et la dolomie renferme de nombreuses vacuoles remplies de calcite.

Au nord-ouest de cette sablière, on rencontre une série d'affleurements [7] dans lesquels la roche est une dolomie gris moyen en surface fraîche, gris beige en surface altérée, et généralement laminée. Les affleurements s'étendent sur une grande distance mais ne constituent de vraie coupe nulle part; ils ne forment que le plancher des sablières.

SAINT-BERNARD-DE-LACOLLE

Le plus important affleurement se trouve sur le côté est de la route

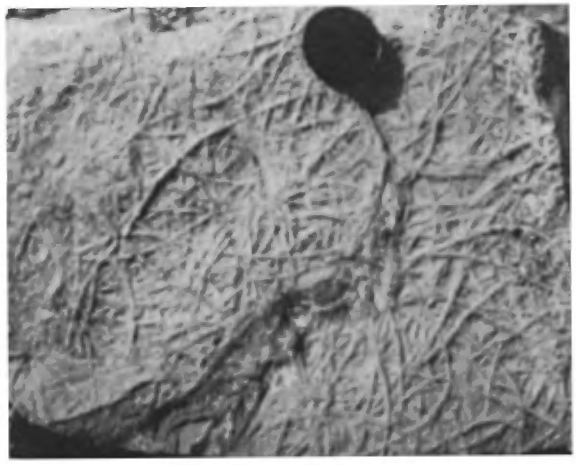


FIGURE 9 - Bioforages dans la formation de Beauharnois. Affleurement [6].

au sud de Saint-Bernard- de-Lacolle [8]. Il occupe une bonne partie des champs mais sans beaucoup de relief et est composé de dolomie cristallisée avec une dolomie arénacée en lits de 30 à 45 cm. Cependant, si on se dirige vers la rivière Lacolle, on y observe une coupe de 3.0 m d'épaisseur de dolomie gris moyen en surfaces fraîche et altérée interstratifiée avec des lits de calcaire qui varient entre 10 et 30 cm d'épaisseur. Le calcaire est compact et va de sublithographique à cristallin; sa couleur est gris foncé en surface fraîche et gris pâle en surface altérée. On y observe aussi une mince réticulation de shale.

De nombreux bioforages sont visibles sur cet affleurement, dont **Gyrichnites**, ainsi que des fragments de gastéropodes.

Vers l'ouest, le prolongement de la route 52 a dégagé, au nord de Belle-Vallée [9], une coupe de 1.5 m d'épaisseur de dolomie laminée contenant des passées gréseuses de couleur blanchâtre. Encore plus vers l'ouest [10], se trouvent de beaux affleurements, dont une coupe de 2.4 m d'une interstratification de dolomie et de dolomie gréseuse (figure 10). Les lits varient entre 20 et 75 cm d'épaisseur et ont une couche d'altération brunâtre pouvant atteindre 5 cm. Nous avons noté de nombreuses empreintes de gastéropodes, probablement **Lecanospira compacta** (Salter), ainsi que des bioforages. A 800 m à l'ouest de ce point, on rencontre de nombreux affleurements à fleur de terre [11]. Ceux-ci

FIGURE 10 - Formation de Beauharnois. Coupe le long de la route 15. Affleurement [10].

sont composés de dolomie gréseuse gris beige affichant de nombreuses cavités de dissolution. Sur la route 15, à 800 m au sud de son croisement avec la route 202, il existe un autre affleurement [12] de dolomie avec interstratification de calcaire et de grès et séparations de shale; cet affleurement renferme de nombreux **Lecanospira** sp. bien conservés.

HENRYSBURG

C'est dans ce secteur que l'on peut le mieux étudier le groupe de Beekmantown, grâce à deux carrières, des coupes de chemin et des affleurements dans les champs. Les deux carrières [13], en bordure est de l'autoroute 15, sont séparées l'une de l'autre par une route secondaire qui offre elle-même une petite coupe du Beekmantown (tableaux 2, 3, 4). La partie accessible de la carrière au sud de la route secondaire (figures 11, 12) semble être stratigraphiquement inférieure à celle du côté nord (figures 20, 21). A cause du manque de repères, il est difficile d'ajuster les coupes mais nous ne croyons pas qu'il y ait un hiatus d'importance.

Sur le côté est du lac Cristal [14], qui n'est rien d'autre qu'une ancienne carrière remplie d'eau, on remarque 3 m de dolomie massive, gris beige en surface fraîche, beige en

TABLEAU 2 - Coupe de la formation de Beauharnois. Paroi orientale de l'ancienne carrière au sud de la route secondaire laissant l'autoroute 15 au nord-ouest d'Henrysburg.

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
. Dolomie beige à brunâtre en surface altérée, gris medium à gris-bleu en surface fraîche, dense et massive. Vacuoles de calcite. Lits variant de 8 à 33 cm. Par endroits, la dolomie est laminée et la stratification entrecroisée. Les biofarages sont abondants en surface et à l'intérieur des lits et toujours de teinte plus brunâtre que le reste de la roche. En surface, stromatolites et gastéropodes ou nautiloïdes enroulés (figures 13, 14).	1.75	11.41
. Calcaire dolomitique en lits de 2 à 4 cm d'épaisseur; altération beige.	1.37	9.66
. Conglomérat calcaire, à fragments arrondis et angulaires, lithographique, gris medium en surface fraîche.	0.07	8.29
. Calcaire lithographique avec passées dolomitiques; amygdales de calcite.	2.44	8.22
. Conglomérat calcaire, avec nodules allongés de calcaire lithographique entouré de dolomie; fragments en majorité arrondis et parfois angulaires.	1.06	5.78
. Calcaire nodulaire lithographique. Les nodules, entourés de passées de shale et de dolomite, sont en majorité lithographiques mais parfois cristallines (figure 15).	0.30	4.72
. Calcaire cristallin, fossilifère, à passées de shale et de dolomie. Renferme des nodules qui sont surtout lithographiques mais sont parfois cristallins.	1.98	4.42
. Shale calcareux, gris moyen à foncé	0.46	2.44
. Dolomie massive, à couleur d'altération beige; gris medium en surface fraîche (figure 16). Nombreuses amygdales de calcite rose. Lits variant de 10 à 28 cm d'épaisseur.	1.98	1.98
. Base.	0.0	0.00

surface altérée, laminée par endroits et fortement fracturée par un système vertical de diaclases. On retrouve cette même dolomie - pâle, massive et très fracturée - dans une coupe en bordure de la route 15, à 200 m au sud-ouest du lac Cristal [15] près de la sortie d'Henrysburg. Il semblerait que cette coupe soit le prolongement de l'affleurement 14 et qu'elle serait sus-jacente, entièrement ou partiellement, aux derniers lits massifs de la carrière de la figure 20.

Au nord-est des deux carrières, des deux côtés de la route menant d'Henrysburg au Coin Douglas, on rencontre des affleurements [16] composés des mêmes types de dolomie et calcaire interstratifiés que dans les carrières. On note cependant que la

TABLEAU 3 - Coupe de la formation de Beauharnois. Sur la route secondaire laissant l'autoroute 15 au nord-ouest d'Henrysburg.

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m) Unitaire	Cumulée
. Calcaire cristallin à grain moyen contenant de nombreux gastéropodes (Euomphalopsis sp; figures 17, 18) ainsi que de petits nautiloïdes (figure 19).	0.23	2.30
. Dolomie arénacée blanche	0.07	2.07
. Dolomie massive; altération beige; lits de 15 à 25 cm d'épaisseur.	0.91	2.00
. Lits de 5 à 8 cm de calcaire cristallin, avec minces séparations de shale (3 mm).	0.33	1.09
. Dolomie laminée, massive, en lits de 35 cm d'épaisseur; altération beige.	0.76	0.76
. Base	0.0	0.0

TABLEAU 4 - Coupe de la formation de Beauharnois. Sur la route secondaire laissant l'autoroute 15 au nord-ouest d'Henrysburg (figures 20, 21).

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m) Unitaire	Cumulée
. Gros lit de dolomie, au sommet de la carrière; brun foncé.	0.58	12.92
. Dolomie massive, dense, en gros bancs, gris-bleu en surface fraîche, beige en surface altérée.	1.57	12.34
. Lits de dolomie massive, dense, gris fer bleuté, en lits de 7 à 33 cm d'épaisseur. Par endroits, quelques passées cristallines à l'intérieur des lits.	3.35	10.77
. Calcaire cristallin et dolomie interstratifiée formant un lit de 13 mm d'épaisseur.	0.18	7.42
. Calcaire cristallin gris fer contenant des vacuoles de calcite blanche. Quelques petites passées dolomitiques.	0.23	7.24
. Séparation de shale.	0.03	7.01
. Altération beige-brun. Dolomie gris fer bleuté massive, dense, en lits de 10 à 15 cm d'épaisseur.	2.67	6.98
. Séparation de shale calcareux, gris foncé.	0.05	4.31
. Calcaire lithographique avec passées cristallines en lits de 10 à 13 cm d'épaisseur; conglomératique par endroits.	0.76	4.26
. Lits de calcaire nodulaire avec séparations de shale dolomitique.	0.46	3.50
. Lits de calcaire cristallin, comprenant des débris de fossiles et des cristaux de calcite; une passée de shale.	0.13	3.04
. Séparation de shale calcareux, gris foncé.	0.02	2.91
. Dolomie uniforme, dense, gris-bleu en surface fraîche, en lits de 2 à 10 cm, ondulants à la base, avec minces séparations de shale. Quelques vacuoles de calcite blanche. Les 75 cm du sommet semblent plus massifs parce qu'ils se présentent selon un plan de clivage.	2.89	2.89
. Base	0.0	0.0

FIGURE 11 - Formation de Beauharnois. Carrière abandonnée sur le côté sud de la route secondaire au NW de Henrysburg. Affleurement [13].

FIGURE 12 - Vue rapprochée de la figure 11.

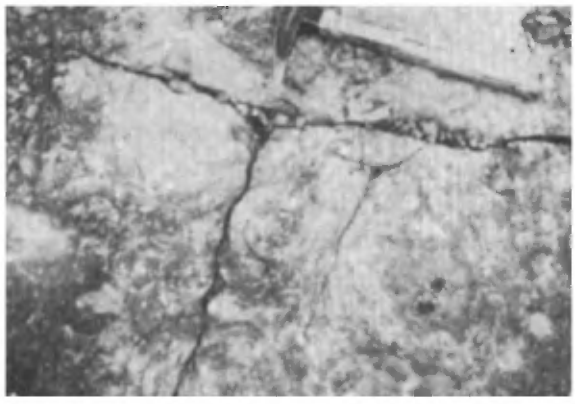


FIGURE 13 - Formation de Beauharnois. Carrière de la figure 11. Structures algaires (stromatolites) accompagnées de gastéropodes ou nautiloïdes enroulées.

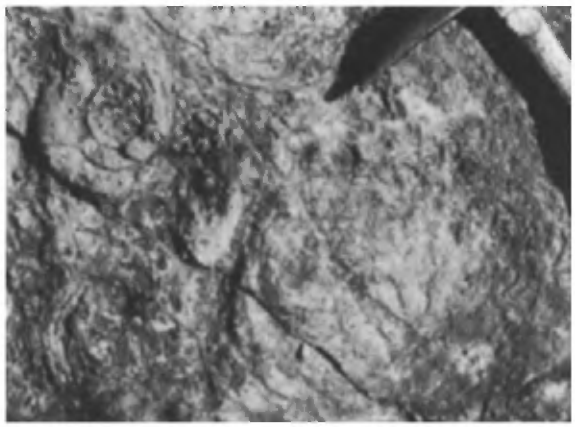


FIGURE 14 - Vue rapprochée de la figure 13.

FIGURE 15 - Formation de Beauharnois, carrière de la figure 11. Calcaire nodulaire.

FIGURE 16 - Formation de Beauharnois, carrière de la figure 11. Banc massif de dolomie de la coupe du tableau 2.

FIGURE 17 - Formation de Beauharnois. Route secondaire laissant l'autoroute 15 au nord-ouest d'Henrysburg. Quelques spécimens de **Euomphalopsis sp.**

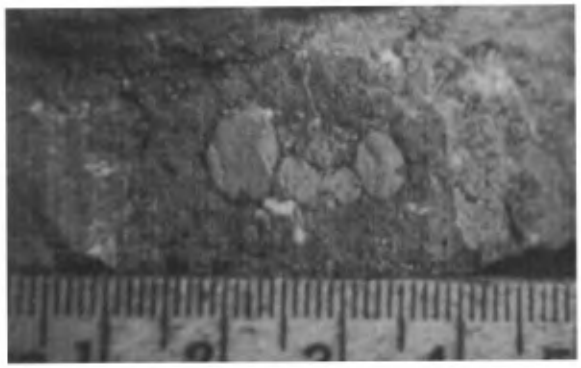


FIGURE 18 - Coupe à travers l'échantillon de la figure 17.

FIGURE 19 - Formation de Beauharnois, à Henrysburg. Plusieurs spécimens de **Maclurites-la sp.** et de nautiloïdes droits.

FIGURE 20 - Formation de Beauharnois. Carrière sur le côté de la route secondaire quittant l'autoroute 15 au nord-ouest d'Henrysburg.

FIGURE 21 - Vue rapprochée de la figure 20.

dolomie massive affleurant dans les champs ou dans les bois présente une altération blocailleuse, i.e. que les lits massifs de 30 à 60 cm d'épaisseur semblent avoir été séparés en gros blocs par les intempéries, un peu comme dans le cas des lits d'orthoquartzite du membre du Ruisseau Norton (figure 3). Par contre, quand le calcaire compose les couches, celles-ci ne présentent aucun relief et sont fortement crevassées dans la plupart des cas.

NAPIERVILLE

Le lit de la rivière L'Acadie, à la hauteur de Napierville, fut creusé voilà environ 10 ans, dégageant une belle coupe (figures 22 et 23) qui s'étend sur une distance de 800 m en amont du pont de la rue principale. Cette coupe [17] est identique à celle des deux carrières au nord-ouest d'Henrysburg, i.e. une dolomie massive, beige, souvent laminée et à vacuoles de calcite blanche ou rose interstratifiée avec du calcaire cristallin gris foncé à bleu-gris, du calcaire nodulaire, et des passées de conglomérat dolomitique (figure 24) et de shale noir non calcareux.

Une description détaillée de la coupe est donnée au tableau 5; elle commence à la base de la coupe, i.e. en sa partie amont. Une petite faille normale, déplaçant les lits d'une cinquantaine de centimètres (figure 23), affecte la coupe à 45 m en amont du pont de la voie ferrée. Un très bel exemple de fentes de dessication accompagnées de rides de fond (figure 25) est visible sous le pont. Aucun fossile n'a pu être dégagé de cette coupe. Nous avons cependant noté la présence, à un niveau, de gastéropodes ressemblant à **Lecanospira compacta** (Salter) et **Hormotoma** sp.; ils sont si peu

FIGURE 22 - Formation de Beauharnois. Coupe de la rivière L'Acadie, à Napierville.

FIGURE 23 - Vue rapprochée de la figure 22, montrant la petite faille à 45 m en amont de la voie ferrée.

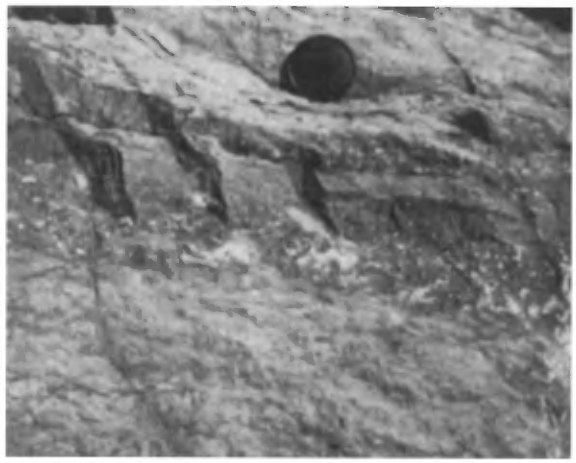


FIGURE 24 - Coupe de la rivière L'Acadie. Calcaire nodulaire surmonté d'un conglomérat calcaire.

TABLEAU 5 - Coupe de la formation de Beauharnois. Rivière l'Acadie, à Napierville (figure 22).

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m) Unitaire	Cumulée
. SOMMET Calcaire cristallin avec passées dolomitiques séparées par des interlits de shale de 0.3 cm.	0.38	21.85
. Dolomie beige, massive, contenant beaucoup de vacuoles de calcite blanche.	0.53	21.47
. Calcaire avec dolomie interstratifié, en lits de 3 cm.	0.16	20.94
. Shale noir.	0.02	20.78
. Calcaire lithographique, gris pâle, avec passées dolomitiques irrégulières. Grosses vacuoles de calcite rose.	0.33	20.76
. Shale noir.	0.25	20.43
. Calcaire noir, semi-cristallin, contenant de nombreux gastéropodes.	0.09	20.18
. Dolomie massive, beige.	0.33	20.09
. Dolomie massive, dense, gris fer, à patine beige, en petits lits séparés par de la dolomie plus argileuse	0.25	19.76
. Calcaire homogène, plus cristallin, avec quelques fragments de calcaire gris pâle, à grain fin (calcilutite).	0.22	19.51
. Calcaire nodulaire.	0.51	19.29
. Shale noir non calcareux	0.02	18.78
. Calcaire nodulaire avec passées dolomitiques; des gastéropodes.	0.47	18.76
. Dolomie massive, laminée, beige-brun.	0.33	18.29
. Dolomie brune contenant des fragments de calcaire gris pâle.	0.15	17.96
. Shale noir.	0.08	17.81
. Calcaire cristallin, fossilifère, avec passées dolomitiques contenant des fragments de calcaire.	0.24	17.73
. Shale noir.	0.01	17.49
. Dolomie beige, massive, laminée; fragments de calcaire au sommet.	0.51	17.48
. Dolomie beige, massive, laminée.	0.17	16.97
. Passées de shale gris pâle et de dolomie brunâtre.	0.25	16.80
. Calcaire cristallin, nodulaire par endroits, fossilifère, avec passées argileuses dolomitiques.	0.37	16.55
. Dolomie massive, beige, dense et laminée, contenant de petites granules calcareuses par endroits.	0.47	16.18
. Shale noir non calcareux	0.15	15.71
. Dolomie massive beige.	0.72	15.56
. Dolomie beige, en trois lits d'égale épaisseur.	0.23	14.84
. Dolomie massive, gris médium.	0.63	14.61
. Conglomérat dolomitique contenant des fragments calcaires.	0.10	13.98
. Calcaire gris-bleu, avec passées dolomitiques.	0.56	13.88
. Dolomie beige, massive, gris fer en surface fraîche.	0.21	13.32
. Dolomie massive, à patine beige, en deux lits de 20 et 31 cm.	0.51	13.11
. Dolomie massive, à patine beige, laminée, contenant au sommet un lit de conglomérat de 10 cm (fragment de dolomie massive).	0.44	12.60
. Dolomie, gris-bleu en surface fraîche.	0.21	12.16
. Dolomie massive, beige, à petite vacuoles de calcites.	0.25	11.95
. Alternance de lits de dolomie argileuse et de lits de conglomérat calcaire de 2.5 cm. Sur le dessus de l'unité, fragments de dolomie à matrice calcareuse. Fentes de dessication (figure 25).	0.16	11.70
. Conglomérat calcaire, à matrice calcaire plus grossière.	0.13	11.54

TABLEAU 5 - Coupe de la Formation de Beauharnois (suite et fin).

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m) Unitaire	Cumulée
. Calcaire nodulaire composé de fragments ou nodules de calcaire entourés de dolomie brunâtre; en deux lits de 30 et 51 cm.	0.81	11.41
. Dolomie beige, laminée	0.39	10.60
. Dolomie massive, grise.	0.17	10.21
. Dolomie beige, massive, laminée; au sommet, conglomérat à fragments (12 à 15 cm) de calcaire gris pâle entourés de dolomie; surmonté de shale.	0.46	10.04
. Dolomie laminée, beige.	0.17	9.58
. Shale non calcareux, gris moyen.	0.02	9.41
. Faille, à 41 m en amont du pont de la voie ferrée; déplacement vertical de 60 cm.		
. Calcaire gris foncé, granulaire, avec passées argileuses (shale) légèrement calcareuses; fragments de dolomie.	0.34	9.39
. Calcaire gris foncé avec passées dolomitiques vers le sommet et abondants fragments de fossiles.	0.34	9.05
. Dolomie légèrement calcareuse, gris moyen.	0.10	8.71
. Dolomie massive, dense et laminée, beige, à patine orangée.	0.46	8.61
. Shale noir non calcareux	0.13	8.15
. Dolomie dense, massive, gris fer en surface fraîche, à patine gris beige, en bancs de 15.24 à 50.8 cm.	0.91	8.02
. Shale noir non calcareux	0.02	7.11
. Dolomie massive, dense, gris moyen en surface fraîche et à patine beige.	0.60	7.09
. Dolomie brunâtre, à patine orangée.	0.04	6.49
. Dolomie beige, parfois orangée, massive, laminée, contenant de petites vacuoles de calcite blanche.	0.27	6.45
. Shale noir non calcareux.	0.04	6.18
. Dolomie, brunâtre en surface altérée.	0.05	6.14
. Shale non calcareux, gris moyen en surface fraîche, à patine gris foncé.	0.05	6.09
. Dolomie massive, dense, laminée, gris-bleu, à patine beige, en lits de 20 à 25 cm.	0.51	6.04
. Conglomérat dolomitique à matrice calcareuse.	0.06	5.53
. Dolomie massive, gris-bleu, à patine beige, avec passées calcareuses.	0.43	5.47
. Dolomie beige, à séparations ondulantes; lits de 2 à 5 cm à surface ondulante. Pyrite par endroits.	0.16	5.04
. Banc comprenant une base de 18 cm de dolomie beige massive, suivie de 15 cm de conglomérat dolomitique à matrice calcareuse et de 8 cm de dolomie à patine brunâtre.	0.41	4.88
. Dolomie gris foncé, à patine brunâtre, avec passées calcareuses.	0.10	4.47
. Dolomie beige; les 5 cm du sommet sont composés de dolomie brunâtre plus foncée, avec passées calcareuses.	0.15	4.37
. Dolomie beige, laminée de façon exceptionnelle.	0.15	4.22
. Dolomie massive, dense, gris moyen en surface fraîche, à patine beige, laminée par endroits. Au sommet, 2 cm de conglomérat à matrice calcareuse et à fragments dolomitiques très anguleux atteignant 4 cm de longueur.	0.58	4.07
. Séparation de shale noir, non calcareux	0.02	3.49
. Dolomie massive, gris moyen, à patine beige.	0.16	3.47
. Banc de dolomie massive, laminée, gris moyen, à patine beige. Nombreuses vacuoles de calcite blanche.	0.99	3.31
. Dolomie laminée, gris moyen, à patine beige, dense, massive. Nombreuses vacuoles de calcite.	1.76	2.32
. Dolomie gris-noir, à patine gris-brun foncé, avec vacuoles de calcite blanche.	0.56	0.56
. BASE	0.0	0.0

FIGURE 25 - Coupe de la rivière L'Acadie. Surface d'un lit de la figure 24 montrant des fentes de dessication et rides de fond.

dégagés qu'il est impossible de les identifier avec certitude.

A l'ouest de Napierville se trouvent des affleurements de calcaire et dolomie interstratifiés décrits par Goudge (1935) comme se trouvant sur la terre de Arthur Fortin [18] et sur celle de Hormidas Béchard [19]. Il donne des analyses de chacun des deux affleurements mais de la partie calcaire seulement.

	[18]	[19]
SiO_2	2.34	2.18
Fe_2O_3	0.35	0.61
Al_2O_3	0.69	1.07
Ca_3 (PO4)2	0.02	0.04
$CaCO_3$	86.55	89.32
$MgCO_3$	9.43	6.69
Total	98.38	99.91
S	0.14	0.11
CaO	48.48	49.88
MgO	4.51	3.20
CaO/MgO	11: 1	16: 1

Goudge a rattaché ces affleurements au groupe de Chazy. Cependant, ces minces coupes (0.9 à 1.5 m d'épaisseur) sur le site de petites carrières abandonnées, ainsi que les quelques affleurements dans les champs, sont en réalité composés à la base de calcaires gris-bleu, semi-cristallins surmontés de dolomie parfois laminée (figures 26 à 28). Un gros gastéropode complète-

FIGURE 26 - Formation de Beauharnois. Affleurement dans une ancienne carrière à quelques kilomètres à l'ouest de Napierville (à l'est du chemin du golf municipal). Dolomie (couleur foncée) en contact chenalisé avec le calcaire.

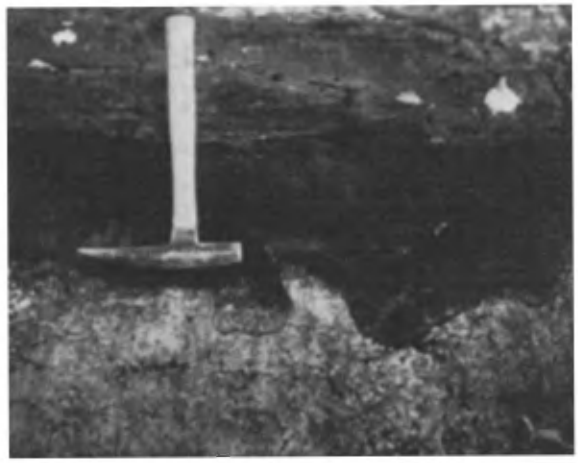


FIGURE 27 - Vue détaillée de la figure 26.

FIGURE 28 - Géodes et lentilles de calcite dans la dolomie laminée. Même affleurement que pour la figure 26.

FIGURE 29 - Contact vertical entre la formation de Beauharnois (sous la tête du marteau) et la brèche de Lacolle (gauche de la photo). Rivière Lacolle, au site du vieux moulin de Lacolle.

ment remplacé par de la calcite a été noté sur la surface de la dolomie dans le calcaire. Des bryozoaires ont également été observés.

LACOLLE

Les affleurements de la formation de Beauharnois sont en contact avec la brèche de Lacolle en quatre endroits.

. A Lacolle même, dans la partie de la rivière qui coule en direction nord **[20]**, on trouve de la dolomie massive, laminée, en lits de 45 à 60 cm d'épaisseur, affichant de nombreux bioforages dont **Gyrichnites**. En aval de ce point la rivière tourne abruptement vers l'est et, au site du barrage en ruine d'un vieux moulin, les lits horizontaux de dolomie massive du Beauharnois réapparaissent et viennent en contact avec la masse difforme de la brèche de Lacolle (figure 29).

. A 2.4 km au sud-ouest de Lacolle **[21]**, on peut observer, à l'extrémité sud de l'affleurement ouest, un contact horizontal entre une petite coupe (90 cm) de dolomie de Beauharnois et la brèche sus-jacente de Lacolle.

. A 800 m à l'ouest de l'affleurement précédent, à l'orée d'un petit bois **[22]**, une coupe de 2.5 m d'épaisseur contient deux lits massifs (40 cm) de calcaire dolomitique entre lesquels se trouvent des lits plus minces de calcaire nodulaire et de dolomie. A l'intérieur du petit bois, une masse importante de la brèche de Lacolle semble reposer sur les dolomie et calcaires de la formation de Beauharnois.

. Près de la frontière américaine, dans les bois à l'arrière des fermes du côté ouest de la route Edgerton **[23]**, des affleurements sont visibles. Les deux plus volumineux présentent une dolomie gris beige en surface altérée

et gris-bleu en surface fraîche, en lits de 2 à 5 cm d'épaisseur. Ces lits semblent soudés et donnent un aspect massif à la roche. Ils sont surmontés de roches de la brèche de Lacolle.

FAUNE ET CORRELATION

Les fossiles de la formation de Beauharnois que nous avons pu recueillir ne sont pas nombreux et ne consistent qu'en bioforages, dont **Gyrichnites,** en gastéropodes représentés par **Lecanospira** sp., **Euomphalopsis** sp. et **Hormotoma** sp., en céphalopodes (droits et enroulés) et en stromatolites. Clark et McGerrigle (1929) présentent une faune un peu plus exhaustive mais quand même très limitée:

BRACHIOPODES:

1. Orthidés
2. Linguloïdes

ECHINODERMES:

3. Calice de cystides

GASTEROPODES:

4. **Hormotoma** cf. **artemisia** (Billings)
5. **Hormotoma** sp. indéterminé. Ressemble étroitement à **H. gracilens** (Whitfield).
6. **Ophileta** cf, **levata** Vanuxem
7. **Lecanospira conferta** Ulrich
8. **Liospira** sp. indéterminé

CEPHALOPODES:

9. Fragments de deux formes d'orthoceratite.

TRILOBITES:

10. Fragments.

Stratigraphiquement parlant, la formation de Beauharnois est équivalente au Beekmantown de l'Etat de New York; elle est aussi vraisemblablement équivalente aux formations de Spellman et de Fort Cassin. D'après Fisher (communication personnelle, 1979) qui a identifié les gastéropodes trouvés dans notre Beauharnois, celle-ci serait d'un âge allant du Canadien inférieur (Gasconade) à Canadien moyen (Roubidoux) à cause des présences d'**Euomphalopsis** sp. et de **Lecanospira** sp.

La relation stratigraphique entre le groupe de Beekmantown et le groupe sus-jacent de Chazy ne peut être établie à cause de l'absence d'affleurements au contact de ces deux groupes. Nous supposons que la discordance majeure habituellement présente à la fin du Beekmantown affecte aussi les roches de notre région. Il existe cependant une discordance évidente entre le groupe de Beekmantown et la brèche de Lacolle, du moins aux endroits où celle-ci repose sur le Beekmantown.

EPAISSEUR

Il est difficile de bien évaluer, à partir d'observations sur nos terrains, l'épaisseur de la formation de Beauharnois à cause du manque de coupes d'importance et de l'horizontalité des lits. Notre coupe la plus épaisse, sur la rivière L'Acadie, n'a que 21.85 m. Clark et McGerrigle (1929) ont estimé l'épaisseur entre 83.5 et 91.5 m. Certains forages de la région de Montréal (Clark, 1972) ont recoupé des épaisseurs de 290.4 m à St-Hubert (no 32) et d'au moins 305 m dans les régions de Saint-Vincent-de-Paul (no 134) et de Saint-François-de-Sales (no 140). Dans notre région,

trois forages pétroliers ont dépassé ce chiffre: 370.0 m à 3.5 km au nord de Saint- Valentin (no 39), 522.5 m à Saint-Blaise (no 43) et 398.6 m à environ 3 km au nord de Philipsburg (no 166).

Dans l'Etat de New York, Fisher (1968) mentionne que l'épaisseur exacte du Beekmantown est indéterminable. Son tableau des formations permet toutefois de calculer un maximum de 282 m.

GROUPE DE CHAZY

FORMATION DE LAVAL

Le groupe de Chazy a été nommé par Emmons (1842) pour désigner les roches affleurant abondamment près du village de Chazy, dans le canton de même nom de l'Etat de New York. Le calcaire compose la majorité des strates de ce groupe dans notre région. On note cependant, par endroits, de la dolomitisation allant jusqu'à de véritables lits de dolomie. Les roches de ce groupe découpent un triangle au nord et à l'est de Napierville, s'appuyant contre la faille du Ruisseau Tracy à l'est, se terminant en pointe à 7 km au sud-est de Napierville et laissant le côté ouest de la carte en une bande de 3.5 km de large.

Après Emmons (1842) de nombreux chercheurs se sont intéressés au groupe de Chazy et ont contribué à le mieux faire connaître tant du point de vue stratigraphique que paléontologique. Ce n'est toutefois qu'en 1905 qu'une subdivision du groupe fut proposée par Cushing (1905). Les noms de Day Point, Crown Point et Valcour ont alors fait leur apparition dans la littérature. Comme le mentionne Fisher (1968), ces trois subdivisions ne s'appliquent cependant pas sur de grandes étendues, comme par exemple du Vermont à l'Etat de New York et encore moins au Québec et en Ontario. C'est pourquoi Clark (1952), après avoir comparé les travaux de Cushing (1905), Raymond (1905) et Wilson (1937), a proposé un regroupement et de nouveaux noms pour les roches du groupe présentes au Québec. Il a désigné ces roches sous le nom de formation de Laval (d'après la ville de même nom), comprenant elle-même deux membres: Sainte-Thérèse à la base et Saint-Martin au sommet. Le Saint-Martin ressemble à la formation de même nom de Wilson (1946) pour la région d'Ottawa. Dans ce rapport, nous utiliserons les appellations suivantes: formation de Laval, membre de Beaconsfield et faciès à calcarénite de Saint-Martin. Le membre de Sainte-Thérèse n'affleure pas. La formation de Laval est composée presque essentiellement de calcaire. Il s'agit, de façon générale, d'une calcarénite, interstratifiée par endroits de lits de dolomie massive. Dans le secteur nord-ouest de la région cette même dolomie est disséminée dans le calcaire.

DISTRIBUTION

Nos affleurements du groupe de Chazy sont concentrés dans une bande le long de la faille du Ruisseau Tracy, débutant à 2.4 km à l'ouest de Saint-

Valentin pour se terminer à 3.2 km au nord-est de Grande-Ligne (figure 30). On en trouve aussi sur la rivière L'Acadie (à 3.2 km au sud du village de même nom), dans des carrières à 3.2 km au nord-ouest de Saint-Jacques-le-Mineur et sur la rivière Saint-Jacques.

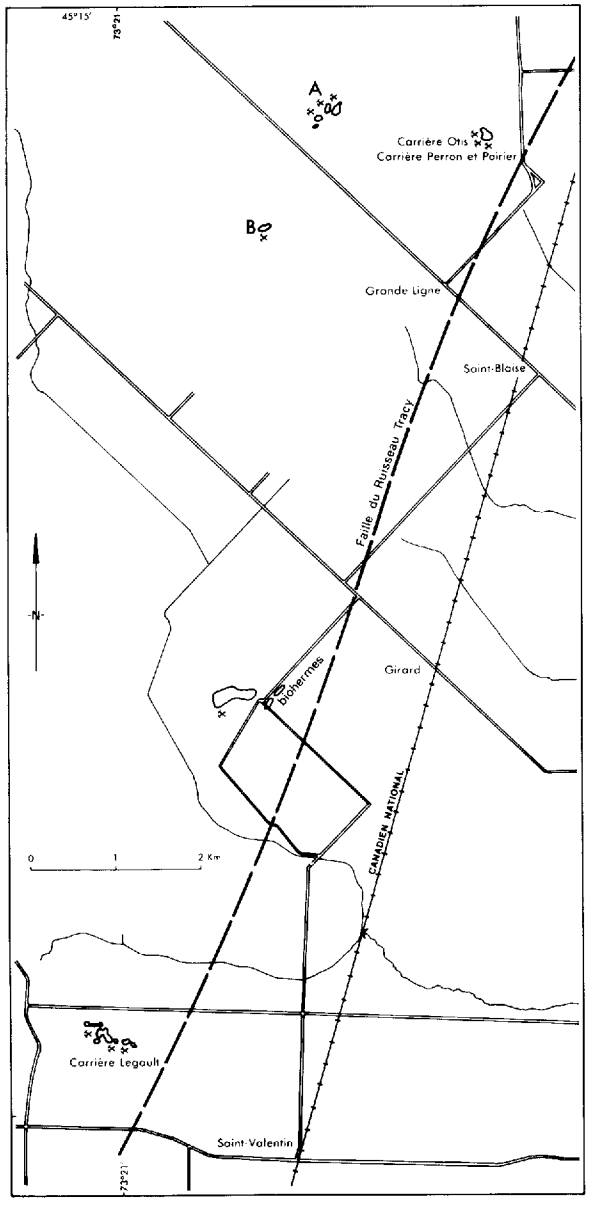


FIGURE 30 - Distribution des affleurements du groupe de Chazy dans le secteur de Saint-Valentin - Grande-Ligne.

Au sud-est de Napierville, le premier groupe d'affleurements que l'on rencontre [24] sont trois petites excavations carrières abandonnées, citées par Ells (1896) sous le nom de "carrière Legault" et à laquelle Goudge (1935) s'est référé en disant qu'elles se trouvaient sur la propriété de F. Remillard.

L'épaisseur des coupes de ces anciennes carrières ne dépasse pas 3.1 m et les dimensions de la plus grande carrière sont d'environ 30 m sur 15 m. La majorité des faces des carrières sont composées de calcarénite massive fossilifère, de grain moyen à grossier et de couleur grise, tachetée de rose par endroits. Selon Hofmann (1963), le rose est probablement causé par du manganèse dans la structure des cristaux de calcite. A la base des coupes, on peut observer un calcaire gris à gris- brun, dense et moins calcique. Le litage atteint 50 cm et donne une allure massive à la roche. Des diaclases verticales, de direction NW, affectent les faces à tous les 3 m environ. Les analyses chimiques de la "carrière Legault", telles que données par Goudge (1935), sont présentées ci-dessous.

1 - Calcarénite au sommet de la carrière.			
SiO_2	0.96	S	0.06
Fe_2O_3	0.79	Ca	52.78
Al_2O_3	0.36	MgO	1.81
$Ca_3(PO_4)2$	0.11	CaO/MgO	29
$CaCO_3$	94.14		
$MgCO_3$	3.78		
Total	100.14		

2 - Calcaire dense au fond de la carrière.

SiO_2	4.19	S	0.22
F_2O_3	1.35	CaO	42.72
Al_2O_3	1.66	MgO	2.00
$Ca_3(PO_4)^2$	0.13	CaO/MgO	29
$CaCO_3$	88.66		
$MgCO_3$	4.18		
Total	100.17		

Le second groupe d'affleurements se rencontre à 2.5 km à l'ouest de Girard [25], dans une série de petites excavations, maintenant passablement cachées par la végétation (figure 31). Le calcaire est massif (figures 32), gris, souvent tacheté de rose, de grain moyen à grossier et très fossilifère. Les couches sont généralement très épaisses, atteignant 90 cm par endroits. L'excavation la plus importante affiche une coupe d'environ 4.5 m d'épaisseur d'une calcarénite grise à gris pâle, de grain grossier (figure 33), en lits de 30 à 70 cm d'épaisseur. L'analyse chimique d'un échantillon de cette excavation est fournie au tableau suivant; elle provient de Goudge (1935).

SiO_2	1.76	S	0.06
Fe_2O_3	0.70	CaO	53.34
Al_2O_3	0.50	MgO	0.76
$Ca_3(PO_4)^2$	0.17	CaO/MgO	70
$CaCO_3$	95.09		
$MgCO_3$	1.60		
Total	98.82		

Sur la route menant vers le SW à partir de Girard, on remarque, sur le côté SE de cette route, une petite crête [26] qui, en fait est un bioherme. D'après Pitcher (1964), ce bioherme est composé, dans la partie inférieure de la coupe de plusieurs minces lentilles récifales contenant les bryozoaires **Batostoma chazyensis** et **Cheiloporella** avec quelques coraux **Billingsaria**; le reste de la coupe comprend surtout **Billingsaria** et des traces de bryozoaires et d'échinodermes. La surface de cet affleurement, bien ca-

FIGURE 31 - Groupe de Chazy à 2.5 km à l'ouest de Girard.

FIGURE 32 - Groupe de Chazy à 2.5 km à l'ouest de Girard. Banc massif près d'une ancienne excavation.

FIGURE 33 - Vue rapproché de la figure 31 pour montrer la texture granulaire du calcaire.

FIGURE 34 - Groupe de Chazy. Bioherme composé en majorité de **Billingsaria parva** ainsi que de traces de bryozoaires et d'échinodermes. Affleurement [26].

ractéristique des biohermes, est irrégulière, ondulante et de teinte pâle; elle présente une texture d'enchevêtrement de fossiles (figures 34, 35). Hofmann (1963) y a noté un remplissage de chenal recoupant un calcaire gris-bleu. Ce remplissage est une calcarénite grise bourrée de débris, surtout des bryozoaires.

A 5 km au NE de ces affleurements se trouvent les anciennes carrières de Grande-Ligne [27]. On peut voir sur le côté ouest du chemin qui permet de les atteindre, trois excavations presque entièrement remplies d'eau, à l'exception de 90 cm du sommet. La plus grande, qu'on appelait "carrière Otis", atteignait, lors de son exploitation, une profondeur de 12.2 m (Parks, 1914). Ses dimensions sont d'environ 45 m par 85 m. Les couches sont généralement composées de calcaire cristallin (calcarénite), à grain moyen, gris pâle à gris-bleu. La roche renferme de nombreux fragments de

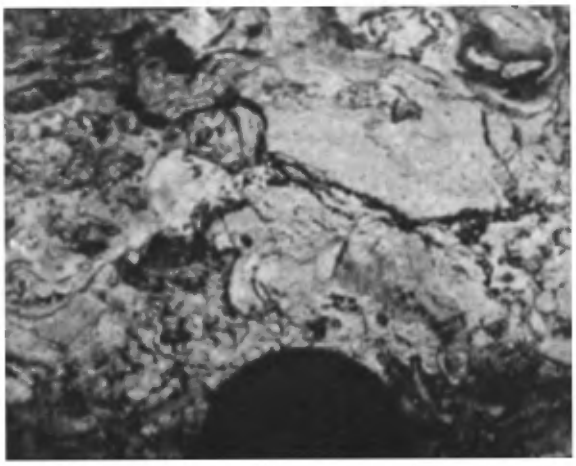


FIGURE 35 - Vue rapporchée de la figure 34.

fossiles, parfois teintés roses; elle renferme aussi des taches jaunâtres, provenant d'inclusions magnésiennes, qui occupent des surfaces importantes par endroits. Le litage, irrégulier mais généralement épais, atteint 1 m d'épaisseur. Dans la partie nord-est de la carrière, on remarque quelques bandes plus argileuses contenant des cristaux isolés de calcite rose. Le

calcaire a une teinte rougeâtre assez prononcée en certains endroits; en d'autres, comme dans la partie SW, il a une teinte bleue. Un système de diaclases NW-SE affecte les roches: il en existe un second, moins important, orienté E-W. Goudge (1935) présente l'analyse suivante des 2.5 m supérieurs de la carrière.

SiO_2	1.86	S	0.10
F_2O_3	0.87	CaO	44.50
Al_2O_3	0.45	MgO	8.12
$Ca_3(PO_4)^2$	0.04	CaO/MgO	5
$CaCO_3$	79.42		
$MgCO_3$	16.98		
Total	99.62		

Les deux autres excavations, qu'on appelait carrière Perron et carrière Poirier, sont très peu profondes et sont composées du même type de calcaire que l'on rencontre dans la partie supérieure de la "carrière Otis".

Plusieurs autres petites excavations sont visibles au NW du village de Grande- Ligne. Nous en avons identifié quelques-unes par les lettres A et B sur la figure 30. Les excavations A sont trois petites carrières abandonnées correspondant aux affleurements **[28]** sur le côté nord de la route de Grande Ligne. Les calcaires sont d'une texture moins cristalline (grain moyen à fin) et d'une couleur plus foncée que dans les excavations que nous venons de décrire; on note aussi une dolomitisation plus prononcée résultant en la présence d'un lit de dolomie de 15 cm à la surface de la carrière la plus près de la route. Dans cette carrière, on note 1.42 m de calcarénite gris foncé surmontée de 15 cm d'une dolomie beige, orangée en surface altérée. La calcarénite renferme d'innombrables bryozoaires, dont **Hallopora** et **Prasopora**, ainsi que des brachiopodes et des crinoïdes.

Les excavations B, également d'anciennes carrières abandonnées, correspondent aux affleurements **[29]** sur le côté sud de la route de Grande-Ligne. Elle sont composées d'une calcarénite montrant la calcite rose typique du Chazy. Une coupe d'environ 1.5 m est présente dans la carrière la plus à l'est. Les strates sont épaisses, denses, atteignant 1.2 m. Les fossiles sont abondants mais surtout sous forme de débris. Goudge (1935) a fourni une analyse chimique du calcaire de cette carrière.

SiO_2	0.90	S	0.07
F_2O_3	0.18	CaO	54.55
Al_2O_3	0.35	MgO	0.54
$Ca_3(PO_4)^2$	0.02	CaO/MgO	101
$CaCO_3$	97.39		
$MgCO_3$	1.43		
Total	99.97		

A l'ouest de cette carrière, un ruisseau de drainage fraîchement creusé laisse voir la même calcarénite que dans les excavations. Cette calcarénite est gris- bleu en surface fraîche et brunâtre en surface altérée. Les lits sont massifs, atteignant 90 cm d'épaisseur. Dans la partie sud du ruisseau, on note 23 cm de conglomérat sur la calcarénite, dont les fragments atteignent 25 par 33 cm.

Un dernier affleurement est à noter sur la feuille de Lacolle. Il s'agit de deux buttes [30] en bordure sud-ouest de la route de Grande-Ligne. Elles sont composées d'une dolomie massive, à surface karstique.

Sur la feuille de Saint-Jean, les premiers affleurements que l'on rencontre sont situés sur la rivière L'Acadie. Le groupe sud [31], à 4 km au sud du village de L'Acadie, est composé de calcarénite fossilifère consistant surtout en fragments de fossiles qui, pour la plupart, sont des brachiopodes et des échinodermes. La roche, gris foncé en surface fraîche et gris brun en surface altérée, comprend des passées argileuses dolomitiques brunâtres (figures 36 et 37). Elle se présente en bancs massifs, d'environ 1.6 m d'épaisseur (figure 37), dans lesquels on note une stratification oblique. **Rostricellula plena** a été relevée à plusieurs endroits.

Le groupe nord d'affleurements [32] est composé, à la base, d'un calcaire cristallin dolomitique et d'un calcaire plus argileux, de couleur foncée, contenant de la pyrite disséminée ainsi que de nombreux interlits fossilifères, spécialement des brachiopodes (**Rostricellula** en particulier). Ces lits ont une surface karstique. Ils sont surmontés par un banc de dolomie dense, de 1.45 m d'épaisseur, dont la couleur d'altération beige tranche sur la couleur grise du calcaire sous-jacent (figure 38). Nous n'avons noté aucun fossile dans cette dolomie. Nous avons tendance à croire

FIGURE 36 - Groupe de Chazy sur la rivière L'Acadie. Affleurement [31].

FIGURE 37 - Vue rapprochée de la partie droite de la figure 36.

FIGURE 38 - Contact (?) entre le Chazy (sous le marteau) et la dolomie de Pamelia (au-dessus). Rivière L'Acadie. Affleurement [32].

qu'il s'agit de la première apparition de dolomie qui caractérise la formation de Pamelia du groupe sous-jacent de Black River. Nous n'en avons cependant aucune preuve car la roche immédiatement après ce dernier affleurement est cachée sur une bonne distance. De toute façon, si le contact n'est pas précisément à cet endroit, il ne doit pas être bien loin en aval.

Laissant la rivière L'Acadie, on rencontre d'autres affleurements [33] sur le ruisseau des Noyers, à 2.8 km au NE de Saint-Jacques-le-Mineur (figure 39), à l'endroit où le ruisseau traverse la route 217. La roche affleure des deux côtés de la route mais surtout sur le côté NW. Elle est composée d'une calcarénite gris pâle (figures 40) contenant des cristaux de calcite rose par endroits. Nous avons pu observer quelques brachiopodes **Rostricellula plena** ainsi qu'un petit trilobite du genre **Isotelus.**

L'affleurement majeur de tout ce secteur est toutefois constitué par la carrière DEMIX [34], à un peu plus de 3 km au NW de Saint-Jacques-le-Mineur. La partie SW de la carrière, momentanément délaissée au profit de la partie SE, est remplie d'eau (figure 41). La coupe, constituée par la face NW de la carrière, est généralement composée d'une calcarénite massive (figures 42, 43), parfois laminée, de couleur pâle, à débris de fossiles et de cristaux de calcite en lits d'environ 85 cm d'épaisseur, avec interlits plus minces (20 à 30 cm), cristallins, contenant des nodules et lentilles de

FIGURE 39 - Groupe de Chazy au ruisseau des Noyers. Affleurements [33].

FIGURE 40 - Vue rapprochée de la figure 39. Calcarénite gris pâle.

FIGURE 41 - Formation de Laval dans la carrière Demix à 3 km au NW de Saint-Jacques-le-Mineur. Vue vers le SE.

FIGURE 42 - Vue rapprochée de la coupe de la carrière Demix, montrant d'épais lits de calcarénite.

FIGURE 43 - Détail de la surface d'un lit de calcarénite de la figure 42.

dolomie (figures 44, 45). On note aussi de nombreux stylolites (figure 46) séparant les passées plus dolomitiques. Cette calcarénite est très fossilifère par endroits mais il s'agit presque exclusivement de débris, surtout de gastéropodes.

Sur la face NW de la carrière, on observe un dyke de roche felsique (trachytique) d'environ 5 m de largeur qui recoupe les strates de la formation de Laval (figure 47). Nous en produisons une description à l'annexe 3 G-70-76). Le dyke a une direction de

FIGURE 44 - Formation de Laval dans la carrière Demix. Interlits et lentilles dolomitiques dans la calcarénite.

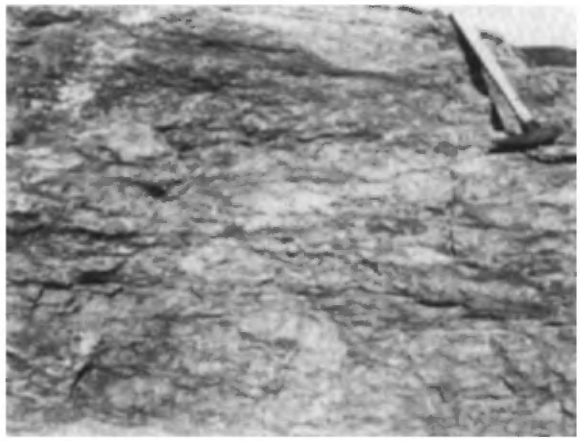


FIGURE 45 - Formation de Laval dans la carrière Demix. Nodules dolomitiques dans la calcarénite.

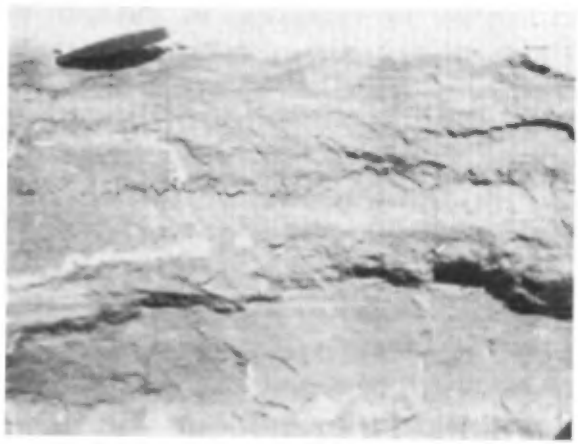


FIGURE 46 - Formation de Laval dans la carrière Demix. Stylolites dans la calcarénite.

FIGURE 47 - Face NW de la carrière Demix montrant un dyke trachytique (couleur pâle) recoupant les strates de la formation de Laval.

105° et un pendage de 72° S à vertical. On observe, dans la partie SE de la carrière, un autre dyke de roche acide d'environ 2 m de largeur. De la fluorine est visible de chaque côté de ce dyke; elle est particulièrement abondante au contact mais se manifeste de façon disséminée dans le calcaire sur environ 1 m de chaque côté du dyke.

Il est à noter que la direction et le pendage des dykes correspondent à un système de diaclases bien développé dans toute la carrière

Goudge (1935) donne une analyse de la partie supérieure d'une petite carrière sur la propriété Deneault, maintenant englobée dans la carrière. Nous accompagnons cette analyse d'une autre plus récente faite par le ministère des Richesses naturelles (No 753118).

Goudge - 60 cm supérieurs			
SiO_2	1.38	S	0.14
F_2O_3	0.64	CaO	50.46
Al_2O_3	0.74	MgO	2.99
$Ca_3(PO_4)^2$	0.09	CaO/MgO	17
$CaCO_3$	90.02		
$MgCO_3$	6.25		
Total	99.12		

M.R.N. - Blocs utilisés pour la chaux			
SiO_2	1.90	CaO	47.00
F_2O_3	0.60	MgO	5.55
Al_2O_3	0.40	Na_2O	0.00
S	0.13	K_2O	0.13

A l'ouest de la carrière se trouve l'ancienne excavation des "Carrières Salaberry Inc.", maintenant remplie d'eau, qui est composée du même type de calcaire [35]. On rencontre quelques affleurements de même nature dans la rivière Saint- Jacques, à proximité.

FAUNE ET CORRELATION

Si l'on compare nos roches à celle de la coupe-type de l'Etat de New York, on s'aperçoit que celle-ci renferme plusieurs espèces inconnues

dans la formation de Laval. En général, nos lits Laval sont bourrés de débris de fossiles mais la plupart ne sont pas reconnaissables. Les biohermes de la formation font cependant exception à cette règle et plusieurs fossiles ont pu être identifiés par Pitcher (1964).

Les biozones du groupe de Chazy, telles que définies par Hofmann (1963), sont **Rostricellula plena**, caractérisant le membre de Beaconsfield de la partie supérieure du groupe, et **Bolboporites americanus**, pour les parties médiane et inférieure; à la limite entre ces deux biozones, il y a développement de biohermes à coraux.

Ces biohermes sont présents dans le faciès à calcarénite de Saint-Martin, lequel chevauche les deux biozones et se retrouve aussi à intervalles dans la biozone à **Bolboporites americanus.** La biozone supérieure à **Rostricellula plena** n'est pas très fossilifère; on y compte, en plus de **Rostricellula, Lingulella**? sp. et **Cyclora**? sp., ainsi que des pélécypodes; la biozone inférieure est très fossilifère et compte de nombreuses espèces de bryozoaires, d'ostracodes, de coraux, de céphalopodes et de brachiopodes. Les plus importants brachiopodes sont **Mimella borealis, Sphenotreta acutirostris, Rostricellula raymondi.**

McGerrigle (1930) croyait que le Chazy du Québec n'appartenait qu'à la partie supérieure du groupe et devait être correlé avec la partie supérieure de la formation de Valcour de l'Etat de New York. Hofmann (1963) a cependant démontré qu'il existe une faune pré-Chazy supérieur: la zone à **Bolboporites americanus.** Dans notre région, au sommet de cette zone et à la base de la zone à **Rostricellula plena,** le développement de biohermes à coraux démontre bien que notre Chazy se situe stratigraphiquement à cheval entre les deux zones, par conséquent à cheval entre les parties médiane et supérieure du Chazy. Dans l'Etat de New York, ces biohermes se situent à la limite entre la formation de Valcour et la formation de Crown Point immédiatement en dessous.

La faune présentée au tableau 6 est composée d'espèces typiques de la zone à **Rostricellula plena,** tout spécialement **Rostricellula plena** elle-même. Elle comprend aussi des espèces caractéristiques de la zone à **Bolboporites americanus,** même si **Bolboporites americanus** est lui-même absent.

EPAISSEUR

L'évaluation de la puissance du groupe de Chazy dans notre région ne peut être faite d'une façon adéquate qu'à partir des forages pétroliers. Ceci résulte du fait que les affleurements de la formation de Laval sont, en général, très peu épais, mises à part les coupes dans la carrière DEMIX (18.5 m) et l'ancienne exploitation "Otis" (12.4 m).

Selon Oxley et Kay (1959), l'épaisseur du groupe de Chazy à la

TABLEAU 6 - Fossiles du groupe de Chazy.

Espèces	A	B	C	D	E	F	G
ALGUES							
Solenopora sp.	x						
COELENTÉRÉS							
Stromatocerium sp.	x						
ANTHOZOAIRES							
Billingsaria parva (Billings)			x	x			
BRYOZOAIRES							
Strictopora cf. *glomerata* (Hall)	x			x			
Amplexopora spp. (?) sp.	x						
Batostoma chazyensis (Ross)			x				
Dicranopora sp.	x						
Prasopora sp.	x				x		
Hallopora sp.					x		
Cheiloporella sp.			x				
Traces de briozoaires			x		x		
Abondance de bryozo.		x				x	
BRACHIOPODES							
Rafinesquina sp.	x						
Rafinesquina distans Raymond	x						
Mimella borealis (Billings)	x	x					
Mimella vulgaris (Raymond)		x					
Multicostella platys (Billings)	x						
Rostricellula plena (Hall)	x	x				x	x
Sphenotreta acutirostris (Hall)	x						
Triplesia sp.	x						
Sphonetreta sp.		x					
Rostricellula pristina (Raymond)		x					
Rostricellula major Raymond		x					
Leptaena? sp.		x					
Mimella sp.	x	x					
Orthis sp.		x					
Camerella sp.		x					
Ptychopleurella porcia (Billings)	x						
GASTÉROPODES							
Metoptoma sp.	x						
Raphistoma stamineum Hall	x	x					
Archinacella? propria Raymond		x					
Palaeacmea? sp.		x					
Gyronema sp.		x					
Trochonema hudsoni Raymond		x					
Raphistoma striatum (Emmons)		x					
Raphistoma n. sp.		x					

Espèces	A	B	C	D	E	F	G
CÉPHALOPODES							
Hyolithes (?) sp.	x						
Cameroceras velox (Billings)	x						
OSTRACODES							
Leperditia canadensis Jones	x						
Leperditia sp.		x					
TRILOBITES							
Bathyurus spiniger (Hall)	x						
Isotelus harrisi Raymond	x						
Isotelus beta Raymond		x					
Thaleops ovatus Conrad	x						
Isotelus sp.							x
Bumastus globosus (Billings)	x						
Illaenus bayfieldi Billings	x						
Illaenus tumidifrons Billings		x					
Illaenus sp.		x					
Glaphyrina lamottensis Ulrich				x			
Eoharpes sp.		x					
Vogdesia bearsi Raymond				x			
Basilicus marginalis (Hall)				x			
ÉCHINODERMES							
Traces d'échinodermes			x			x	
Cystoïdes:							
Palaeocystites tenuiradiatus (Hall)	x	x					
Paleocystites sp	x	x					
Fragments de cystoïdes	x	x				x	
Blastoïdes:							
Blastoidocrinus carchariaedens Billings	x						
Crinoïdes:							
Plaques et tiges				x	x		

A - Carrières de Grande-Ligne; Ami (1896), Raymond (1906).
B - Carrière Legault; McGerrigle (1930).
C - Biohermes Sainte-Blaise; Pitcher(1964).
D - Carrières et biohermes Sainte-Blaise; Hofmann (1961, 1963).
E - Carrières Grande-Ligne } Globensky
F - Rivière L'Acadie } (présent
G - Ruisseau des Noyers } rapport)

coupe-type de Chazy, dans l'Etat de New York, est de 214 m. Plus au sud, sur l'île Valcour, une épaisseur de 269 m a été relevée. Il semble cependant que, à partir de la coupe-type, l'épaisseur aille en diminuant vers le nord puisque, dans notre région, elle n'est que de 137.5 m dans le puits 44, 143 m dans le puits 39, 189 m dans le puits 40 et 204 m dans le puits 38.

Dans la région de Montréal, la formation de Laval a été recoupée sur 144.5 m dans le puits 75 (Clark, 1972). La carte isopaque de la formation, présentée par Hoffman (1963, figure 1), laisse voir une diminution constante d'épaisseur jusqu'à la hauteur de Nicolet. De ce point, en continuant vers le NE, surviennent de rapides augmentations d'épaisseur en certains endroits. Par contre, dans la vallée de l'Outaouais, le groupe de Chazy n'a que 61 m d'épaisseur (Wilson, 1946) et s'amincit vers l'ouest.

Il semble donc que, entre la coupe-type de Chazy de l'Etat de New York et notre région, il n'y ait qu'une faible diminution d'épaisseur des strates: 214 m versus 204 m. Le chiffre de notre région est un minimum, le forage dans lequel il a été enregistré n'ayant pas traversé entièrement la formation de Laval.

GROUPE DE BLACK RIVER

Le groupe de Black River, ainsi nommé par Vanuxem (1842) pour les unités de la vallée de la rivière Black, dans l'Etat de New York, n'affleure pas dans notre région. Nous en avons tout de même tracé une bande puisqu'on le rencontre dans plusieurs forages et que sa présence est exigée par la séquence stratigraphique régionale.

Ce groupe est composé de trois formations: la dolomie de Pamelia, les calcaires de Lowville et les calcaires, plus cristallins et en lits épais, de Leray.

Un forage implanté par une cimenterie du Québec à 4.8 km au NE de Saint-Jacques-le-Mineur (No 4 sur la carte) a révélé (Brun, 1975, communication personnelle), sous 5 m de mort terrain, 4.7 m de calcaire noir à grain fin ainsi que du calcaire gris pâle lithographique et gris clair des formations de Leray et de Lowville. Sous la formation de Lowville, 2.54 m de dolomie et de calcaire interstratifié de la formation de Pamelia furent recoupés; suivent des calcaires cristallins du groupe de Chazy.

D'autres forages de cette cimenterie, entre la rivière L'Acadie et le ruisseau des Noyers, ont recoupé les couches du Black River à différentes profondeurs. Le forage n^{o} 5, à proximité de la rivière L'Acadie, a recoupé les trois formations sur une épaisseur de 13.5 m; le n^{o} 9, a recoupé à une profondeur supérieure (le pendage des couches étant au nord), de la dolomie du Pamelia et des calcaires non différenciés appartenant aux deux autres formations.

Parmi les forages pétroliers qui peuvent nous être utiles (voir annexe 1), le puits 44, à 4.8 km au sud de Saint-Jean, est le plus significatif. Il débute à la base du groupe de Trenton (9.1 m), recoupe 10.7 m de Black River (formation de Leray) et traverse les groupes de Chazy et de Beekmantown. Les autres forages sont le n° 38, qui a recoupé les trois formations du groupe sur une profondeur de 30.2 m, le n° 39, qui semble n'avoir rencontré que les formations de Leray et Lowville sur une profondeur de 9.1 m, le n° 40, a traversé les trois formations sur une épaisseur de 24.2 m et le n° 45, qui a pénétré le groupe sur une épaisseur de 30.5 m.

GROUPE DE TRENTON

Les roches du groupe de Trenton furent ainsi nommées par Conrad (1838, p. 108) et par Vanuxem (1838, p. 257). Le nom est tiré des chutes de Trenton dans l'Etat de New York. Cependant, selon Fisher (1977), c'est à Conrad que l'on doit attribuer la première définition du groupe, en vertu de la préséance des pages de Conrad sur celles de Vanuxem.

Les couches du groupe de Trenton consistent surtout en calcaires bien stratifiés, très fossilifères, noirs ou gris-bleu, avec interlits de shale qui n'ont que quelques millimètres à la base mais augmentent d'épaisseur vers le sommet du groupe.

Dans notre région, le Trenton n'occupe qu'une étroite bande NW-SE, sur la feuille de Saint-Jean. Il débute sur la faille du Ruisseau Tracy, à 4 km au sud de Saint-Jean, pour passer à 1.2 km au sud de Saint-Philippe-de-Laprairie. Dans cette étendue, le groupe n'affleure qu'à proximité du village de Ménard et sur la rivière L'Acadie.

Clark (1952, 1972), dans la région de Montréal, a divisé le Trenton comme suit:

- Formation de Tétreauville
  - Membre de Terrebonne
- Formation de Montréal
  - Membre de Rosemont
  - Membre de Saint-Michel
- Formation de Deschambault
- Formation de Mile End
- Lits Rockland

Sauf pour les lits Rockland, toutes ces unités se retrouvent dans notre région.

FORMATION DE MILE END

Bien qu'elle n'affleure pas dans notre région, nous avons néanmoins représenté cette formation sur la carte sur la base de deux forages pétroliers (annexe 1) implantés à environ 20 km plus au sud, près de Saint-Valentin. Le forage no 39 en a recoupé 15 m et le forage 40, 231.6 m. Dans la région de Montréal, la puissance du Mile End ne dépasse pas 4.8 m.

FORMATION DE DESCHAMBAULT

Comme pour le Mile End, la formation de Deschambault n'a pas été observée dans la région. Sa présence

est toutefois rapportée dans deux forages (annexe 1). Le forage 44, à 5.0 km au sud de Saint-Jean, en a recoupé 9.1 m; la limite supérieure n'est toutefois pas connue. Le forage 45, du côté est de la faille du Ruisseau Tracy, en a recoupé 30.5 m. Dans la région de Montréal, Clark (1972) rapporte 3.65 m de cette formation tandis que Fisher (1968) mentionne des épaisseurs de 6 à 9 m pour les coupes aux environs du village de Chazy dans l'Etat de New York. Il semble donc que la formation augmente en puissance entre Montréal et Saint-Jean pour ensuite diminuer en direction sud.

FORMATION DE MONTRÉAL

Clark (1955) a rattaché le calcaire de notre région aux membres de Saint-Michel et de Rosemont de la formation de Montréal.

Le membre de Saint-Michel est un calcaire argileux avec lits de calcaire cristallin et quelques minces lits de shale, le tout régulièrement lité. Le membre de Rosemont comprend les mêmes unités mais le calcaire argileux (micritique) et le shale sont plus abondants; de plus, le litage est moins régulier.

MEMBRE DE SAINT-MICHEL

Les affleurements de ce membre sont situés sur la rivière L'Acadie. L'affleurement à la base de la coupe **[36]** se trouve un peu en aval du point de rencontre de la route 219 avec le chemin en bordure de la rivière. Il est en grande partie caché sous l'eau mais on retrouve, sur les deux berges, de nombreux blocs de calcaire gris foncé, en lits de 5 à 8 cm d'épaisseur contenant de nombreux fossiles. Parmi ces fossiles, on note d'abondants bryozoaires - **Prasopora orientalis** et des types arborescents - ainsi que des plaques colonnales de crinoïdes et de nombreux brachiopodes représentés surtout par **Paucicrura rogata** et **Sowerbyella sericea** (figure 48); et les tribolites **Cryptolithus tessellatus** (typique de la partie inférieure du Trenton), et **Ceraurus pleurexanthemus** (figure 49), de même que **Flexicalymene sp.**

Un deuxième affleurement, à 400 m en aval du premier **[37]**, est constitué par une grande surface plate, dans le lit de la rivière, consistant en calcaire noir, à bryozoaires, en tout similaire au précédent affleurement.

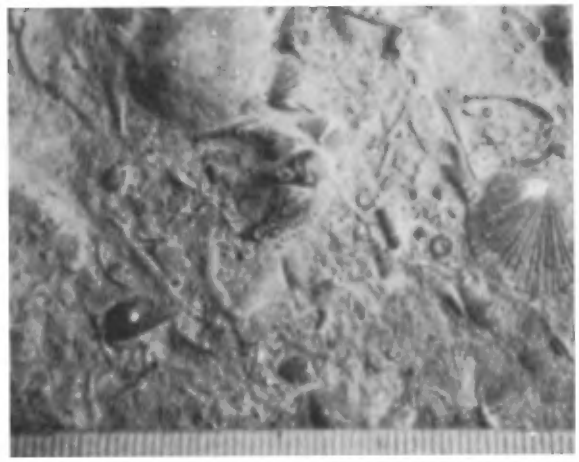


FIGURE 48 - Membre de Saint-Michel de la formation de Montréal. Rivière L'Acadie. **Cryptolithus tessellatus, Paucicrura rogata, Sowerbyella sericea** et de nombreux bryozoaires. Affleurements [36].

FIGURE 49 - Membre de Saint-Michel de la formation de Montréal. Enorme pygidium de **Ceraurus pleurexanthemus**; également, **Cryptolithus tessellatus** et plaques colonnades de crinoïdes. Affleurements [36].

Un troisième affleurement, à environ 200 m en aval du second [38], est une belle surface plate et unie dans le lit de la rivière. Sur la rive droite (est), il existe une petite coupe d'environ 65 cm. Les 35 cm supérieurs comprennent une interstratification de calcarénite très fossilifère, en lits de 2 à 5 cm d'épaisseur, de calcaire argileux, en lits de même épaisseur et d'altération brunâtre, et de shale, en lits de 1 cm. Les 30 cm de la base sont constitués par un lit de calcarénite à grain fin. En ce qui concerne le contenu fossilifère, les bryozoaires sont moins abondants que dans les deux autres affleurements mais **Cryptolithus tessellatus** demeure aussi abondant; on remarque aussi les premiers **Rafinesquina alternata** ainsi qu'un gros céphalope droit du type **Endoceras** sp.

MEMBRE DE ROSEMONT

Les roches de ce membre forment une bande parallèle à celle du membre de Saint-Michel. Ses affleurements se rencontrent sur la rivière L'Acadie, le long de la route Ménard et dans les carrières Baillargeon et Bernier.

RIVIÈRE L'ACADIE

A environ 100 m en aval du dernier affleurement du membre de Saint-Michel débute un affleurement continu de 700 m du membre de Rosemont, sur les deux rives ainsi que le fond de la rivière [39]. A l'endroit où la rivière tourne abruptement vers l'est, un dégagement exceptionnel de la roche est visible sur la rive nord. On y observe des lits de calcaire cristallin fossilifère , de 2 à 5 cm d'épaisseur, avec de minces interlits de shale brun. Les bryozoaires sont nombreux, surtout **Prasopora orientalis** et les variétés arborescentes; parmi les autres fossiles on note **Sowerbyella sericea, Isotelus gigas, Rafinesquina alternata, Flexicalymene senaria, Paucicrura rogata** et **Cryptolithus tessellatus.**

Après un hiatus d'environ 100 m, débute un second affleurement [40] qui, au bout d'une distance de 800 m, disparaît sous des dépôts glaciaires. Cet affleurement (figure 50), qui occupe le fond et les rives de la rivière, est composé en grande partie de calcaire argileux noir et de nombreux interlits de shale brunâtre bourrés de bryozoaires arborescents formant

FIGURE 50 - Membre de Rosemont, sur la rivière L'Acadie. Affleurement [40].

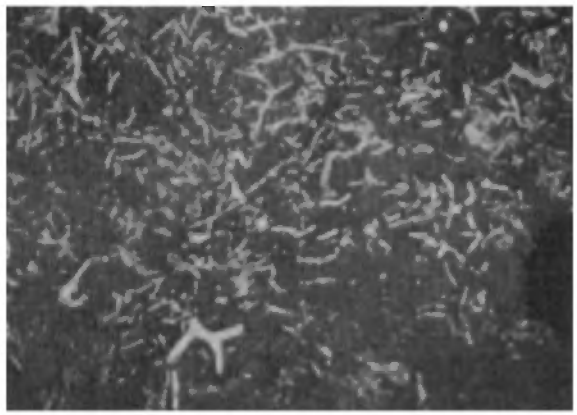


FIGURE 51 - Paillasson de bryozoaires du membre de Rosemont. Affleurement [40].

de véritables paillassons (figure 51). Encore ici, les **Prasopora orientalis** ainsi que les **Paucicrura rogata** et les **Platystrophia amoena** (figure 52) sont en abondance.

Le litage est en général peu épais dans ces deux affleurements; il ne dépasse pas 10 cm pour les calcaires cristallins ou argileux et quelques centimètres pour les shales. Il est caractérisé par son irrégularité et sa nature très ondulante.

FIGURE 52 - **Paucicrura rogata, Platystrophia amoena** et bryozoaires du membre de Rosemont. Affleurement [40].

MÉNARD

Au nord du croisement de la route 219 avec celle qui mène à Ménard [41], on rencontre une petite carrière abandonnée, presque entièrement remplie d'eau, ainsi que des coupes en bordure de route. La roche est un calcaire finement cristallin de couleur foncée, avec interstratifications de calcaire cristallin plus pâle, plus grossier et très fossilifère, de calcaire argileux et de quelques interlits de shale. Le litage est régulier et varie entre 8 et 15 cm.

Les fossiles sont particulièrement abondants dans la carrière, l'érosion ayant dégagé de nombreuses espèces. On note de nombreux **Prasopora orientalis**, d'abondants **Platystrophia amoena** et **Paucicrura rogata** (figures 53, 54) ainsi que **Rafinesquina alternata, Sowerbyella sericea, Zygospira recurvirostris.** De nombreuses pla-

FIGURE 53 - Membre de Rosemont dans une ancienne carrière à 250 m au SW de Ménard. **Paucicrura rogata** et **Platystrophia amoena.** Affleurement [41].

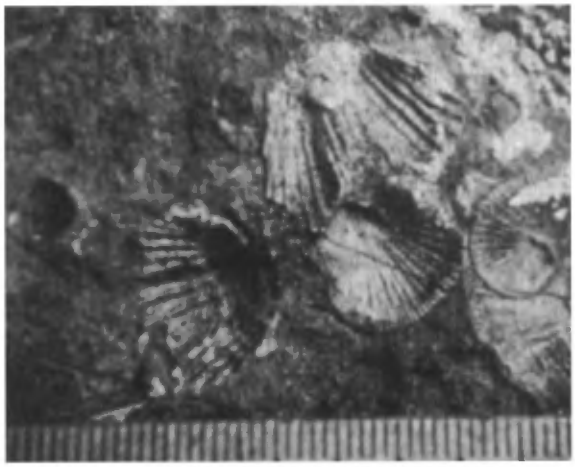


FIGURE 54 - Intérieur des valves des genres de la figure 53.

ques colonnales de crinoïdes sont également visibles.

CARRIÈRE BAILLARGEON

Cette carrière [42] constitue l'affleurement d'importance du membre de Rosemont de la région. Nous y avons mesuré une coupe de 36 m avant que soit inondée sa partie la plus profonde. On tend maintenant à étendre la carrière latéralement (figure 55).

La roche de cette carrière, de même que celle rencontrée dans la carrière Bernier adjacente au sud, consiste en grande partie en calcaire argileux (micritique), gris moyen, interstratifié de calcaire cristallin, fossilifère, gris pâle (environ 20% de la coupe). Ces lits de calcaire sont séparés les uns des autres par de minces lits de shale ne dépassant pas 2 cm d'épaisseur. De façon générale les lits ne dépassent pas 10 cm (figure 56) et la limite entre les lits individuels est irrégulière. La base et le sommet des lits de calcaire est généralement ondulée. L'analyse chimique (M.R.N. 75-3112) d'un échantillon de pierre concassée de la carrière Baillargeon a donné les résultats ci-après.

SiO_2	10.00	CaO	46.50
F_2O_3	0.65	MgO	1.20
Al_2O_3	1.65	Na_2O	0.25
S	0.19	K_2O	0.35

FIGURE 55 - Membre de Rosemont dans la carrière Baillargeon, près de Saint-Jean.

FIGURE 56 - Face nord de la carrière Baillargeon, montrant le litage peu épais du calcaire du membre de Rosemont et le pendage des couches.

Les lits de calcaire cristallin contiennent une faune abondante, certaines surfaces étant même tapissées de fossiles, surtout **Paucicrura rogata** et quelques **Platystrophia amoena**. On y trouve les fossiles habituels de la formation, tels **Prasopora orientalis, Rafinesquina alternata, Sowerbyella sericea, Flexicalymene senaria** et **Isotelus gigas**. La présence de **Zygospira recurvirostris** est notée pour la première fois en relative abondance, surtout vers le sommet de la carrière.

FAUNE ET CORRELATION

La faune de la formation de Montréal de notre région n'est pas tellement variée. Elle est composée, en grande partie, de bryozoaires, de trilobites et de brachiopodes; ces derniers couvrent parfois de grandes surfaces, comme par exemple à la carrière Baillargeon où des lits sont tapissés de **Paucicrura rogata**. La faune comprend aussi les **Sowerbyella sericea**, les **Platystrophia amoena** et les **Rafinesquina alternata**. Sur la rivière L'Acadie, des paillassons de bryozoaires arborescents et de nombreux **Prasopora orientalis** ont été observés. Il est à noter que le trilobite **Cryptolithus tessellatus** est relativement abondant dans le Saint-Michel de la rivière L'Acadie et qu'il semble s'étendre légèrement à la base du membre de Rosemont. Nous avons aussi noté que **Zygospira recurvirostris** se manifestait surtout dans la partie supérieure du membre de Rosemont.

Notre faune est présentée au tableau 7. Elle se compare bien à celle de la région de Montréal où la formation a originellement été décrite. Il faut toutefois noter que, selon Clark (1972), **Cryptolithus tessellatus** est restreint au membre de Saint Michel dans la région de Montréal et que **Parastrophia hemiplicata** n'a pas été observé dans la région de Saint-Jean.

Dans la partie nord de la vallée du lac Champlain de l'Etat de New York, on trouve une faune similaire (Fisher, 1968). A noter cependant que **Cryptolithus tessellatus** est présent dans tout le membre de Montréal des calcaires de Glenn Falls (équivalent de la formation de Montréal; Clark, 1952). Ce fossile persiste jusque dans le Cumberland Head Argillite de l'Etat de New York, dont l'équivalent au Québec est la formation de Têtreauville.

TABLEAU 7 - Fossiles du groupe de Trenton.

ESPECES	A	B	C	D	E	F
BRYOZOAIRES						
Prasopora orientalis Ulrich	x		x	x	x	x
Formes arborescentes			x	x		x
BRACHIOPODES						
Pauicrura rogata (Sardeson)	x	x	x		x	x
Platystrophia amoena McEwan	x	x		x	x	
Rafinesquina alternata Conrad	x	x		x		x
Sowerbyella sericea (Sowerby)	x		x	x	x	x
Zygospira recurvirostris (Hall)	x	x			x	
Trematis terminalis (Emmons)		x				
CEPHALOPODES						
Endoceras sp.			x			
TRILOBITES						
Isotelus gigas DeKay	x			x		x
Flexicalymene senaria (Conrad)	x		x			x
Pterygometopus callicephalus (Hall)	x					
Cryptolithus tessellatus (Green)		x	x	x		
Ceraurus pleurexanthemus (Green)			x			
CRINOIDES						
Plaques colonnales			x			x
CONODONTOPHORIDES						
Phragmodus undatus Branson et Mehl						x
Dichognatus typica Branson et Mehl						x
Panderodus gracilis Branson et Mehl						x
Acodus sp.						x

A - Affleurements Ménard (Clark, 1955)
B - Rivière L'Acadie (Clark, 1955).
C - Rivière L'Acadie, à Saint-Michel (Globensky, présent rapport).
D - Rivière L'Acadie, à Rosemont (Globensky, présent rapport.
E - Affleurements Ménard (Globensky, présent rapport).
F - Carrière Baillargeon (Globensky, présent rapport).

Nous avions entrepris une étude sommaire de la microfaune de la carrière Baillargeon en 1965 et 1966; les résultats en sont présentés au tableau 8. Il ne s'agissait à l'époque que d'un premier test pour découvrir les horizons à microfossiles. L'échantillonnage plus poussé de ces horizons en vue d'une récupération plus importante n'a pas été effectué. Nous présentons tout de même les résultats obtenus à partir de 24 échantillons de 50 g (tableau 8). L'identification générique et spécifique n'a été faite que pour les conodontes. Dans les autres cas, nous n'avons mentionné que la nature des microfossiles. Il ressort de cette étude qu'il y a prédominance, chez les conodontes, de **Phragmodus undatus.** Ceci est tout à fait en accord avec nos études ultérieures de coupes à Neuville et Grondines (Globensky, 1971, 1971a). On remarque aussi la présence d'ostracodes mais surtout vers la base de la coupe.

La microfaune la plus abondante dans la carrière est celle de microbrachiopodes phosphatiques, dont une valve est conique et l'autre plate. A en juger d'après nos nombreux tests, ces microfossiles semblent abondants dans tout le groupe de Trenton et pourraient s'avérer des plus utiles stratigraphiquement. Nous avons aussi noté des spicules d'éponges en assez grand nombre et des traces de foraminifères arénacés et de scolécodontes.

EPAISSEUR

La plus importante épaisseur de la formation de Montréal en affleurement se trouve à la carrière Baillargeon. Nous y avons mesuré une coupe de 36.5 m en 1965. Si l'on calcule l'épaisseur des strates de la formation sur la rivière L'Acadie, en se servant de la distance et d'un angle de 3°, on obtient une épaisseur de 138.5 m.

TABLEAU 8 - Microfossiles de la carrière Baillargeon.

	Hauteur dans la coupe (en pieds)												
	15 à 25	25 à 30	30 à 34	40 à 45	45 à 50	60 à 65	70 à 75	75 à 80	80 à 85	90 à 95	95 à 100	100 à 105	115 à 120
CONODONTES													
Phragmodus undatus	x	x		x				x	x		x		
Dichognathus typica		x		x									
Oistodus abundans		x											
Acodus sp.				x									
Panderodus gracilis								x					
SCOLECODONTES												x	
FORAMINIFERES		x					x						
SPICULES D'EPONGES			x							x		x	x
MICROBRACHIOPODES	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
OSTRACODES										x	x		x

Un relevé des forages pétroliers dans la région (annexe 1) montre que le no 45 a recoupé 274.5 m de la formation de Montréal, que le 38 a recoupé 304.9 m des formations de Montréal et de Mile End et que le 77 a recoupé 159.2 m de calcaires du Trenton moyen; plus au sud, le no 39 a recoupé 70.1 m de la formation de Montréal. Il est à noter que ces forages sont tous situés du côté est de la faille du Ruisseau Tracy, où une séquence plus complète a été conservée.

Pour compléter l'information, mentionnons que les forages implantés par une cimenterie au NE de Saint-Jacques-le-Mineur (Brun, com. pers., 1975) n'ont recoupé que 16 à 67 m de la formation, sans en atteindre la partie inférieure. Il s'agit des forages 1, 5, 8 et 9 sur la carte.

Dans la région de Saint-Hubert, au nord de la nôtre, les forages pétroliers 32 et 11 (M.R.N., 1974) ont recoupé 137 et 131 m de la formation. Il y a donc diminution d'épaisseur vers le nord.

Il semblerait donc que la formation de Montréal, après avoir atteint

un maximum dans la région de Saint-Jean diminue en direction sud. Il est à noter que Fisher (1968) ne rapporte qu'un maximum de 61 m pour la même formation dans le comté de Clinton, du côté américain de la frontière.

UNITES D'AGE UTICA

Les unités évoquées sous ce titre sont les formations de Stony Point, Iberville et Sainte-Sabine. Le nom d'Utica fut utilisé pour la première fois par Vanuxem (1842, page 56) pour désigner des affleurements dans la ville d'Utica de l'Etat de New York.

Le terme de Stony Point fut utilisé pour la première fois par Clark et McGerrigle (1932) pour différencier le shale de cette formation des ardoises de la formation sus-jacente d'Iberville, nommée par la même occasion. Ces auteurs ont rattaché le Stony Point au groupe de Trenton et l'Iberville à l'Utica. La carte accompagnant leur rapport ne semble toutefois pas refléter la distinction faite dans le texte, ce qui a contribué à une certaine confusion, à savoir la présence d'une grande étendue de calcaire du groupe de Trenton dans le sud du Québec (Houde et Clark, 1961), laquelle n'existe pas dans les faits. Comme les noms de ces formations ont été couramment utilisés, même si celles-ci n'ont jamais été officiellement décrites, nous croyons utile de conserver ces termes quitte à les définir adéquatement. En fait, ces deux formations sont très distinctes l'une de l'autre, autant par leur origine que par leur lithologie.

FORMATION DE STONY POINT

Cette formation, d'origine océanique, est composée de mudstone calcareux gris foncé interstratifié de minces lits (2 à 10 cm) de calcaire argileux gris pâle, à grain très fin, et de shale gris foncé en quantité négligeable.

Le mudstone est lui-même composé de lamines calcareuses et d'autres moins calcareuses. Peu fissile, il ne se débite pas suivant un plan précis comme pour le shale mais plutôt sous une forme blocailleuse. Il renferme de nombreuses lentilles et concrétions de pyrite. Si l'on considère la description faite par Ruedemann (1927a) du shale de Stony Point à la coupe-type - **hard splintery dark buish- gray calcareous shale** - on s'aperçoit qu'il s'agit, en fin de compte, de la même roche mais décrite d'une façon légèrement différente.

Hawley (1957) a décrit ces mêmes roches dans la partie nord de la vallée du lac Champlain, du côté de l'Etat du Vermont. Il les désigne sous le nom de formation de Stony Point et mentionne que la base de la coupe est composée essentiellement de shale calcareux se changeant graduellement vers le sommet en calcaire argilo-silteux. Nous croyons que sa description de la partie supérieure de la formation, laquelle serait composée de shale calcareux, de calcaire argileux laminé et de quelques minces lits de calcaire à grain fin, correspond le mieux au type de roche dans notre région. Dans leur

travail dans notre région, Clark et McGerrigle (1932) parlent de "shales du district ouest" pour désigner les roches des formations de Stony Point et d'Iberville. Ils se réfèrent au Stony Point, qu'ils assimilent à la partie inférieure de ces shales, comme étant les lits à **Triarthrus** à cause de l'abondance de ce trilobite. Selon eux, le Stony Point est composé de shales calcareux gris foncé à noirs, compacts, interstratifiés de nombreuses strates calcareuses et siliceuses; il serait la continuation vers le nord des shales de Stony Point de Ruedemann (1921). Ils n'ont cependant pas suffisamment distingué les roches de la formation de Stony Point de celles de la formation sus-jacente d'Iberville. Ils ont cru que la formation de Stony Point était restreinte à la partie sud de la région (au sud de la latitude de Clarenceville) à cause d'une série de plis orientés NE et plongeant vers le nord. Ils ont, en plus, associé les roches sur la rive est de la baie Missisquoi à celles de la formation d'Iberville. Nous savons maintenant que ces roches appartiennent à une formation distincte, celle de Sainte-Sabine. Finalement, ils ont inclus les affleurements de la pointe Jamieson (sur la rive nord de la baie) dans le Stony Point parce qu'ils pensaient que les différences lithologiques n'étaient qu'un phénomène dû à la pression lors des plissements. Nous savons maintenant que tel n'est pas le cas et que les roches de la baie Missisquoi (le côté ouest et la pointe Jamieson) appartiennent à la formation d'Iberville.

Le contact entre ces deux formations n'est pas E-W comme le croyaient Clark et McGerrigle (1932) mais plutôt NE-SW. Il se situe entre Clarenceville et la baie Missisquoi.

Dans notre région les roches de la formation de Stony Point sont les mieux représentées dans le secteur entre Henryville et Clarenceville. Elles affleurent d'une façon exceptionnelle dans une carrière près de Clarenceville. Celle-ci, ouverte dans un pli anticlinal, laisse voir un mudstone calcareux, dense, gris foncé à noir, interstratifié de lamines calcareuses et de minces lits de calcaire légèrement silteux, de couleur plus pâle. Nous croyons cependant que la coupe de Ruedemann (1927a) à Stony Point doit demeurer la coupe-type de la formation, sa description correspondant assez fidèlement à notre définition de cette formation.

DISTRIBUTION

Logan (1864) fut le premier à attirer l'attention sur la formation de Stony Point de notre région. Il fut suivi par Ami (1892) et Ells (1896).

Telle que redéfinie dans ce rapport, la formation de Stony Point couvre, sur la feuille de Lacolle, tout le terrain entre la faille du Ruisseau Tracy et une ligne, légèrement déportée vers l'est, qui joint Henryville et Clarenville. Au nord de Henryville, cette ligne se déporte vers l'ouest d'environ 5 km pour reprendre ensuite sa direction NE originelle. Dès son

entrée dans la feuille de Saint-Jean, la formation vient en contact avec les roches du groupe de Lorraine et se bute contre la formation d'Iberville à l'est. Aucun affleurement n'existe dans cette partie de la région. Le contact a été tracé à l'aide des forages pétroliers 38 et 45 (annexe 1).

Nous allons décrire les affleurements principaux de la formation de Stony Point en considérant d'abord ceux à l'ouest du Richelieu et ensuite ceux à l'est.

RIVIÈRE LACOLLE

A 1.2 km en aval du village de Lacolle **[43]**, là où un méandre de la rivière vient toucher à la route 202, le Stony Point affleure sur environ 600 m. Dans l'ensemble, la coupe, qui ne dépasse pas 1.5 m d'épaisseur, est composée de mudstone interstratifié de lits de calcaire de 5 à 10 cm d'épaisseur. Les lits de mudstone, laminés et calcareux se brisent assez facilement suivant le plan des lamines, ce qui fait découvrir une faune de trilobites et graptolites. Une seule espèce de trilobite est abondante; il s'agit de **Triarthrus beckii** (Green). Pour ce qui est des graptolites, nous avons recueilli **Orthograptus quadrimucronatus** (Hall), **O. Micracanthus quadrimucronatus** Elles & Wood et **Climacograptus typicalis** (forme intermédiaire). Un spécimen probable de **Serpulites** sp. fut aussi trouvé.

SAINT-VALENTIN

Cet affleurement, à 3 km au nord de Saint-Valentin **[44]**, représente l'affleurement le plus au nord de la formation de Stony Point. Au delà de cet affleurement, la présence de la formation n'est révélée que par forages.

La roche en bordure est du chemin et dans le champ avoisinant (sous quelques centimètres de terre) consiste en mudstone noir, à patine beige, laminé et par endroit se brisant suivant les lamines. Nous y avons noté de la pyrite disséminée. La faune graptolitique, importante, se compose de **Climacograptus typicalis** (Hall), **Climacograptus spiniferus** Ruedemann, **Orthograptus quadrimucronatus micracanthus** (Elles & Wood), **Dicranograptus nicholsoni** cf. **minor** Bulman, et **Neurograptus margaritatus** (Lapworth).

RIVIÈRE RICHELIEU

Le seul affleurement sur le Richelieu se trouve près de la frontière américaine **[45]**. On peut observer, sur environ 400 m, des affleurements bas, presque continus, consistant en mudstone calcareux, noir, laminé, avec interlits de calcaire, à grain bien fin et à patine pâle. Nous y avons remarqué une abondance de **Triarthrus** beckii (Green).

MIRANDA

Une ancienne carrière à 1 km à l'ouest de Miranda **[46]** constitue

l'affleurement majeur de Stony Point dans ce secteur. Nous y avons mesuré une coupe de 5.6 m d'épaisseur (figure 57) consistant en mudstones noirs et calcareux, avec lamines de calcaire beige argileux, parfois silteux. Quelques minces séparations de shale sont aussi présentes ici et là. Nous y avons recueilli de nombreux **Triarthrus beckii** (Green) ainsi que plusieurs spécimens des graptolites **Climacograptus typicalis** (Hall) et **Climacograptus spiniferus** Ruedemann.

Dans les fossés le long des routes aux alentours immédiats de Miranda ainsi qu'au carrefour même de ce hameau [47] on note du Stony Point, consistant surtout en mudstone calcareux massif. A quelques dizaines de mètres de la frontière américaine [48], un affleurement suggère que ce type de roche se prolonge de l'autre côté de la frontière.

FIGURE 57 - Formation de Stony Point. Carrière abandonnée à l'ouest de Miranda.

NOYAN

A 1.2 km au sud de Noyan, tout juste passé la voie ferrée [49], on remarque, sur le côté ouest de la route ainsi que dans les champs, un mudstone noir, calcareux, interstratifié de calcaire argileux, dense, lithographique. Nous y avons trouvé quelques **Triarthrus beckii** (Green) ainsi que d'abondants graptolites (voir liste ci-dessous).

A quelques centaines de mètres plus au sud [50] deux affleurements du Stony Point sont visibles dans le ruisseau Little. Le mudstone semble encore plus laminé qu'ailleurs et plusieurs lentilles de pyrite furent notées. L'abondante faune graptolitique que nous y avons trouvée comprend: **Dicellograptus forchammeri** (Geinitz), **Climacograptus spiniferus** Ruedemann, **Climacograptus typicalis** (Hall), **Dicranograptus nicholsoni cf. minor** Bulman, **Cryptograptus insectiformis** Ruedemann, **Orthograptus amplexicaulis** (Hall) et **Orthograptus quadrimucronatus micracanthus** Elles & Wood.

D'après Riva (com. pers.), **Dicellograptus forchammeri** Geinitz) serait noté pour la première fois dans la zone à spiniferus de l'Est de l'Amérique du Nord. A remarquer que nous l'avons trouvé uniquement dans les affleurements du ruisseau Little.

D'autres affleurements sont présents dans un fossé récemment creusé le long du chemin à 3 km à l'est du ruisseau Little [51]. Entre la voie

ferrée et la route de Noyan-Clarenceville, ils consistent surtout en mudstone calcareux, laminé et massif, se cassant en gros blocs.

CLARENCEVILLE - HENRYVILLE

La route menant de Henryville à Clarenceville suit le sommet d'une colline où se présentent de nombreux affleurements du Stony Point. Cette colline, qui se continue sur une distance de 1.5 km au sud de Clarenceville, est un pli anticlinal avec synclinaux de chaque côté (figures 58, 61). D'autres petites collines, de même direction (8°), se dessinent entre Clarenceville et Noyan; elles représentent aussi des anticlinaux, dont la plongée varie de 1 à 2 degrés vers le nord.

Les strates composant ces collines (figure 59) sont, comme dans les affleurements déjà mentionnés de cette formation, des mudstones fortement calcareux de couleur toujours très foncée en surface fraîche. Ils sont laminés et comprennent des passées calcareuses plus denses (calcaire à grain très fin).

FIGURE 58 - Colline reflétant un anticlinal de la formation de Stony Point. A 1.0 km au sud de Clarenceville, sur le chemin de la carrière.

FIGURE 59 - Formation de Stony Point, vue détaillée des strates de la figure 58. Mudstone laminé, calcareux, gris foncé interstratifié de minces lits de calcaire argileux gris pâle.

L'affleurement le plus important du secteur Henryville-Clarenceville se trouve à 1.2 km au sud de Clarenceville [52], dans une carrière ouverte dans un anticlinal (figures 60, 61). Nous y avons mesuré une coupe de 8.9 m de mudstone noir, calcareux et laminé (figure 62) contenant des interlits de calcaire argileux, à couleur d'altération beige. Comme on peut l'observer sur les figures 63, 64, les lamines sont des passées plus calcareuses. Celles-ci, généralement minces (2-5 mm), sont plus épaisses (5-10 cm) par endroits et peuvent même constituer de véritables lits de calcaire. Ceux-ci sont à grain très fin et parfois silteux. Trois lits de shale de 2.5 cm d'épaisseur furent relevés à 1.84, 2.73 et 3.4 m de la base de la coupe.

FIGURE 60 - Formation de Stony Point. Carrière de Clarenceville.

FIGURE 61 - Autre vue de la carrière de Clarenceville.

FIGURE 62 - Vue rapprochée de la partie droite de la figure 61.

FIGURE 63 - Formation de Stony Point dans la carrière de Clarenceville. Interstratification de "mudstone" calcareux et de lamines de calcaires silteux.

FIGURE 64 - Vue rapprochée de la figure 63 pour montrer un résidu argileux (stylolite?) le long de plans de diaclase.

Nous avons noté de nombreuses lentilles de pyrite un peu partout dans la coupe, de même qu'un résidu argileux d'origine stylolitique ou résultant de mouvement le long des diaclases (figure 64). Ce phénomène a aussi été observé à la surface d'affleurements naturels.

Nous n'avons trouvé aucun fossile dans la carrière, probablement à

cause de la fraîcheur de la roche et de sa couleur très foncée. Par contre, dans les affleurements en bordure sud de la route Clarenceville-Noyan **[53]**, nous avons récolté plusieurs **Triarthrus beckii** (Green), un petit spécimen de céphalopode droit (orthocone) et de nombreux graptolites reliés à **Climacograptus typicalis** Hall et **Orthograptus drimucronatus micracanthus** Elles Wood. Du côté nord de cette route, dans le prolongement des mêmes affleurements **[54]**, nous avons trouvé un spécimen de **Dicranograptus ramosus** (Hall).

En continuant toujours sur la route Clarenceville - Henryville, on note, passé le segment E-W de la route **[55]**, des affleurements du même type de roche. Un peu avant la rivière du Sud, nous avons trouvé, sur le flanc ouest des petites collines NE-SW, de nombreux graptolites, dont **Climacograptus typicalis** (Hall), **Climacograptus caudatus** Lapworth, **Climacograptus spiniferus** Ruedemann et **Orthograptus quadrimucronatus micracanthus** Elles & Wood. Le trilobite caractéristique de la formation de Stony Point, **Triarthrus beckii** (Green), est aussi présent. De la rivière du Sud à Henryville, on rencontre des deux côtés de la route des affleurements discontinus du même type de mudstone laminé contenant de nombreux nodules et lentilles de pyrite ainsi que les mêmes fossiles. Par endroits, la roche est très feuilletée, résultat du clivage et de la densité des lamines. A la jonction qui précède le village de Henryville **[56]**, une ancienne carrière est encore visible ainsi qu'une coupe basse le long de la route. On peut y observer un clivage bien développé.

La bande d'affleurements entre Clarenceville et Henryville se termine par un affleurement à fleur de terre dans le village même de Henryville **[57]**.

FAUNE ET CORRELATON

La faune de la formation de Stony Point est composée du trilobite **Triarthrus beckii** (Green), le fossile le plus abondant et le plus caractéristique de cette formation, et de plusieurs espèces de graptolites (tableau 9) représentées par un assez grand nombre de spécimens. Les graptolites les plus fréquents en affleurement sont **Climacograptus typicalis, Climacograptus spiniferus** et **Orthograptus quadrimucronatus micracanthus** Elles & Wood; ils se situent aussi bien dans la partie inférieure que dans la partie supérieure de la zone à **C. spiniferus**

Une faune graptolitique plus exhaustive (voir tableau 9) a été identifiée dans les forages pétroliers 76, 77 et 120 (annexe 1). Les épaisseurs importantes recoupées par ces forages ont permis de reconnaître les zones suivantes, telles que définies par Riva (1969, 1974):

- Zone à **Corynoïdes americanus**
- Zone à **Orthograptus ruedemanni**
- Zone à **Climacograptus spiniferus**
- Zone à **Climacograptus pygmaeus**

TABLEAU 9 - Fossiles de la formation de Stony Point.

Espèces	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
CEPHALOPODES											
Orthocones										x	
TRILOBITES											
Triarthrus beckii (Green)					x	x	x	x	x	x	x
GRAPTOLITES											
Climacograptus pygmaeus Ruedemann	x	x									
Climacograptus typicalis Hall	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Climacograptus typicalis (formes interm.)	x	x			x						
Climacograptus spiniferus Ruedemann	x		x	x			x	x	x		x
Climacograptus caudatus (Lapworth)	x	x							x		
Dicranograptus ramosus (Hall)	x									x	
Orthograptus amplexicaulis (Hall)		x	x					x			
Orthograptus ruedemanni (Gurley)				x							
Climacograptus putillus (Hall)	x	x									
Corynoides americanus (Ruedemann)			x								
Orthograptus quadrimucronatus (Hall)	x	x	x								
Orthograptus quadrimucronatus micracanthus Elles & Wood			x	x	x			x	x	x	x
Dicellograptus forchammeri (Geinitz)								x			

Espèces	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
GRAPTOLITES											
Dicranograptus nicholsoni cf. *minor* Bulman	x			x				x			
Cryptograptus insectiformis (Ruedemann)	x	x	x								x
Neurograptus margaritatus (LAPWORTH)				x							
Corynoides sp.			x	x							
Orthograptus sp.	x	x	x								
Orthograptus quadrimucronatus var. *inequispinosus* (Ruedemann)	x	x									
Orthograptus cornutus (Ruedemann)			x								
Orthoretiolites sp.	x	x									
Callograptus compactus (Walcott)	x	x									
Dictyonema?	x	x									
Mastigograptus gracillimus (Lesquereux)		x									
Leptograptus flaccidus (Hall)	x	x									
Climacograptus sp.		x									
Glyptograptus sp.	x										
Diplograptus sp.	x										

A,B,C - Forages 76,77,120 (annexe 1)
D - Saint-Valentin (aff. 44)
E - Rivière Lacolle (aff.43)
F - Rivière Richelieu (aff. 45)
G - Miranda (aff. 46)
H - Noyan (aff. 49)
I,J,K - Clarenville (aff. 53 à 55)

Il est évident que la faune graptolitique à **C. spiniferus** indique un âge Utica inférieur en surface et que les zones à **Orthograptus ruedemanni** et à **Corynoïdes americanus** indiquent plutôt un âge Canajoharie en profondeur.

A,B,C - Forages 76,77,120 (annexe 1)
D - Saint-Valentin (aff. 44)
E - Rivière Lacolle (aff. 43)
F - Rivière Richelieu (aff. 45)
G - Miranda (aff. 46)
H - Noyan (aff. 49)
I,J,K - Clarenceville (aff. 53 à 55)

Notre faune se compare très bien avec celle de la coupe-type à Stony Point. **Triarthrus beckii** (Green) et les graptolites appartiennent surtout à la partie inférieure de la zone à **C. spiniferus.** Nous avons aussi trouvé le céphalopode droit (orthocone) mentionné à la coupe-type. Le seul fossile de la coupe-type qui n'ait pas été noté dans notre région est le brachiopode **Leptobolus insignis.**

De la liste dressée par Ells (1896) sur les fossiles du Stony Point de notre région, les quatre espèces suivantes sont demeurées introuvables: **Cyathodictya reticulata** (Walcott), **Plectambonites sericeus** (Sowerby), **Endoceras proteiforme** Hall et **Triarthrus** sp. cf. **T. glabor** Billings.

EPAISSEUR

Les affleurements de surface ne permettent pas d'évaluer l'épaisseur de la formation du Stony Point à cause de la discontinuité et de la déformation qui les affectent. La coupe de surface la plus importante est celle de la carrière de Clarenceville [52], où nous avons mesuré 8.9 m de strates. Les trois forages pétroliers précédemment mentionnés permettent toutefois d'évaluer de façon précise la puissance de la formation Stony Point. Les forages 76 et 77 ont traversé respectivement 464.0 et 492.7 m d'Utica. Le forage 120, qui a recoupé 535.4 m de Stony Point, est le meilleur indicateur de la puissance réelle de la formation car celle-ci est identifiée comme susjacente aux calcaires Trenton et sous-jacente aux ardoises de la formation d'Iberville.

FORMATION D'IBERVILLE

Ce nom a été utilisé pour la première fois par Clark et McGerrigle (1932) pour désigner la partie supérieure des shales du "district ouest", incluant ceux du comté d'Iberville. Quelques années plus tard, Clark (1934, pages 5 et 6) présentait cette nouvelle formation sans la décrire ni en désigner une coupe-type. Pour les raisons explicitées en début de notre exposé sur les unités se rattachant à l'Utica, il est impératif de re-définir cette formation. Pour ce faire, nous avons choisi une coupe-type dans le comté d'Iberville, ce qui permet de retenir un nom fort utilisé par les géologues tant canadiens qu'américains.

COUPE-TYPE

Notre coupe-type de la formation d'Iberville se trouve à 4 km au SW de Saint-Alexandre [73], sur la route du Rang-des-Dussault, à 1.2 km au sud de l'embranchement pour Sabrevois, à 700 m à l'est de la route. Il s'agit d'une colline d'environ 700 m de largeur (figure 65) composée de la seule formation d'Iberville. Cette coupe est complétée par des affleurements au nord de la colline et sur le côté ouest de la route. La partie visible de la coupe-type ne dépasse pas 1.5 m d'épaisseur.

FIGURE 65 - Coupe-type de la formation d'Iberville, dans le Rang-des-Dusseault. Affleurement [73].

La formation consiste en un mudstone feuilleté non calcareux, gris foncé, rythmiquement interstratifié de lamines de silstone dolomitique ou encore de véritables lits de dolomie brun orangé à grain fin. L'affleurement affiche une rythmicité très régulière du litage (figure 66). Pour chaque rythme, on reconnaît une bande supérieure (4 à 12 cm) de mudstone gris pâle et une bande inférieure (1.0 à 1.5 cm) de lamines de siltstone plus argileux et moins dolomitique, gris foncé, à grain plus fin; la bande supérieure comprend des lamines de siltstone dolomitique brunâtre, de 0.1 à 1.0 mm d'épaisseur.

De véritables lits de dolomie dense, à grain fin, de 2 à 25 cm d'épaisseur sont exceptionnellement intercalés dans les rythmes. Hawley (1934) rapporte qu'ils apparaissent à intervalles de 0.9 à 15 m au Vermont. On remarque que, là où les lamines dolomitiques comportent une stratification oblique, la rythmicité est moins régulière. Celle-ci reflète donc la position du rivage lors de la déposition de ces lits.

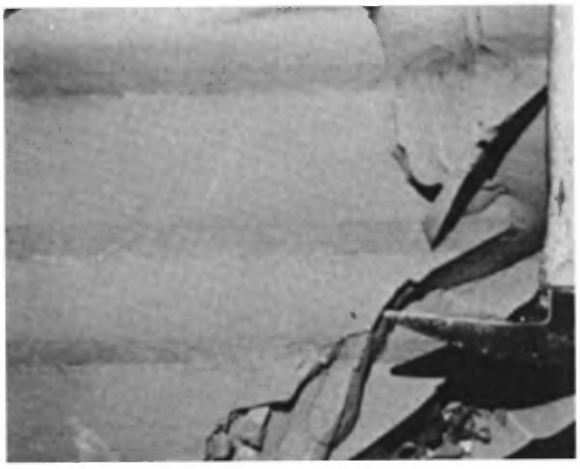


FIGURE 66 - Vue rapprochée des roches de la figure 65.

La formation d'Iberville a une origine différente de celle de la formation de Stony Point. Produit d'érosion de montagnes taconiques émergeantes, elle consiste en un mélange de sédiments appalachiens et de sédiments océaniques. De ce fait, on peut dire que la formation d'Iberville est un faciès latéral de la formation de Stony Point.

Un clivage régional serré affecte les affleurements de la formation. Sous l'action des intempéries, là où les lits ne sont pas trop épais, le mudstone se défait en petits bâtonnets.

DISTRIBUTION

La formation d'Iberville occupe une bande d'environ 13 km de largeur à la hauteur d'Henryville. La bande se retrécit en direction sud et n'a plus que 5 km à la frontière américaine; elle perd aussi de la largeur vers le nord. Les affleurements se présentent en cinq aires que nous allons décrire brièvement.

BAIE DE VENISE

Les affleurements sur les rives de la baie de Venise sont vus de façon plus avantageuse lorsque l'eau est à son niveau le plus bas, en juillet ou en août. En bordure ouest de la

pointe Jameson [58] on rencontre une roche typique de la formation d'Iberville, c'est- à-dire un mudstone feuilleté non calcareux, gris foncé, interstratifié de lamines de siltstone dolomitique brun orangé à environ tous les 3 cm. Les strates sont à la verticale ou presque. Sur le côté est de la pointe, les affleurements ne s'étendent pas très loin; comme ce côté se trouve à l'embouchure de la rivière aux Brochets, il est couvert d'une grande quantité d'alluvions.

Sur la rive ouest de la baie [59], on peut observer des affleurements discontinus du même type de roche (figures 67, 68). Ce sont des coupes très basses, d'une puissance ne dépassant pas 2 m. Par endroits, quelques lits de dolomie homogène, dense, à altération beige, atteignant 10 cm, apparaissent dans ces coupes (figure 69). Au sud de ces affleurements [60], on en rencontre d'autres qui sont discontinus et se présentent sur le rivage et sous l'eau.

L'affleurement le plus au sud se trouve à la Pointe de la Province [61]. Il est composé de mudstone non calcareux, gris foncé, avec lamines de silstone dolomitique à tous les 3 cm.

Hawley, sur la carte géologique accompagnant son article de 1937, assigne à la formation de Stony Point les roche de la péninsule d'Alburg. Nous n'avons pas visité ces affleurements mais il semble improbable qu'ils appartiennent au Stony Point vu que les

FIGURE 67 - Formation d'Iberville, sur la rive ouest de la baie de Venise. Affleurement [59].

FIGURE 68 - Vue rapprochée de la figure 67. A noter la rythmicité du litage et le clivage serré.

FIGURE 69 - Vue rapprochée de la figure 68 montrant des bandes dolomitiques orangées interstratifiées avec du mudstone. A noter la stratification entrecroisées dans les bandes dolomitiques.

roches à la Pointe de la Province appartiennent indubitablement à la formation d'Iberville et qu'elles ressemblent beaucoup à celles de la péninsule Alburg. Nous croyons donc que ces roches devraient être assignées à la formation d'Iberville.

A l'ouest de la baie Missisquoi, à l'intérieur des terres, il existe trois affleurements importants de roches Iberville. Le premier consiste en une petite excavation sur le chemin entre Aird et Dairy Valley, sur le côté est de la route **[62]**. La roche est un mudstone feuilleté non calcareux, à lamines de siltstone dolomitique, se défaisant en bâtonnets sous l'action de l'intempérisme. Le second affleurement se trouve à 1 km au sud de Dairy Valley, dans un ruisseau qui traverse un chemin de jonction entre deux rangs **[63]**. Cet affleurement, qui présente le même type de roche que le premier, contient des graptolites représentant une nouvelle forme de **Clyptograptus** sp. mais nous ne pouvons affirmer qu'il s'agit de roche en place. Le troisième affleurement consiste en une petite excavation à 2.0 km au NW de Martin **[64]**. Il est composé de mudstone feuilleté non calcareux contenant des lamines de siltstone dolomitique, le tout s'érodant en bâtonnets.

En continuant vers le nord, on rencontre, à Venise-en-Québec, deux autres affleurements dignes d'intérêt. Il s'agit de deux carrières à l'ouest du village. La première **[65]**, profonde de 2 m seulement, mesure environ 95 m par 200 m. On l'exploite de façon discontinue pour en tirer du matériau de remplissage. La roche est un mudstone feuilleté qui se défait en bâtonnets. Ce mudstone non calcareux, de couleur très foncée, contient une répétition cyclique de lamines de siltstone dolomitique brun rouille. Par endroits, ce siltstone affiche une stratification entrecroisée. La présence d'une faille parallèle à la stratification a été notée dans la partie sud de la carrière. Nous avons vu quelques fragments de trilobites ainsi que des graptolites de l'espèce **Orthograptus quadrimucronatus micracanthus** Elles & Wood, laquelle appartient à la zone à **C. spiniferus** de l'Utica.

L'autre carrière se trouve à 2 km plus au nord, à 0.4 km à l'ouest de l'embranchement du chemin menant à Henryville **[66]**. La roche est un mudstone feuilleté à lamines de siltstone dolomitique se défaisant en bâtonnets. Comme cette carrière, de 150 m sur 300 m, est cependant peu profonde, aucune épaisseur importante de la formation ne peut être observée.

Un ruisseau de drainage à l'extrémité sud de la carrière **[67]** révèle le même type de roche.

HENRYVILLE

A 1.0 km au nord du village d'Henryville dans une ancienne sablière convertie en dépotoir municipal **[68]**, on observe le mudstone typique de la formation d'Iberville. Comme le Stony Point sous-jacent se rencontre

dans le village même, le contact avec le d'Iberville se situe quelque part entre la sablière et le village.

A 2.4 km à l'ouest de la sablière [69], une carrière peu profonde (1 m), exploitée de temps à autre, expose le mudstone feuilleté de l'Iberville. De la pyrite est disséminée un peu partout dans la roche. Sur le côté nord de la carrière, on note un lit ondulant de dolomie brun orangé de 20 cm d'épaisseur.

Pour ce qui est des fossiles nous avons trouvé quelques spécimens de graptolites se situant au début de la zone **C. pygmaeus** de l'Utica supérieur; ce sont **Orthograptus quadrimucronatus** (Hall) (jeunes individus), **Climacograptus typicalis** (Hall) et **Climacograptus pygmaeus** Ruedemann.

SAINT-SÉBASTIEN

Un premier affleurement au nord de Saint-Sébastien [70] consiste en découverts dans un ruisseau de drainage récemment creusé. La roche est un mudstone feuilleté, noir, non calcareux, interstratifié de minces lits de siltstone dolomitique à stratification oblique. On note aussi, interstratifié, un lit de dolomie laminée brun orangé de 10 cm d'épaisseur. Nous y avons recueilli les graptolites **Climacograptus pygmaeus** Ruedemann, **Climacograptus typicalis (Hall)** et **Orthograptus** (du type **amplexicaulis**?). Ces graptolites appartiennent à la zone à **C. pygmaeus** de l'Utica supérieur.

Un second affleurement [71] est constitué par une sablière sur le flanc d'une petite butte. On y retrouve le mudstone feuilleté, non calcareux, gris foncé à noir et à altération rouille de la formation d'Iberville. Nous y avons trouvé **Climacograptus pygmaeus** ou **Climacograptus typicalis, Glyptograptus** sp. et **Orthograptus quadrimucronatus** (Hall). Ces graptolites se situent au début de la zone à **C. pygmaeus** de l'Utica supérieur.

Un troisième affleurement [72] se trouve à 7.0 km au nord de Saint-Sébastien, à 1.4 km à l'ouest de la route sur le flanc d'un coteau partiellement dégagé. Il se trouve à 4 km au sud-ouest de la coupe-type [73] de la formation. On peut y observer le mudstone feuilleté non calcareux, de couleur noire et à interstratification dolomitique de la formation d'Iberville. A 1.6 km à l'ouest de cet affleurement, du côté est de la route de Sabrevois, le même mudstone occupe un ruisseau de drainage et le fond d'une petite excavation pour les animaux.

RIVIÈRE AUX BROCHETS

Les affleurements de la rivière aux Brochets [74] s'échelonnent de façon discontinue entre un point à 800 m au SW de Pike-River (Saint-Pierre-de-Véronne) et un petit barrage à Notre-Dame-de-Standbridge. Dans leur ensemble, ils représentent le meilleur étalage de l'Iberville dans la région. La roche conserve les caractéristiques de la formation d'Iberville tout le

long de la rivière, étant un mudstone noir, feuilleté, non calcareux, interstatifié de façon rythmique de lamines et de minces lits de siltstone dolomitique brun orangé. Les lamines et les minces lits de siltstone affichent une stratification entrecroisée. On note aussi, çà et là, quelques lits de dolomie laminée atteignant 8 cm d'épaisseur. Par endroits, les lamines ou minces lits de siltstone dolomitique se répètent à tous les 10-13 cm au lieu de le faire à tous les 3 cm. Il en résulte que le mudstone ne se défait plus en bâtonnets mais en plaquettes. Le même résultat est observé lorsque le clivage est parallèle à la stratification. On remarque aussi que la stratification est inversée par endroits, tout particulièrement dans le secteur de Pike-River.

Nous avons découvert de nombreux graptolites sur la rive gauche, en aval de Malmaison, immédiatement à l'ouest du pilier du pont (détruit) de l'ancienne voie ferrée du Central Vermont [75]. Ces graptolites, qui appartiennent à la zone **C. pygmaeus** de l'Utica supérieur, se rattachent aux espèces suivantes: **Climacograptus pygmaeus** (Ruedemann) (très abondant) et **Climacograptus typicalis** (Hall).

Deux petits affleurements isolés, à proximité de la rivière, méritent d'être mentionnés. Le premier, à la sortie de Pike-River [76], sur le côté ouest de la route menant à Malmaison, est une petite carrière d'où on a extrait de la roche comme matériau de remplissage. Cette roche est composée de mudstone feuilleté non calcareux, noir, contenant une répétition cyclique de lamines et minces lits de siltstone dolomitique brun rouille ainsi que quelques lits de dolomie atteignant 5 cm d'épaisseur. Le second affleurement, également une petite excavation, se situe à 2 km au nord-ouest de Malmaison [77]. Ici encore, la roche est composée de mudstone feuilleté non calcareux avec interlits de siltstone dolomitique variant de 7 mm à 8 cm.

D'autres affleurements sont visibles à l'ouest de Notre-Dame-de-Stanbridge. Passé la croisée du chemin pour Pike-River [78], on en rencontre de petits dans un ruisseau récemment creusé et sur les buttes avoisinantes. La stratification est parallèle au clivage et le mudstone se défait en plaquettes. On en trouve aussi dans le fossé de la route menant à Saint-Alexandre [79], ici le mudstone est feuilleté, non calcareux, noir et se défait en bâtonnets. Nous y avons trouvé le graptolite **Climacograptus typicalis** Hall.

Le dernier affleurement du secteur de la rivière aux Brochets est un coteau à 4 km au NW de Notre-Dame-de-Stanbridge [80], lequel est entièrement composé de mudstones feuilletés, non calcareux, avec interlits de siltstone dolomitique à stratification entrecroisée. La stratification et le litage y sont parallèles.

SAINT-ALEXANDRE - SAINT-GRÉGOIRE

Ce secteur comprend l'affleurement [81] à la limite nord de la

feuille de Lacolle et les affleurements **[82]** à **[86]** sur la feuille de Saint-Jean. L'affleurement **[81]** se trouve dans un ruisseau de drainage qui traverse la montée Saint-François-Xavier à 1.2 km au NE de Saint-Alexandre, en face d'une tour de micro-ondes. On y observe un mudstone feuilleté non calcareux, de couleur très foncée, interstratifié de minces lits de siltstone dolomitique brun rouille.

En continuant dans le même ruisseau, on rencontre, avant d'arriver au rang Kempt, deux petites coupes du même type de roche. Il s'agit de l'affleurement **[82]**.

Plus vers l'est, dans le ruisseau Mercier-Galipeau, récemment approfondi, on note de magnifiques affleurements de mudstones feuilletés, non calcareux et laminés **[83]**.

Dans la rivière du Sud-Ouest, des blocs de la formation d'Iberville ont été dégagés du fond de la rivière lorsque celle-ci fut creusée. Ces blocs sont particulièrement nombreux du côté nord du pont qui enjambe la rivière, à 600 m au nord de Ménardville **[84]** et à Sainte-Brigide-d'Iberville **[85]** près d'un petit pont dans une rue au nord de la rue principale du village.

L'affleurement de la formation d'Iberville le plus au nord se situe sur la route 104, à peu près à mi-chemin entre Saint-Brigide-d'Iberville et Saint-Grégoire **[86]**. La composition de cet affleurement dénote un passage graduel au groupe de Lorraine sus-jacent, le tout étant plus gréseux qu'ailleurs. On continue cependant d'observer la répétition cyclique des minces lits de siltstone dolomitique de la formation d'Iberville dans un mudstone gréseux de couleur gris plus pâle.

Aucun autre affleurement ne nous permet de tracer avec précision le contact entre les deux formations. D'après le contexte stratigraphique régional, celui-ci devrait se diriger vers Saint-Césaire, au-delà de notre carte.

FAUNE ET CORRELATION

La faune de la formation d'Iberville est composée de graptolites, sauf pour quelques fragments de tribolite non identifiables observés à un seul endroit. Une liste complète des graptolites est présentée au tableau 10. On note que ceux-ci se situent surtout à la fin de la zone à **C. spiniferus** et au début de la zone à **C. pygmaeus.** Si l'on compare les graptolites trouvés dans les seuls affleurements de surface, on serait porté à dire que la faune de la formation d'Iberville est légèrement plus jeune que celle de la formation de Stony Point, laquelle appartient à la zone à **C. spiniferus.** Cependant, dans la partie supérieure des forages pétroliers 76 et 77 (annexe 1), on a aussi noté une faune à **C. pygmaeus.** Il semble donc que les deux formations sont à peu près du même âge et ne reflètent qu'un changement latéral de faciès.

TABLEAU 10 - Fossiles de la formation d'Iberville.

ESPECES	Venise-en-Québec	Henryville (NW)	Saint-Sébastien	Saint-Alexandre (NE)	Rivière aux Brochets (près de Malmaison)	N.-D. de Stanbridge (NW)	Ruisseau au sud de Dairy Valley
TRILOBITES							
Fragments	x						
GRAPTOLITES							
Climacograptus pygmaeus (Ruedemann)		x	x		x		
Climacograptus typicalis (Hall)	x	x	x	x	x	x	
Orthograptus quadrimucronatus (Hall)		x	x				
Orthograptus quadrimucronatus miseracanthus Elles & Wood	x						
Glyptograptus sp.			x	x			
Diplograptus sp.			x				
Orthograptus cf. *amplexicaulis* (Hall)			x				
Glyptograptus n. sp.							x

D'après les observations de terrain, il appert cependant que la formation d'Iberville est sus-jacente à la formation de Stony Point. Ceci se vérifie tout particulièrement à Henryville, où les deux formations sont plissées et plongent vers le NE.

EPAISSEUR

En surface, aucune coupe ne donne une idée réelle de la puissance de la formation d'Iberville puisqu'il s'agit presque partout de décapage du premier mètre de la formation. Les plis droits et déversés affectant les lits de la rivière aux Brochets rendent tout calcul illusoire. Au Vermont, Hawley (1957) mentionne une épaisseur minimum de 223.3 m pour la séquence présente à Woods Island; en incluant les lits de transition, celle-ci dépasserait 305 m.

Pour avoir une idée de la puissance de l'Iberville au Québec, on doit se référer au seul forage pétrolier implanté dans le secteur couvert par cette formation. Il s'agit du puits 42, à 3.2 km au sud de Saint-Alexandre. Il est cependant difficile, à partir de la description qui en est faite (annexe 1), de préciser l'épaisseur de la formation car on ne parle que de Lorraine inférieur et de shale de l'Utica. Si l'on peut toutefois dire que les 109.8 m assignés au Lorraine inférieur sont en fait de l'Iberville, on demeure incapable de discerner quelle portion des 518.5 m du shale de l'Utica est en réalité de l'Iberville. L'on sait cependant que, dans les forages plus à l'ouest (76, 77, 120), la puissance du Stony Point sous-jacent est de 488 m à 610 m; il est donc raisonnable de penser qu'une bonne partie de 518.5 m d'Utica relevés dans le forage 42 appartient à la formation d'Iberville.

Dans le forage 166, implanté dans la formation de Sainte-Sabine, on peut présumer que c'est bien la formation d'Iberville qui a été identifiée sous la faille à 1316 m (4316'). On y a mesuré 40 m de strates de cette formation au-dessus du Stony Point.

FORMATION DE SAINTE-SABINE

La formation de Sainte-Sabine s'étend, en direction NE, de la baie Missisquoi jusqu'à Sainte-Sabine en passant par Stanbridge-Station et Notre-Dame-de-Stanbridge. Dans sa partie la plus large, au nord de Morgan- Corners, elle atteint 3.2 km.

La formation de Sainte-Sabine est une nouvelle unité nommée par Charbonneau (1980) dans la moitié ouest de la feuille de Sutton. Cette, unité, qui déborde dans notre région (figure 1), désigne des terrains de lithologie différente de celle des formations d'Iberville et de Stony Point. Sur leur carte de la région de Lacolle, Clark et McGerrigle (1932) ont assigné ces terrains à la formation d'Iberville.

Dans la région de Sutton, la formation de Sainte-Sabine a , dans le passé, été désignée comme suit: formation d'Iberville et écaille de Philipsburg (Clark, 1934); complexe de Saint-Germain (Eakins, 1964); complexes de Saint-Germain et de Stanbridge (Clark et Eakins, 1968). On a aussi parlé de flysch de l'Ordovicien moyen et supérieur, de formation de Courval, de calcaires argileux du complexe de Saint-Germain. Beaupré (1975, planche 3) parle de nappe d'ardoise et de grès verts; il parle aussi de nappe de Stanbrige. Un nouveau nom, ainsi qu'une nouvelle définition, sont donc indispensables pour bien camper cette unité.

La localité-type comprend des affleurements sur le ruisseau aux Morpions et quelques autres au nord-ouest de Haseville (figure 70). Le nom de la formation vient du village de Sainte-Sabine, dans l'angle NE de la feuille de Lacolle.

La formation est composée à 80% d'ardoises en lits de 10 cm à 1 m d'épaisseur et à 20% d'interlits de sédiments détritiques et dolomitiques de 1 à 10 cm d'épaisseur. Du calcaire argileux et du mudstone calcareux en bancs massifs ou laminés composent la portion restante de la coupe, laquelle se manifeste surtout dans le feuillet de Sutton. L'ardoise peut être:

- argilo-calcareuse, gris foncé, à altération grisâtre ou gris clair blanchâtre;
- argilo-dolomitique, grise, à altération brune;
- argilo-calcareuse et dolomitique, grise, à altération brunâtre ou gris clair brunâtre;
- argileuse, gris noirâtre, à altération gris foncé.

Les interlits peuvent être des:

- grès carbonatés, gris, à altération brune;
- mudstones et dolomies silteuses, gris, à altération brun orangé;
- calcisiltites, grises, à altération brune;
- calcirudites grises, à altération brune;
- calcarénites gréseuses, grises, à altération brunâtre.

L'ardoise est localement conglomératique. Elle est alors gris

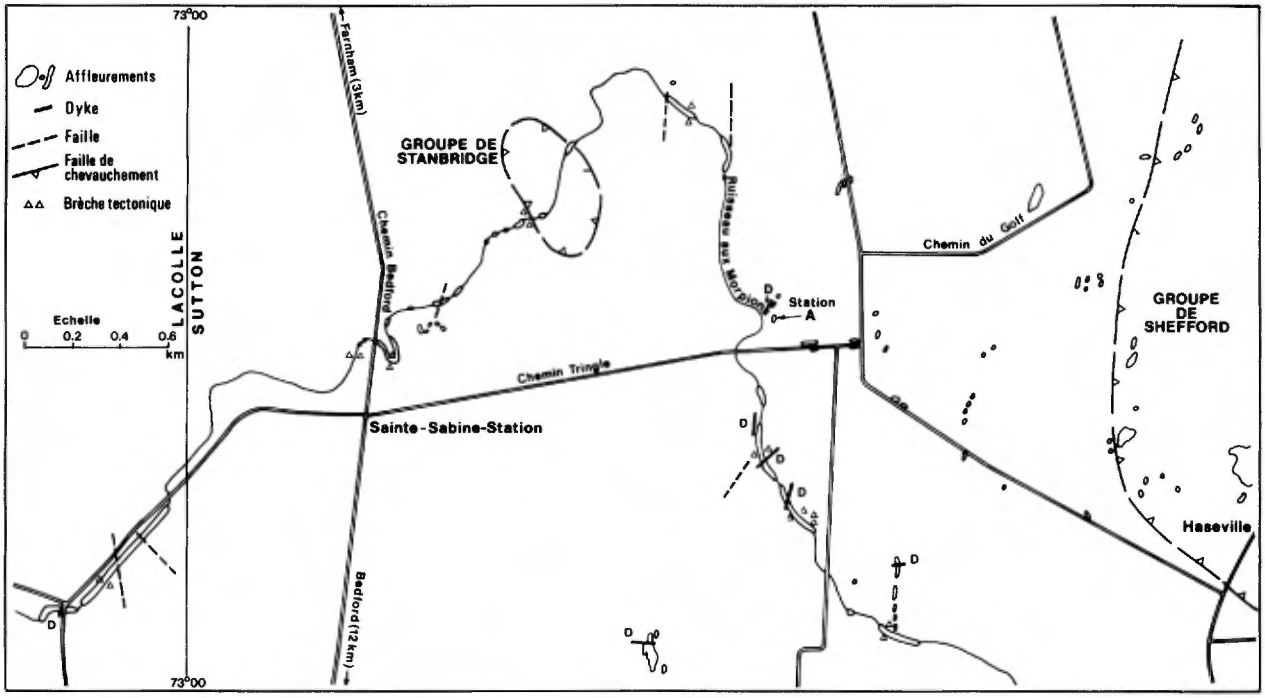


FIGURE 70 - Affleurements de la formation de Sainte-Sabine dans le ruisseau aux Morpions, à l'affleurement [87], et à la coupe-type dans la région de Sutton.

foncé, s'altère gris brun et contient jusqu'à 10% de fragments (4 à 30 mm) consistant en calcarénite grise, en calcaire micritique gris noir à couleur d'altération gris clair et en siltstone dolomitique gris noir à couleur d'altération brun orangé. Ces fragments sont aussi des bouts de lits, d'altération brunâtre, très arrondis, localement allongés parallèlement au clivage régional, avec lamines de grès carbonaté gris. L'ardoise devient de plus en plus calcareuse en se rapprochant, vers l'est, des calcaires argileux et du mudstone calcareux.

Le grès carbonaté est de grain fin à grossier, avec lamines croisées et convolutées. Il peut être aussi granoclassé, affichant à la base des structures chenalisées, des empreintes de sillon d'érosion (flute casts) ou des marques de semelles. Les lits de ce grès apparaissent dans les ardoises à intervalles de 30 cm à 6 m.

Le mudstone est cassant, massif ou à fines lamines parallèles. Il se présente à intervalles de 2 à 10 m dans les ardoises.

La calcisiltite contient des lamines parallèles ou croisées.

La calcirudite, pour sa part, est granoclassée, avec contact inférieur net et contact supérieur graduel, suivi de lamines de calcarénites alternant avec des lamines argileuses plus foncées.

En résumé, sur un affleurement typique, les lits de grès sont grossiers à la base et en contact net avec l'ardoise dolomitique. Ils sont granoclassés et passent graduellement à un silstone dolomitique ou dolomie silteuse puis à une ardoise dolomitique et enfin à de petits lits centimétriques d'ardoise argileuse gris noirâtre à altération gris foncé sur une épaisseur d'environ 1 m. Des veinules de calcite prismatique sillonnent la roche par endroits.

D'autres types de roches faisant partie de la formation de Sainte-Sabine se rencontrent dans la région de Sutton ouest. A l'emplacement de la station A (figure 70), on trouve un affleurement où des lits d'ardoise argilo-carbonatée alternent avec des lits de mudstone calcareux et de calcilutite argileux. Les affleurements au voisinage du point de rencontre des chemins Tringle et Audette montrent un calcaire argileux associé à un peu de mudstone calcareux, en bancs massifs ou laminés atteignant localement plusieurs centimètres d'épaisseur. Plusieurs affleurements montrent de la calcite secondaire intercouche. De rares lits (1 cm) de calcarénite rompent la monotonie de cette roche à grain fin. La formation de Sainte-Sabine représente, comme la formation d'Iberville, un faciès flyschoïde de l'Utica provenant de l'érosion des montagnes taconiques subséquemment au chevauchement. On se trouve, comme dans le cas de la formation d'Iberville, en présence de sédiments appalachiens mélangés à des sédiments océaniques.

Une écaille de roche plus ancienne, appartenant probablement à la nappe de Granby (Cambrien inférieur), est présente dans la bande de terrain occupée par la formation de Sainte-Sabine. Elle a une direction NE et s'étend sur 4 km. Nous l'examinerons avec les roches appalachiennes.

DISTRIBUTION

La formation de Sainte-Sabine affleure à Sainte-Sabine, à Notre-Dame-de-Stanbridge, à Stanbridge-Station, à Morgan-Corners et sur la baie Missisquoi.

SAINTE-SABINE

Sur le ruisseau aux Morpions **[87]**, en aval et en amont du pont de Sainte-Sabine, on observe, sur une distance presque continue 800 m, des strates verticales ou subverticales, (figure 71), parfois inversées, composées essentiellement des trois types lithologiques suivants:

- Ardoises argileuses, gris foncé à noires.
- Lits de dolomie silteuse, dense, à couleur d'altération beige.
- Lits ou lamines de grès dolomitique à couleur d'altération brunâtre.

La coupe est composée en majeure partie d'ardoises noires et argilo-carbonatées dans lesquelles sont interstratifiés des lits de dolomie dense et silteuse, d'altération beige, pouvant atteindre 30 cm d'épaisseur, et des lits ou lamines de grès dolomitique atteignant 5 cm d'épaisseur, à strati-

FIGURE 71 - Formation de Sainte-Sabine, dans le ruisseau aux Morphions, immédiatement à l'ouest du pont à l'est du village de Sainte-Sabine. Affleurement [87].

fication oblique et à empreintes de sillons d'érosion.

Cet affleurement renferme de nombreux graptolites, de plus en plus jeunes d'est en ouest. Les graptolites à 402 m à l'est du pont appartiennent à la zone à **Corynoides americanus** d'âge Canajoharie inférieur (tableau 11); ce sont **Orthograptus calcaratus basilicus** Elles & Wood et **Corynoides americanus** (Ruedemann). Les graptolites à 200 m du pont comprennent **Climacograptus putillus** (Hall) et **Orthograptus calcaratus basilicus** Elles &

TABLEAU 11 - Proposition de corrélation des zones à graptolites de l'Ordovicien moyen et de l'Ordovicien supérieur de l'Est de l'Amérique du Nord avec celles des Iles Britanniques. D'après Riva, (1974) et Riva, communication personnelle, 1980.

SERIES ET ETAGES AMERICAINS			PARTIE EST DE L'AMERIQUE DU NORD (Riva, 1974)	TEXAS Berry (1960)	ILES BRITANNIQUES (Skevington, 1969)	SERIES BRITANNIQUES
ORDOVICIEN SUPERIEUR			*A. inuiti*	Pas de faune		ASHGILL
			D. complanatus	*D. complanatus*	*D. anceps* *D. complanatus*	
			C. manitoulinensis	? ? ?		
ORDOVICIEN MOYEN	Barneveld	Utica	*C. pygmaeus*	*O. quadrimucronatus*	*P. linearis*	
			C. spiniferus	*O. "intermedius"*		CARADOC
		Canajoharie	*O. ruedemanni*		*D. clingani*	
			C. americanus	Pas de faune		
	Wilderness		*D. multidens*		*D. multidens*	
	Porterfield		*N. gracilis*	*C. bicornis et N. gracilis*	*N. gracilis*	

Wood; ils appartiennent à la zone à **Orthograptus ruedemanni** d'âge Canajoharie supérieur. A 50 m du pont, nous avons cueilli **Orthograptus** cf. **ruedemanni?** et **Climacograptus** cf., qui appartiennent aussi à la zone à **Orthograptus ruedemanni.** Finalement, à 50 m à l'ouest du pont, les espèces appartiennent à la zone à **Climacograptus spiniferus** (Hall) de l'Utica inférieur; ce sont **Dicranograptus ramosus** (Hall), **Climacograptus caudatus** Lapworth, **Climacograptus spiniferus** Ruedemann, **Climacograptus typicalis** (forme à 3 épines) et **Orthograptus amplexicaulis** (Hall).

Dans un ruisseau de drainage **[88]**, une autre petite coupe dans le même type de roche renferme les graptolites **Climacograptus spiniferus** Ruedemann.

NOTRE-DAME-DE-STANBRIDGE

A 2.0 km à l'est de Notre-Dame-de-Stanbridge **[89]**, une coupe de chemin au sommet d'une petite colline (figure 72) expose des ardoises argileuses, finement laminées par endroits, de couleur gris fer à gris- noir, à altération brunâtre, contenant des interlits (atteignant 15 cm) de dolomie silteuse, dense, à altération beige ainsi que des lits de siltstone ou grès dolomitique à grain fin, de couleur brunâtre. Dans la partie ouest de l'affleurement, une petite synforme (figure 73) est visible.

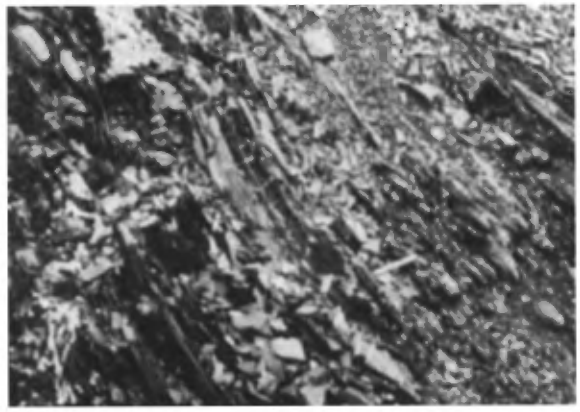


FIGURE 72 - **Formation de Sainte-Sabine. Coupe sur la route. Affleurement [89].**

FIGURE 73 - Même endroit que la figure 72. **Petite synforme.**

Dans la rivière aux Brochets, au sud, deux coupes **[90]** sont composées essentiellement d'ardoises gris foncé et de lits de siltstone dolomitique interstratifiés, le tout à fort pendage. A l'ouest de ces coupes, une butte **[91]**, visible de la route entre Stanbridge-Station et Notre-Dame-de-Stanbridge, est composée d'ardoise argilo-carbonatée, à altération brune, contenant des interlits de grès dolomitique laminé à couleur d'altération orangée atteignant 15 cm d'épaisseur.

Au centre de cet affleurement, on peut observer une zone où les strates, très déformées, comprennent de nombreux petits plis ainsi que des vestiges de lits de grès dolomitique. De chaque côté de cette zone, on note un pendage élevé des strates (60°), un clivage plus ou moins parallèle au litage et un système de diaclases.

STANBRIDGE-STATION

Le premier affleurement est à 3.0 km au nord de Stanbridge-Station **[92]**, sur le côté est de la route Stanbridge-Station - Notre-Dame-de-Stanbridge. Il s'agit d'une petite colline d'ardoises argileuses gris-noir, cassantes, contenant quelques interlits de grès laminé dolomitique, à grain fin, de couleur brunâtre mais aussi légèrement verdâtre, atteignant 30 cm d'épaisseur. Le pendage et le clivage sont forts et plus ou moins parallèles, le tout traversé d'un système de diaclases. Cette colline se continue vers le SW, de l'autre côté de la route, où on peut observer la même lithologie mais extrêmement plissée en une série d'antiformes et de synformes.

Les deux affleurements les plus représentatifs de ce secteur sont situés dans des ruisseaux de drainage récemment creusés. Le premier **[93]** se trouve à 2 km au nord de Stanbridge-Station, sur un chemin secondaire de direction SE, à environ 400 m de sa jonction avec la route menant de Stanbridge-Station à Notre-Dame-de-Stanbridge; le second **[94]** est situé à la sortie est du village de Stanbridge-Station, à environ 400 m du carrefour.

L'affleurement **[93]** consiste en ardoises argileuses, cassantes, gris foncé, contenant des interlits de 8 à 10 cm de dolomie silteuse à altération orangée et de grès dolomitique à grain fin affichant de la stratification entrecroisée (figure 74). Le pendage des couches est plus ou moins vertical et le clivage lui est parallèle. Si l'on suit le ruisseau jusqu'au point où celui-ci s'oriente E-W, on trouve le même type de roche mais, ici, les strates sont inversées. De nombreux graptolites, qui appartiennent à la partie inférieure de la zone à **Climacograptus spiniferus** (Utica inférieur) y furent recueillis, dont:

- **Climacograptus spiniferus**
- **Climacograptus** du groupe **typicalis**
- **Orthograptus amplexicaulis** (Hall)
- **Orthograptus quadrimucronatus micracanthus** Elles & Wood
- **Climacograptus putillus** (Hall)
- **Dicranograptus nicholsoni** cf. **minor bulman**

L'affleurement **[94]** est une coupe typique de la formation de Sainte-Sabine avec ses ardoises noires argileuses dans lesquelles on peut voir des interlits de dolomie, dense, silteuse, à altération beige et de grès dolomitique à grain fin affichant de la stratification entrecroisée. Les graptolites que nous y avons découverts sont: **Climacograptus spiniferus** (Ruedemann), **Climacograptus caudatus** (Lapworth) et **Climacograptus** sp. (du type

FIGURE 74 - Formation de Sainte-Sabine dans un petit ruisseau de drainage traversant un chemin secondaire NW-SE à 400 m de la jonction avec la route joignant Stanbridge-Station à Notre-Dame-de-Stanbridge. Renferme de nombreux graptolites.

typicalis). Ces espèces se situent aussi dans la partie inférieure de la zone à **Climacograptus spiniferus** et sont donc d'âge Utica inférieur.

Il y a beaucoup d'autres petits affleurements dans ce secteur mais ils n'apportent pas tellement plus d'information. Par endroits, les ardoises ne sont pas calcareuses et les lits de dolomie silteuse peuvent atteindre 30 cm; on note des antiformes, des synformes et parfois des vestiges de lits. C'est également dans ce secteur que se trouve cette écaille, de direction NE, composée de roches plus anciennes provenant probablement de la nappe de Granby. Cette écaille, ou lambeau d'érosion, est complètement entourée d'ardoises de la formation de Sainte-Sabine. Elle sera étudiée plus longuement dans la section des Appalaches.

MORGAN-CORNERS

Les affleurements du Sainte-Sabine dans ce secteur se rencontrent surtout en bordure de chemins, sur des petites collines dans les champs et dans quelques ruisseaux de drainage. L'affleurement le plus facile d'accès **[95]** se trouve à 3.0 km au NE de Philipsburg, à l'endroit où la route en bordure de la baie Missisquoi rejoint l'autoroute. Cet affleurement (figure 75) est composé d'ardoises argileuses grises à noires à interlits (5 cm) de dolomie dense, à altération beige orangé, le tout passablement pertubé à son extrémité nord. Nous y avons trouvé un graptolite difficilement identifiable: **Glyptograptus** sp. ou **Climacograptus** sp. Il s'agit probablement du second puisque, à 1.6 km au nord, sur le côté est de l'autoroute **[96]**, nous avons noté **Climacograptus spiniferus** (Ruedemann). A cet endroit, on peut observer des lits de dolomie atteignant 30 cm d'épaisseur ainsi que des interlits de grès à grain fin, gris verdâtre.

FIGURE 75 - Ardoises et dolomie silteuse de la formation de Sainte-Sabine. Affleurement [95].

Le seul autre affleurement digne de mention se trouve à 3.0 km au NE de Morgan-Corners [97]. Il est situé au flanc d'une butte, à l'endroit où la faille de Logan sépare la formation de Sainte-Sabine des roches appalachiennes de l'écaille de Philipsburg. Cet affleurement, de petite taille mais important par sa situation, est composé d'ardoises argileuses gris foncé interstratifiées de lits de siltstone laminé, dolomitique, à altération brunâtre.

FIGURE 76 - Formation de Sainte-Sabine. Ardoises argileuses et interlits de dolomie dense. Sur la baie Missisquoi à Philipsburg. Affleurement [98].

FIGURE 77 - Affleurement sur la baie Missisquoi montrant les nombreux interlits de dolomie à fort pendage.

BAIE MISSISQUOI

Les affleurements de la formation de Sainte-Sabine débutent au quai de Philipsburg et s'étendent avec interruption jusqu'à la frontière américaine. Ils sont cachés sous les arbres en bordure du rivage et n'atteignent nulle part de fortes épaisseurs. Une première série d'affleurements [98] commence au fond de la petite baie au sud du quai pour s'étendre sur une distance de 800 m le long de la baie; une seconde série [99], longue de 400 m, commence à 900 m de la frontière.

La première série d'affleurements consiste en ardoises argileuses gris foncé à noires contenant de nombreux interlits (figures 76, 77) de dolomie silteuse, dense, à couleur d'altération beige. Des interlits de grès dolomitique sont aussi présents ainsi que de minces couches (1 à 2 cm) de calcite parallèles à la stratification. Le tout est très déformé; on y remarque de nombreux plis déversés, des vestiges de lits de dolomie ainsi que plusieurs petites failles. Les ardoises Sainte-Sabine sont ici en contact de chevauchement avec les dolomies de la formation de Rock River, le contact étant la faille de Logan, structure décrite ici-même par Logan (1864).

Du point de vue de la faune, nous avons découvert plusieurs spécimens de **Climacograptus spiniferus** (Ruedemann), appartenant à l'Utica inférieur.

La deuxième série d'affleurements est composée d'ardoises argileuses noires interstratifiées de mudstone et siltstone dolomitiques de 2 à 5 cm d'épaisseur, à couleur d'altération orangée et affichant de la stratification oblique. De nombreuses veines de calcite y sont présentes. Aucun graptolite n'y fut trouvé.

FAUNE ET CORRELATION

La faune observée dans la formation de Sainte-Sabine est composée uniquement de graptolites (tableau 12). A la localité-type (figure 70), les graptolites sont plus jeunes vers l'est. Ainsi, dans notre région, les graptolites dans la partie est de la coupe appartiennent à la zone à **Corynoides americanus** (Canajoharie inférieur, voir tableau 11); en se dirigeant vers l'ouest, ils appartiennent à la zone à **Orthograptus ruedemanni** (Canajoharie supérieur) et finalement à la zone à **Climacograptus spiniferus** (Utica inférieur). Dans la région de Sutton, Charbonneau (1980) ne rapporte que **Corynoides americanus** et **Orthograptus ruedemanni.**

Si l'on compare la faune graptolitique des formations de Stony Point, Iberville et Sainte-Sabine (voir tableau 13), on s'aperçoit que les trois formations sont essentiellement contemporaines, appartenant aux zones à **Corynoides americanus, à Orthograptus ruedemanni, à Climacograptus spiniferus** et à **Climacograptus pygmaeus** (établies par Riva en 1969 et 1974).

TABLEAU 12 - Faune graptolitique de la formation de Sainte-Sabine.

Espèces	A	B	C	D	E	F	G
Climacograptus spiniferus Ruedemann	x	x	x	x		x	x
Climacograptus du type *typicalis*			x	x			
Climacograptus typicalis Hall	x						
Climacograptus putillus (Hall)	x						
Climacograptus caudatus Lapworth	x			x			
Climacograptus sp.	x					x	
Corynoides americanus (Ruedemann)	x						
Dicranograptus nicholsoni cf.*minor* Bulman			x				
Dicranograptus ramosus (Hall)	x		x				
Glyptograptus ou *climacograptus* sp. (déformé)					x		
Orthograptus amplexicaulis (Hall)	x		x				
Orthograptus quadrimucronatus miracanthus Elles & Wood			x				
Orthograptus cf. *ruedemanni* (Curley)	x						
Orthograptus calcaratus basilicus Elles & Wood	x						
Orthograptus calcaratus sous-espèce	x						
Glyptograptus sp.	x						

A - Ruisseau aux Morpions
B - Ruisseau au SE de Sainte-Sabine
C - Ruisseau NE de Stanbridge-Station
D - Ruisseau à l'est de Stanbridge-Station
E - Coupe de chemin à 2.4 km au NE de Philipsburg
F - Coupe de chemin à 4 km au NE du quai de Philipsburg
G - Rive de la baie Missisquoi, au SW du quai de Philipsburg.

Le niveau des graptolites dans les forages pétroliers 76 et 77 (annexe 1) demeure énigmatique. On se rappellera que les graptolites provenant des affleurements de surface de la formation d'Iberville sont légèrement plus jeunes, se rattachant en grande majorité à la zone à **Climacograptus pygmaeus.** Cependant, dans les forages 76 et 77, qui ont traversé plusieurs centaines de mètres de la formation de Stony Point, on a trouvé **Climacograptus pygmaeus** du début des forages jusqu'à des profondeurs d'environ

TABLEAU 13 - Faune graptolitique de l'Utica.

ESPECES \ LOCALITES	FORMATION DE STONY POINT										FORMATION D'IBERVILLE							FORMATION DE SAINTE-SABINE				
	Lozo # 1	Lozo # 2	Senegon # 1	St-Valentin (N)	Riv. Lacolle	Miranda	Noyan	Clarenceville (NW)	Clarenceville	Henryville (SE)	Venise en Québec	Henryville (NW)	St-Sébastien	St-Alexandre (NW)	Riv. aux Brochets	N.-D. Stanbridge (NW)	Ruisseau à 0.8 km au sud de Dairy Valley	Ruisseau aux Morpions	Ruisseau au NE de Stanbridge-Station	Ruisseau à l'est de Stanbridge Station	Coupe de chemin au NE de Philipsburg	Rive est de la baie Missisquoi
Climacograptus pygmaeus Ruedemann	x	x										x	x		x							
Climacograptus typicalis Hall	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x		x	x		x				
Climacograptus typicalis (formes intermédiaires)	x	x			x														x	x		
Climacograptus spiniferus Ruedemann	x		x	x		x	x	x		x								x	x	x	x	x
Climacograptus caudatus (Lapworth)	x	x						x										x		x		
Climacograptus putillus (Hall)	x	x	x															x	x			
Climacograptus sp.		x																x			x	
Glyptograptus ou *Climacograptus* sp. (déformé)																						x
Glyptograptus n. sp.																	x					
Dicranograptus ramosus (Hall)	x								x										x			
Dicranograptus nicholsoni cf. *minor* Bulman	x		x	x			x											x	x			
Orthograptus amplexicaulis (Hall)		x	x				x															
Orthograptus ruedemanni (Gurley)			x															x				
Orthograptus calcaratus basilicus Elles & Wood																		x				
Orthograptus quadrimucronatus (Hall)	x	x	x								x								x			
Orthograptus quadrimucronatus micracanthus Elles & Wood			x	x	x		x	x	x	x												
Orthograptus quadrimucronatus cornutus Ruedemann			x																			
Orthograptus quadrimucronatus var. *inequispinosus* (Ruedemann)	x	x																				
Orthograptus calcaratus (sous-espèce)																						
Orthograptus sp.	x	x	x															x				
Orthoretiolites sp.	x	x																x				
Corynoides americanus (Ruedemann)			x																			
Dicellograptus forchammeri (Geinitz)							x															
Cryptograptus insectiformis (Ruedemann)	x	x	x				x															
Callograptus compactus (Walcott)	x	x																				
Dictyonema?	x	x																				
Mastigograptus gracillimus (Lesquereux)		x																				
Leptograptus flaccidus (Hall)	x	x																				
Diplograptus sp.	x																					
Neurograptus margaritatus (Lapworth)			x	x																		
Glyptograptus sp.	x											x	x					x				

200 m. Il est cependant curieux de constater que **Climacograptus spiniferus** ne démarre, dans ces forages, qu'à des profondeurs de 200 à 300 m bien que nous l'ayons observé dans des affleurements de surface des trois formations en question. Il faut souligner qu'à l'époque où ces forages furent étudiés la distinction entre les formations de Stony Point et d'Iberville n'était pas adéquate, et que des erreurs ont pu se glisser. Il se peut que le Stony Point de ces forages appartienne à l'Iberville.

La formation de Sainte-Sabine est équivalente à la formation de Les Fonds (Clark et Globensky, 1973, 1976) des régions de Bécancour, Aston et Portneuf. On y trouve la même lithologie bien que les faciès soient plus ardoisiers et plus dolomitiques. La faune graptolitique est également identique (Clark et Globensky, 1976, p. 13). La formation de Les Fonds, comme celle de Sainte-Sabine, représentent donc la même bande d'écailles imbriquées et plissées de roches autochtones prise entre les deux mêmes failles de chevauchement: la faille de Logan au SE et la faille d'Aston au NW. On doit aussi noter que le Sainte-Sabine est aussi l'équivalent de la formation du Cap Martin (Rondot, 1972) de la région de Charlevoix. Tout en restant flyschoïde, la lithologie Sainte-Sabine-Les Fonds varie quelque peu, étant plutôt ardoisière et dolomitique, avec lits de turbidites, dans la région du lac Champlain et devenant nettement plus flyschoïde et gréseuse en allant vers La Malbaie..

EPAISSEUR

Il est impossible, vu leur forte perturbation, de calculer l'épaisseur totale des roches de la formation de Sainte-Sabine. La présence de nombreux plis et le fait que, par endroits, des lits sont inversés sont l'indication d'une répétition des mêmes couches.

Le seul forage implanté dans cette formation est le 166 (annexe 1). Dans ce forage, les 1301 m du sommet sont identifiés comme appartenant à la formation d'Iberville mais nous savons maintenant qu'il s'agit de la formation de Sainte-Sabine. Cette épaisseur s'explique probablement par des répétitions tectoniques et des couches redressées.

BRÈCHE DE LACOLLE

Lors de la cartographie de la région de Lacolle, Clark et McGerrigle (1932) ont identifié une unité qu'ils ont appelée "conglomérat de Lacolle". Cette unité, reconnue dans des buttes isolées, forme une étroite bande de direction NE prenant naissance dans l'Etat de New York et se terminant à 6.4 km au nord du village de Lacolle. Sa limite occidentale est très irrégulière comparée à l'orientale, qui est rectiligne. Elle atteint sa plus importante largeur au sud du village de Lacolle: 1.8 km. L'unité a aussi été reconnue dans un affleurement, entièrement isolé des autres, au NE de Napierville.

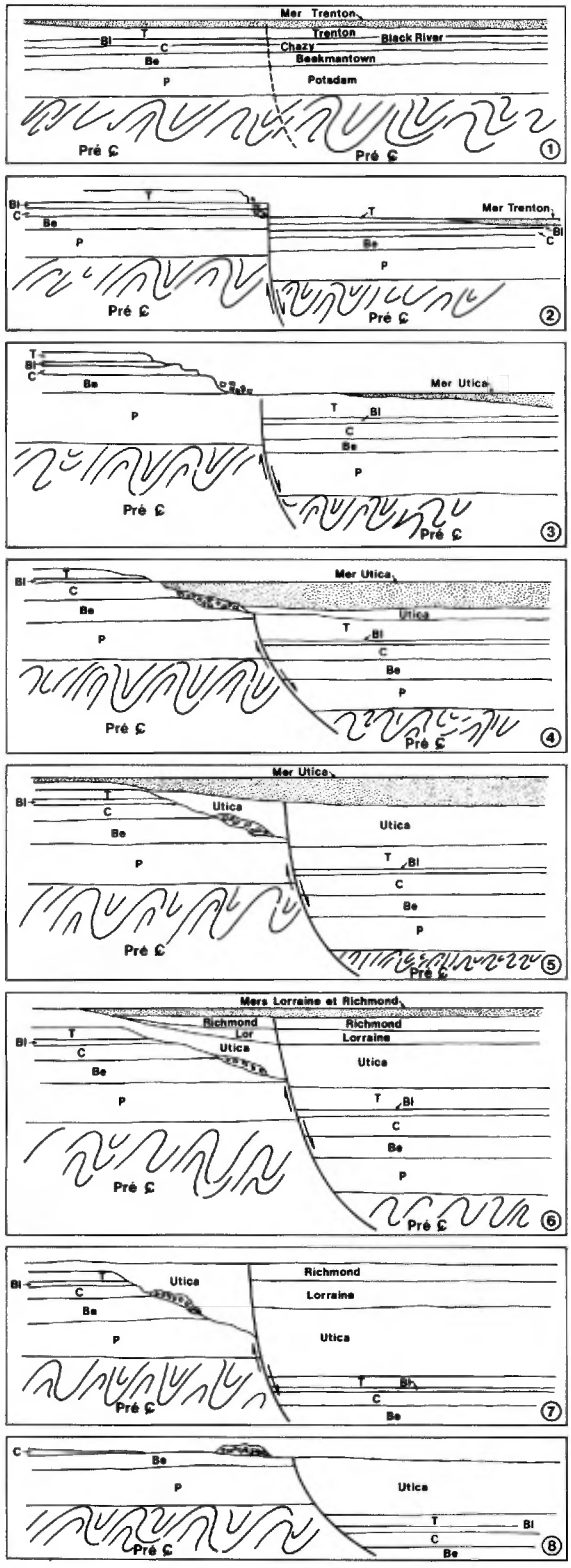
Un peu plus tard, Clark (1934) a de nouveau mentionné cette unité mais sans la décrire. Deux ans après, Clark et McGerrigle (1936) ont publié un article sur cette unité, cette fois avec une description détaillée. Leur utilisation du terme **conglomérat** s'avère toutefois inadéquate puisque les fragments, tous anguleux, ne révèlent aucun signe d'érosion par transport. Stone (1957) semble avoir été le premier a rejeter l'idée d'un conglomérat d'origine sédimentaire. Il a proposé une origine tectonique impliquant une faille à rejet directionnel suivie d'une nappe de charriage complexe venant de l'est. Pour lui, les petites buttes isolées dans la région de Lacolle et dans l'Etat de New York sont des klippes d'érosion. Il nous semble, si cette hypothèse était exacte, qu'on retrouverait des fragments du toît de la faille; or tel n'est pas le cas. Fisher (1968), partageant l'hypothèse de Stone, a préféré le terme "mélange" à celui de brèche.

Quant à nous, nous utilisons le mot **brèche** car nous croyons que cette unité en possède les caractéristiques: fragments anguleux cimentés par une matrice plus fine. Dans le cas d'un "mélange" la matrice (habituellement composée de shale) est d'un volume plus important par rapport aux fragments. Dans notre brèche, les fragments sont majoritaires et la matrice est composée non pas de shale mais de dolomie et de calcaire dont les grains, d'après Stone (1957), varient de 0.06 à 0.08 mm. Un ciment secondaire, carbonaté, est aussi présent. Une dolomitisation secondaire, qui rend les brèches plus résistantes, a été notée par Stone (1957) en divers endroits.

L'origine de cette brèche est complexe et il ne nous appartient pas d'en trouver ici l'explication définitive. Il semble toutefois que nous sommes en présence, pour une partie, d'une brèche de talus: 600 m de débris et de lits entiers accumulés contre la partie affaissée d'une faille normale. Ce qui est difficile à expliquer, c'est la présence de la brèche non pas sur le côté affaissé de la faille mais sur le côté élevé et à une certaine distance de celle-ci. Une hypothèse serait qu'une faille inverse venant de l'est ait repris ces débris pour les amener à leur position actuelle mais, comme nous l'avons mentionné plus haut, aucun débris des formations plus à l'est n'est présent dans la brèche.

Cette brèche pourrait bien représenter des dépôts de piedmont, avec zone haute à l'ouest et écoulement vers l'est, accumulés à la faveur d'une faille active en plusieurs étapes. Nous avons essayé, en collaboration avec J. Brun (communication personnelle, 1979) d'illustrer la genèse du dépôt (figure 78) en retenant les caractéristiques présentées par Shelton (1966) sur les colluvions de talus:

. attitudes désordonnées des blocs;
. formes angulaires;
. grande variété de taille;
. distribution irrégulière;
. accumulation cahotique de blocs de lithologies différentes provenant de niveaux stratigraphiques différents.



1 - TRENTON
   a) Faille de Tracy Brook non existante jusqu'à la fin du Trenton;
   b) Transgression ordovicienne se poursuivant jusqu'à la fin du Trenton. Les blocs ou galets les plus récents sont datés du Glen Falls et Cumberland Head, i.e. Montréal-Tétreauville.

2 - UTICA
   a) Régression marine due à un soulèvement de la plate-forme laurentienne.
   b) Apparition de la faille de Tracy Brook.
   c) Création d'un système de falaise.

3 - UTICA
   a) Début de transgression de l'Utica.
   b) Faille de Tracy Brook active.
   c) Modification de l'angle de pente du système de falaises; recherche du profil d'équilibre.

4 - UTICA
   a) Poursuite de la transgression ordovicienne et sédimentation du Stony Point au pied de la falaise, avec cimentation pour dolomitisation dans la zone marginale marine.
   b) Faille de Tracy Brook toujours active;
   c) Immersion de la brèche par la transgression.

5 - UTICA
   a) Transgression maximum de la mer Utica qui submerge les falaises déposant de l'Utica en discordance sur le Trenton (e.g. Epiphanie, Grondines; Riva, 1972).
   b) Faille de Tracy Brook toujours active, (ce qui explique les épaisseurs anormales de Stony Point au SE de la faille.

6 - LORRAINE
   a) Suite de la transgression déposant le Lorraine et Richmond.
   b) Faille toujours active amenant côte à côte l'Utica et la brèche de Lacolle.

7 - RICHMOND A QUATERNAIRE
   a) Vaste régression de la mer ordovicienne
   b) Début d'érosion

8 - QUATERNAIRE
   a) Grande érosion glaciaire.
   b) Faille stabilisée.
   c) Création d'une pénéplaine dans les Basses Terres; isolant les monticules de brèche plus résistants.

FIGURE 78 - Hypothèse sur l'origine de la brèche de Lacolle.

DISTRIBUTION

La brèche de Lacolle, dans l'étroite bande s'étendant sur 13.5 km le long de la partie sud du ruisseau Tracy, comprend des phénoclastes d'au moins trois formations. Sa composition varie du sud au nord. Dans la partie méridionale, les phénoclastes sont composés de dolomie et de dolomie arénacée. Vers le nord, en se rapprochant du village de Lacolle, on voit apparaître les premiers phénoclastes de calcaire associés à la dolomie et à la dolomie arénacée; dans le village même, le pourcentage de phénoclastes de calcaire augmente beaucoup, comptant pour plus de 50%. Dans les affleurements au nord du village, les phénoclastes sont en majorité composés de calcaire. Dans deux autres, plus au nord, les phénoclastes dolomitiques sont majoritaires.

Dans un affleurement isolé, au nord de Napierville, les phénoclastes sont tous composés de calcaire.

Avant de passer à la description détaillée des affleurements, il faut mentionner que la partie ouest de la brèche repose sur les formations qui occupent ces différentes parties de la région. La limite orientale, par contre, est très abrupte et rectiligne, suivant le tracé de la faille de Tracy Brook.

Pour fin de description, la bande de brèche peut être subdivisée en six parties. Du sud au nord, ce sont:

. Des affleurements près de la frontière américaine.
. Des affleurements au sud de Lacolle.
. Des affleurements au sud et à proximité de la voie ferrée du Canadien National à Lacolle.
. Des affleurements dans le village de Lacolle.
. Des affleurements au nord de Lacolle.
. Un affleurement au nord de Napierville.

FRONTIÈRE AMÉRICAINE

Sur la frontière elle-même, on note un affleurement **[100]** composé uniquement de fragments anguleux à subanguleux de dolomie pouvant atteindre 1.8 m de diamètre. La matrice, peu abondante, est composée de petits fragments de dolomie, eux-mêmes pris dans un ciment calcareux. Sur une petite butte boisée à quelques dizaines de mètres au NE, on retrouve la même brèche mais les fragments sont plus petits. A 800 m au NE, à l'extrémité SE d'un long affleurement de dolomie de la formation de Beauharnois **[101]**, on observe une brèche de même nature. Un troisième affleurement **[102]** consiste en une petite colline boisée, à environ 400 m au NW du précédent. Il consiste en une séquence de 3.1 m de dolomie de la formation de Beauharnois surmontée de la brèche de Lacolle.

La dolomie des fragments des deux premiers affleurements est identique à celle de la formation de Beauharnois qui compose le sous-sol de cette partie de la région de Lacolle. Les fragments du troisième affleurement

sont de deux types: dolomie dense, gris-bleu, à altération brunâtre, et dolomie arénacée, de couleur grise; ils reflètent ainsi la composition du substratum.

LACOLLE
AU SUD DU VILLAGE

Un premier affleurement [103] se trouve à 2.7 km au sud-ouest du centre de Lacolle. Il forme deux buttes, l'une à proximité de la route N-S et l'autre, boisée, à quelques dizaines de mètres plus à l'ouest.

Sur la première, on remarque des fragments énormes, qui sont de véritables lits pouvant atteindre 7.6 m de longueur par 1.2 m d'épaisseur. Diversement orientés (figure 79), ces lits sont composés de dolomie, de dolomie arénacée et de calcaire nodulaire. Entre ces gros fragments, on note des phénoclastes de même composition mais de diamètre se situant entre 15 et 43 cm.

FIGURE 79 - Brèche de Lacolle, au S-W du village de Lacolle, sur la route secondaire N-S menant à Odeltown. Des lits, pouvant atteindre 1.2 m d'épaisseur et 7.6 m de longueur, constituent les fragments de la brèche. Affleurement [103].

Dans la partie sud de la seconde butte, à l'orée du boisé, on remarque des lits horizontaux de dolomie arénacée de la formation de Beauharnois. Dans le bois, la brèche forme un monticule que semble surmonter cette formation.

Quelques fragments de trilobites furent trouvés par Clark et McGerrigle (1936) dans les phénoclastes de calcaire cristallin de cet affleurement. Ces fragments consistent en glabelles, en pointes génales en un cranidium bien préservé ressemblant à celui de **Leiostegium** et en un pygidium ressemblant à celui d'un petit **Bathyurellus** ou **Dolichometopus**. Ils ne sont pas très utiles pour des déterminations d'âge.

A 2 km au sud du village de Lacolle des affleurements sont présents des deux côtés de la route [104]. Ceux du côté est, visibles de la route, sont constitués d'un groupe "nord" et d'un groupe "sud". Les premiers, bréchiques, sont composés de phénoclastes de calcaire et de dolomie. Les seconds consistent presque entièrement en calcaire, avec dolomie gris foncé, quelque peu arénacée interstratifiée en un gros lit massif.

Les affleurements du côté ouest ne sont pas visibles de la route. On les trouve dans un petit boisé légèrement au nord de la seule ferme de l'endroit. Il est intéressant de noter que la brèche repose sur une dolomie

arénacée, avec contact net (figure 80). Les phénoclastes sont composés de calcaire et de dolomie. Dans la partie est de ces affleurements, les fragments de calcaire sont plus abondants tandis que dans la partie ouest les fragments sont argileux et plus gros et ne sont composés que de dolomie et dolomie arénacée.

L'affleurement le plus au sud, à surface de terre, est composé de calcaire de la formation de Beauharnois. Stone (1957) attribue un âge Chazy aux fragments calcaires de la brèche, sans en donner la raison. Nous n'avons, pour notre part, observé aucun fossile.

FIGURE 80 - Brèche de Lacolle reposant sur la formation de Beauharnois (sous la tête du marteau). Affleurement [104].

VOIE FERRÉE DU C.N.

Au sud de la voie ferrée qui traverse le village de Lacolle, on rencontre de petits monticules sur une distance de 450 m **[105]**. Les deux principaux, au nord, sont composés de la brèche de Lacolle. Ils contiennent des phénoclastes de dolomie et de calcaire, dans une matrice dolomitique. Les phénoclastes contiennent une certaine quantité d'argile et atteignent 30 cm de longueur. La dolomie prédomine sur le monticule nord; sur le monticule sud, c'est le calcaire.

Les phénoclastes de calcaire contiennent d'abondants fossiles qui dépassent stratigraphiquement le Chazy (Clark et McGerrigle, 1936). Le monticule sud contient une faune dont l'âge n'est pas inférieur au Trenton. Clark et McGerrigle (1936) ont identifié les trilobites **Isotelus** sp., **Cryptolithus tessellatus** Green, **Encrinurus?** sp. et **Hometelus** sp. et les brachiopodes **Sowerbyella sericea** (Sowerby), **Rafinesquina alternata** (Emmons) et **Platystrophia** sp.

Nous avons noté des fragments bourrés d'ostracodes, probablement **Leperditia** sp. Clark et McGerrigle (1936) ont mentionné **Pterygometopus** sp.

Parmi les affleurements du groupe sud, ceux du côté ouest sont intéressants du fait que l'un d'eux est à proximité d'un affleurement de dolomie à stratification horizontale de la formation de Beauharnois.

DANS LE VILLAGE

Dans le village même de Lacolle, au terrain de jeux municipal, on peut observer de très beaux affleurements **[106]** de la brèche de Lacolle

(figure 81). Ce sont les affleurements les plus facilement accessibles de cette formation. Tel que souhaité par Stone (1957) nous faisons de ces affleurements la localité-type de la brèche de Lacolle. Ils forment, une fois de plus, une petite colline allongée N-S. La brèche y est composée d'environ 50% de dolomie, de dolomie arénacée et de calcaires appartenant à la formation de Beauharnois; l'autre 50% consiste en variétés de calcaire, parfois très fossilifère. Les fragments sont énormes, atteignant 3.6 m de longueur par 0.35 m et plus d'épaisseur. Les gros fragments sont pris dans une pâte, elle-même composée de phénoclastes plus petits (figure 82). Certains phénoclastes sont eux-mêmes conglomératiques. Les calcaires fossilifères contiennent des trilobites, des gastéropodes, des ostracodes et des plaques colonnales de crinoïde (voir tableau 14). Les espèces suivantes de gastéropodes et d'ostracodes furent identifiées par Clark et McGerrigle (1936):

. **Hormotoma gracilis** Hall (nombreux).
. **Lophospira** cf. **perforata** Ulrich et Scofield.
. **Fusispira** sp.
. **Schizolopha** cf. **moorei**? Ulrich.
. **Tetranota**? sp.
. **Leperditia** sp. ou **Isochilina** sp.

Sur la rivière Lacolle, au barrage d'un ancien moulin, la brèche **[107]** est en contact avec les lits de la dolomie de la formation de Beauharnois (figure 29).

FIGURE 81 - Conglomérat de Lacolle, au terrain de jeux municipal de Lacolle. Affleurement [106].

FIGURE 82 - Vue rapprochée de la figure 81 pour montrer la partie moins grossière du conglomérat.

AU NORD DU VILLAGE

A environ 1 km au nord de l'affleurement de l'ancien moulin, sur le côté est de la route, on aperçoit une butte **[108]** composée en partie de la brèche de Lacolle, surtout sur le côté est. Nous ne savons pas si cet affleurement, qui n'est pas très beau, est réellement en place.

La plupart des fragments sont composés de calcaire cristallin gris. On peut observer, sur le côté est de l'affleurement, de la dolomie gris moyen, dense, massive, en gros bancs, à altération gris orangé et brunâtre. Nous y avons noté un gastéropode. Sur le côté ouest, à une altitude inférieure, la brèche contient des lits (2 à 5 cm) de calcaire semi-lithographique gris foncé, surmonté d'un épais lit de calcaire lithographique, conglomératique à altération beige. Les phénoclastes de la partie conglomératique atteignent 3 cm de diamètre.

Ces lits ont un pendage de 60° vers le nord à cause de la position de la dolomie par rapport à la brèche. Clark et McGerrigle (1936) pensent qu'il s'agit d'une énorme dalle fossilifère du Chazy. Ils ont trouvé, au-dessus de ces lits de calcaire, des phénoclastes contenant des fossiles d'âge Chazy et même plus jeunes.

A 800 m au NE de cet affleurement, du côté est de la voie ferrée, on aperçoit dans un boisé, une petite colline orientée N-S **[109]**. Cette colline est composée de brèche de Lacolle, dans laquelle les fragments sont surtout des phénoclastes de dolomie de Beauharnois quelque peu cristalline, grise, à altération brunâtre. Des fragments de calcaire sont cependant omniprésents; ils contiennent une faune similaire à celle des phénoclastes de calcaire des affleurements du terrain de jeux de Lacolle. Les phénoclastes sont en majorité argileux et varient de petits à très gros; par endroits ce sont de véritables morceaux de lits de 2 m à 2.4 m de longueur. Stone (1957) reconnaît dans ces fragments de calcaire la formation de Lowville, d'âge Black River, ainsi que des formations de l'Isle La Motte et Glens Falls, d'âge Trenton.

Le dernier affleurement de cette série est situé sur une petite butte boisée, à 0.4 km au nord, recouverte de cailloux des champs entassés là par les fermiers **[110]**. Les phénoclastes sont composés principalement de dolomie mais ils sont plus petits qu'ailleurs et les gros lits sont absents.

NAPIERVILLE

Un affleurement isolé de brèche de Lacolle se trouve à 5.6 km au NE de Napierville **[111]**. Il forme une petite butte au milieu d'un champ (figure 83), derrière une maison de ferme. Les phénoclastes sont composés d'un calcaire gris pâle et d'un calcaire gris foncé (figure 84); le premier est cristallin et le second est plus dense et semi-lithographique. Dans certains phénoclastes, on observe quelques fossiles, non identifiables parce que trop fragmentaires. Les phénoclastes sont généralement petits, ne dépassent pas 90 cm de longueur par 5 cm de largeur.

Cet affleurement est situé en terrain composé de la formation de Laval du groupe de Chazy. Dans un des phénoclastes, Clark et McGerrigle (1936) ont trouvé des brachiopodes identiques à ceux des calcaires Chazy

FIGURE 83 - Brèche de Lacolle, au NE de Napierville. Fragments et matrice de calcaire. A noter la stratification apparente. Affleurement [111].

FIGURE 84 - Vue détaillée de la figure 83. Fragments de calcaire gris foncé et gris pâle.

de la région et ont donc conclu que ce conglomérat est plus jeunes que les affleurements avoisinants. Une stratification est apparente sur cet affleurement (figure 83), ce qui n'a pas été observée sur les autres affleurements de la brèche de Lacolle.

FAUNE ET CORRELATION

Les fossiles de la brèche de Lacolle ne sont présents que dans les phénoclastes; aucun n'a encore été trouvé dans la matrice. Les phénoclastes proviennent d'au moins quatre unités plus anciennes: Beauharnois, Chazy, Black River et Trenton.

Pour ce qui est de la formation de Beauharnois, aucun fossile identifiable n'a été trouvé mais sa lithologie est bien caractéristique. Dans le cas du Chazy, des fossiles de cet âge, ou plus jeunes, ont été trouvés au NE de Napierville. Stone (1957) attribue au Chazy les fragments de calcaire dans la brèche à 2 km au sud de Lacolle (affleurement 104). Clark et McGerrigle (1936) ont mentionné que la faune dans les affleurements au nord de ceux de Stone dépasse même le Chazy. Le Black River a été reconnu par Stone (1957) dans les fragments des affleurements au nord de Lacolle. Cependant, les phénoclastes d'âge Trenton sont surtout abondants dans les affleurements au terrain de jeux de Lacolle (affleurement 106) et au sud du village (affleurements 104 et 105).

De tous les fossiles du tableau 14, seul le trilobite **Cryptolithus tessellatus** Green possède un intervalle stratigraphique assez restreint pour être utile dans la détermination de l'âge de la brèche de Lacolle. En effet, cette espèce indique un âge qui débute à la base du groupe de Trenton (Deschambault) dans la région de Joliette (Lespérance et Bertrand,

1976) et se termine dans l'Utica. En se basant sur cette constatation et l'hypothèse de la figure 78, on peut dire que la brèche de Lacolle est un évènement pas plus ancien que l'Utica. Clark et McGerrigle (1936) font remarquer que **Sowerbyella sericea** indique que la brèche n'est pas plus ancienne que le Black River et que **Lophospira perforata** se cantonne surtout dans le Trenton.

Les masses bréchiques dans la partie nord-ouest du lac Champlain (de l'autre côté de la frontière américaine) et dans la région de Lacolle font partie de la même unité. Stone (1957) mentionne que les fragments de la brèche du lac Champlain proviennent: des grès du Potsdam et du Theresa(?); des dolomies du Beekmantown; des calcaires Chazy, Lowville, Isle La Motte et Glens Falls; et des lits de transition contenant une plus grande quantité de shale du Cumberland Head.

TABLEAU 14 - Fossiles de la brèche de Lacolle.

ESPECES	A	B	C
BRACHIOPODES			
Sowerbyella sericea (Sowerby)		x	x
Rafinesquina alternata (Emmons)		x	
Platystrophia sp.		x	x
GASTEROPODES			
Hormotoma gracilis Hall	x		
Lophospira cf. *perforata* Ulrich & Scofield	x		
Schizolopha cf. *moorei?* Ulrich	x		
Fusispira sp.	x		
Tetranota sp.	x		
OSTRACODES			
Leperditia ou *Isochilina* sp.	x	x	x
TRILOBITES			
Pterygometopus sp.		x	
Cryptolithus sp.		x	x
Cryptolithus tessellatus (Green)		x	
Encrinurus ? sp.		x	
Homotelus sp.		x	

A - Village de Lacolle; Clark et McGerrigle (1936).
B - 800 m au sud de Lacolle; Clark et McGerrigle (1936).
C - Globensky (présent rapport).

EPAISSEUR

Il est impossible de tenter d'évaluer l'épaisseur de la brèche de Lacolle, à cause de sa nature cahotique et du manque de continuité.

GROUPE DE LORRAINE

Les roches du groupe de Lorraine n'affleurent que dans la partie sud de la feuille de Saint-Jean, plus précisément dans la carrière Baillargeon. Plusieurs forages viennent par contre confirmer leur existence en profondeur. Clark (1955) place ces roches dans le groupe d'Utica.

La carrière Baillargeon **[112]** est située à l'ouest de la ville de Saint-Jean, près du hameau Ménard. On n'y trouve que la partie inférieure du groupe de Lorraine. Les roches sont des shales non calcareux, micacés, gris, interstratifiés de minces passées de grès à grain fin. Une coupe d'environ 2 m était visible en surface en 1977 (figure 85). Des forages pratiqués dans la carrière ont pénétré jusqu'à 30 m de shale sans en atteindre la limite inférieure. Des forages de prospection **[113]**, implantés entre

L'Acadie et le ruisseau des Noyers ont recoupé le même type de lithologie (shale et microgrès interstratifiés), confirmant ainsi la présence des roches du groupe de Lorraine au nord de la faille de Delson; il s'agit des numéros 2, 3, 6, 7 sur la carte.

FIGURE 85 - Groupe de Lorraine. Shale noir interstratifié de minces lits de siltstone gris pâle. Carrière Baillargeon. Affleurement [112].

FAUNE ET CORRÉLATION

La faune du groupe de Lorraine que nous avons pu noter dans la carrière Baillargeon est graptolitique. Il s'agit de **Cryptograptus insectiformis** Ruedemann, **Climacograptus pygmaeus** Ruedemann et **C. typicalis posterus** Ruedemann. D'après Riva (communication personnelle, 1977), ces fossiles appartiennent à la biozone à **Climacograptus pygmaeus** de l'Utica.

ÉPAISSEUR

Comme nous l'avons déjà mentionné, le Lorraine visible en surface ne dépasse pas 2 m et les forages implantés dans la carrière Baillargeon se sont arrêtés à 30 m. Les forages entre L'Acadie et le ruisseau des Noyers ne renseignent guère plus; le no 2 a recoupé 17.7 m de shale et microgrès du Lorraine tandis que le no 7 a pénétré 14.0 m de la même formation. Ces deux forages n'ayant pas atteint la limite inférieure de l'unité, l'évaluation de l'épaisseur totale du Lorraine n'est pas possible. Dans les forages pétroliers du côté est de la faille du Ruisseau Tracy, on a identifié (annexe 1) 121.1 m de Lorraine dans le numéro 45 (entre 53 et 450 pieds) et 664.9 m de la même formation dans le numéro 41 (entre 20 et 2200 pieds). Ces chiffres sont plus près de l'épaisseur réelle du Lorraine.

APPALACHES

Les roches carbonatées et clastiques dans l'angle SE de la région, de la rive est de la baie Missisquoi jusqu'à un peu au-delà de Bedford (région de Sutton) appartiennent à la province physiographique et structurale des Appalaches. Juxtaposées à celles des Basses Terres du Saint-Laurent par chevauchement, elles proviennent d'un bassin de déposition originellement plus à l'est. Les roches appalachiennes sont, en général, plus métamorphisées, plissées et faillées que celles des Basses Terres.

Les études géologiques générales de cette partie de la province ont débuté avec Logan (1849), Logan (1861), Billings (1861) et Logan (1864, 1867). Logan (1864) a décrit la séquence stratigraphique et la structure dans deux unités qu'il a appelées écaille de Philipsburg et écaille de Rosenberg; il a aussi tracé une faille (à laquelle il a donné son propre nom) à Philipsburg pour séparer des roches surmontées par des strates plus anciennes en position de chevauchement.

Dans les années subséquentes au travail de Logan, de nombreuses publications ont porté sur des sujets d'intérêt plus restreint, tels l'âge des formations et la recherche d'équivalents. Mentionnons Richardson (1866), Marcou (1889), Brainerd et Seely (1896), Brainerd (1891), Ells (1896), Raymond (1905a, 1905b, 1916), Foyles (1923), Bradley (1923), Clark (1924) et Ulrich (1931). Il faut aussi mentionner deux études de Parks (1914) et Goudge (1935) concernant le potentiel de la région comme pierre à construction et pierre à ciment.

En 1932, Clark et McGerrigle ont complété, pour la Commission géologique du Canada, une carte géologique détaillée de ce secteur. Cette carte, sans avoir été officiellement publiée, a servi à l'élaboration de cartes à petite échelle: McGerrigle (1931) et Clark (1939, 1946). Clark et Eakins (1968) ont tenté, sur une base régionale, de faire une corrélation entre les écailles de Philipsburg, de Rosenberg et d'Oak Hill (figure 1), l'anticlinorium de Sutton et les Basses Terres. En 1971, une thèse de maîtrise fut présentée par Gilmore à l'Université McGill sur la stratigraphie des écailles de Philipsburg et de Rosenberg du sud du Québec.

En résumé, rappelons que les roches appalachiennes de notre région consistent en portion d'une écaille et d'une nappe de chevauchement: l'écaille de Philipsburg et la nappe de Stanbridge (voir figure 1). Les deux unités sont limitées par des failles de chevauchement. En plus, une extension de la nappe de Granby, représentée par le groupe de Shefford, apparaît de façon très restreinte sur le feuillet de Lacolle.

Les unités du secteur appalachien de notre région sont présentées au tableau 15. Le tableau 16 en fait la corrélation avec le Vermont.

GROUPE DE PHILIPSBURG

Les roches de l'écaille de Philipsburg sont composées de calcaires et de dolomies du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien inférieur. Séparées en deux unités par Billings (1861), elles ont été regroupées par Logan (1864) en divisions A, B, C (tableau 15). McGerrigle (1930) les a réparties en dix formations, lesquelles apparurent dans la littérature en 1931 (McGerrigle) et 1934 (Clark) mais sans définition adéquate; ce n'est qu'en 1944 (Clark et McGerrigle) qu'elles le furent officiellement. Pour la partie de l'écaille située au Vermont, mentionnons les

travaux de McGerrigle (1931), Keith (1923, 1932), Cady (1945, 1960, 1969), Shaw (1958) et Doll **et al.** (1961).

L'écaille de Philipsburg, d'une largeur de 3.2 km, s'étend de la frontière américaine jusqu'au-delà de Bedford (voir figure 1). Dans sa partie sud, elle forme un synclinal asymétrique qui plonge légèrement vers le NE; les lits du flanc oriental sont quasi à la verticale. Dans sa partie nord, elle forme encore un synclinal mais le plongement est WSW et le flanc oriental est chevauché par la dolomie de Milton. Celle-ci a été remontée par le même système de failles d'imbrications tardives que l'on trouve dans la partie nord de l'écaille.

Charbonneau (1980) associe la dolomie de Milton au grès dolomitique à la base de la formation de Rock River, tel que rapporté par McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932) à 1.6 km au nord de la frontière sur le rivage est de la baie Missisquoi. D'après lui, ces grès seraient lithologiquement identiques à ceux de la formation de Milton, dont une partie serait stratigraphiquement sous-jacente à la formation de Rock River et incorporée à la base du groupe de Philipsburg. Le grès Rock River et la dolomie de Milton correspondent à un environnement côtier; tous deux contiennent également des fragments de chert.

DOLOMIE DE MILTON

L'information relative à cette formation est basée sur le travail effectué par Charbonneau (1980) dans sa région de Sutton et le secteur sud-est de notre feuille de Lacolle. La limite entre cette formation et le groupe de Stanbridge est aussi tracée en tenant compte des observations de Charbonneau.

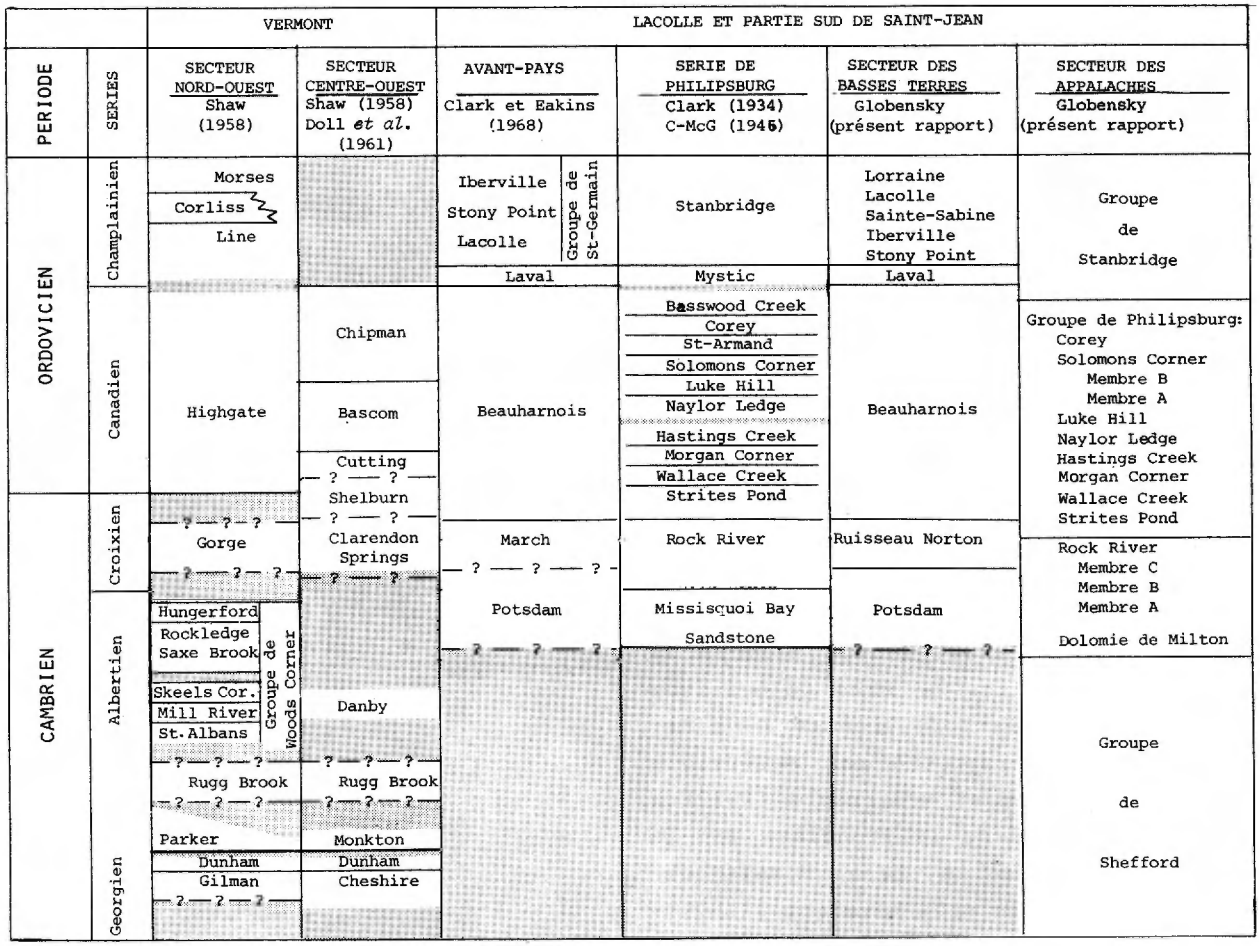
La dolomie de Milton fut nommée par Keith (1923) d'après la ville de Milton, à une quarantaine de kilomè-

TABLEAU 15 - Formations de l'écaille de Philipsburg et de la nappe de Stanbridge.

GROUPE	DIVISIONS DE LOGAN (1863-1864)	FORMATIONS	
		Clark et McGerrigle (1944)	Globensky (présent rapport)
Trenton	D_2D_3	Ardoises de Stanbridge	Groupe de Stanbridge
Chazy	D_1	Conglomérat de Mystic	
Beekmantown	C_2	Schistes de Basswood Creek	Calcaire de Corey
	C_1	Calcaire de Corey	Formation de *Solomons Corner*
	B_5	Calcaire de Saint-Armand	Membre B
			Membre A
	B_4	Calcaire de *Solomons Corner*	Formation de Luke Hill
	B_3	Calcaire de Luke Hill	Formation de Naylor Ledge
	Sommet de B_2	Calcaire de Naylor Ledge	Formation de Hastings Creek
	B_1 et la majeure partie de B_2	Calcaire de Hastings Creek	Formation de Morgan Corner
		Dolomie de Morgan Corner	Formation de Wallace Creek
	A_3	Calcaire de Wallace Creek	Formation de Strites Pond
	A_2	Calcaire de Strites Pond	
Cambrien supérieur	A_1	Dolomie de Rock River	Formation de Rock River Membre C Membre B Membre A*

* Pourrait être l'équivalent de la dolomie de Milton.

TABLEAU 16 - Corrélation des formations cambriennes et ordoviciennes au Vermont et dans la région du présent rapport (modifié par Gilmore, 1971).



tres au sud de la frontière. Cette dolomie n'est pas à confondre avec la dolomie de Mallet dont cet auteur fait état dans le même rapport. Le terme "dolomie de Milton" a été utilisé par McGerrigle (1930), Clark et McGerrigle (1932) et Clark (1934) pour l'extension vers le nord de la dolomie de Milton de Keith. Il semble que la dolomie de Mallet ne se prolonge pas en territoire canadien.

LITHOLOGIE

Si l'on se réfère à la description originelle de Logan (1864), on note tout de suite que l'une des caractéristiques principales de la dolomie gréseuse de Milton réside dans le fait qu'elle contient une grande quantité de chert (calcédoine) noir et gris, en fragments anguleux de grosseurs variées ainsi qu'en lits de quelques centimètres d'épaisseur. McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932) mentionnent

aussi que, par endroits, cette dolomie est pure et cristalline. Ils remarquent aussi que la teinte d'altération reflète le degré de cristallinité de la roche; la plus fine est de teinte pâle (beige) et la plus grossière est de teinte brunâtre.

D'après Charbonneau (1980), cette formation est composée de bancs de 0.5 à 3 m d'épaisseur de différents types de dolomie:

. Dolomie cristalline massive
. Dolomie cristalline litée
. Dolomie gréseuse
. Dolomie siliceuse
. Dolomie conglomératique

Elle comprend aussi du conglomérat intraformationnel et du grès quartzo-dolomitique, qui représentent (avec la dolomie conglomératique) entre 10 et 20% du volume de la formation.

La **dolomie cristalline massive** est grise ou brune, et s'altère au brun. Sa surface altérée montre des karsts et de rares céphalopodes enroulés. Sa composition se répartit comme suit:

. cristaux de dolomie (90 à 98%);
. grains de quartz arrondis à subarrondis (1 à 5%);
. amas cherteux (calcédoine) difformes, gris clair à gris noirâtre, à altération grisâtre (1 à 2%);
. amas siliceux blanchâtres, difformes (1 à 3%).

La **dolomie cristalline litée,** de nature variable, consiste en:

. dolomie gris moyen en lits de 15 cm;
. dolomie gris clair brunâtre en lits de 2 à 4 cm
. grès quartzo-dolomitique brun grisâtre, en lits de 5 cm à 20 cm constitués de 75 à 85% de grains de quartz et de 15 à 25% de dolomite;
. quartzite dolomitique brun noirâtre à gris noirâtre, à couleur d'altération gris blanchâtre, en lits de 1 à 5 cm composés de 95% et plus de quartz et de 1 à 5% de dolomite;
. rares couches d'un matériel gris noir, à couleur d'altération gris blanchâtre, de 40 cm d'épaisseur.

La **dolomie gréseuse** a une couleur d'altération brune ou grise. Généralement massive, elle est marquée par un clivage semi-pénétratif peu développé. Elle comprend 60 à 80% de dolomite et 20 à 40% de grains de quartz arrondis à subarrondis. De rares grains de quartz bleu ont aussi été observés dans la fraction terrigène.

La **dolomie siliceuse** est grisâtre ou brunâtre en surface fraîche et plutôt grisâtre en surface altérée. Elle renferme 10 à 50% de silice sous forme de ciment siliceux, d'amas siliceux secondaires et de fragments cherteux anguleux.

Quant à la **dolomie conglomératique,** elle comprend 80 à 90% de dolomite, 1 à 10% de fragments d'ardoise gris noir, 0 à 10% de fragments de dolomie et 1% d'amas quartzeux blancs. En surface altérée, la teinte est brun grisâtre.

Pour leur part, les bancs de **conglomérat intraformationnel** ont une matrice comprenant 90% de quartz et 10% de dolomie; les fragments peuvent atteindre 40 cm de longueur. Les bancs de **grès quartzo-dolomitique** comprennent 60 à 97% de grains de quartz très arrondis à subarrondis, de taille moyenne à grossière, et 3 à 40% de dolomite accompagnée de minéraux accessoires opaques.

DISTRIBUTION

La dolomie de Milton est en contact de faille inverse avec d'autres formations de l'écaille de Philipsburg au NW et des formations du groupe de Stanbridge au SE. Elle s'étend, sous forme de pointe de direction NE, de la frontière américaine jusqu'à un point en bordure orientale de notre carte. Elle est prise entre deux failles inverses qui se rejoignent près de ce point. La faille marquant le contact oriental de la dolomie aurait été plissée puis reprise par une autre faille, celle-là située à l'ouest de la dolomie (Charbonneau, 1980).

Ces strates du Milton sont plissées en un anticlinal légèrement déjeté vers le NNW et plongeant faiblement vers le NNE.

Dans la partie sud de la formation, les affleurements apparaissent surtout sous forme de masses isolées dans les champs. On peut cependant observer de très beaux exemples de la formation à l'est de la croisée de chemin à 1.0 km à l'est de Saint-Armand-Station **[1]*** de même qu'à environ 1 km au sud de ce point **[2]**. L'affleurement le plus important se trouve toutefois au nord de la route Saint-Armand-Station - Mitchell-Corners **[3]**; ses dimensions sont d'environ 0.8 km par 1.2 km. D'autres masses sont visibles au nord de cet affleurement.

FAUNE ET CORRELATION

La faune de la dolomie de Milton est rarissime. Quelques céphalopodes enroulés ont toutefois été notés par Charbonneau (1980).

Il semblerait que, du côté américain de la frontière dans des lits sous-jacents à la dolomie, Logan (1864) ait trouvé des trilobites. Il s'agit, d'après Walcott (1886), de **Ptychoparia adamsi**. Gordon (1923) a rapporté le trilobite **Olenoides marcoui** dans une quartzite également au sud de la frontière. A cette localité, la quartzite et la dolomie passent graduellement de l'une à l'autre, sans discordance.

Logan (1864), McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932) rapportent avoir trouvé, à 3.5 km au sud de la frontière, dans un grès brun rougeâtre, à grain fin, plusieurs spécimens de **Ptychoparia adamsi** (Billings) appartenant au Cambrien inférieur. Comme ce grès est interstrati-

* Tout comme pour les Basses Terres, les affleurements des Appalaches décrits dans le texte sont marqués d'un numéro qui permet de les localiser sur la carte. A noter que les numéros recommencent à 1 et que la distinction sur la carte est assurée par l'utilisation de cadres au lieu de cercles.

fié dans la dolomie, celle-ci est donc du même âge.

Au Vermont, la dolomie de Milton s'étend jusqu'à Monkton. Dans le passé, au Québec, elle a porté le nom de formation de Gorge (Cady, 1960), de dolomie de Dunham et de dolomie de Saxe Brook.

EPAISSEUR

Logan (1866) a estimé l'épaisseur de la dolomie de Milton à 242 m en se basant, à la frontière américaine, sur une largeur d'affleurement d'environ 2 km et un pendage de 12°. McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932) ont calculé, au même endroit, une épaisseur de 396.5 m, basée sur une largeur d'affleurement de 2318 m et un pendage de 10°. Tenant cependant compte de la possibilité de chevauchement, ils ont ramené cette épaisseur à 213 m.

Dans la partie nord du Vermont, Keith (1923) rapporte une épaisseur de 244 m.

PALEOENVIRONNEMENT

D'après Gilmore (1971), les roches arénacées de la dolomie de Milton représentent un environnement de plage ou de dune côtière dans la zone supracotidale. Elles témoignent d'une transgression cambrienne vers l'ouest ou le nord-ouest sur le Bouclier canadien.

FORMATION DE ROCK RIVER

Cette formation fut nommée par Clark et McGerrigle (1932). Le nom est tiré du nom de la rivière Rock qui coule dans l'Etat du Vermont à environ 3 km de la frontière américaine. La localité-type est cependant située sur la rive de la baie Missisquoi, à 1 km au sud-est du village de Philipsburg. Les affleurements s'étendent depuis la frontière jusqu'à Morgan-Corners, sur une largeur variant entre 300 et 600 m.

La formation de Rock River, principalement composée de dolomie, comprend aussi du grès et du calcaire. On distingue ainsi un membre de grès (à la base), un membre de dolomie et un membre de calcaire (au sommet).

MEMBRE A (GRES)

Le seul affleurement de ce membre se trouve au SW du quai de Philipsburg **[4]**. Il comprend une séquence de 4.6 à 6 m de grès finement et moyennement lité (5 à 8 cm), interstratifiés de silstones argileux et d'ardoises en lits variant de 1 à 6 cm d'épaisseur (figure 86). Le grès et le siltstone sont composés de grains de quartz arrondis dans un ciment dolomitique, avec du chert et du quartz secondaire comme minéraux accessoires.

Au sommet de la séquence, on peut observer deux lits de grès séparés par un interlit d'ardoise variant en épaisseur de 1 à 20 cm (figure 87). A la base, on note des interlits de dolomie arénacée ainsi que des lits bréchi-

FIGURE 86 - Membre A de la formation de Rock River. Affleurement [4]. Grès séparées par un interlit d'ardoise.

FIGURE 87 - Vue rapprochée des interlits d'ardoise de la figure 86.

ques. Selon Gilmore (1971), le contact entre ce grès et le membre de dolomie sus-jacent semble normal et sans discordance. Le dernier lit de grès au sommet d'un grès dolomitique passe graduellement à une dolomie cristalline non gréseuse. Bradley (1923) et McGerrigle (1930) rapportent que le contact est irrégulier en certains endroits. Selon nous, il ne s'agit là que du résultat de phénomènes à petite échelle.

Le seul fossile que nous ayons trouvé dans ce grès est le brachiopode **Lingulella acuminata**, déjà observé par Walcott (1912) et par Clark et McGerrigle (1932). De nombreux biofo-rages furent aussi notés sur certains lits.

MEMBRE B (CALCAIRE)

Des calcaires gris pigeon, à grain fin et en lits minces, ont été rapportés par Clark et McGerrigle (1932). Comme les grès, ils viennent aussi en contact avec la dolomie.

Les affleurements de ce calcaire débutent près de la frontière et se prolongent en territoire américain sur une distance de 3.2 km (jusqu'à la partie nord de la baie de Rock River). L'un d'eux, aisément accessible, se trouve au sud de la frontière, à 30 m à l'est de la baie [5]. Il consiste en une masse irrégulière de 61 m de largeur sur 183 m de longueur prise à l'intérieur du membre C de la formation.

Gilmore (1971), après examen de la distribution des affleurements, pense que ce calcaire gris pigeon en lits minces, lithologiquement similaire au calcaire de Strites Pond, est peut-être un équivalent latéral de la dolomie quoique la présence de failles normales le long du rivage et la direction anormale (E) des lits à quelque distance au sud de la frontière semblent indiquer que ce calcaire pourrait avoir été amené à sa présente position par le jeu de failles. Clark et McGerrigle

(1932) ont noté un amincissement apparent vers le nord des lits de calcaire, ce qui leur a donné à penser que le calcaire est en position médiane entre le grès et la dolomie.

L'épaisseur de la dolomie a été estimée à 2.3 m par Clark et McGerrigle (1932), à partir d'affleurements entre la frontière américaine et la partie nord de la baie de Rock River, à 3.0 km au sud. Ils ont obtenu un chiffre de 9.2 m pour une coupe à la frontière américaine, coupe qui est toutefois affectée par des plis et des failles.

MEMBRE C (DOLOMIE)

La dolomie Rock River est massive, légèrement cristalline, gris pâle à gris foncé et forme en général de gros bancs massifs. Elle occupe à mi-chemin entre Philipsburg et la frontière américaine [6], presque toute la falaise qui se dresse en bordure de la baie Missisquoi, à l'exception des endroits où se présente le membre A. Dans la petite baie de Philipsburg, elle chevauche les ardoises de la formation de Sainte-Sabine.

La dolomie constitue tous les affleurements à l'ouest de l'autoroute 133, à l'exception des premiers, qui appartiennent à la formation de Strites Pond. Elle forme des buttes dans le village de Philipsburg ainsi que sur la route [7] menant au cimetière local (figure 88). Du côté est de l'autoroute 133, à la sortie de Philipsburg (figure 89), la dolomie s'enfonce vers

FIGURE 88 - Dolomie de Rock River (membre c). Coupe le long de l'ancienne route allant au cimetière de Philipsburg. Affleurement [7].

FIGURE 89 - Dolomie de Rock River (membre c). Affleurement [8] à la sortie de Philipsburg.

l'est, le long de deux failles normales E-W, pour venir en contact de faille avec la formation de Morgan Corner [8].

Au nord de Philipsburg, la dolomie quitte la baie pour s'engager dans les terres. Elle traverse l'autoroute 133, à 1.8 km de la sortie de Philipsburg, pour poursuivre sa course vers le NE et former une falaise que l'on peut suivre le long d'une route

secondaire menant à Morgan-Corners **[9]**. Elle se termine contre une faille E-W à l'ouest de Morgan-Corners,où elle est en contact avec la formation de Solomons Corner **[10]**.

Vers la base de ce membre dolomitique, on observe quelques lits discontinus de grès quartzo-dolomitique, dans lequel les grains varient de fins à grossiers et sont arrondis. Du chert noir est présent sous forme de nodules ou lentilles disséminés dans la dolomie. Selon Gilmore (1971), il existe, à 3.0 km au NE de Philipsburg, un lit de chert de 13 cm d'épaisseur, lequel renfermerait des rhomboèdres de dolomie et des oolithes. Des bancs massifs de quartzite, pouvant atteindre 1.2 d'épaisseur, sont aussi visibles par endroits; on en trouve un bel exemple à environ 3.0 km au nord de Philipsburg **[11]**.

Nous avons aussi noté des zones de brèche dans la dolomie. Les fragments sont argileux, composés de dolomie et de grès dolomitique, et atteignent 5 cm de diamètre. Clark et McGerrigle (1932) ont observé ce genre de brèche à trois endroits: à 180 m de la baie Missisquoi, le long de la frontière **[12]**, à 1.0 km au nord de Philipsburg **[13]** et à 3.2 km plus au nord **[14]**.

Pour résumer, on peut dire que la dolomie Rock River est généralement homogène de la base au sommet. On note cependant que la couleur est plus foncée à la base et que le grain de la roche y est également plus fin.

La limite supérieure de la formation de Rock River est marquée, par endroits, d'une interstratification de la dolomie avec les calcaires de la formation sus-jacente de Strites Pond. Le passage entre les deux formations est graduel; il donne l'impression d'une brèche ou d'un conglomérat là où la dolomie et le calcaire apparaissent en masses. Ce phénomène est sûrement relié à une dolomitisation sélective. Dans la partie sommitable, la dolomie n'apparaît que sous forme de lentilles dans le calcaire. Cette zone de transition pourrait atteindre, d'après Clark et McGerrigle (1932), une épaisseur de 15.2 m.

FAUNE ET CORRELATION

Les fossiles de cette formation ne se trouvent que dans le membre de grès. Il s'agit du brachiopode **Lingulella acuminata** ainsi que de nombreux bioforages non identifiés. En se basant sur **Lingulella**, on peut dire que le Rock River est d'âge Cambrien supérieur.

La formation de Rock River est l'équivalent de l'ancienne division A1 de Logan (1864) et de la dolomie de Clarendon Springs de l'Etat du Vermont (tableaux 15 et 16).

EPAISSEUR

Se basant sur la largeur et le pendage moyen de toute la formation, Clark et McGerrigle (1932) estiment la puissance des strates Rock River à 152.5 m. Gilmore (1971), prenant en

compte la seule dolomie, donne un chiffre de 128.1 m pour une coupe dans le secteur de Philipsburg. La puissance de la formation pourrait donc s'établir comme suit:

Membre C: 128.1 m de dolomie;

Membre B: entre 9.2 et 23.0 m de calcaire;

Membre A: 6.1 m de grès.

La puissance totale s'établit ainsi à un minimum de 143.4 m et à un maximum de 157.2 m.

PALEOENVIRONNEMENT

D'après Gilmore (1971), les textures oolithiques dans le lit de chert à 3.0 km au nord de Philipsburg sont d'excellents indices d'eaux turbulentes et très peu profondes. Selon nous, l'association de dolomie et de grès quartzique reflète un environnement supracotidal.

FORMATION DE STRITES POND

Le nom de cette formation est tiré de l'étang Strites à 2.0 km au SE du village de Philipsburg. Cet étang, bien visible sur le côté est de l'autoroute, est bordé, à l'est, par une falaise composée non pas de la formation de Strites Pond mais de celle de Wallace Creek. Cependant, des affleurements du Strites Pond sont présents sur les côtés ouest et sud de l'étang.

Il semble que McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932) n'ont pas désigné de coupe-type pour la formation. Comme pour les autres unités de l'écaille de Philipsburg, ce n'est qu'en 1946 qu'une définition adéquate en fut donnée par Clark et McGerrigle. Ceux-ci n'ont pas désigné de coupe-type mais ils mentionnent tout de même que les meilleurs affleurements se trouvent dans la carrière de la "Missisquoi Stone and Marble Company" (aujourd'hui représentée par deux carrières abandonnées et partiellement remplies d'eau) [21, 22]. Comme la coupe la plus importante de la région se trouve dans ces deux carrières contiguës, nous proposons qu'elles soient désignées comme coupe-type.

LITHOLOGIE

La formation de Strites Pond est composée de calcaire dense et microcristallin (calcilutite) dont la couleur va de gris à gris pigeon et gris blanchâtre en surface altérée et prend un ton légèrement plus foncé en surface fraîche. Elle se présente en lits épais renfermant des laminations argileuses ainsi que des grains disséminés de quartz. Les lits, séparés par des passées argileuses verdâtres (illite) sont généralement d'un gris plus pâle vers le sommet de la coupe, lequel montre également de gros grains de quartz (0.75 mm).

A la base de la formation, la dolomie remplace des lits de calcaire. Au-dessus de cette zone de transition, on note une épaisseur considérable de strates dont la surface altérée affiche une multitude de minces lignes réticulées de dolomie cristalline. Cette particularité, qui permet de reconnaître directement cette partie de la

formation, est visible le long de la petite route menant au cimetière de Philipsburg, à environ 2.0 km au sud du village (figure 90). On peut aussi l'observer à deux endroits près de la frontière américaine: au sud de l'étang Strites et sur le chemin menant à la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne (figure 91).

Des stylolites parallèles au litage sont aussi présents vers la base de la formation; ils sont parfois entourés de réticulations dolomitiques. La partie inférieure du Strites Pond est aussi tachetée par endroits, ceci résultant de la présence de petites masses de calcite blanche dans un calcaire gris pigeon; on en rencontre un bel exemple dans la carrière de St-Armand, dont il sera question plus loin (figure 102).

FIGURE 90 - Calcaire de Strites Pond. Affleurement [18]. Minces cordons reticulées de dolomie cristalline.

FIGURE 91 - Formation de Strites Pond, à Philipsburg. Affleurement [16].

Le Strites Pond comprend aussi des horizons, tranchants sur ceux qui les entourent, composés d'une alternance de bandes (lamines et minces lits de 1 à 5 mm) de calcaire blanc et de calcaire verdâtre parallèlement à la stratification. Ces horizons se trouvent surtout dans la moitié supérieure de la formation. D'après Gilmore (1971), les bandes de couleur pâle sont composées de calcite cristalline à gros grain et les bandes foncées, de calcaire micritique verdâtre. Les bandes pâles contiennent un peu plus de magnésium que le reste du calcaire.

Sous les horizons de bandes bicolores on note, par endroits, que les premiers 30 cm sont composés de fragments anguleux et subanguleux de calcaire blanc entourés d'illite verte. Il s'agit probablement d'un conglomérat intraformationnel à galets mous (figure 101).

Dans la partie supérieure de la formation, Gilmore (1971) a observé, dans certaines carrières, d'épais lits de grès composés de grains de quartz variant de fin à moyen et bien arrondis; ces lits semblent s'interdigiter

latéralement dans le calcaire. Pour leur part, Clark et McGerrigle (1932) ont noté, vers le sommet de la formation (à 600 m au sud de Morgan-Corners) des fragments de chert noir.

La limite supérieure de la formation de Strites Pond est marquée par un changement brusque de la lithologie, qui passe d'un calcaire pâle, en lits épais, à un calcaire argileux plus foncé, en lits minces et à minces interstratifications de shale noir (formation de Wallace Creek, figure 114). Selon Clark et McGerrigle (1932), il existe aussi un changement radical de la faune, qui passe de l'assemblage de gastéropodes et céphalopodes des lits supérieurs de la formation à l'assemblage de brachiopodes accompagnés de quelques trilobites de la formation de Wallace Creek.

Si le passage du Strites Pond au Wallace Creek est généralement net, comme à la carrière de Saint-Armand, [24] dont nous parlerons plus loin (figures 100, 110), il faut toutefois mentionner que, par endroits, les lits au sommet du Strites Pond consistent en conglomérat intraformationnel composé de cailloux anguleux et subanguleux de calcaire dans une matrice calcareuse fossilifère et qu'ils comprennent aussi quelques interlits, d'environ 30 cm d'épaisseur, de dolomie très finement cristalline, gris foncé, à altération brune.

Le Strites Pond renferme des structures pseudo-conglomératiques probablement dues à une dolomitisation sélective. D'après Clark et McGerrigle (1946), les formations de Strites Pond et de Wallace Creek sont séparées par une discordance, surtout marquée par la présence, dans les conglomérats à la base du Wallace Creek, de fragments de la partie supérieure de la formation de Strites Pond. La discordance est aussi soulignée par le fait que des portions de la base du Wallace Creek forment de petites dépressions (2 cm) dans le Strites Pond.

Par contre, Gilmore (1971) a noté, dans la partie supérieure du Strites Pond, des lamines argileuses déformées en petits plis asymétriques ainsi que des fragments étirés du Wallace Creek. Il en conclut que le conglomérat intraformationnel dans les 5 cm tout à fait à la base du Wallace Creek est le résultat de déformation structurale et qu'il n'y a pas de discordance véritable entre le Wallace Creek et le Strites Pond.

DISTRIBUTION

Le Strites Pond forme une bande parallèle à la formation de Rock River, immédiatement à l'est de celle-ci. Une série d'affleurements discontinus s'échelonnent de la frontière américaine jusqu'à Morgan-Corners, où la formation est coupée par la même faille qui a éliminé le Rock River. On ne peut voir nulle part une coupe complète de cette formation, les affleurements étant situés des deux côtés d'une petite vallée. Les sites qu'il y a lieu de mentionner sont les suivants:

. Affleurements au sud de Philipsburg.
. Anciennes carrières de la Missisquoi Stone and Marble Company.
. Ancienne carrière Messier.
. Carrière de St-Armand.
. Carrière Industrial Fillers.
. Carrière Méthé & Frères.

PHILIPSBURG

A la frontière entre les postes de douane canadien et américain [15], on note, de chaque côté de l'autoroute 133, des affleurements de calcaire blanchâtre, à reticulations typiques, de la partie inférieure de la formation de Strites Pond.

Les meilleurs affleurements du secteur [16] se trouvent sur le chemin qui, à quelques dizaines de mètres de la frontière, laisse l'autoroute 133 pour mener à la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne. Ils forment, sous les boisés, de véritables trottoirs (figure 91) de direction NE, lesquels sont crevassés par l'action des intempéries. L'érosion expose de nombreuses structures algaires ou stromatolites en dôme (figure 92 et annexe 5). Elle fait aussi ressortir de façon spectaculaires les réticulations de dolomie cristalline blanchâtre sur le calcaire plus foncé, à grain fin (calcilutite) de couleur gris pigeon (figure 93). Ces affleurements sont limités, à l'est, par une faille inverse qui les séparent des dolomies de Morgan Corner, ils se continuent cependant avec ampleur du côté américain. A quelques centaines de mètres au nord de ces affleurements, on

FIGURE 92 - Formation de Strites Pond à Philipsburg. Structures algaires ou stromatolites en dôme. Affleurement [16].

FIGURE 93 - Vue rapprochée de la figure 92 pour illustrer les réticulations de dolomie cristalline sur le calcaire plus foncé.

rencontre, à l'intérieur du Strites Pond, deux îlots de dolomie Rock River [17], qui représentent des passages latéraux de faciès dolomitiques.

En s'approchant de Philipsburg, on rencontre, sur les emprises de l'autoroute 133, et sur le flanc d'un coteau en bordure ouest [18], des affleurements du calcaire de Strites Pond à litage épais, sur la surface du-

quel on peut voir la réticulation typique.

Sur la route entre Philipsburg et Saint-Armand Station, localement appelée " route de la station", à l'endroit où celle-ci tourne brusquement vers l'est [19], on peut observer, en bordure de la route et vers le nord, quelques affleurements de la partie supérieure de la formation de Strites Pond, en contact à l'est avec le Wallace Creek. A quelques centaine de mètres, au nord, ces deux formations sont coupées par une petite faille E-W.

On note aussi des calcaires du Strites Pond au nord du terrain de jeux à l'arrière du bâtiment de la Légion [20], à Philipsburg. Ces calcaires sont en contact de faille, du côté sud, avec la dolomie Rock River et également en contact de faille avec la dolomie de Morgan Corner du côté est.

FIGURE 94 - Calcaire de Strites Pond à l'ancienne carrière de la **Missisquoi Stone and Marble Company**.

CARRIÈRE DE LA M.S.M.C.

Une des meilleure coupes de toute la région est fournie par les deux anciennes carrières contiguës de la **Missisquoi Stone and Marble Company**, à environ 1.0 km au NE de Philipsburg [21]. Ces carrières, une grande et une petite, furent surtout exploitées dans les années trente. La grande carrière, longue de 213.5 m et large de 30.5 m, a été exploitée dans le sens de la direction des lits (N20-30°E), lesquels ont un pendage de 14°-17° vers l'est (figure 94). La petite, adjacente au NW [22], est de forme plus irrégulière. Les deux carrières, partiellement remplies d'eau, sont composées de calcaire gris blanchâtre, finement cristallin (calcilutite), en lits de 8 à 150 cm d'épaisseur contenant de nombreuses laminations vertes d'argile (illite). Ces lits sont semés de grains de quartz ici et là.

Dans la grande carrière, on note de la pyrite disséminée dans certaines couches ainsi que des nodules de chert (calcédoine). On y a mis à jour 24.2 m de strates. Goudge (1935) rapporte qu'un forage a pénétré jusqu'à 18.2 m sous le plancher de la carrière et que la formation de Strites Pond était toujours présente. Il rapporte aussi que les données d'un puits artésien de 189 m dans la même carrière n'ont pas permis de délimiter le contact avec la formation sous-jacente de Rock River. Dans la petite carrière, qui se trouve plus près de la base de la formation, le calcaire est de même type mais plus dolomitisé.

A la base de la coupe, dans la grande carrière, on peut observer un lit de 50 cm de grès quartzique à ciment calcareux, gris-orange, contenant des lames d'illite ainsi que des traces de pyrite et de chert (calcédoine); une mince séparation de shale calcareux, gris foncé, composé d'illite, y est aussi visible. Au-dessus se trouve du calcaire à grain fin (calcilutite) en gros bancs gris à blanc, prenant par endroits une teinte rosée ou orangée. Des grains de quartz sont disséminés dans ce calcaire. Un lit de shale calcareux de 15 cm, gris-vert foncé, est présent dans la partie médiane de la coupe.

On note aussi deux zones où abondent des laminations d'illite verte alternant avec de minces lits de calcilutite gris blanchâtre. Au sommet de la coupe, la calcilutite est gris pâle et contient de nombreuses taches de calcite blanche.

La description lithologique faite par Gilmore (1971) des strates de ces carrières est donnée en annexe 2. Ces deux carrières, plus les affleurements avoisinants, totalisent environ 52 m d'après Gilmore (1971).

CARRIÈRE MESSIER

Au nord des deux carrières de la **Missisquoi Stone and Marble Company**, on rencontre de nombreux affleurements isolés de la formation de Strites Pond. La plupart de ceux-ci se trouvent dans les bois couvrant le flanc ouest de la vallée.

A la limite de ce flanc ouest, en pleine forêt, à 3 km au nord de Philipsburg [23] se trouve l'ancienne carrière Messier (figure 95). Les couches ont des directions entre 18 et 27° et des pendages de 16 à 22° vers l'est. Les strates, exploitées de chaque côté d'un chemin qui sépare la carrière en deux parties, consistent en calcilutite gris pâle, contenant de nombreuses lamines d'illite verte et devenant plus dolomitique vers la base.

Cette carrière est exceptionnelle du fait que sa base contient un lit de calcaire dolomitique de 30 cm d'épaisseur dans lequel se trouvent de nombreux stromatolites en forme de dômes (figures 96 et 97; annexe 5). La taille de ces fossiles, identifiés par Seely (1906) comme étant **Cryptozoon steeli**, varie de 8 à 15 cm. Ce lit se trouve dans le quart inférieur de la formation de Strites Pond, là où les roches sont en général plus foncées en cassure fraîche et possèdent une teinte beige en surface altérée.

FIGURE 95 - Formation de Strites Pond. Ancienne carrière Messier, à Philipsburg. Affleurement [23].

FIGURE 96 - Formation de Strites Pond. Ancienne carrière Messier, à Philipsburg. Le marteau indique le lit dans lequel sont concentrés les stromatolites.

FIGURE 97 - Vue rapprochée de la figure 96 pour montrer le lit à stromatolites.

Vers le sommet de la carrière, on observe un lit d'un peu plus de 15 cm composé d'une alternance de laminations serrées d'illite verte et de minces lits de calcilutite gris blanchâtre.

La coupe se présente en bancs massifs qui se subdivisent en lits individuels variant de 15 à 60 cm. La coupe totale, telle que mesurée par Gilmore (1971), est de 31.7 m (voir annexe 2).

CARRIÈRE DE SAINT-ARMAND

Cette carrière [24], propriété de la compagnie **Les Carrières de Saint-Armand Limitée** est située à 1.5 km au sud de Morgan-Corners. Elle se trouve sur le côté est d'une petite vallée qui la sépare de l'ancienne carrière Messier.

Les couches (figures 98 et 99) ont approximativement la même direction (N20°E) et le même pendage (15°) que dans les carrières précédentes. Nous en avons mesuré une épaisseur de 38.1 m (figure 100). La coupe est composée en grande partie de bancs massifs de calcilutite gris moyen à gris blanchâtre. Elle comprend, à peu près en son milieu, deux horizons d'environ 70 cm chacun, à laminations ser-

FIGURE 98 - Formation de Strites Pond. Carrière de Saint-Armand. La formation est surmontée (à la base des arbres) par les couches inférieures de la formation de Wallace Creek. Affleurement [24].

FIGURE 99 - Vue rapprochée de la figure 98.

rées d'illite verte. Sous l'horizon supérieur se trouve un conglomérat calcaire à galets mous, anguleux à subanguleux, gris moyen et à bordure d'illite verte (figure 101); ce conglomérat renferme de la pyrite disséminée.

Vers la base de la coupe, on remarque un banc massif (1.8 m) de calcaire gris-bleu semé de rubans calcitiques (figure 102), légèrement ondulantes, parallèles à la stratification. Ces rubans consistent en calcite cristalline à gros grain. Au-dessus de ces rubans le calcaire montre de petites masses irrégulières de calcite blanche.

Deux lits (3 à 5 cm) de shale calcareux verdâtre, trop minces pour être représentés sur la figure 100, sont visibles vers le sommet de la coupe. On note aussi, dans la moitié supérieure de la coupe, deux lits de dolomie gris moyen, dense, microcristalline, d'environ 60 cm d'épaisseur.

Tel que mentionné plus-haut, cette carrière est la plus propice de la région pour l'observation du passage de la formation de Strites Pond à la formation de Wallace Creek. Nous

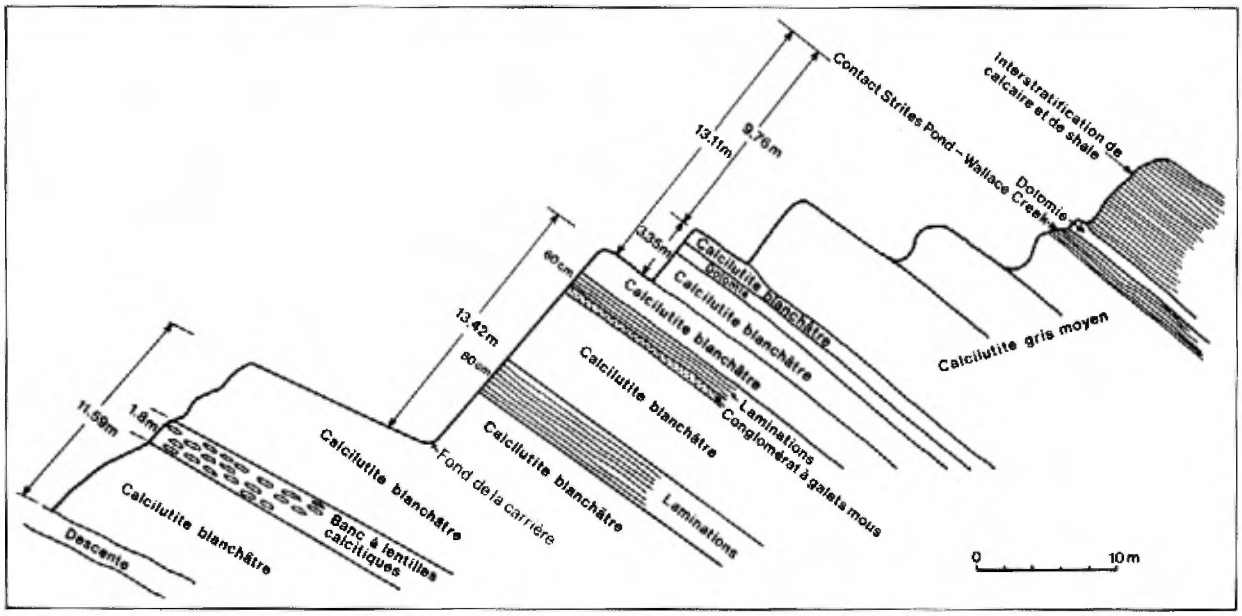


FIGURE 100 - Coupe de la carrière Saint-Armand. Formation de Strites Pond et son contact avec la formation de Wallace Creek. Affleurement [24].

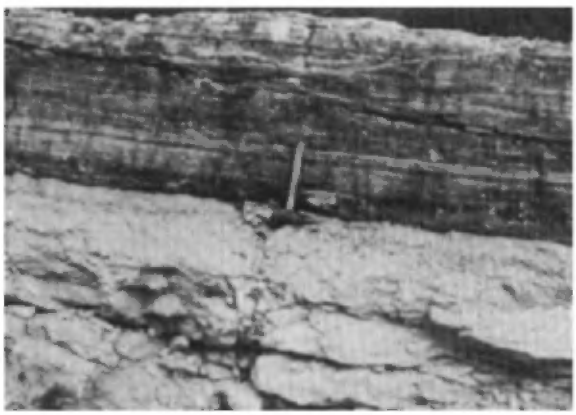


FIGURE 101 - Formation de Strites Pond. Carrière de Saint-Armand. Lits laminés reposant sur des lits conglomératiques.

FIGURE 102 - Formation de Strites Pond. Base de la carrière de Saint-Armand. Lits massifs à passées calcitiques lenticulaires.

croyons qu'elle devrait être retenue comme coupe de référence pour la partie supérieure de la formation de Strites Pond. Le contact entre ces deux formations est net, passant d'un calcaire pâle et massif à de minces lits de calcaire plus argileux et plus foncé interstratifié de shale noir (figures 110, 111). Nous avons noté de la digitation (figure 103) dans la zone de passage de ces deux formations. Gilmore (1971), en d'autres endroits, avait observé de petites dépressions (1 à 2 cm) remplies de calcaire de la formation de Wallace Creek. On note aussi, dans les diaclases vers le sommet de la coupe, de la calcite macrocristalline.

FIGURE 103 - Carrière de Saint-Armand. Digitations près du contact Strites Pond-Wallace Creek.

Les seuls fossiles que nous avons notés dans cette carrière sont des structures polygonales, d'origine algaire, à la base de la coupe. Le polissage glaciaire les fait bien ressortir (figure 104).

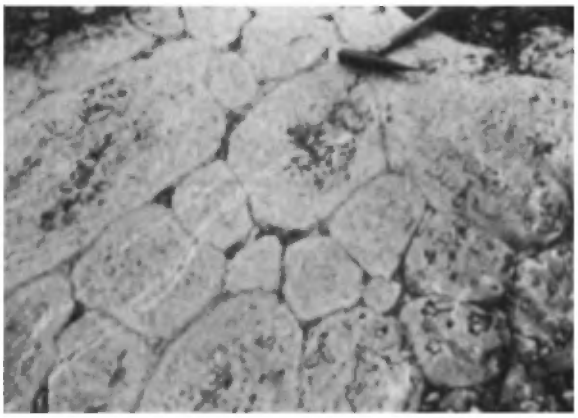


FIGURE 104 - Formation de Strites Pond. Carrière de Saint-Armand. Structures polygonales d'origine algaire.

La description détaillée de cette coupe telle que fournie par Gilmore (1971), est présentée à l'annexe 2.

CARRIÈRE INDUSTRIAL FILLERS

Cette ancienne carrière [25], à 500 m au SW de Morgan-Corners, est située sur le versant ouest d'une petite vallée qui, à cette hauteur, n'est plus très prononcée. Deux lits contenant des stromatolites en forme de dôme (Cryptozoon steeli) y ont été observés par Gilmore (1971). Ces stromatolites, identiques à ceux de la carrière Messier, sont caractéristiques du quart inférieur de la formation de Strites Pond. Ils sont logés dans de minces lits (1 à 3 cm) de dolomie à grain très fin.

CARRIÈRE MÉTHÉ ET FRÈRES

Cette carrière se trouve à 400 m au NE de la précédente [26]. Egalement représentative de la partie supérieure du Strites Pond, sa coupe est similaire à celle de la carrière de Saint-Armand. La direction des couches est de 13° et le pendage de 16° vers l'est. Longtemps inexploitée, elle a récemment (1979) été remise en marche et la coupe dépasse maintenant 30 m (figure 105). Gilmore (1971) y avait observé une coupe d'environ 24.3 m; nous-mêmes, en 1977, n'en avions vu que 15 m. Il nous a été possible de reconnaître, vers la base, le gros banc à rubans de calcite observé dans la carrière de Saint-Armand.

FIGURE 105 - Formation de Strites Pond. Carrière Méthé et Frères. Affleurement [26].

Comme dans les autres carrières ouvertes dans la formation Strites Pond, le calcaire se présente en gros bancs contenant des lamines parallèles d'illite verte. Il est à grain très fin (calcilutite) et varie du blanc au gris pâle. Vers la partie supérieure, on note des grains de quartz et même un lit de grès quartzique à ciment calcaire de 48 cm d'épaisseur. On note de la pyrite disséminée, surtout dans la partie médiane de la coupe. On retrouve aussi les deux horizons de 70 cm d'épaisseur à laminations serrées d'illite verte décrites dans la carrière de Saint-Armand. Vers le sommet de la coupe, on note aussi le conglomérat à galets mous rencontré dans la même carrière.

Aucun fossile ne fut observé dans cette carrière.

Dans les affleurements au sud de la carrière, la surface du calcaire est semée de grains de quartz. Clark et McGerrigle (1932) mentionnent en

plus quelques minces lits de shale et quelques fragments de chert (calcédoine) noir.

La description faite par Gilmore (1971) de cette coupe est présentée à l'annexe 2.

FAUNE ET CORRELATION

Les seuls fossiles que nous ayions observés dans la formation de Strites Pond sont les stromatolites de type **Cryptozoon**. Logan (1866, p. 278) y a découvert **Pleurotomaria** et **Holopea**. Clark & McGerrigle (1932) ont reconnu, dans la matrice d'une brèche ou d'un conglomérat intraformationnel près du sommet de la coupe, quelques céphalopodes et gastéropodes très mal conservés. Les céphalopodes furent identifiés par Ulrich comme étant **Eremoceras** sp; quant aux gastéropodes, Ulrich identifie **Sinuopea** sp. et une une forme ressemblant étroitement à **Rachopea** sp. Trois formes additionnelles non identifiées de gastéropodes ont été rapportées par les mêmes auteurs.

La formation de Strites Pond est l'équivalent de la formation de Shelburn, de la partie centre-ouest du Vermont (tableau 16). De façon plus générale, elle est l'équivalent de la partie basale de la formation de Beauharnois du groupe de Beekmantown des Basses Terres du Saint-Laurent (Clark & Eakins, 1968). L'âge de cette formation est par conséquent Ordovicien inférieur.

EPAISSEUR

Gilmore a mesuré des coupes individuelles de 71.94 m (Missisquoi), 31.94 m (Messier), 46.53 m (Saint-Armand) et 45.30 m (Méthé) dans la bande du Strites Pond. En tenant compte du fait que la carrière Missisquoi est à la base de la formation et que celle de Saint-Armand est au sommet et en allouant une dizaine de mètres pour l'intervalle entre les deux coupes, on peut évaluer la puissance de la formation à approximativement 128 m.

PALEOENVIRONNEMENT

La présence de stromatolites en forme de dôme dans la formation de Strites Pond indique, d'après Gilmore (1971), des conditions de faible turbulence dans une zone intercotidale. Les boues calcareuses à l'origine des calcaires de la formation reflètent des eaux chaudes, non turbulentes et peu profondes. Cependant l'absence presque complète de coquilles ou fragments de coquilles indique une position dans la partie supérieure de la zone intercotidale ou dans la partie inférieure de la zone supracotidale.

FORMATION DE WALLACE CREEK

Le nom de cette formation, qui évoque un petit ruisseau coulant vers le sud pour se jeter dans l'étang Streit (Strites), remonte à McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932). Il a été rendu officiel par Clark & McGerrigle (1946). Aucune coupe-type n'a encore été désignée pour cette for-

mation. Les affleurements exceptionnels (figure 106) à l'étang Streit nous semblent tout indiqués pour en tenir lieu, d'autant plus que le ruisseau Wallace se jette dans l'étang à cet endroit. Deux autres coupes de référence peuvent aussi être indiquées: la carrière de la **Missisquoi Stone and Marble Company** et la carrière de Saint-Armand.

LITHOLOGIE

Les strates de cette formation, connues communément sous le nom de "marbre noir", consistent principalement en calcilutite argileuse gris foncé à noire, interstratifiée de minces bandes de shale noir qui sont, en fait, des laminations argileuses (figures 108, 109), ondulantes, parallèles ou non à la stratification. La couleur de l'altération du calcaire va du gris pâle au gris moyen; celle des bandes argileuses va de gris orangé à gris olive. L'épaisseur moyenne des lits de calcaire varie de 15 à 20 cm; elle dépasse légèrement 30 cm en de rares endroits.

On rencontre, en plusieurs points de la formation, des lits d'un conglomérat calcaire intraformationnel dont les fragments, généralement anguleux, atteignent 3 cm sur 8 cm. Les 5 cm inférieurs de la formation en sont composés. A la base de la formation, certains lits contiennent des fragments (3 cm maximum) de la formation de Strites Pond dans une matrice de calcaire cristallin de couleur grise. D'après Gilmore (1971), qui a étudié des lames minces et sections polies de la base de la formation, l'intérieur de certains fragments est rose.

Le contact Wallace Creek - Strites Pond semble concordant. Là où il parait discordant, il peut s'agir, selon Gilmore (1971), d'une déformation structurale. Le contact avec la formation sus-jacente dolomitique de Morgan Corner est difficile à préciser car on ne voit nulle part le passage d'une formation à l'autre. On peut cependant observer, au sommet du Wallace Creek, une interstratification de calcaire et de dolomie passant à des lits composés uniquement de dolomie. A la lumière de ces faits, Clark et McGerrigle (1932) préconisent un contact concordant entre ces deux formations.

DISTRIBUTION

La formation de Wallace Creek occupe une bande de largeur variable à l'est du Strites Pond. Pour fins de decription, nous la découpons en six secteurs.

PHILIPSBURG

La chose la plus importante à observer ici et que l'on peut noter le long du chemin de la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne, à une dizaine de mètres de la frontière américaine, c'est que la formation de Wallace Creek est précédée et suivie des dolomies de la formation de Morgan Corner. Ceci s'explique par le fait que les couches sont prises en un grand pli renversé vers l'est (figure 112).

La formation de Wallace Creek atteint sa largeur maximum (300 m) près de la frontière américaine. Elle forme une colline de direction NE, à côté oriental abrupt (figure 106), se terminant par la falaise de l'étang Streit [27]. Cette falaise constitue l'affleurement par excellence de toute la région.

Les affleurements de ce secteur sont bien caractéristiques de la formation. Ils montrent du calcaire argileux finement cristallin (calcilutite), de couleur pâle, interstratifié de nombreuses bandes de shale (laminations argileuses) de couleur foncée (figure 107).

SAINT-ARMAND-STATION

Sur la route entre Philipsburg à Saint-Armand-Station, là où elle tourne vers l'est en une courbe prononcée, la formation de Wallace Creek est visible sur un espace de 100 m par

FIGURE 106 - Coupe-type de la formation de Wallace Creek, à l'étang Streit (Strites Pond), près de Philipsburg. Photographie utilisée pour la couverture du présent rapport. Affleurement [27].

FIGURE 107 - Formation de Wallace Creek. Route de la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne, à Philipsburg. Calcaire cristallin interstratifié de shale de couleur foncé.

150 m [28]. L'affleurement débute contre la route et forme une colline à l'arrière des maisons. La formation est ici en succession normale avec le Strites Pond sous-jacent et le Morgan Corner sus-jacent. A son extrémité nord, elle est en contact de faille avec la dolomie Rock River.

Au nord de la route on note trois aires de Wallace Creek à l'intérieur de la formation de Morgan Corner. Ces aires représentent probablement des changements latéraux de faciès du Morgan Corner. La première [29], la plus importante, est située à environ 300 m au nord de la route, entre deux boisés à l'arrière d'une ferme à l'extrémité de la courbe de la route. Cette aire, allongée en direction NE, présente du calcaire argileux (calcilutite) interstratifié de minces bandes de shale foncé. La deuxième [30], plus petite et à 400 m au NE de la première, est elle-même accompagnée de

deux minuscules pointements de Strites Pond. La troisième aire [31] se trouve à 1 km au sud de Morgan-Corners, au NE de la carrière de Saint-Armand. Elle est située à l'arrière de la ferme abandonnée immédiatement au NE de la carrière.

CARRIERE DE MARBRE NOIR DE LA M.S.M.C.

A l'est du site [21], d'où elle a extrait tant de calcaire blanchâtre du Strites Pond, la Missisquoi Stone and Marble a exploité, en flanc de colline, une petite carrière [32] près de la base d'une bande de calcaire argileux (calcilutite) massif contenant de nombreuses laminations argileuses (figure 108). Cette bande forme une crête prononcée parallèlement à la formation de Strites Pond.

Dans cette carrière, la direction générale des strates est de 20° et le pendage moyen est de 20° vers l'est. Lors de son exploitation, elle s'enfonçait de 24 m dans la crête sur une largeur de 18.2 m. Une coupe de 10.7 m fut exploitée dans ce que l'on appelait du "marbre noir".

La caractéristique principale de ce calcaire microcristallin réside dans le fait qu'il contient de nombreuses laminations argileuses de couleur foncée plus ou moins parallèles à la stratification (figure 109). La couleur d'altération de ces laminations varie de gris-brun à gris orange et à gris olive. Ces laminations étant plus résistantes à l'érosion, elles sont en saillie sur le calcaire. Au-delà de la carrière, vers l'est, le calcaire devient plus dense et plus siliceux (analyse 181A de Goudge, 1935).

La limite sud d'affleurement dans ce secteur est marquée par une faille transversale E-W qui sépare le calcaire de la formation de Wallace Creek de la dolomie de la formation de

FIGURE 108 - Calcaire de Wallace Creek dans l'ancienne carrière de la **Missisquoi Stone and Marble Ltd.**, à Philipsburg. Calcilutite contenant de nombreuses laminations argileuses. Affleurement [32].

FIGURE 109 - Vue rapprochée de 108. Surface légèrement polie lors du découpage des bancs dans la carrière.

Morgan Corner. Vers le NE, les affleurements se prolongent de façon discontinue sur le flanc est d'une petite vallée, en direction de Morgan Corner.

CARRIÈRE DE SAINT-ARMAND

Dans le haut de cette carrière [24], on peut apercevoir la partie basale du Wallace Creek, en contact avec la formation de Strites Pond sous-jacente (figures 100 et 110). Le contact est irrégulier (figure 111), le Wallace Creek semblant remplir des dépressions dans le Strites Pond. A environ 1 m du contact, on note un lit de dolomie, dense, microcristalline, à couleur d'altération beige (figure 111). Aux alentours de la carrière, [33] le Wallace Creek forme une bande plus large. Cette augmentation peut être le résultat de la présence de petits plis anticlinaux et synclinaux à l'intérieur de cette bande ou encore de la présence d'une aire importante de dolomie de la formation de Morgan Corner à l'intérieur des calcaires argileux du Wallace Creek. Cette aire représente probablement un changement latéral de faciès. D'ailleurs, immédiatement au NE de la carrière, ce phénomène s'est produit à plus grande échelle, éliminant presque entièrement le Wallace Creek sur une distance de 400 m et ne laissant qu'une petite aire de calcilutite interstratifiée de minces lits de shale noir typique de cette formation. Clark & McGerrigle (1932) ont interprété ce phénomène comme étant le résultat de l'action de deux failles normales. Nous avons toutefois noté que le passage de la dolomie au calcaire est graduel; ceci, combiné à la présence de la petite aire de calcaire au milieu de la dolomie, suggère bien un changement latéral de faciès.

FIGURE 110 - Contact entre le Strites Pond (sous le marteau) et le Wallace Creek. Carrière de Saint-Armand. Affleurement [24].

FIGURE 111 - Vue rapprochée de la figure 110 pour montrer la nature irrégulière du contact ainsi que le lit de dolomie beige mentionné dans la coupe de la carrière.

MORGAN-CORNERS

Au-delà de la carrière de Saint-Armand, le Wallace Creek traverse la route qui se dirige vers l'est à partir de Morgan-Corners et se poursuit

sur une distance de 400 m au nord de cette route [34]. La formation fait ici partie du coeur d'un anticlinal d'axe NE. Ce secteur comprend deux petites aires de dolomie du Morgan Corner [45].

ROSENBURG

A environ 1 km au SW de Rosenberg [35], la formation de Wallace Creek, en contact normal avec la dolomie de Morgan Corners, fait partie d'un synclinal plongeant vers le NNE et pris entre deux failles inverses. Le flanc ouest du synclinal comprend un calcaire lité (0.5 à 8 cm), un calcaire micritique dolomitique, une ardoise argilo-carbonatée et une dolomie laminée. Le flanc sud-est comprend, en plus, des amas de dolomie cristalline.

FAUNE ET CORRELATION

Une faune composée de brachiopodes et de trilobites (tableau 17) a été rapportée par Clark & McGerrigle (1932, 1946). Gilmore (1971) rapporte avoir décelé, en lames minces, la présence de gastéropodes et de céphalopodes ainsi que l'algue **Nuia** sp. Ainsi donc, la formation de Wallace Creek pourrait être l'équivalent de la partie inférieure de la formation de Cutting dans le centre-ouest du Vermont (tableau 16). Elle serait aussi équivalente à la partie inférieure de la formation de Beauharnois du groupe de Beekmantown des Basses Terres du Saint-Laurent.

TABLEAU 17 - Fossiles de la formation de Wallace Creek.

Clark & McGerrigle (1932)	Clark & McGerrigle (1946)	Gilmore (1971)
BRACHIOPODES	BRACHIOPODES	ALGUES
Eoorthis sp. *Billingsella* sp. *Syntrophia* sp. *Syntrophina* sp. *Finkelnburgia* sp.	*Finkelnburgia armanda* (Billings) *F. philipsburgensis* Ulrich & Cooper *Clarkella orientalis* Ulrich & Cooper *C. megerriglei* Ulrich & Cooper *Tetralobula imbricata* Ulrich & Cooper *T. quadrata* Ulrich & Cooper *T. transversa* Ulrich & Cooper	*Nuia* sp.
TRILOBITES	TRILOBITES	
Platycolpus sp. *Leiostegium* sp.	*Hystricurus* cf. *cordai* (Billings) *Symphysurina illaenoides* (Billings) *Leiostegium* sp.	

EPAISSEUR

Clark & McGerrigle (1932 et 1946) ont estimé l'épaisseur du Wallace Creek à 61 m et 76 m. Gilmore (1971) penche pour un maximum entre 35 et 44 m; il mentionne en plus que l'épaisseur de la formation augmente légèrement vers le nord. Bien que nous n'ayions pu mesurer de coupe complète, nous sommes d'avis que l'épaisseur basée sur la largeur et le pendage se situe plutôt entre 40 et 55 m. Clark & McGerrigle ont des chiffres trop élevés du fait qu'ils ont utilisé une largeur de 213 m, sans tenir compte de l'exagération due aux plis.

PALEOENVIRONNEMENT

Les lamines argileuses indiquent la stabilité du fond marin. Se-

lon Gilmore (1971), la boue calcareuse à l'origine de la calcilutite ainsi que de nombreux fossiles suggèrent une zone intercotidale à infracotidale peu profonde.

FORMATION DE MORGAN CORNERS

Cette formation tire son nom du carrefour de Morgan-Corners, à 5.0 km au nord de Saint-Armand-Station. Ce carrefour est ainsi nommé parce que se trouvant à 1 km à l'ouest de l'ancien centre d'élevage des chevaux de race Morgan, centre dont on peut encore voir le bâtiment principal en briques rouges.

McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) ont proposé ce nom pour la dolomie qui surmonte la formation de Wallace Creek et qui affleure bien à l'est de ce carrefour. Cependant, comme pour les autres formations de l'écaille de Philipsburg, ce n'est qu'en 1946 que Clark & McGerrigle ont donné une définition de cette formation sans toutefois en désigner de coupe-type. Nous croyons que la colline qui, à l'est de Philipsburg (p. 106), est composée de cette formation représente le meilleur affleurement de la région; nous désignons donc cette colline comme coupe- type. Il faut mentionner que la base de la formation est affectée par des failles et qu'il existe, vers le sommet, des changements latéraux de faciès qui font que des aires de Strites Pond et de Wallace Creek sont présentes dans cette formation. La puissance de la formation varie donc beaucoup d'une extrémité à l'autre.

LITHOLOGIE

La formation de Morgan Corner est composée d'une dolomie microcristalline gris-noir à gris moyen. La couleur d'altération varie de beige à gris-brun. On trouve aussi, au milieu de cette dolomie, quelques lits de calcaire dolomitique gris foncé, finement cristallin, ainsi qu'une occasionnelle dolomie calcareuse qui se distingue de celle de Rock River par l'absence de grains de quartz et de chert et par le fait qu'elle est microcristalline. Des zones conglomératiques sont aussi présentes vers le sommet de la formation.

Le litage est généralement épais (figure 115), surtout dans la colline à l'est de Philipsburg, mais devient moyen vers le nord. Une caractéristique qui permet de reconnaître cette dolomie rapidement est la présence de nombreuses petites crevasses qui s'entrecoupent à des angles assez élevés (figure 116) en surface altérée. Une couleur d'altération beige pâle est aussi remarquable.

DISTRIBUTION

La formation de Morgan Corner est particulièrement visible entre la frontière américaine et les environs de Morgan-Corners, où elle est plissée en un anticlinal plongeant vers le NE. Les derniers affleurements sont situés au nord-est de ce point.

PHILIPSBURG

Près de la frontière américaine [36] la bande occupée par la do-

lomie de Morgan-Corners est double, étant prise dans un pli couché (figure 112). Une faille, à l'ouest, sépare la dolomie des calcaires de la formation de Strites Pond. Clark & McGerrigle (1932) y mentionne l'existence d'un conglomérat contenant des fragments tabulaires de calcaire Strites Pond et des fragments anguleux plus petits de dolomie de Morgan-Corners.

Sur le flanc est du synclinal de Saint-Armand, près de la frontière américaine, on trouve deux petits îlots **[37]** de dolomie de Morgan-Corners, l'un directement sur la frontière et l'autre dans les champs au-delà de l'ancien chemin de fer.

De la frontière américaine jusqu'à la vallée au sud de la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station, la formation forme des crêtes de direction NE. A mi-chemin entre ces deux points **[38]**, un conglomérat similaire à celui observé près de la frontière **[36]** a été indiqué par Clark & McGerrigle (1932) près du sommet de la formation.

Une colline à l'est de Philipsburg **[39, 40]**, composée de crêtes allongées, est abrupte sur le côté ouest et de pente légère (suivant le pendage des couches) sur le côté est. La dolomie y est massive, microcristalline et de couleur d'altération beige.

A la base de la première crête, à l'extrémité NE du terrain de jeux municipal, derrière le bâtiment de la Légion canadienne **[39]**, on peut voir une caverne localement appelée "Trou de l'Epée". Celle-ci est creusée dans la dolomie de Morgan-Corners (figures 113, 114).

Sur la pente est de la colline **[40]**, on note des aires de calcaire des formations de Wallace Creek et de Strites Pond et un conglomérat sous-jacent qui, selon Clark & McGerrigle (1932), a une épaisseur de l'ordre de 15 m. L'aire principale de Wallace

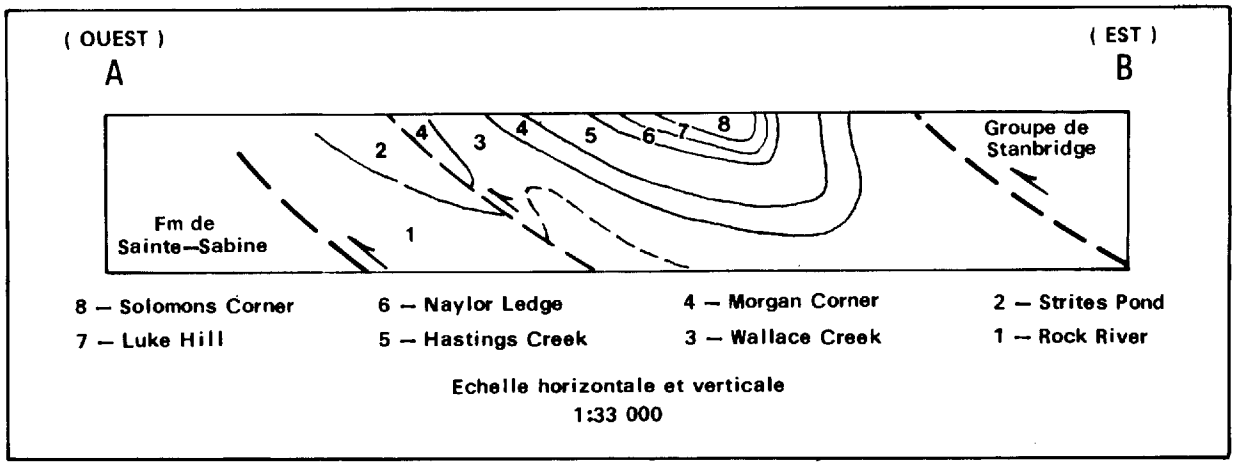


FIGURE 112 - Coupe A-B à travers le synclinal de Saint-Armand. On peut y voir le pli couché qui répète la dolomie de Morgan-Corner.

FIGURE 113 - Entrée de la caverne "Trou de l'Epée" dans la dolomie de Morgan-Corners, à Philipsburg. Affleurement [39].

FIGURE 114 - Intérieur de la caverne. Vue vers l'entrée.

Creek [29] suit la direction générale des lits sur une distance d'environ 150 m et représente probablement, tout comme pour les autres, un changement latéral de faciès. Les phénoclastes du conglomérat, composés de dolomie (prédominante) et de calcaire, sont pris dans une matrice dolomitique. Ces phénoclastes semblent provenir des formations de Strites Pond.

MORGAN-CORNERS

On trouve des affleurements de la dolomie de Morgan-Corners à l'entrée du chemin qui conduit à la carrière de Saint-Armand [41]. La roche est microcristalline, dense, gris foncé et se présente en lits massifs de 30 à 90 cm (figure 115). La surface des lits affiche, en grand nombre, les petites crevasses typiques de la dolomie non calcareuse (figure 116); la variété plus calcareuse est de teinte plus foncée en surface altérée et se présente en masses plus arrondies non crevassées (figure 117). Vers le SW, on peut suivre cette dolomie à la lisière d'un bois [42] où elle apparaît de façon discontinue, parfois en masses plus ou moins arrondies.

Au nord-est immédiat de la carrière, on trouve de la dolomie de Morgan-Corners sur une grande superficie. Celle-ci devait normalement être occupée par la formation de Wallace Creek et une partie du Strites Pond.

FIGURE 115 - Dolomie de la formation de Morgan Corners. Au site de la carrière de Saint-Armand. Affleurement [41].

FIGURE 116 - Vue rapprochée de 115 pour montrer les nombreuses crevasses typiques de l'altération de la dolomie.

FIGURE 117 - Affleurements de la dolomie calcareuses de Morgan-Corners, à l'est de la carrière de Saint-Armand. Affleurement [41].

De fait, il s'y présente qu'une minuscule aire de Wallace Creek, complètement entourée de dolomie de Morgan-Corners. La direction et le pendage des lits dans cette aire sont conformes à l'attitude régionale des lits Wallace Creek, bien que le pendage soit un peu plus prononcé. On note aussi, immédiatement à l'est de la carrière, qu'une dolomie du Morgan Corner remplace une partie des calcaires Wallace Creek. Comme le passage du calcaire à la dolomie et vice-versa est toujours graduel, l'hypothèse de failles ne peut être retenue pour expliquer ces divergences lithologiques marquées et on doit faire appel à des changements latéraux de faciès.

Au SE du carrefour de Morgan-Corners, de petits boisés rectilignes **[43]** de direction NE abritent des affleurements de dolomie massive. La composition de la dolomie varie de non calcareuse à calcareuse. La variété non calcareuse a une surface altérée pâle et crevassée tandis que la variété calcareuse est plus foncée et non crevassée, ainsi qu'on peut l'observer près de la carrière de Saint-Armand.

La bande de dolomie se continue vers le NE pour se plisser en un anticlinal **[44]** qui plonge vers le NE. Le côté NW de l'anticlinal est limité par une faille qui sépare la dolomie des calcaires de la formation de Solomons Corner. Nous avons aussi relevé, à 400 m à l'est du carrefour, deux petites aires de dolomie du Morgan Corner sur le côté nord de la route, au milieu des calcaires de la formation de Wallace Creek **[45]**.

A environ 2.5 km au NE de l'affeurement [45], à 200 m à l'est de la route et de la maison de briques qui s'y trouve, une série d'affleurements de la dolomie de Morgan-Corners est visible à la lisière d'un boisé **[46]**. Cette dolomie est dense, microcristalline et massive. D'autres affleurements, dans un autre boisé,

sont composés d'une dolomie massive, laminée, à couleur d'altération beige; dans l'affleurement le plus au nord, nous avons noté une synforme renversée vers l'ouest. D'autres affleurements, au sud-est, reflètent les mêmes caractéristiques.

ROSENBURG

Des strates de la formation de Morgan Corner, prises en un synclinal plongeant vers le NNE, se rencontrent à Rosenberg [47]. Ces strates sont bordées par des failles de chevauchement. En plus des bancs massifs de la dolomie cristalline habituelle, nous avons observé des bandes de calcaire fossilifère, de dolomie et de conglomérat calcaire.

La présence de zones conglomératiques vers le sommet de la coupe a fait dire à Clark & McGerrigle (1932) qu'il existe un contact discordant entre la formation de Morgan Corner et la formation sus-jacente de Hastings Creek. Gilmore (1971) rapporte cependant avoir observé, à un endroit, un contact concordant entre ces deux formations. Nous ne pouvons nous prononcer sur ce sujet car le contact nous est partout demeuré caché.

FAUNE ET CORRELATION

La formation de Morgan Corners ne nous a livré aucun fossile. A cause de sa position stratigraphique, nous la plaçons, en accord avec d'autres chercheurs, dans la partie inférieure de la formation de Beauharnois du groupe de Beekmantown des Basses Terres du Saint-Laurent (tableau 16). Elle équivaut aussi à la partie supérieure de la formation de Cutting du centre-ouest du Vermont (tableau 16).

EPAISSEUR

Logan (1864) a estimé l'épaisseur de la formation de Morgan Corner à 61 m. De leur côté, Clark & McGerrigle (1932 et 1946) ont calculé, d'après une largeur de 106.5 m et un pendage de 20°, une épaisseur d'un peu moins de 45.5 m. Gilmore (1971) a mesuré une coupe de 70.5 m dans la colline à l'est de Philipsburg. Celle-ci est cependant anormalement épaisse vu le jeu des deux failles transversales. A environ 1.5 km au nord, le long de la direction des lits, la coupe n'a plus que 9.1 m. La puissance estimée par Clark et McGerrigle nous apparaît la plus juste, la coupe de Gilmore étant sujette à ambiguïtés.

PALEOENVIRONNEMENT

A l'instar de Gilmore (1971), nous pensons que la nature dolomitique de cette formation reflète un environnement dans la zone supracotidale ou intercotidale supérieure.

FORMATION DE HASTINGS CREEK

Cette formation tire son nom du ruisseau Hastings, qui coule vers le sud dans la petite vallée qui se trouve entre les strates du Morgan Corner et Hastings Creek (voir carte) au nord de la route entre Philipsburg et Saint-

Armand-Station. Ce ruisseau a été nommé d'après le major Hollis Hastings, qui habita la région jusqu'à sa mort le 23 août 1869. On peut d'ailleurs apercevoir, sur le côté ouest de la route entre Morgan-Corners et Saint-Armand-Station, à l'endroit où celle-ci abruptement vers le SE, le monument élevé à la mémoire du major (figure 118).

La formation de Hastings Creek a été mentionnée par McGerrigle (1930, 1931), Clark & McGerrigle (1932) et Clark (1934) mais toujours sans définition. Ils en donnent une description en 1946 mais sans préciser de coupe-type.

Il nous semble approprié de situer la coupe-type à l'est de Philipsburg, dans la vallée où coule le ruisseau Hastings. Sur le flanc est de cette vallée, à environ 500 m au nord de la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station, des affleurements bien dégagés permettent d'observer les différents faciès de cette formation.

FIGURE 118 - Monument au major Hollis Hastings décédé le 23 août 1869. Maintenant sur la terre de Phil Pelletier. A l'arrière du monument, affleure la formation de Hastings Creek. Affleurement [67].

Le contact entre la formation de Hastings Creek et la formation susjacente de Naylor Ledge est marquée par une discordance. Les lits Hastings Creek sont tronqués et marqués de dépressions remplies de calcaire Naylor Ledge. Ces dépressions, selon Gilmore (1971), peuvent atteindre 75 cm de profondeur.

LITHOLOGIE

La formation de Hastings Creek est lithologiquement variée mais on peut dire qu'elle consiste généralement en calcaire massif, très pur, contenant des lits de dolomie en plusieurs points, quelques lits de grès à la base et des lits de siltstone au sommet. En réalité, il s'agit d'une interstratification de calcilutite, de calcisiltite, de calcaire dolomitique, de dolomie et de siltstone quartzique. En surface fraîche, la couleur de la roche varie entre le blanc et le noir, bien que prédominent les gris moyen à foncé. En général, la formation devient plus foncée vers le sommet. En surface altérée, le gris pâle et le gris moyen sont les couleurs dominantes. On observe aussi divers tons de brun et de gris.

Les lits sont généralement très épais. Deux peuvent servir de repères: un premier, à la base, est fait d'ocre (argile rouge); le deuxième, vers le milieu de la formation, renferme un tapis d'algues polygonales. Gilmore (1971) mentionne que la majeure partie du matériel argileux à la base de la formation est de l'illite verte.

En combinant nos informations avec celles de Clark & McGerrigle (1932) et de Gilmore (1971), nous avons dressé la coupe généralisée du tableau 18.

TABLEAU 18 - Coupe généralisée de la formation de Hastings Creek.

EPAISSEUR (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE
SOMMET	
3.95	Siltstone à litage mince et moyen.
1.22 (sud) 15.3 (nord)	Shale avec calcaire, en nodules et lits, gris pigeon, à grain fin.
?	Lit de conglomérat intraformationnel.
27.5	Calcaire microcristallin en lits massifs, gris foncé à noirs. En surface altérée, teinte gris pâle à gris pigeon; quelques tons de beige aux endroits plus dolomitiques. Tapis d'algues polygonales.
MILIEU	
30.5	- Calcaire arénacé à stratification entrecroisée et à chenaux d'érosion. - Calcaire laminé blanc à gris pâle, microcristallin, à stratification entrecroisée. - Nodules irréguliers de chert. - Quelques lits de dolomie brunâtre. - Lit d'ocre (argile rouge).
BASE	

DISTRIBUTION

La formation de Hastings Creek s'étend de la frontière américaine jusqu'à environ 0.8 km à l'est de Morgan-Corners. Dans sa partie sud, elle affleure des deux côtés d'un synclinal qui plonge vers le nord et se ferme au sud de la frontière américaine. Les affleurements sur le flanc ouest de ce synclinal sont continus et plus importants que ceux du flanc est, lesquels ont été affectés par la faille inverse qui passe à proximité et qui a redressé les couches.

Pour fins de descriptions nous subdivisons la bande de Hastings Creek en quatre secteurs:

SAINT-ARMAND

Le Hastings Creek atteint toute sa puissance sur le flanc ouest du synclinal asymétrique de Saint-Armand. On peut observer, à flanc de colline [48], les différents éléments de la séquence et tout spécialement l'unité de calcaire et shale interstratifiés du sommet de la formation (tableau 18). A noter que les 15.3 m de cette unité ne font plus que 1.2 m à 2 km plus au nord. Cette unité est particulièrement bien visible sur le côté nord de la route qui conduit à la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne (figure 119).

Les lits de siltstone du sommet de la formation affleurent de façon

FIGURE 119 - Formation de Hastings Creek, à Philipsburg. Calcaire et minces lits de shale de la partie supérieure de la formation. Affleurement [48].

intermittente mais sont bien localisés sous les premiers lits de la formation de Naylor Ledge (tableau 18).

Sur le flanc est du synclinal, seule une étroite bande de Hastings Creek peut être observée le long du chemin qui va de Saint-Armand-Station à la frontière. Elle débute à la ferme Benoît **[49]** et se continue dans la falaise qui borde le chemin jusqu'à la frontière. A cet endroit, elle disparaît de la falaise pour faire place au Luke Hill. La formation réapparaît, du côté américain dans la falaise et, surtout, dans deux îlots dans les champs à l'est. Elle affleure également du côté canadien sous forme de deux petites buttes au sud de la dernière ferme **[50]**.

PHILIPSBURG

A environ 500 m au nord de la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station **[51]**, on peut suivre, sur une épaisseur de 79.2 m (Clark & McGerrigle, 1932; Gilmore, 1971), la coupe-type de la formation de Hastings Creek. La description de cette coupe est fournie au tableau 19.

MORGAN-CORNERS

A l'endroit même où a été érigé le monument du major Hastings **[52]**, on peut observer la partie supérieure de la formation. Cet endroit, facilement accessible, donne une bonne vue du passage de la formation à celle de Naylor Ledge.

Derrière le monument (figure 118), des buttes basses sont composées du calcaire gris dense de l'unité 25 du tableau 19. A quelques dizaines de mètres au NE du monument, sur l'accotement de la route, on aperçoit clairement une partie des lits 28 et 29 (figure 120). Ces lits, de teinte beige, sont composés de grains de quartz (silts) bien triés dans un ciment dolomitique (prédominant) et/ou calcareux (Gilmore, 1971); du quartz en grains arrondis, fins à moyens, est aussi présent en quantités minimes (2%). Le reste des lits 28 et 29 se trouve de l'autre côté de la route, en contact avec le calcaire de la formation de Naylor Ledge.

L'unité 26 (shale interstratifié de calcaire) de la coupe-type n'apparaît pas dans ce secteur. Peut-être est-elle couverte ou se confond-elle avec la base du lit 28.

Après avoir traversé la route, la formation de Hastings Creek se dirige vers le NE. Elle forme de petites collines allongées qui s'échelonnent jusqu'au secteur de Morgan-Corners **[53]**.

A l'est du carrefour de Morgan-Corners à l'endroit où la route contourne une butte pour se diriger vers le nord, on aperçoit, au sud, un boisé orienté NE où affleure la dolomie de la formation. Dans un autre boisé plus au sud **[54]**, séparé du premier par un petit champ, nous avons trouvé d'abondants affleurements du Hastings Creek; nous en avons aussi trouvé sur

TABLEAU 19 - Coupe de la formation de Hastings Creek à la localité de référence.

	DESCRIPTION	EPAISSEUR (m)
	SOMMET	
29	Calcaire gris, à altération rouille, interstratifié de calcaire foncé, argileux, feuilleté en surface altérée.	2.4
28	Dolomie finement cristalline, silteuse de couleur foncée à altération brunâtre. NOTE: 28 et 29 ont été interprétés par Gilmore (1971) comme étant composés de siltstone.	0.92
27	Couvert. (A la frontière américaine, cette partie de la coupe n'est pas couverte et on peut y observer les mêmes lits qu'en 26).	15.25
26	Lits de shale interstratifiés de calcaire, conglomératique (intraformationnel) par endroits et à grain très fin en d'autres.	1.29
25	Calcaires denses, gris, très dolomitiques avec patrons dolomitiques plus ou moins circulaires et chenaux dolomitiques. (Nous savons maintenant que ces patrons dolomitiques sont en fait des tapis d'algues polygonales bien identifiés par Gilmore, 1971).	27.45
24	Calcaire microcristallin, gris, à couleur d'altération pâle, probablement le sommet de la division B-1 de Logan.	2.57
23	Calcaire gris microcristallin, à altération rouille.	1.96
22	Couvert.	1.22
21	Calcaire gris microcristallin, à altération rouille.	0.08
20	Calcaire gris pigeon, à couleur d'altération pâle, avec filons et grains de dolomie cristalline.	1.83
19	Couvert.	
18	Calcaire gris, microscristallin, à altération rouille et foncée, remplissant des chenaux au sommet du lit 17.	0.31
17	Dolomie grise, macrocristalline, contenant un peu de calcaire pâle microcristallin.	2.89
16	Couvert.	
15	Dolomie grise, macrocristalline, contenant un peu de calcaire pâle microcristallin.	2.44
14	Calcaire gris, avec bandes dolomitiques réticulées.	0.66
13	Couvert.	0.74
12	Dolomie finement cristalline, de couleur foncée, à altération brune.	0.68
11	Couvert.	0.13
10	Calcaire gris, à altération rouille, contenant une quantité considérable de grains de sable.	0.45
9	Calcaire blanc microcristallin contenant des cordons réticulés de dolomie.	1.22
8	Dolomie foncée, finement cristalline, à altération brune.	0.81
7	Couvert.	3.05
6	Calcaire blanc microcristallin.	2.44
5	Calcaire gris, à altération rouille, contenant une considérable quantité de grains de quartz.	1.22
4	Calcaire blanc, à stratification entrecroisée, avec marques de chenaux au sommet.	1.53
3	Calcaire blanc, finement cristallin, avec quelques séparations très minces de shale.	1.35
2	Calcaire blanc, à grain fin, avec des cordons réticulés, de dolomie cristalline (tel que rapporté aussi par Logan).	1.25
1	Calcaire blanc finement cristallin.	1.66
	BASE (couvert)	

FIGURE 120 - Formation de Hastings Creek, au sud de Morgan-Corners. Lits de dolomie silteuse au sommet de la formation. Affleurement [52].

FIGURE 121 - Formation de Hastings Creek. Calcaire laminé à la base de la formation. Affleurement [54].

tout le pourtour du lac artificiel au SW.

En bordure est du lac, la partie inférieure de la formation est visible, mais pas le contact lui-même. On note des lits de dolomie, d'altération brunâtre, atteignant 30 cm d'épaisseur. On note aussi un lit d'ocre (ou argile rouge), surtout à l'extrémité SW du lac, du côté est du petit barrage qui s'y trouve. Au-dessus des lits de dolomie se trouve un calcaire laminé (figure 121), blanchâtre en surface fraîche et gris moyen en surface altérée. Les lamines argileuses dans ce calcaire massif sont vraisemblablement de l'illite car Gilmore (1971) mentionne que la majeure partie de la matière argileuse dans la base de la formation est composée de ce minéral. En direction SE, passé le sommet de la falaise qui borde le lac sur le côté est, on peut suivre la formation de Hastings Creek jusqu'à son contact supérieur.

A 1.2 km au nord-est de Morgan-Corners, sur le côté nord de la route [55], un affleurement forme une petite butte. Celui-ci est composé de calcaire blanchâtre arénacé à stratification entrecroisée (figure 122) et fait partie de la partie basale de la formation. Sur le côté nord de cette butte, se trouve un petit escarpement où on peut reconnaître un lit dolomitique microcristallin à couleur d'altération brunâtre d'environ 70 cm d'épaisseur (figure 123).

FIGURE 122 - Partie inférieure de la formation de Hastings Creek. Calcaire arénacé à stratification entrecroisée. Affleurement [55].

FIGURE 123 - Lit de dolomie microcristalline. Même endroit que la figure 122.

L'affleurement le plus septentrional se trouve sur le ruisseau Meigs, à 73°00'30" et 45°05'15". Il s'agit d'une calcilutite fossilifère (crinoïdes et brachiopodes) renfermant de petits amas (1 à 4 mm) de pyrite ici et là.

FAUNE ET CORRELATION

Plusieurs espèces de trilobites, brachiopodes, gastéropodes et céphalopodes sont présents dans la formation de Hastings Creek (tableau 20). Les plus importants pour déterminer l'âge de la formation sont, selon Clark et McGerrigle (1932), **Paucicrura electra, Syntrophia calcifera, Ophileta levata, O. complanata, Eccyliomphalus canadensis, E. intortus et Leiostegium saffordi.**

Gilmore (1971) a rapporté la présence de quelques espèces de l'algue **Nuia** sp. dans des lames minces de roches de la formation. Il a aussi noté des algues polygonales formant des tapis.

TABLEAU 20 - Fossiles de la formation de Hastings Creek.

LOGAN (1864) BILLINGS (1865)	CLARK (1946)
BRACHIOPODES	PORIFERA
Paucicrura electra (Billings)	*Zittelella* sp.
"Orthisina"	BRACHIOPODES
GASTEROPODES	*Archeorthis canadensis* Ulrich et Cooper
Syntrophia calcifera (Billings)	*Finkelnburgia armanda* (Billings)
Syntrophia? armanda (Billings)	*F. philipsburgensis* Ulrich et Cooper
Ophileta cordida	*Tritaechia quebecensis* Ulrich et Cooper
Ophileta levata Vanuxem	*Clarkella orientalis* Ulrich et Cooper
Ophileta complanata Vanuxem	*C. magerriglei* Ulrich et Cooper
Eccyliomphalus canadensis (Billings)	*Syntrophia longaeva* Ulrich et Cooper
Eccyliomphalus intortus (Billings)	*Syntrophina gibbosa* Ulrich et Cooper
Eccyliomphalus spiralis (Billings)	*S. magna* Ulrich et Cooper
"Pleurotomaria"	*Diaphelasma breviseptatum* Ulrich et Cooper
"Murchisonia"	*D. quebecense* Ulrich et Cooper
"Holopea"	*Tetralobula imbricata* Ulrich et Cooper
"Metoptoma"	GASTEROPODES
CEPHALOPODES	*Eccyliomphalus spiralis* (Billings)
Orthoceras repens Billings	*E. canadensis* (Billings)
Orthoceras catulus Billings	*Euconia ramsayi* (Billings)
Orthoceras catalina Billings	*Ophileta canadensis* (Billings)
Orthoceras cato Billings	CEPHALOPODES
Orthoceras sayi Billings	*Ectocycloceras catalina* (Billings)
Orthoceras titurus Billings	*Kirkoceras missisquoi* (Billings)
TRILOBITES	TRILOBITES
Leiostegium saffordi (Billings)	*Strotactinus salteri* (Billings)
Pliomerops salteri (Billings)	*Pilekia apollo* (Billings)
Dikelocephalus? missisquoi (Billings)	*Leiostegium saffordi* (Billings)
" ——— "	*L. amplimarginata* (Bradley)
Formes identifiées par McGerrigle (1931) et Clark & McGerrigle (1932).	*L. oblongum* (Billings)
	L. quadratum (Billings)

La formation de Hastings Creek est équivalente à la partie moyenne de la formation de Beauharnois des Basses

Terres du Saint-Laurent (tableau 16). Selon Doll **et al.** (1961), elle s'apparente à la partie inférieure de la formation de Bascom du centre-ouest du Vermont.

EPAISSEUR

Logan (1863) a estimé l'épaisseur de la formation à 73.2 m, sans tenir compte de la partie cachée sous le couvert récent. Pour leur part, Clark & McGerrigle (1932, 1946), tenant compte de la partie non visible de la vallée, ont calculé une puissance d'environ 93 m.

Si l'on considère que la coupe-type (tableau 19) totalise 77.79 m, sans détermination de la base véritable, il nous semble que l'évaluation de Clark & McGerrigle est raisonnable.

PALEOENVIRONNEMENT

Selon Gilmore (1971), la présence de tapis d'algues implique une zone intercoditale de faible turbulence; par contre, les lits dolomitiques de la base indiquent une zone supracotidale ou une zone intercotidale supérieure. L'environnement de déposition du Hastings Creek a donc évolué d'une zone supracotidale à une zone intercotidale.

FORMATION DE NAYLOR LEDGE

La formation tire son nom de Edgar H. Naylor, qui vivait sur une ferme (maintenant celle de monsieur C.G. Rich) où un escarpement de calcaire a été désigné par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) comme étant le meilleur affleurement d'une unité qu'ils ont appelée Naylor Ledge (escarpement Naylor). Cet endroit n'a pas été désigné comme coupe-type par Clark & McGerrigle mais nous sommes d'avis qu'il peut en être ainsi.

L'escarpement est situé à 1.2 km à l'ouest de Saint-Armand-Station, à l'endroit où la route fait un léger crochet vers le sud **[56]**. Il commence du côté sud de la route pour s'étendre du côté nord, vers le NE. La maison de monsieur Rich est construite sur le calcaire de la formation. Le meilleur point de la coupe-type est cependant à l'orée de la forêt, au nord de la route **[57]**; non seulement le calcaire y est-il bien dégagé mais on peut aussi y voir les contacts discordants avec les formations de Hastings Creek et de Luke Hill.

LITHOLOGIE

La formation de Naylor Ledge consiste en 10.7 m de calcaire massif, finement cristallin (calcilutite), gris moyen à gris foncé en surface fraîche et gris pâle en surface altérée. Elle forme un long cordon qui fait relief (figure 124) dans la direction régionale des strates. Le litage est peu discernable.

D'après McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932), les lits du sommet sont de teinte plus foncée. Les tapis d'algues polygonales sur la surface supérieure du calcaire (figu-

res 125, 126) ont été identifiés par ces auteurs comme étant des masses irrégulières d'un type différent de calcaire. Ces tapis semblent concentrés dans des chenaux le long du pendage. Ils caractérisent la partie supérieure de la formation, rendant ainsi plus nette la distinction avec la formation sus-jacente de Luke Hill composée de calcaire arénacé d'altération ocre. La formation renferme aussi, jusqu'à 6.1 m sous le sommet, des blocs anguleux de dolomie finement cristalline, de couleur foncée à altération brune (figures 130, 132).

DISTRIBUTION

La formation de Naylor Ledge s'étend de la frontière américaine jusqu'au delà de Morgan-Corners. Dans la partie sud, elle affleure sur les deux flancs du synclinal de Saint- Armand. Elle ne se retrouve ensuite que sur le flanc ouest du synclinal.

SYNCLINAL DE SAINT-ARMAND

Le calcaire de Naylor Ledge affleure spectaculairement sur le flanc ouest du synclinal, près de la limite est du terrain des Frères de l'Instruction chrétienne, dans une clairière au-delà de la cabane à sucre [58]. Il y forme un énorme trottoir (figure 124) qui disparaît sous le couvert de la forêt en direction nord. Il renferme de magnifiques tapis d'algues polygonales (figures 125, 126, 127) de différentes grosseurs. Une algue de forme très irrégulière a aussi été observée (figure 128), accompagnée de

FIGURE 124 - Formation de Naylor Ledge, à Philipsburg. Affleurement [56].

FIGURE 125 - Formation de Naylor Ledge, à Philipsburg. Tapis d'algues polygonales. Affleurement [58].

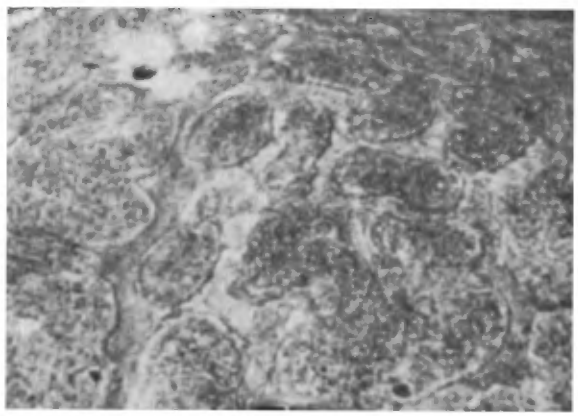


FIGURE 126 - Vue rapprochée de la figure 125.

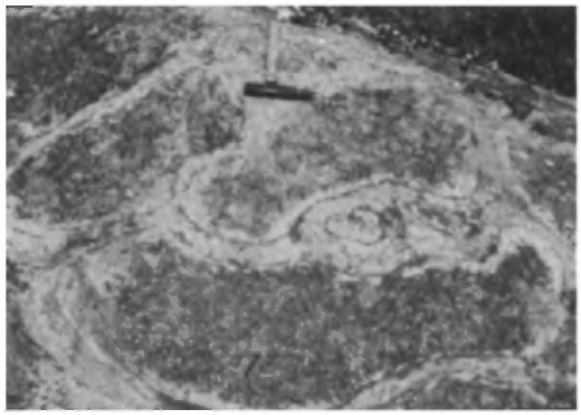


FIGURE 127 - Autre type de tapis d'algues. Dans les environs de l'affleurement [58].

FIGURE 128 - Autres formes allongées d'algues (micro-ondulées). Dans les environs de l'affleurement [58].

nombreuses lignes réticulées de dolomie en relief.

La formation traverse la frontière pour suivre le nez du synclinal et disparaître sur une certaine distance. Elle réapparait sur le côté est du synclinal entre la frontière et la ferme Clément Benoît [59] sur le côté ouest du rang Saint-Henri (localement appelé chemin Luke-sud). Elle est bien dégagée, sur le côté ouest de la maison des Benoît et se continue vers le NE sur quelques dizaines de mètres, en contact avec le Luke Hill du côté est. C'est là l'affleurement le plus au nord sur le flanc est du synclinal. Sur l'autre flanc, le dernier affleurement se trouve dans la falaise faisant face à la vallée. La formation ne réapparaît qu'à la coupe-type, sur la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station.

La **coupe-type** de la formation de Naylor Ledge, à 1.2 km à l'ouest de Saint-Armand-Station [56] débute des deux côtés de la route, à l'endroit où celle-ci fait un crochet vers le sud (figure 129), et se continue vers le NE jusqu'à l'orée d'une forêt. Sur la route, on peut observer du calcaire massif, microcristallin (calcilutite), gris foncé en surface fraîche et gris pâle en surface altérée. On note aussi un bloc anguleux de dolomie microcristalline à couleur d'altération brunâtre (figure 130). Sur le

FIGURE 129 - Formation de Naylor Ledge. Coupe de chemin devant la maison de monsieur C.G. Rich, entre Philipsburg et Saint-Armand. Affleurement [58].

FIGURE 130 - Vue rapprochée de 129 montrant le bloc de dolomie pris dans le calcaire.

côté ouest de cet affleurement, un petit escarpement est composé de la formation de Hastings Creek. La maison de monsieur Rich est construite sur le Naylor Ledge; tout autour, on note de beaux affleurements contenant des algues polygonales plus ou moins bien développées.

A l'orée de la forêt, le Naylor Ledge est exposé de façon exceptionnelle dans un escarpement [57] entre le Hastings Creek sous-jacent et le Luke Hill sus-jacent. Gilmore (1971) rapporte y avoir vu des digitations stromatolitiques immédiatement sous le contact avec la formation de Luke Hill. Ces digitations irrégulières, composées de dolomie laminée et entourées de calcilutite, pénètrent jusqu'à 50 cm sous le contact et atteignent 10 cm de largeur.

Vers le NE, le Naylor Ledge poursuit sa course à travers la forêt pour traverser la route entre Morgan-Corners et Saint-Armand-Station.

MORGAN-CORNERS

A l'endroit où la route entre Saint-Armand-Station et Morgan-Corners tourne brusquement vers le NE [60], le Naylor Ledge n'apparait qu'en affleurements très bas en bordure de la route, surtout sur le côté est (figure 131). Cette localité est intéressante car on y voit nettement, de chaque côté du calcaire de Naylor Ledge, les lits du Hastings Creek et du Luke Hill.

En direction SW, à partir de ce tournant, on peut suivre le Naylor Ledge dans le bosquet, à l'arrière de la maison de ferme qui s'y trouve. Vers le NE, la formation peut être retracée sous les boisés linéaires dans les champs. Ces boisés sont parallèles à celui que l'on rencontre en laissant la route et sous lesquels affleure la formation de Hastings Creek.

A la hauteur du petit barrage de l'extrémité sud du lac artificiel [61] à 800 m au SE de Morgan-Corners, on peut observer, à quelques mètres sous la surface du Naylor Ledge, un bloc anguleux de dolomie (figure 132). Cet affleurement se trouve sur le terrain de monsieur N.J. Dudroff, dans le rang Petit-Henri.

Un autre affleurement est visible sur la route qui tourne vers le nord à 1.5 km à l'est du carrefour de Morgan-Corners, à l'endroit où cette route N-S fait un crochet [62]. Au tout début de l'affleurement (côté sud), le Naylor Ledge est un contact

FIGURE 131 - Calcaire de Naylor Ledge. Affleurement [60].

FIGURE 132 - Formation de Naylor Ledge, sur le terrain de monsieur N.J. Dudkoff, dans le rang Petit Henri. Bloc de dolomie sous quelques mètres de calcaire. Affleurement [61].

avec Luke Hill. Un autre petit affleurement isolé est présent au SW dans le champ. Au sud de ces affleurements, on note les calcaires arénacés de la formation de Hastings Creek; au nord, la formation de Luke Hill affleure dans le boisé tout près.

A environ 600 m à l'est de cet affleurement, on rencontre le Naylor Ledge sous forme d'une bosse allongée sur le côté ouest de la route [63]. Si l'on suit la ligne d'arbres vers l'ouest, jusqu'à l'orée du bois, le Naylor Ledge réapparaît en contact avec la formation de Luke Hill.

FAUNE ET CORRELATION

Les fossiles de la formation de Naylor Ledge comprennent des éponges, de brachiopodes, des gastéropodes, des céphalopodes, des trilobites et des structures biosédimentaires. Ils sont cependant très difficiles à trouver et encore plus difficiles à extraire. Selon McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932), le Naylor Ledge est la première formation du groupe de Philipsburg à être pourvue de céphalopodes courbés et enroulés, de plusieurs céphalopodes droits **(Euconia)** et de formes ressemblant à **Maclurites** (voir tableau 21). Gilmore (1971) a également des tapis d'algues polygonales et des digitations stromatolitiques.

Selon Doll et al. (1961), le Naylor Legde est équivalent à la formation de Bascom (probablement la partie médiane) du centre-ouest du Vermont (tableau 16). En ce qui concerne les Basses Terres du Saint-Laurent, il est approximativement équivalent à la partie médiane de la formation de Beauharnois du groupe de Beekmantown.

PALEOENVIRONNEMENT

La boue à l'origine du calcaire ainsi que les tapis d'algues polygonales indiquent une zone intercotidale de faible turbulence. Cependant les digitations stromatolitiques du sommet

TABLEAU 21 - Fossiles de la formation de Naylor Ledge.

Logan (1863) Billings (1865)	Clark (1946)
GASTEROPODES *Maclurites matutina* (Hall) *Maclurites sordidus* (Hall) CEPHALOPODES *Aphetoceras farnsworthi* (Billings) *Tarphyceras farnsworthi* (Billings) *Cyrtoceras missisquoi* Billings *Cyrtoceras aristides* Billings	BRACHIOPODES *Zittelella* sp. *Syntrophia longaeva* Ulrich et Cooper GASTEROPODES *Eccyliomphalus spiralis* (Billings) *Euconia ramsayi* (Billings) CEPHALOPODES *Kirkoceras missisquoi* (Billings) *Protocycloceras* sp. *Cyclendoceras vermes* (Billings) *Aphetoceras* cf. *farnsworthi* (Billings) TRILOBITES *Symphysurina illaenoides* (Billings) *Leiostegium saffordi* (Billings) *Bolbocephalus seelyi* (Whitfield)
McGerrigle (1930) Clark et McGerrigle (1932)	
GASTEROPODES *Euconia* *Maclurites* CEPHALOPODES Formes droites enroulées et courbes	
Gilmore (1971)	Globensky (présent rapport)
STRUCTURES BIOSEDIMENTAIRES Tapis d'algues polygonales. Digitations stromatolitiques	STRUCTURES BIOSEDIMENTAIRES Tapis d'algues polygonales.

de la formation indiquent une zone intercotidale de plus forte turbulence.

FORMATION DE LUKE HILL

Le nom de la formation provient d'une colline à 2.4 km au SW de Saint-Armand-Station [57]. Cette colline porte le nom de Luke car elle est située sur une terre ayant originellement appartenue au colonel Philip Luke, décédé le 11 novembre 1822. Cette terre appartient maintenant à Clément Benoît. On voit encore, à l'arrière de la grange de cette ferme, dans ce qui reste du cimetière de la famille Luke, la pierre tombale du colonel (figure 133).

McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) n'ont pas désigné de coupe-type pour cette formation. Ils se sont limités à dire que le meilleur affleurement de la formation se trouvait sur la ferme ayant appartenu à monsieur Naylor sur la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station. Il serait bon de désigner comme coupe-type l'ancienne propriété du colonel Luke mais retenir, comme localité de référence, l'ancienne terre des Naylor, aujourd'hui propriété de monsieur C.G. Rich.

Comme nous l'avons déjà mentionné, le Luke Hill est délimité à la base par une discordance. Pour ce qui est de la partie sommitale, il est plus difficile de se prononcer car elle est couverte en grande partie. Les déformations subies par ces roches au cours

FIGURE 133 - Petit cimetière à l'arrière de la ferme de Clément Benoît. La pierre tombale sur la droite (légèrement inclinée) est celle du colonel Philip Luke. Affleurement [57].

des mouvements tectoniques compliquent les choses. De plus, les roches de la partie supérieure du Luke Hill et celles de la formation sus-jacente de Solomons Corner sont similaires et ne révèlent pas de discordance entre les deux formations.

LITHOLOGIE

La formation de Luke Hill est généralement composée d'un calcaire nodulaire, argileux, finement cristallin (calcilutite) interstratifié de séparations argileuses ou dolomitiques. D'après Gilmore (1971), la majorité des carbonates sont microcristallins. Il a noté des fragments de fossiles non sédentaires (tels **Nuia** sp.) et des gastéropodes. Il mentionne également que 20% des intraclastes de ces calcaires ont un centre rose, tout comme dans la formation de Wallace Creek.

Une coupe généralisée de cette formation est donnée au tableau 22.

TABLEAU 22 - Coupe généralisée de la formation de Luke Hill.

- *Sommet* - Calcaire finement cristallin (calcilutite) nodulaire, gris bleuâtre à foncé, en lits très minces, interstratifié de minces séparations argileuses ou dolomitiques (ardoises). Sur la surface des lits plus calcareux, on trouve des concentrations de gastéropodes pouvant atteindre 7.6 cm de diamètre;
- Dans la partie nord, présence de 3.6 m de grès quartzique légèrement calcareux;
- Calcaire arénacé à couleur d'altération brun pâle, rempli de nombreux trous. On y observe parfois de la stratification entrecroisée. Les lits peuvent atteindre 36 cm d'épaisseur;
- Siltstone quartzique finement laminé et à ciment dolomitique ou calcareux en lits minces à moyens (15 cm). Stratification entrecroisée et bioforages à certains niveaux. La surface altérée de ces siltstones est de teinte brune et orangée plus foncée que les lits sus-jacents.
- *Base* - Masses fragmentaires de calcaire cristallin.

Comme la puissance de la formation varie du sud au nord, aucune épaisseur n'est indiquée sur ce tableau.

DISTRIBUTION

La formation de Luke Hill s'étend de la frontière jusqu'au-delà de Morgan-Corners. Nous la subdivisons en deux secteurs pour fins de descriptions.

SAINT-ARMAND

La formation de Luke Hill affleure de façon continue sur les flancs du synclinal de Saint-Armand mais il y a lieu de noter que la bande ouest est beaucoup plus large que l'autre vu qu'elle n'a pas été affectée par la faille inverse qui marque la limite est de l'écaille de Philipsburg. A la frontière, les deux flancs se rapprochent pour former une auge fermée. Du côté américain, au nez du synclinal, les deux flancs forment un escarpement.

Les roches de la formation ont subi beaucoup de déformations et ont été affectées par quelques failles mineures. A l'ouest de la grange de la ferme Benoît, on peut voir le long du chemin de cette ferme, une pointe d'arbres couvrant des affleurements du Luke Hill. Ceux-ci s'enfoncent **[64]** par la suite vers la frontière américaine sur une distance de 2.4 km. Le contraste est bien marqué entre le calcaire de Naylor Ledge d'un côté et celui de Solomons Corner de l'autre. Le calcaire est finement cristallin (calci-

lutite), nodulaire, gris bleuâtre; il se présente en lits très minces avec séparations argileuses ressemblant à de l'ardoise gris-bleu. Ces lits s'agglutinent par endroits pour former de grandes masses résistantes. La partie calcaire tend à s'éroder plus facilement que les séparations d'ardoise; celles-ci, très dures et résistantes, sont en relief sur les affleurements et prennent une teinte jaunâtre.

Près de la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station, dans le terrain plat immédiatement à l'est de la petite colline composée de lits du Naylor Ledge, on remarque deux petits îlots boisés [65] composés de roches Luke Hill.

L'affleurement principal de ce secteur débute cependant à l'orée du bois [66], au nord des deux îlots. A cet endroit, le siltstone quartzique du Luke Hill surmonte le calcaire Naylor Ledge, lequel est limité à la base par le même type de siltstone. Sous les siltstones Luke Hill, on note des masses fragmentaires de calcaire cristallin Naylor Ledge. Ces siltstones sont suivis de calcaire arénacé à couleur d'altération brun pâle et à stratification entrecroisée. Par la suite, on note un calcaire finement cristallin (calcilutite), nodulaire, gris bleuâtre, en lits minces avec séparations argileuses et/ou dolomitiques très dures. On y observe des concentrations de gastéropodes.

Nous avons mesuré une coupe de 48.6 m aux sites [65] et [66]. A la partie supérieure de la formation, aucun contact avec la formation de Solomons Corner n'est visible car le tout est couvert.

MORGAN-CORNERS

Les siltstones de la base du Luke Hill affleurent de façon exceptionnelle dans ce secteur. Ils forment une petite crête, bien visible sur le côté est de la route entre Morgan-Corners et Saint-Armand-Station, à l'endroit où celle-ci change brusquement de direction [67]. La roche (figures 134, 135) se présente en lits minces à moyens, à couleur d'altération brune et orangée contrastant avec les lits plus pâles de la partie supérieure de la formation.

Ces siltstones, après s'être évanouis au tournant de la route, réapparaissent vers le SW, au haut d'un champ [68] et au tout début du bois qui à cet endroit, fait angle avec la route. Ils réapparaissent également vers le NE, formant le flanc d'une col-

FIGURE 134 - Siltstone de Luke Hill. Affleurement [67].

FIGURE 135 - Vue rapprochée de la figure 134.

line, suivie de petits îlots dans les bois [69]. On reconnaît facilement, tout le long de ces îlots, le contact inférieur de la formation, lequel est marqué de fragments brunâtres reposant sur les calcaires bleuâtres de la formation de Naylor Ledge.

On rencontre d'autres affleurements du Luke Hill au NE de Morgan-Corners. Le premier se trouve le long du premier chemin N-S au NE de Morgan-Corners, en contact avec le Naylor Ledge [62]. Le Luke Hill est ici composé de siltstone dolomitique et de calcaire argilo-dolomitique. Le second affleurement [70] se trouve à 800 m plus à l'est. Ici encore on note une alternance de siltstone dolomitique, de dolomie silteuse laminée et de calcaire argilo-dolomitique. Un troisième affleurement [78], se trouve à 700 m plus loin, sur le côté est de la route entre Morgan-Corners et Bedford, dans un boisé d'orientation N-S. Le côté est de ce boisé est composé de la formation de Luke Hill, en contact avec la formation de Solomons Corner sur le côté ouest. On y observe un calcaire nodulaire, argileux, microcristallin (calcilutite) avec séparations argileuses et dolomitiques.

Les derniers affleurements sont situés à 800 m au nord-ouest du point précédent. Ils forment une petite butte se rattachant à cinq formations différentes, dont celle de Luke Hill (siltstone quartzique). A environ 400 m au SE de cette butte, un boisé isolé recouvre du calcaire argileux nodulaire de la formation de Luke Hill, en contact avec le calcaire Solomons Corner.

FAUNE ET CORRELATION

McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) ont trouvé des céphalopodes droits et un céphalopode enroulé (**Aphetoceras** ou **Tarphyceras**. Les gastéropodes sont nombreux et consistent surtout en **Ophileta, Eccyliomphalus** et **Hormotoma.** Pour ce qui est des trilobites, l'espèce que nous avons le plus fréquemment trouvée est **Leiostegium.** Les brachiopodes sont surtout des orthidés et des syntrophidés. Des plaques de cystides furent aussi observées par Clark & McGerrigle (1932) dans le lit de base de la formation. Gilmore (1971) a rapporté avoir trouvé **Nuia sp.** à notre localité de référence [65, 66]. Le tableau 23 présente la liste des fossiles trouvés par ces auteurs.

D'après Doll et al. (1961) le Luke Hill correspond à la partie supérieure de la formation de Bascom du

TABLEAU 23 - Fossiles de la formation de Luke Hill.

McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932)	CLARK (1946)
BRACHIOPODES *Syntrophia calcifera* (Billings) GASTEROPODES *Ophileta* sp. *Eccyliomphalus* sp. *Hormotoma* sp. *Ophileta* sp. CEPHALOPODES *Eurystomites* sp. TRILOBITES *Pliomerops? salteri* Billings *Leiostegium saffordi* (Billings) *Hystricurus cordai* (Billings) *Leiostegium* sp. ECHINODERMES Cystoïdes Plaques de cystides	BRACHIOPODES *Finkelnburgia armanda* (Billings) *F. subaequiradiata* Ulrich et Cooper *F. philipsburgensis* Ulrich et Cooper *Syntrophia longaeva* Ulrich et Cooper *Diaphelasma brevi-septatum* Ulrich et Cooper *Clarkella lobata* Ulrich et Cooper *Tritaechia dice* (Walcott) *Archaeorthis electra* (Billings) *A. glomerata* Ulrich et Cooper CEPHALOPODES *Kirkoceras missisquoi* (Billings) *Cyclendoceras xerxes* (Billings) TRILOBITES *Strotactinus salteri* (Billings) *Leiostegium saffordi* (Billings) *L. amplimarginata* (Bradley) *L. quadratum* (Billings) *Isoteloides whitfieldi* (Raymond)
Gilmore (1971)	
ALGUES : *Nuia* sp.	
Globensky (présent rapport)	
GASTEROPODES: *Ophileta* sp.	

centre ouest du Vermont (tableau 16). Selon Shaw (1958), il correspond à la partie médiane de la formation de Highgate de la partie nord-ouest du Vermont. Pour ce qui est des Basses Terres du Saint-Laurent, il se rattacherait à la partie médiane supérieure de la formation de Beauharnois du groupe de Beekmantown.

EPAISSEUR

On ne peut déterminer de façon précise la puissance de la formation de Luke Hill car il n'existe aucune coupe complète de la base au sommet. Nous avons cependant mesuré 36.5 m de strates en affleurement continu à notre localité de référence **[65, 66]** avec une partie couverte de 22.8 m; McGerrigle (1930) et Clark et McGerrigle (1932) ont estimé l'épaisseur de la formation à 48.5 m. Il nous semble donc que l'épaisseur maximum de la formation devrait se situer aux environs de 60 m.

Gilmore (1971) mentionne que le siltstone de base de la formation s'amincit vers le NE. Ceci est corroboré par le rétrécissement évident de tout le Luke Hill en direction NE.

PALEOENVIRONNEMENT

D'après Gilmore (1971), les lamines parallèles de différentes couleurs et les petites stratifications entrecroisées indiquent des courants de faible intensité. La présence de brachiopodes, de trilobites, d'abondants céphalopodes, de bioforages et de micrite suggère un environnement dans une zone intercotidale à infracotidale.

FORMATION DE SOLOMONS CORNER

Des calcaires ont été cartographiés par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) sous les appellations de Solomons Corner et de Saint-Armand. La similarité entre ces calcaires nous pousse à les grouper en une seule formation. Tenant compte des étendues occupées par ces unités, nous avons choisi le nom de formation de Solomons Corner de préférence à celui de formation de Saint-Armand.

Il existe des distinctions mineures entre ces deux calcaires. Le

Solomons Corner est surtout micritique et nodulaire; le Saint-Armand, sus-jacent, et nodulaire et s'accompagne de fortes épaisseurs de calcilutite pure et massive ainsi que divers niveaux de dolomie.

Nous avons donc distingué deux membres à l'intérieur de la formation de Solomons Corner: le membre B (ancien calcaire de Saint-Armand) et le Membre A (ancien calcaire de Solomons Corner). Mais cette distinction n'apparaît pas sur notre carte, la raison étant que le membre B, qui affleure surtout aux environs immédiats de Saint-Armand-Station et n'est pas partout différenciable du membre A.

Le nom de cette formation provient d'un ancien lieu-dit coïncidant avec un chemin N-S, qui débouchait à 800 m à l'ouest de Saint-Armand-Station [71], sur la route entre cette localité et Philipsburg. Ce chemin se trouve en bordure à l'ouest de la grange d'une ferme propriété des frères Solomons (figure 136).

McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) mentionnent que la formation de Solomons Corner (membre A) affleure de façon typique sans toutefois dire qu'ils en font la coupe-type. Nous désignons cet endroit comme la coupe-type de cette formation (figure 137). Les contacts à la base et au sommet de cette formation étant cachés sous des dépôts meubles, il ne nous est pas possible d'en fixer des limites bien précises.

FIGURE 136 - Ferme des frères Solomons, à l'endroit autrefois appelé Solomons-Corner à l'ouest de Saint-Armand-Station. Elle se trouve immédiatement à l'ouest de la coupe-type de la formation de Solomons Corner. Affleurement [71].

FIGURE 137 - Coupe-type du membre A de la formation de Solomons Corner. Derrière la maison de M. Bebmann (anciennement celle de Réal Audette). Affleurement [71].

MEMBRE A

Le membre A de la formation de Solomons Corner consiste, de façon générale, en un calcaire nodulaire microcristallin (calcilutite) contenant de nombreuses séparations argileuses très résistantes (ardoises). La couleur du calcaire varie de gris pâle à gris fon-

cé; en surface altérée, elle varie de gris pâle à gris moyen. Les séparations argileuses ont une couleur d'altération qui varie de gris olive au brun jaunâtre.

La roche se brise le long du clivage et non selon le litage, ce qui lui donne une apparence d'écailles de poisson. Elle affiche un rubanement marqué dû à l'altération différentielle des lits de calcaire et d'ardoise.

Les lits de calcaire varient de moyen à épais. Leur matériel argileux, qui varie en quantité selon le niveau dans la coupe, se présente toujours sous forme de séparations très minces. Ces lits en réalité, sont des lentilles (ou nodules) isolées entièrement entourées de matériel argileux ardoisier (figure 138), ils s'amincissent et se gonflent par endroits. Une autre caractéristique du membre A est de renfermer de grandes zones de brèches, vers le milieu de l'unité (figures 147, 148).

FIGURE 138 - Membre A de la formation de Solomon Corner. Calcaire nodulaire minces séparations de shale ardoisier dolomitique. Même endroit que la figure 137.

La composition générale du membre A se présente comme suit, du haut vers le bas:

. calcaire nodulaire dolomitique
. calcaire microcristallin massif
. brèche de calcaire contenant des fragments de dolomie
. calcaire nodulaire
. calcaire foncé microcristalllin à séparations argileuses brunâtres.
. calcaire mirocristallin massif de couleur foncée.

DISTRIBUTION

Le membre A de la formation de Solomons Corner s'étend du synclinal de Saint-Armand, à la limite sud de la région, jusqu'aux environs de Bedford sur la feuille de Sutton, à l'est. Dans le synclinal, il occupe le coeur de la structure et affleure sur la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station. Au nord de cette route, il affleure de façon abondante et continue sur une distance de 1500 m et une largeur d'environ 500 m. Plus au nord, il n'offre que des affleurements isolés, affectés par des plis et des failles.

SAINT-ARMAND

Le membre A occupe le coeur du synclinal de Saint-Armand [72]; il apparaît aussi sur les deux flancs. La majeure partie du membre affleure dans les bois qui couvrent tout ce secteur. Un bel affleurement est cependant facile d'accès. Il est situé sur le chemin de la première ferme au SE de Saint-Armand-Station, sur le rang Saint-Henri

(ou Luke-sud), à quelques dizaines de mètres des bâtiments [73]. Il s'agit d'une coupe massive de calcaire, de quelques mètres d'épaisseurs, à séparations argileuses. Cette coupe se voit de très loin, même du chemin entre Philipsburg et Saint-Armand-Station.

Sur les affleurements [72] et [73], le contact inférieur avec la formation de Luke Hill se trace avec une relative facilité car, en surface altérée, la distinction entre les deux unités est assez évidente. Les séparations argileuses shale ardoisier du membre A ressortent pour donner un aspect beaucoup plus rugueux et irrégulier aux petites falaises que l'on trouve dans les bois. Il nous a donc été possible d'étendre le Solomons Corner beaucoup plus au sud que ne l'avaient fait McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932).

Le pendage des couches est beaucoup plus faible dans la partie axiale du synclinal (environ 9°) que sur les flancs. Dans son ensemble, l'épaisseur des couches n'y dépasserait vraisemblablement pas 15.3 m.

La **coupe-type** se trouve à 800 m à l'ouest de Saint-Armand-Station [71]. La majorité des affleurements se trouve du côté nord de la route mais nous nous intéresserons d'abord à un affleurement des plus représentatifs qui forme une petite colline sur le côté sud (figure 137).

Sur cette colline, on peut observer tous les faciès du membre A. La roche est surtout composée de calcaire nodulaire microcristallin, finement lité, dont le matériel argileux ressort d'une façon remarquable. On voit très bien, surtout du côté ouest de la colline, de minces bandes argileuses et dolomitiques entourant des nodules et minces lits de calcaire (figure 138). Ces bandes sont moins importantes par endroits et la réticulation qu'elles forment est alors moins serrée.

A la base de la coupe, sur la colline, on note un calcaire massif surmonté irrégulièrement de calcaire nodulaire à réticulations dolomitiques (figure 139), lui-même surmonté d'un lit plus dolomitique (figure 140). A travers la coupe, on observe, à certains horizons, un contenu dolomitique plus important qui donne une coloration beige rouille aux lits. Le litage dans la partie nodulaire de cette coupe est mince à moyen; on note un aspect rugueux (figure 141).

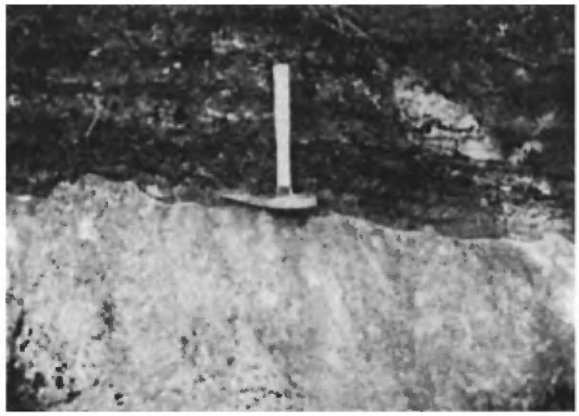


FIGURE 139 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Contact irrégulier entre le calcaire dolomitique nodulaire et le calcaire massif. Même endroit que la figure 137.

FIGURE 140 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que la figure 137. Calcaire massif à la base surmonté de calcaire nodulaire et d'un lit plus dolomitique.

FIGURE 141 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que la figure 137. Noter l'aspect rugueux de l'affleurement causé par la présence de lits de calcaire nodulaire.

Des nodules difformes de chert (calcédoine) noir sont visibles par endroits (figure 142). Les biostromes composés d'algues et autres formes sur le flanc sud de la colline sont cependant plus spectaculaire. Ces biostromes forment des masses plus ou moins irrégulières, de couleur pâle qui ressortent bien sur le calcaire nodulaire foncé (figures 143, 144). A

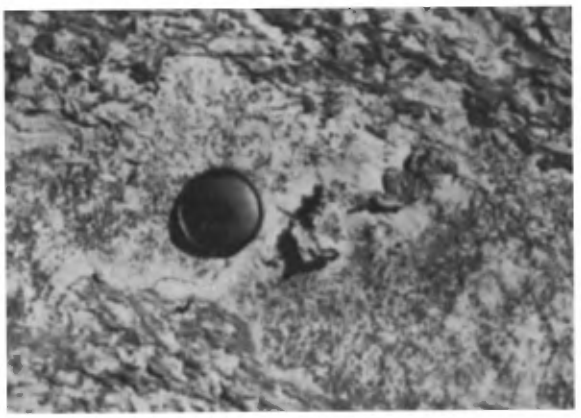


FIGURE 142 - Nodule de chert noir. Même endroit que la figure 137.

FIGURE 143 - Vue rapprochée de la figure 137 pour montrer les masses biostromales de couleur plus pâle.

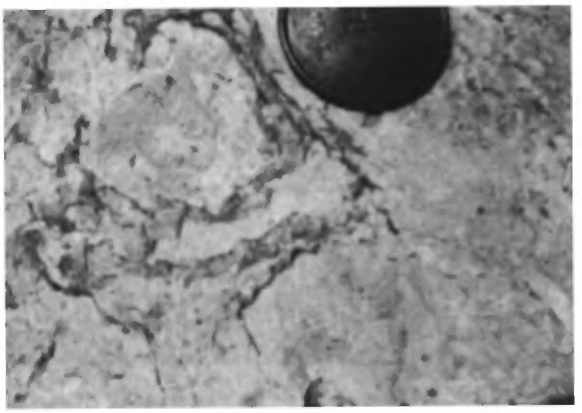


FIGURE 144 - Vue détaillée de la figure 143.

certains endroits, un clivage recoupe distinctement les minces lits de calcaire nodulaire (figure 189) et les lits de calcaire légèrement plus massif contenant moins de séparations argileuses et dolomitiques.

Les stromatolites sont abondants sur la partie supérieure de la colline. Ils sont de formes arrondies ou plates (figures 151, 152). Nous avons aussi noté sur la surface des lits, un céphalopode droit (figure 145) ainsi que plusieurs brachiopodes, sectionnés pour la plupart (figure 146).

Les biostromes sont composés d'algues, de stromatolites et d'autres formes dont quelques-unes se rattachent probablement aux bryozoaires.

Sur le côté nord de la route, nous avons mesuré une coupe en partant de l'extrémité ouest des affleurements, à environ 300 m de la route [74]. Cette coupe débute dans une clairière et se termine dans une petite vallée

FIGURE 145 - Céphalopode orthocone dans le membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que figure 137.

FIGURE 146 - Brachiopodes sur la surface d'un lit du membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que la figure 137.

qui recouvre partiellement le sommet de la formation. Nous en présentons la description au tableau 24.

La zone de brèche au milieu de la coupe (figures 147, 148) repose sur des lits uniformément stratifiés et sous des strates bien régulières. Nous ne savons pas si elle se rattache à l'une ou l'autre des cinq zones de brè-

FIGURE 147 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Brèche constituée par des blocs de dolomie dans le calcaire. Sur la terre de Frédéric Raymond, sur le côté nord de la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station, à 0.8 km à l'ouest de Saint-Armand-Station.

TABLEAU 24 - Coupe du membre A de la formation de Solomons Corner.

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m)
- *Sommet* - Marqué par un hiatus	
- Calcaire nodulaire, à séparations argileuses dolomitiques.	0.60
- Calcaire microcristallin (calcilutite), avec quelques interlits de shale ardoisier (slaty shale).	1.50
- Calcaire nodulaire à séparations de shale ardoisier dolomitique.	0.91
- Calcaire microcristallin interstratifié de dolomie à couleur d'altération brunâtre.	0.91
- Calcaire microcristallin (calcilutite) massif.	1.50
- Calcaire nodulaire à séparations de shale ardoisier dolomitiques.	0.60
- Calcaire (calcilutite) massif avec quelques interlits dolomitiques.	1.56
- Calcaire nodulaire à séparations de shale ardoisier dolomitique; couleur d'altération brunâtre.	0.60
- Calcaire microcristallin, nodulaire (calcilutite), à interstratifications argileuses et dolomitiques.	1.21
- Dolomie nodulaire, d'aspect massif, à couleur d'altération brunâtre.	0.91
- Calcaire finement cristallin nodulaire, gris moyen, à séparations de shale ardoisier gris brun.	3.05
- Brèche. Fragments anguleux de dolomie, à couleur d'altération brunâtre, de 5 cm à quelques mètres de diamètre, pris en désordre dans un matrice de calcaire microcristallin gris moyen (figures 147, 148).	7.06
- Calcaire à interstratifications argileuses et dolomitiques de couleur brunâtre.	0.30
- Calcaire microcristallin (calcilutite), massif, contenant quelques séparations dolomitiques.	0.91
- Calcaire nodulaire avec interstratifications dolomitiques brun rouille.	0.60
- Calcaire microcristallin (calcilutite), gris moyen, interstratifié uniformément de shale ardoisier.	2.40
- Calcaire microcristallin (calcilutite) massif.	1.52
Total:	26.14m

FIGURE 148 - Vue rapprochée de la figure 147.

che trouvées par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) dans le Solomons Corner: deux dans la partie supérieure, deux sous la partie médiane et la cinquième à 15 m au-dessous.

Au milieu de la petite vallée à l'est de l'affleurement [74], on note deux petits îlots d'affleurements; l'un appartient au membre A et l'autre au membre B. On observe, dans l'affleurement du membre A, des structures algaires (figure 149). On peut également

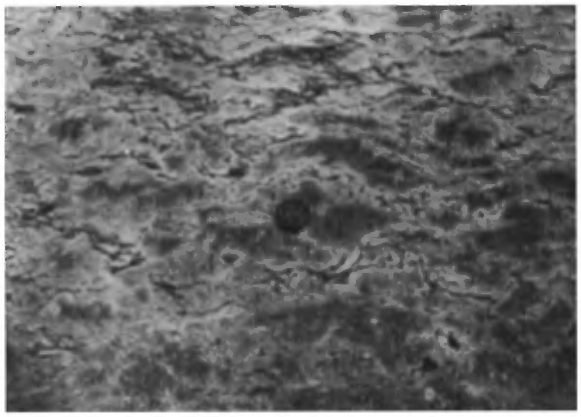


FIGURE 149 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que figure 147. Structures algaires micro-ondulées.

FIGURE 150 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Ancienne carrière sur la terre de Normand Deau. Affleurement [77].

voir des séparations dolomitiques discontinues dans un calcaire gris-bleu. Les structures algaires sont de couleur plus foncée.

Vers le nord, une grosse masse du calcaire nodulaire du membre A est recouvert par la forêt [75]. Par la suite, le calcaire traverse la route entre Saint-Armand-Station et Morgan-Corners pour poursuivre sa course vers le NE sous forme d'îlots [76].

MORGAN-CORNERS

A 3.2 km à l'est de Morgan-Corners [77] sur une route secondaire en direction sud, à l'endroit où celle-ci tourne abruptement vers l'ouest, une masse considérable du membre A affleure dans une ancienne carrière faisant maintenant partie de la propriété de monsieur Normand Deau (figure 150). On y reconnaît le calcaire nodulaire microcristallin (calcilutite) gris moyen, à séparations argileuses et dolomitiques et à teinte beige en surface altérée. Dans la carrière, la coupe, non mesurable à cause de l'eau qui s'y est accumulée, est d'une épaisseur se situant en 8 et 10 m.

Sur le chemin qui se dirige vers le nord à 1.3 km à l'est du carrefour de Morgan-Corners, à l'endroit où ce chemin fait un crochet vers l'est [62], on rencontre une petite colline, à flanc NW composé de calcaire nodulaire microcristallin du membre A, en contact avec la formation de Luke Hill. A quelques centaines de mètres à l'est, dans un boisé [63], la même bande de calcaire affleure, là aussi en contact avec la formation de Luke Hill.

A 400 m vers le NE une importante masse de ce calcaire nodulaire forme un monticule allongé en bordure ouest [78] de la route. Sur le côté est, dans un boisé orienté N-S, on peut voir le même calcaire, en contact avec la formation de Luke Hill.

Les derniers affleurements sont en bordure de la carte [79]. Composés de calcaire massif à séparations argileuses ondulantes, ils sont recoupés par des plans de clivage contenant de la matière argileuse. Des masses de calcaire sont par endroits séparées et entourées de matériel argileux noir. Elles sont le résultat de la brisure de lits massifs et de l'infiltration de ce matériel le long de la stratification, des clivages et des diaclases. L'ensemble ressemble à une brèche ou un pseudo-conglomérat, tel que rapporté par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932).

FAUNE ET CORRÉLATION

Logan (1864) mentionne que la formation de Solomons Corner (B_4) contient surtout les fossiles **Pleurotomaria, Orthoceras et Lituites.** Il ne fait cependant que la description de **Lituites imperator.** Billings (1861) et et Bradley (1923) ont décrit plusieurs fossiles de la partie supérieure de l'écaille de Philipsburg sans toutefois dire à quelle formation ou subdivision ils appartiennent. Dans le rapport de Ells (1896), Ami donne une liste de fossiles de la formation de Solomons Corner ou de la formation de Saint-Armand. Gilmore (1971) rapporte avoir trouvé l'algue **Nuia** sp. dans des lames minces du membre.

Les stromatolites (figures 151, 152) constituent une faune importante du membre A et sont plus facilement observables sur les affleurements.

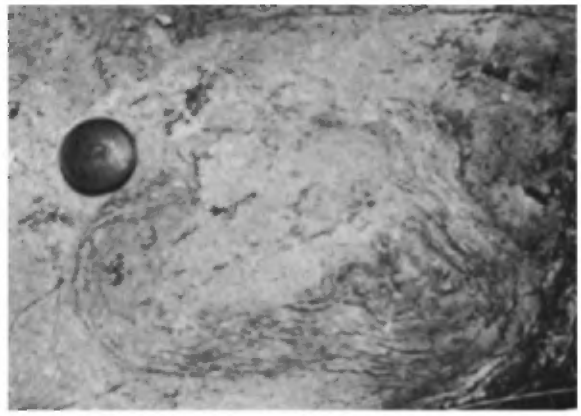


FIGURE 151 - Stromatolite arrondi en dôme dans le membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que la figure 137. Affleurement [71].

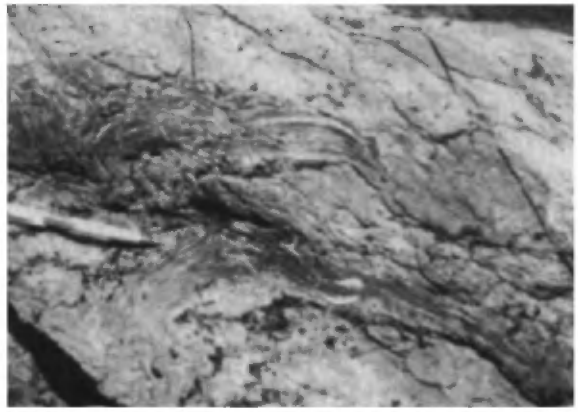


FIGURE 152 - Stromatolite plat dans le membre A de la formation de Solomons Corner. Même endroit que la figure 137.

D'après McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932), leur Solomons Corner est essentiellement Beekmantown supérieur. Ils en font donc un équivalent de la partie supérieure de la formation de Beauharnois des Basses Terres du Saint-Laurent. Selon Doll **et al.** (1961), elle est équivalente à la partie inférieure de la formation de Chipman dans le centre-ouest du Ver-

mont (tableau 16). D'après Shaw (1958) elle correspond à la partie supérieure de la formation de Highgate dans le nord-ouest du même Etat.

ÉPAISSEUR

Logan (1864) a estimé la puissance du membre A à 91.5 m. McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) ont calculé une épaisseur de 91.6 m, basée sur une largeur d'affleurement de 427 m, un pendage de 11° et l'ajout de 7.6 m pour la partie couverte à la base du membre. Clark (1946) a réduit l'épaisseur à 90.5 m.

A la coupe-type [71], Gilmore (1971) a mesuré une épaisseur de 103.1 m, ce qui comprend vraisemblablement le prolongement nord de cette coupe. Quant à nous, nous y avons mesuré 24.1 m, ceci n'incluant évidemment pas la partie cachée à la base ni celle de la vallée vers le sommet de la coupe Il est bien difficile d'avoir une certitude sur l'épaisseur du membre à cause des parties cachées à la base et au sommet et de la présence de zones de brèche d'épaisseurs inconnues. Nous croyons cependant que l'estimé de 91.6 m est raisonnable et se situe près de la réalité.

PALÉOENVIRONNEMENT

La répétition cyclique de matériel argileux suggère, d'après Gilmore (1971), une apport périodique dans un environnement de zone intercotidale à infracotidale.

MEMBRE B

Logan (1867) s'est référé aux roches du membre B de la formation de Solomons Corner comme étant des calcaires noirs. De façon générale, ce membre est composé de calcaire nodulaire et massif, gris foncé à noir grisâtre. Le calcaire massif est généralement de teinte pâle tandis que le nodulaire est plus foncé. Le contact entre ces deux calcaires est très irrégulier en beaucoup d'endroits (figure 153).

Dans la partie inférieure du membre, le calcaire nodulaire est microcristallin (calcilutite), avec minces séparations argileuses dolomitiques (figure 164). La surface altérée est gris moyen à gris foncé tandis que les séparations sont orange grisâtre et brun jaunâtre. Cette partie du membre renferme également des lits de dolomie à altération beige et blanchâtre (figure 154). Le litage est très épais.

FIGURE 153 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Contact entre le calcaire massif (sous le marteau) et le calcaire nodulaire sus-jacent. A l'arrière de la maison de Frédéric Raymond. Affleurement [83].

FIGURE 154 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Banc de dolomie (contre le marteau) reposant sur du calcaire nodulaire. A l'arrière de la maison actuelle des frères Solomons. Affleurement [83].

FIGURE 155 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Contact irrégulier entre dolomie et calcaire. Même endroit que la figure 154.

Vers le **milieu**, on note de nombreux stromatolites accompagnés de gastéropodes et de céphalopodes dans un calcaire massif noir. On remarque aussi une interstratification régulière de minces lits dolomitiques (figure 157).

Dans la **partie supérieure**, le membre consiste en calcaire (calcilutite) nodulaire gris moyen à foncé, avec minces séparations argileuses dolomitiques dont la couleur d'altération est gris orange, brun jaunâtre ou brun pâle. Le litage est généralement mince. Les affleurements ont un aspect massif dû à la soudure des lits. On note aussi une dolomie massive, à patine brun foncé, à contact très irrégulier avec le calcaire massif sous-jacent (figure 155).

Le membre B se distingue du membre A par:

des lits de dolomie du type Morgan Corner à altération blanchâtre;

. des lits de calcaire massifs, plus nombreux, avec lamines de dolomie par endroits;
. des calcaires noirs, microcristallins, devenant cristallins et plus pâles par endroits;
. des bioforages sur la surface de certains lits ainsi qu'une réticulation évidente de shale ardoisier noir.

En résumé, on peut dire que le membre B est composé de calcaire microcristallin (calcilutite), massif, noir, à patine gris-bleu, interstratifié à la base de dolomie de type Morgan Corner à altération beige ou blanche et au sommet de minces lits de calcaire argileux gris foncé.

DISTRIBUTION

Le membre B de la formation de Solomons Corner a une étendue très limitée. Il affleure aux environs immédiats de Saint-Armand-Station [80] où il couvre environ 0.8 km^2; on le rencontre aussi à Morgan-Corners.

SAINT-ARMAND

Au carrefour de Saint-Armand-Station **[81]**, une magnifique coupe (figures 156, 157) est composée de calcaire nodulaire. On y voit bien distinctement les réticulations argileuses et dolomitiques de couleur orangée. En cassure fraîche, on peut observer de la matière argileuse dolomitique entourant les nodules et lentilles de calcaire (figures 158, 159). Les couches, à l'extrémité est de cet affleurement, sont retroussées abruptement vers l'ouest (figure 188).

Une falaise, marquant la limite est de cet affleurement, s'étend sur 1.2 km parallèlement à la route de Morgan-Corners jusqu'à l'endroit où celle-ci tourne vers le NW. A ce point **[82]**, qui correspond à la ferme de Roméo Pelletier, on voit une autre cou-

FIGURE 156 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Coupe de chemin à l'entrée du village de Saint-Armand-Station. Affleurement [81].

FIGURE 157 - Vue rapproché de la figure 156 pour montrer les minces interlits dolomitiques en relief.

FIGURE 158 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Calcaire nodulaire. Coupe de chemin à l'entrée ouest du village de Saint-Armand-Station.

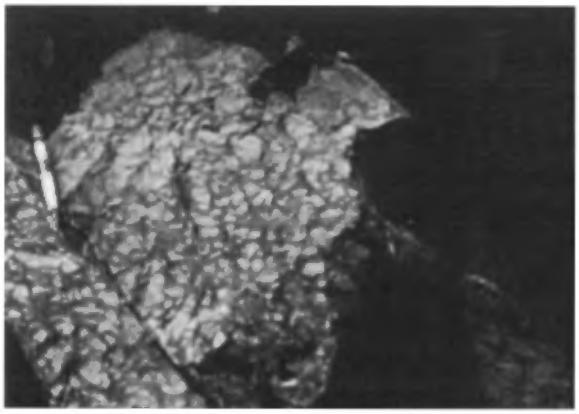


FIGURE 159 - Vue rapprochée du calcaire nodulaire de la figure 158.

pe de chemin (figure 160) composée de calcaire microcristallin nodulaire, gris foncé, en lits minces mais soudés pour donner des bancs d'aspect massif. A l'arrière de la ferme, une coupe de 14.7 m de calcaire microcristallin, massif et noir (figure 161), est suivie de 15 m de calcaire nodulaire dolomitique.

Nous présentons au tableau 25 la description de la coupe E-W que nous avons mesurée à 700 m au nord de la route entre Philipsburg et Saint-Armand-Station [83] (figure 162). Cette coupe se situe dans le prolongement du membre A (affleurement 74, tableau 24).

Le tableau 26 présente la coupe E-W mesurée par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) à 600 m au nord de la route de la Station.

FIGURE 160 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Coupe du chemin, près de la maison de Roméo Pelletier. Affleurement [82].

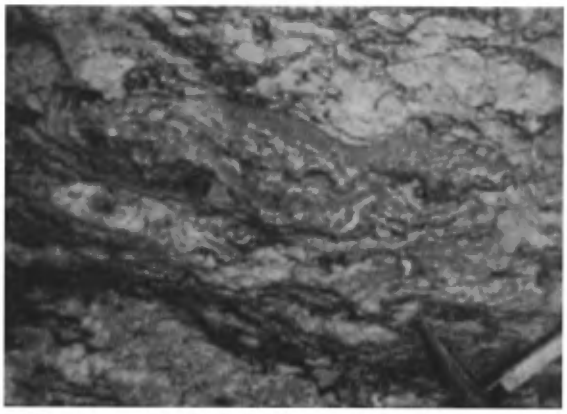


FIGURE 161 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Stromatolite plat. Même endroit que 160.

FIGURE 162 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Interstratification de minces lits dolomitiques dans le calcaire massif. A l'arrière de la maison des frères Solomons. Affleurement [83].

MORGAN-CORNERS

A Morgan-Corners, au nord de la route vers Bedford, une grosse masse de calcaire du membre B est en contact de faille avec la dolomie Morgan Corner. Les strates sont plissées en un synclinal dont le flanc NW est beaucoup plus important, n'ayant pas été affecté, comme le flanc SE, par la faille présente du côté SE.

TABLEAU 25 - Coupe dans le prolongement du membre A de la formation de Solomons Corner. Par l'auteur, à l'affleurement [83].

DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m)
- *Sommet* - Marqué par un hiatus	
- Calcaire nodulaire dolomitique, finement interstratifié.	1.8
- Calcaire microcristallin massif, gris noir.	3.5
- Calcaire nodulaire à interstratification argileuse, légèrement dolomitique.	3.05
- Calcaire massif, gris-noir, finement cristallin, contenant des lentilles et minces lits de dolomie (figure 162).	4.6
- Calcaire massif, gris-noir, microcristallin.	3.05
- Calcaire nodulaire dolomitique	0.61
- Calcaire massif, cristallin.	6.1
- Calcaire nodulaire interstratifié de séparations argileuses.	0.91
- Calcaire microcristallin, massif par endroits, avec lentilles de dolomie.	1.50
- Calcaire massif noir.	0.91
- Calcaire nodulaire à interstratifications dolomitiques bioforages en surface.	1.50
- Hiatus	
- Calcaire à interstratification nodulaire.	1.50
- Calcaire massif noir, laminé; bioforages en surface.	1.50
- Dolomie à altération blanchâtre, type Morgan Corner (figure 154).	0.61
- Calcaire à interstratifications dolomitiques.	1.50
- Calcaire massif	0.91
- Dolomie de type Morgan Corner	0.61
- Calcaire microcristallin, massif, noir.	1.22
- Chemin de ferme et hiatus.	
- Dolomie de type Morgan Corner suivi de calcaire massif noir contenant quelques interlits dolomitiques ainsi que des fragments dolomitiques à la base.	4.6
	39.98 m
- *Base* - Marquée par un hiatus	
- Membre A de la formation de Solomons Corner.	

Deux carrières ont été ouvertes dans ce calcaire. La première, exploitée périodiquement, est celle de Méthé et Frères **[84]**, au carrefour de Morgan-Corners (figure 163). Elle est composée de calcaire massif fortement incliné par la mise en place d'une faille le séparant de la dolomie de la formation de Morgan Corner (figure 164). De ce fait, il est difficile de déterminer l'épaisseur de cette coupe. Sur le côté sud de la carrière, on remarque la présence de calcaire nodulaire à séparations argileuses.

La deuxième carrière, à 800 m au NE de la première **[85]**, a été exploitée de 1915 à 1928 par la compagnie Canada Carbide (Shawinigan Chemicals) pour la fabrication de carbure de calcium. On y observe un calcaire microcristallin massif, gris- bleu, veiné et tacheté de gros grains de calcite blanche. Les couches ont été plissées

TABLEAU 26 - Coupe du membre B de la formation de Solomons Corner. Par Clark & McGerrigle (1930), au nord de la coupe du tableau 25.

	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	EPAISSEUR (m)
	- *Sommet*. Couvert par des dépôts glaciaires.	
36	- Calcaire grisâtre, à grain fin, à couleur d'altération pâle et brunâtre, interstratifié de matériel argileux; le tout en lits minces.	12.2
35	- Calcaire gris foncé, à grain fin, contenant du matériel argileux et dolomitique.	2.75
34	- Couvert.	0.61
33	- Calcaire gris, arénacé, à couleur d'altération ocre, en lits de 2 cm.	0.44
32	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération pâle; laminations argileuses, à couleur d'altération brunâtre.	0.31
31	- Lit bien stratifié de matériel argileux et de calcaire grisâtre; repose en discordance sur les lits 29 et 30.	1.53
30	- Lit bien stratifié, composé en proportions égales de calcaire pur, à couleur d'altération gris pigeon, et de calcaire dolomitique, à couleur d'altération, brunâtre.	0.20
29	- Calcaire gris foncé, à grain fin, à couleur d'altération gris pigeon, en lits massifs. Petites vacuoles et masses de dolomie, à couleur d'altération beige, en maints endroits sur la surface du calcaire; d'autres marques fréquentes sur la surface du calcaire consistent en bandes irrégulières, grisâtres en surface altérée, semblables à des coulées de boue.	15.25
28	- Couvert.	0.92
27	- Même que 30.	1.66
26	- Calcaire foncé, à grain fin à couleur d'altération gris pâle.	0.61
25	- Dolomie, à couleur d'altération beige, contenant de nombreuses veines de quartz.	0.43
24	- Même que 26.	1.98
23	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération pâle, contenant de nombreuses et minces réticulations argileuses, ce qui donne aux lits une apparence nodulaire.	1.83
22	- Dolomie à couleur d'altération beige.	0.61
21	- Dolomie gris foncé, arénacée, à couleur d'altération brunâtre.	0.61
20	- Calcaire foncé, à grain fin, gris pâle en surface altérée.	0.15
19	- Dolomie à couleur d'altération beige.	0.61
	- Discordance (?)	
18	- Calcaire comme en 23.	
17	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération pâle.	1.96
16	- Masses dolomitiques.	0.74
15	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération pâle.	1.35
14	- Couvert.	0.31
13	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération pâle.	1.35
12	- Calcaire comme en 13, mais brun en surface altérée.	0.38
11	- Calcaire grisâtre, à grain fin, séparé en minces lits par du matériel argileux; stratification entrecroisées par endroits; recouvre en discordance le lit no 10 par endroits.	0.61
10	- Calcaire dolomitique, arénacé, à couleur d'altération brunâtre.	0.44
9	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération gris pâle.	0.31
	- Discordance.	
8	- Couvert en majeure partie mais des masses d'un calcaire similaire à celui du lit 9 apparaissent ici et là.	4.27
7	- Calcaire foncé, à grain fin, à couleur d'altération gris pâle, contenant du matériel argileux et dolomitique.	2.44
6	- Couvert.	0.92
5	- Calcaire comme en 7	1.00
4	- Couvert.	2.44
3	- Calcaire foncé, à grain très fin, à couleur d'altération gris pâle.	.74
2	- Dolomie foncée, finement cristalline, à couleur d'altération brunâtre.	0.31
1	- Calcaire argileux et arénacé, minces interstratifications pâles et foncées.	0.92
		63.19
	- *Base* - Marquée par une discordance	
	Membre A de la formation.	

FIGURE 163 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Carrière Méthé et Frères sur le côté NE du carrefour de Morgan-Corner. Affleurement [84].

FIGURE 165 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Ancienne carrière de la Shawinigan Chemicals Ltd. Affleurement [85].

FIGURE 164 - Face nord de la carrière Méthé et Frères. Calcaire massif fortement incliné.

en un synclinal qui plonge vers le NE et dont le flanc SE a été affecté par une faille. Sur le dessus de la carrière, du côté SE, on peut voir le contact avec les calcaires nodulaires de Solomons Corner. Cette carrière, inondée depuis 1928 (figure 165), a 366 m de longueur et 61 m de largeur; elle atteint 18 m de profondeur par endroits. Goudge (1935) rapporte un total de 42.8 m de strates mais précise qu'il y a des indices de superposition des couches par plissement. La carrière a été réouverte en 1978 par Les Agrégats Bedford Inc.

Au NW de la carrière, des affleurements du même calcaire massif se trouvent dans les boisés environnants. Ce calcaire s'étend aussi du côté ouest du carrefour de Morgan-Corners, où la faille rencontrée dans la carrière Méthé et Frères [84] le sépare de la formation de Strites Pond.

FAUNE ET CORRÉLATION

La faune du membre B est surtout composée de stromatolites, de gastéropodes, de céphalopodes, de brachiopodes et d'algues. Logan (1867) rapporte les fossiles suivants: **Eospongia, Pleurotomaria, Murchisonia, Holopea, Orthoceras, Nautilus** et **Bathyurus.** Il ne décrit cependant que **Bathyurus saffordi.** Pour sa part, Billings (1861) ne décrit que deux fos-

siles du membre de Saint-Armand: **Orthoceras perseus** et **Orthoceras xerxes.** Bradley (1923) ne mentionne que les gastéropodes et céphalopodes suivants dans le calcaire du membre B (ainsi que dans le calcaire du Corey: **Murchisonia, Holopea, Maclurea, Euomphalus, Raphistoma, Lophospira** et **Orthoceras.** En 1925, il a rapporté deux autres fossiles provenant uniquement du membre B: **Cybele? pervetusta** et **Petiguius suberectus.** Il mentionne aussi avoir trouvé, dans la partie supérieure de la division B de Logan (1864), les fossiles **Leiostegium quadratum** (Billings), **Lloydia saffordi** (Billings) et **Maclurites ponderosus.** Il ne précise pas d'où viennent ces fossiles mais ils semblent appartenir surtout au membre A.

Gilmore (1971) rapporte avoir décelé, en lames minces, la présence de **Nuia** sp. à tous les niveaux de ce membre mais en quantité moindre que dans les formations de Luke Hill ou de Wallace Creek.

On note sur la surface de certains lits massifs la présence des bioforages (figure 166) de dimensions variées. Les stromatolites (figures 167, 168), les structures algaires polygonales (figure 169) et les gastéropodes-céphalopodes (figure 170) sont les formes les plus évidentes. Ces fossiles sont cependant très difficiles à extraire de la roche et leur identification doit être faite sur place.

Selon Doll **et al.** (1961), le membre B de la formation de Solo-

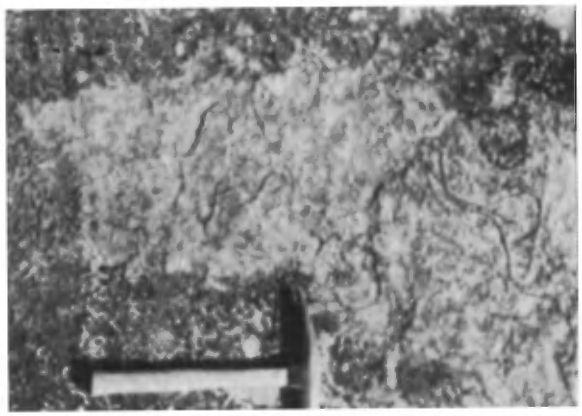


FIGURE 166 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Bioforages. Affleurement [83].

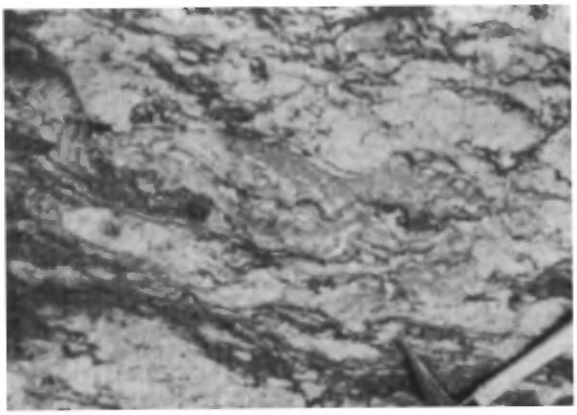


FIGURE 167 - Membre B de la formation de Solomons Corner. Stromatolite plat. Affleurement [82].

FIGURE 168 - Stromatolites. Même endroit que 170.

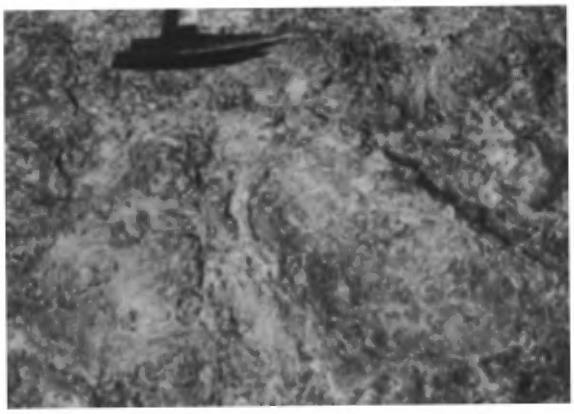


FIGURE 169 - Structures algaires. Même endroit que 170.

FIGURE 170 - Gastéropodes dans membre B de la formation de Solomons Corner. Affleurement [83].

mons Corner est équivalent à la partie médiane de la formation de Chipman du centre-ouest du Vermont. D'après Shaw (1958), il se situerait plutôt vers la partie supérieure de la formation de Highgate de la partie nord-ouest du Vermont (tableau 16).

Pour ce qui est des Basses Terres du Saint-Laurent, le membre B est l'équivalent d'un certain horizon de la partie supérieure de la formation de Beauharnois du groupe de Beekmantown.

ÉPAISSEUR

Logan (1864) avance le chiffre de 106.5 m. Quant à McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932), ils en arrivent à 63.48 m pour leur coupe à 600 m de la route Philipsburg - Saint-Armand-Station. Clark (1944) a conservé ce chiffre. Par contre, Gilmore (1971) rapporte 119 m pour le flanc ouest du synclinal et précise que c'est une épaisseur minimum vu que les contacts inférieurs et supérieurs sont couverts.

Notre propre coupe (tableau 25) se chiffre à 39.98 m de strates réelles. Il faut ajouter à cela l'épaisseur des parties couvertes à la base, au milieu et au sommet du membre, ce qui ramène le tout au chiffre de 63.19 m de Clark et McGerrigle. Il semble toutefois que la puissance du membre augmente en direction nord, du moins jusqu'à l'endroit [82] où la route entre Saint-Armand et Morgan-Corners tourne abruptement vers le NW puisque nous y avons mesuré, dans la seule partie médiane du membre, une épaisseur 15.3 m de calcaire massif, suivi de 14.6 m de calcaire nodulaire à séparations argileuses.

Comme la coupe mesurée par Clark et McGerrigle est légèrement au nord de la nôtre et qu'elle est aussi légèrement plus épaisse, on peut penser que la puissance augmente jusqu'à l'horizon mentionné ci-haut, où d'ailleurs

la largeur de la formation est plus grande. A la lumière de ces observations, nous croyons que l'épaisseur du membre B se situe entre 63.19 m et 93.38 m.

PALÉOENVIRONNEMENT

Selon Gilmore (1971), la présence de stromatolites en dôme dans le membre B indique une zone intercotidale de faible turbulence. Le contenu dolomitique à la base du membre permet de préciser que la sédimentation appartient à la partie supérieure de la zone.

FAUNE DE LA FORMATION

La faune rapportée par différents auteurs est présentée au tableau 27. Comme nous l'avons déjà mentionné, les stromatolites, les gastéropodes, les céphalopodes et les brachiopodes sont les fossiles les plus évidents sur les affleurements de la formation.

EPAISSEUR DE LA FORMATION

Le tableau 28 résume les épaisseurs estimées par les différents auteurs pour les membres A et B de la formation. Le total se situe entre 153.9 m et 198.0 m. Nous pensons que les limites seraient plutôt 155.1 et 184.9 m.

PALEOENVIRONNEMENT DE LA FORMATION

Si l'on se réfère aux observations de Gilmore (1971), il ressort que la formation de Solomons Corner s'est déposée dans la zone intercotidale.

FORMATION DE COREY

Cette formation a été nommée d'après l'ancien propriétaire de la carrière où se trouvent les affleurements principaux **[86]**. Ce terrain a d'abord été acheté par la Shawinigan Chemicals Company avant de l'être par la compagnie Gulf.

La coupe-type, qui n'a pas été désignée comme telle par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932), est située dans la carrière de la compagnie Gulf.

LITHOLOGIE

La formation de Corey est surtout composée de calcaire pur, microcristallin (calcilutite), dense, gris à noir en surface fraîche et gris pâle à gris pigeon en surface altérée. On note par endroits des masses de calcaire plus cristallin (calcirudite) et de nombreuses veines de calcite. A certains niveaux, le calcaire est plus arénacé et parfois plus dolomitique. Il se présente toujours en bancs massifs de 40 cm à 2 m d'épaisseur.

DISTRIBUTION

La formation de Corey n'est à découvert que sur une petite surface, dans et aux environs de la carrière Gulf (figure 171).

TABLEAU 27 - Fossiles de la formation de Solomons Corner.

ESPECES	A	B	C
ALGUES			
Nuia sp. (1)			
BRACHIOPODES			
Lingula sp.	x		
Orbiculoidea sp.	x		
Syntrophia armanda Billings	x	x	
Dalmanella electra (Billings)	x	x	
Orthis minna Billings	x		x
Syntrophia lateralis (Whitfield)	x		x
S. calcifera Billings	x	x	
Finkelnburgia armanda (Billings)			x
Archaeorthis electra (Billings)			x
Orthis corinna Billings		x	
Orthis sp.		x	
Leptaena sp.		x	
Triplesia? radiata Whitfield		x	
GASTEROPODES			
Pleurotomaria vagrans? Whitfield		x	
Pleurotomaria missisquoi Billings	x	x	
Seelya difficilis (Whitfield)	x		x
Euconia beekmanensis (Whitfield)	x	x	x
E. missisquoi (Billings)			x
Eotomaria missisquoi (Billings)	x		x
Oxydiscus palinurus (Billings)	x		x
Eotomaria cassina (Whitfield)	x		x
Plethospira cassina (Whitfield)	x		x
P. arenaria (Billings)	x		x
Euomphalus circumliratus (Whitfield)	x		x
Hormotoma vesta (Billings)	x		
Raphistoma stamineum Hall	x		
Ophileta complanata Vanuxem	x		
Ophileta bella Billings		x	
Ecculiopterus volutatus (Whitfield)	x		x
E. calciferus (Whitfield)	x		
Lophospira sp. (2)	x		
GASTEROPODES (suite)			
Fusispira obesa (Whitfield)	x		
Ecculiomphalus lituitiformis (Whitfield)	x	x	x
E. intortus (Billings)		x	
Holopea sp.			
Archinacella pileolum (Whitfield)	x	x	
Triblydium acutum Whitfield)		x	
Ecculiomphalus cf. *calciferus* (Whitfield)			x
Helicotoma cf. *winonense* (Sardeson)			x
Helicotoma sp.	x		
Maclurites ponderosus (Billings)	x		x
Fusispira sp.	x		
Fusispira obesa (Whitfield)			x
Murchisonia sp.	x		
Bellerophon sp.	x		
CEPHALOPODES			
Endoceras sp.			
Orthoceras explorator Billings	x		
Orthoceras sp.		x	
O. cataline Billings (2)	x	x	
Cyrtoceras missisquoi (Billings)	x		
Cameroceras brainerdi (Whitfield)	x		
Protocycloceras lamarcki (Billings)	x	x	x
P. whitfieldi Ruedemann	x		
Schroederoceras eatoni Whitfield	x		x
S. eatoni var. *cassinensis* (Whitfield)	x		
S. cassinensis (Whitfield)			x
Eurystomites kelloggi Whitfield	x		x
Eurystomites sp.	x		
Litoceras sp. cf. *L. whiteavesi* Hyatt	x		
Protocycloceras? furtivum (Billings)		x	
Protocameroceras brainerdi (Whitfield)			x
Cameroceras explorator (Billings)			x
Ectocycloceras cataline (Billings)			x
Kirkoceras missisquoi (Billings)			x
CEPHALOPODES (suite)			
Protocycloceras furtivum (Billings)		x	
Ooceras? raei (Whitfield)		x	
O. kirbyi (Whitfield)		x	
Aphetoceras farnsworthi (Billings)		x	
Tarphyceras farnsworthi (Billings)		x	
Cyrtoceras? sp.		x	
Cyroceras sp.		x	
OSTRACODES			
Lepertitia sp.	x		
TRILOBITES			
Arthrorhachis galba (Billings)	x		x
Bathyurus sp.	x		
Remopleurides affinis (Billings)	x		x
Hystricurus conicus (Billings)	x		x
H. cordai (Billings)	x		
Bathyurellus expansus Billings	x	x	x
Bathyurus marginatus Billings	x		
B. glandicephalus Whitfield	x		x
Asaphus canalis Conrad	x	x	x
Illaenus simulator Billings	x		
Illaenus sp.		x	
Amphilicas minganensis (Billings)	x		
Cheirurus sp.	x	x	
Asaphus sp.		x	
Nileus		x	
Leiostegium saffordi (Billings)	x	x	x
Goniurus elongatus Raymond			x
Bolbocephalus seelyi (Whitfield)		x	
ECHINODERMES			
Fragments de crinoïdes (2)	x		
STRUCTURES BIOSEDIMENTAIRES			
Stromatolite (1) (2)		x	

(1) Gilmore (1971)
(2) Globensky (présent rapport)

A - Ells (1896) - Chemin entre Philipsburg et Saint-Armand.
B - Ells (1896) - Affleurement à 2 km à l'est de Philipsburg.
C - Clark & McGerrigle (1946).
* Listé comme Eotomaria missisquoi (Billings) par C - ci-dessus.

Dans la carrière, le calcaire montre une couleur d'altération gris pigeon qui le distingue facilement des autres calcaires de la région. De plus, il est extrêmement pur; des analyses chimiques ont révélé une teneur en $CaCO_3$ s'élevant à 98.5%. La roche est dense. Elle se présente en lits

TABLEAU 28 - Epaisseur de la formation de Solomons Corner.

Membre		Logan (1863/64)	McGerrigle (1930) Clark et McGerrigle (1932)	Clark (1944/46)	Gilmore (1971)	Globensky (présent rapport)
Epaisseur (m)	A	91.5	91.6	90.5	103.1	91.6
	B	106.5	63.5	63.5	119.0	63.2-93.1
		198.0	155.1	154.0	222.1	154.8 à 184.7

FIGURE 171 - Calcaire Corey. Carrière de la compagnie Gulf. Affleurement [86].

massifs atteignant 2 m d'épaisseur mais le litage est difficile à discerner. Des grains de quartz atteignant 2 mm de diamètre sont communs à certains horizons; McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) en ont observé dans un banc de 60 cm d'épaisseur vers la base de la carrière, dans un autre vers le milieu et dans un troisième vers le sommet, ces deux derniers d'une épaisseur d'environ 3 m. Les grains, en relief sur les surfaces altérées, sont souvent arrondis; plusieurs sont opaques et piqués.

McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932) mentionnent qu'une petite quantité de shale noir, probablement une lentille, a été observée dans la partie nord de la carrière et à l'ouest de celle-ci. Des sondages dans la partie sud de la carrière ont révélé un plus fort pourcentage en dolomie.

Ce calcaire est sillonné de nombreuses fractures de tension remplies de calcite rose ou grise atteignant 4 cm de diamètre (figure 172). Il contient en outre de la pyrite disséminée et des sulfures de cuivre en amas disséminés ou en trace dans les plans de diaclases ou de failles.

De nombreux fossiles déformés, surtout des gastéropodes-céphalopodes remplis de calcite blanche, sont visibles sur les faces de la carrière (tout spécialement le gastéropode **Macluritès ponderosus**).

FAUNE ET CORRELATION

Logan (1864) mentionne que les fossiles trouvés dans cette formation

FIGURE 172 - Calcaire Corey. Carrière de la compagnie Gulf. Joints de tension déformés remplis de calcite blanche.

(voir tableau 29) se rencontrent en masses isolées qui varient de 3 à 10 m. Il note aussi que les spécimens de **Maclurites ponderosus** sont plus petits vers la base de la formation. Billings (1865), Bradley (1923), Ulrich (1929) et Clark (1946) rapportent à peu près les mêmes fossiles.

Tel que mentionné par McGerrigle (1930) et Clark & McGerrigle (1932), les gastéropodes **Euconia, Euconospira** et **Maclurites** ainsi que les céphalopodes enroulés et courbés de cette formation indiquent un âge Beekmantown supérieur. La formation de Corey est donc équivalente à la partie supérieure de la formation de Beauharnois des Basses Terres du Saint-Laurent.

D'après Shaw (1958), la formation est équivalente à la partie supérieure de la formation de Highgate dans la partie nord-ouest du Vermont. Par contre, Doll **et al.** (1961) la situent dans la partie supérieure de la formation de Chipman du centre-ouest du Vermont.

TABLEAU 29 - Fossiles de la formation de Corey.

ESPECES	Logan (1864)	Billings (1865)	Bradley (1924)	Ulrich (1929)	Clark (1946)
GASTEROPODES					
Murchisonia sp.	x		x		
Pleurotomaria sp.	x				
Eccyliomphalus canadensis (Billings)	x				x
E. intortus (Billings)	x				x
E. spiralis (Billings)	x				x
*Ophileta** sp.	x				
Maclurites ponderosus (Billings)*	x	x	x		x
Ophileta bella (Billings)		x			
Holopea sp.			x		
Eccyliomphalus sp.			x		
Maclurea sp.			x		
Euomphalus sp.			x		
Raphistoma sp.			x		
Lophospira sp.			x		
Euconia sp.				x	
Euconospira sp.				x	
Ophileta ponderosus (Billings)		x			
Eccyliopterus volutatus (Whitfield)					x
Ophileta uniangulata (Hall)					x
CEPHALOPODES					
Orthoceras sp.	x		x		
Orthoceras atticus (Billings)		x			
Cyrtoceras sp.			x		
Cameroceras atticus (Billings)					x
Trocholitoceras valcotti Ulrich et Cooper					x

* Egalement rapporté par nous-même dans le présent rapport.

EPAISSEUR

Comme la formation de Corey est très massive et que les plans de stratification sont rarement visibles, il est très difficile d'en mesurer l'épaisseur. En plus nous n'en connaissons ni la base ni le sommet. McGerrigle (1930) & Clark et McGerrigle (1932), utilisant une largeur d'affleurement de 198.2 m et un pendage de 25°, ont estimé une épaisseur de 84 m. Goudge (1935) mentionne que la zone de calcaire pur dans laquelle se trouve la carrière Gulf a une épaisseur d'environ 76.3 m.

Cependant si l'on en juge par la largeur d'affleurements occupée par la partie de la carrière en exploitation et par la partie remplie d'eau, l'estimé de Clark & McGerrigle devrait être pour le moins doublé. Il se pourrait cependant que la faille qui sépare les deux parties de la carrière ait

augmenté anormalement la puissance apparente de cette formation. Il serait alors préférable de garder un chiffre de l'ordre de 80 à 90 m.

PALEOENVIRONNEMENT

Pour Gilmore (1971), la présence de niveaux à grains de sable dans ce calcaire pur indique une augmentation de turbulence dans un environnement plutôt calme; de plus, la présence de gastéropodes et de céphalopodes suggère des conditions restreintes de déposition pour la boue du calcaire de Corey. Il conclut donc que le Corey s'est déposé dans une zone intercotidale peu profonde.

PALÉOENVIRONNEMENT DES FORMATIONS DU GROUPE DE PHILIPSBURG

Les formations du groupe de Philipsburg sont composées de roches de plate-forme que l'on peut classer comme suit:

Milieu supracotidal

MORGAN CORNER	- Lamines
HASTING CREEK	- Fentes de dessication
STRITES POND	- Texture en fenêtre
ROCK RIVER	- Dolomitisation et absence de bioclastes

Milieu intercotidal

NAYLOR LEDGE	- Tapis algaire
HASTING CREEK	- Tapis algaire
LUKE HILL	- Stromatolites
SOLOMONS CORNER	- Bioturbation

Milieu infracotidal

COREY	- Fragments épars de fossiles
LUKE HILL	- Enveloppes micritiques
WALLACE CREEK	- Abondantes boues calcaires

Les deux caractéristiques d'importance de ces paléoenvironnements sont la dolomie, qui correspond à un faciès supracotidal, et les stromatolites et les algues, qui représentent surtout un milieu intercotidal. On est donc en présence d'un environnement variant de supracotidal à intercotidal, avec quelques passées infracotidales. Ainsi donc, les sédiments qui composent ces formations se sont déposés sur une plate-forme carbonatée dans une mer épicontinentale peu profonde.

GROUPE DE STANBRIDGE

Dans notre région, le groupe de Stanbridge (nouvelle appellation et nouvelle définition par Charbonneau, 1980) refère aux roches jusque-là comprises dans les divisions C-2 et D de Logan (1864), lesquelles correspondent aux schistes de Basswood Creek, au conglomérat de Mystic, aux ardoises de Stanbridge (Clark, 1946) et au complexe de Stanbridge (Clark & Eakins, 1968). Elles correspondent aussi, de façon imprécise, aux ardoises de Georgia et de Highgate de McGerrigle (1930) et de Clark & McGerrigle (1932). Ce nouveau groupe englobe aussi la formation de Morses Line et les ardoises de Highgate décrites au Vermont par Keith (1923) et Shaw (1951, 1958).

LITHOLOGIE

D'après Charbonneau (1980), qui l'a ainsi appelé et défini dans la région de Sutton, le groupe de Stanbridge comprend une séquence inférieure, une unité intermédiaire de rythmi-

tes et une unité supérieure (voir tableau 30). Dans notre région le groupe se limite à une partie de la séquence inférieure.

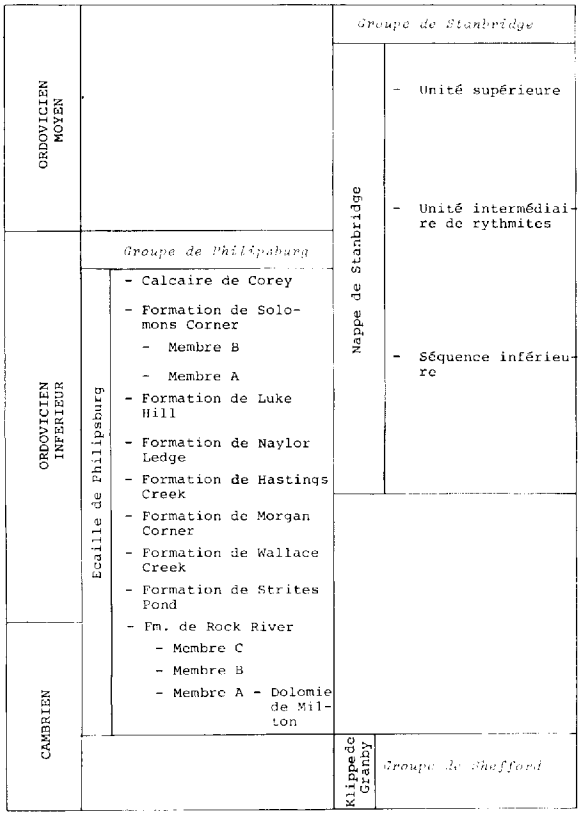
Notre Stanbridge comprend les roches carbonatées à la base de la séquence (Basswood Creek), un conglomérat calcaire (Mystic), des ardoises argileuses et silto-argileuses, non carbonatées et graptolitiques et, enfin, un conglomérat calcaire plus jeune.

DISTRIBUTION

Les roches Stanbridge n'occupent qu'une étroite bande, en segments nord et sud, le long de la limite orientale de la région. Dans le segment nord, la bande affleure entre la carrière de la compagnie Gulf **[86]** et un point à la hauteur de Notre-Dame-de-Stanbridge. Dans le segment sud, elle affleure entre la frontière américaine et un point à la hauteur de Morgan-Corners.

Dans le segment nord, le groupe de Stanbridge est en contact de faille inverse avec la formation de Sainte-Sabine. Dans le segment sud, il est en contact de faille inverse avec la dolomie de Milton.

TABLEAU 30 - Sommaire des formations pour le secteur des Appalaches.



SEGMENT NORD

Les roches carbonatées à la base de la séquence sont équivalentes à la formation de Basswook Creek de McGerrigle (1930) et de Clark & McGerrigle (1932). D'après ces deux auteurs, elles consistent, à la base, en un shale calcareux gris noir et très cisaillé, au milieu en une ardoise argileuse noire et, au sommet, en un calcaire noir, finement cristallin avec des lits de 2 à 3 cm s'altérant gris clair. Nous n'avons pas vu le contact inférieur; le contact supérieur avec les conglomérats est discordant.

Ces roches affleurent bien au nord et au sud de la route E-W entre Moulin-Des-Rivières et Mystic (à 1 km à l'est de notre région) à quelques centaines de mètres à l'ouest du chemin Jetté **[87]**. Elles forment des petites collines allongées dans les

champs, elles comprennent un conglomérat calcaire ou un calcaire finement lité. Les lits de calcaire (calcilutite) sont parfois accompagnés de séparations de shale et affichent alors un rubanement des plus remarquables (figures 173, 174); ils sont également clivés par endroits (figures 175, 176). Les bancs de calcaire clivé ont une apparence massive due à l'absence de séparations argileuses; l'argile s'est plutôt déposée sur les plans de clivage qui recoupent les plans de stratification horizontaux. En bordure nord de cette aire d'affleurements, une ardoise argileuse noire à altération rouille [88] contient de nombreux graptolites d'âge Normanskill (figure 177).

FIGURE 173 - Groupe de Stanbridge. Calcaire rubané associé au conglomérat. Affleurement [87].

FIGURE 174 - Vue rapprochée de la figure 173.

FIGURE 175 - Groupe de Stanbridge. Calcaire clivé associé au conglomérat. Entre la rivière aux Brochets et le ruisseau Wallbridge.

FIGURE 176 - Groupe de Stanbridge. Calcaire clivé associé au conglomérat. Noter la stratification horizontale.

Le conglomérat calcaire affleure en une série de buttes sur une distance de 5 km au nord de la carrière Gulf [86]. L'affleurement le plus facilement accessible [89] est si-

tué sur les deux côtés de la route entre Stanbridge-Station et Bedford, des ardoises graptolitiques (figure 177) d'âge Normanskill sont interstratifiées dans ce conglomérat, ce qui a poussé Riva (1974; communication personnelle) à proposer deux bandes de conglomérat d'âges différents. La première bande, qui correspond aux affleurements que nous venons de situer, est d'âge Normanskill (**Nemagraptus gracilis**); la seconde, n'apparaissant que brièvement dans notre région, à l'est de la première bande, serait d'âge Ordovicien inférieur (Arenig); cette seconde bande affleure surtout dans la région de Sutton (Charbonneau, 1980).

Ce conglomérat est généralement constitué d'éléments de calcaire micritique gris clair et gris bleu. Les fragments sont généralement arrondis à subarrondis et montrent, par endroits, des contours lobés qui s'interpénètrent (figures 178, 179). Leurs dimensions varient de quelques milimètres à environ 1 m.

FIGURE 177 - Groupe de Stanbridge. Ardoises graptolitiques interstratifiées dans un conglomérat calcaire. Affleurement [88].

FIGURE 178 - Groupe de Stanbridge. Conglomérat à 0.8 km et au nord de la route de Stanbridge-Station-Bedford, près de la rivière aux Brochets.

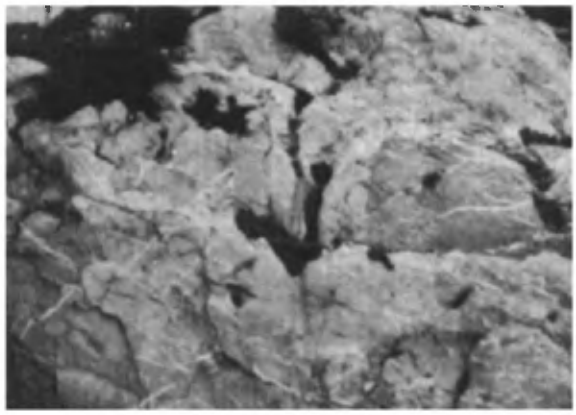


FIGURE 179 - Groupe de Stanbridge. Conglomérat à l'arrière de la maison des Jetté, au bout du chemin Jetté, à environ 5 km au NE de Stanbridge-Station.

Sur la rivière aux Brochets, à environ 1 km au nord de la route entre Bedford et Stanbridge-Station [90] on note une roche qui est soit une brèche soit un conglomérat; on voit des fragments anguleux dans une matrice d'ardoise gris foncé (figure 180).

FIGURE 180 - Groupe de Stanbridge. Conglomérat ou brèche de la rivière aux Brochets, à 1.5 km au nord de la route Stanbridge-Station-Bedford.

SEGMENT SUD

Dans le segment sud du Stanbridge, les affleurements sont peu nombreux et sont concentrés à l'est et au sud-est de Mitchell-Corners. On peut les observer en trois lieux:

. au-delà de la vallée du ruisseau Crosset [91];

. des deux cotés de la route menant vers le SE à partir du carrefour de Mitchell-Corners [92];

. des deux côtés de la route de direction sud qui mène à la frontière [93].

La roche est généralement constituée d'ardoises gris foncé à noires, accompagnées d'occasionnelles lamelles siliceuses; on note aussi une bande de conglomérat calcaire.

Des roches affleurent de façon limitée le long de la frontière américaine, à 1.7 km à l'ouest de la limite est de la carte [94]. Elles sont composées de calcaire à grain fin de couleur foncée, en lits qui atteignent 15 cm d'épaisseur et sont séparés par du shale brun foncé à noir. Ces roches, que nous incorporons au Stanbridge, étaient auparavant rattachées à la base de la formation de Highgate, qui affleure abondamment de l'autre côté de la frontière. D'après Charbonneau (1980), le fait que ces roches ne soient pas plus abondantes du côté québécois est attribuable, en partie, à la faille le long de la limite ouest du groupe de Stanbridge et en partie à une variation latérale de faciès.

Ces affleurements, originellement décrits par Logan (1864) ont été prolongées par Keith (1923), jusqu'à la ville de Milton, au Vermont. Ils ont été décrits par Shaw (1958) comme étant un calcaire bleu, rubané, en lits de 2 à 75 cm d'épaisseur séparés par des ardoises calcareuses; leur partie inférieure est composée de calcaire et d'ardoise calcareuse, en quantités égales. Les lits présents dans notre région ressemblent beaucoup à cette description.

Le segment sud comprend aussi une minuscule portion de l'unité intermédiaire de rythmites de Charbonneau (1980), roches qui auraient comme équivalent latéral le Highgate (formation de Highgate; Schuchert, 1937), l'ardoise de Highgate (Keith, 1923) ou le calcaire de Highgate (Clark, 1934). D'après Charbonneau (1980), ces roches seraient stratigraphiquement sous celles situées au nord-ouest de la formation de Saint- Ignace-de-Stanbridge dans les

secteurs de Campbell-Corners et du ruisseau Crosset (région de Sutton).

FAUNE ET CORRÉLATION

Raymond (1924) a rapporté plusieurs fossiles, surtout des trilobites des formations de Highgate et de Georgia à quelques kilomètres au sud de la frontière mais aucun n'a été découvert du côté québécois. Ces fossiles ont été attribués à l'Ordovicien inférieur (Beekmantown) mais nous savons maintenant que les roches du groupe de Stanbridge, équivalentes latéralement à celles de la formation de Highgate, appartiennent à l'Ordovicien inférieur d'après les brachiopodes identifiés par Cooper (1977, communication écrite à Charbonneau) et les graptolites identifiés par Riva (1975, 1976, 1977, communication écrite à Charbonneau). Le tableau 31 fournit la liste de ces fossiles.

Dans le secteur de Mystic (région de Sutton), deux localités fossilifères appartiennent à l'Ordovicien inférieur (zone à **Isograptus** et base de la zone à **Glyptograptus dentalus**), ce qui date l'affleurement du même type de conglomérat calcaire au SE de Notre- Dame-de-Stanbridge.

Pour ce qui est de la partie supérieure du groupe de Stanbridge (tableau 32), la faune graptolitique indique qu'elle appartient à la zone à **Nemagraptus gracilis** (Ordovicien moyen. La bande ouest de conglomérat calcaire **[87, 89, 90]** contient la même faune.

TABLEAU 31 - Faune des roches Stanbridge latéralement équivalentes aux roches Highgate.

BRACHIOPODES

Archaeorthis sp.
Leptella sp.
Syntrophia sp.

GRAPTOLITHINA

Glyptograptus teretiusculus (Hisinger)
Isograptus sp.
Isograptus victoriae divergens Harris
Didymograptus extensus (Hall)
Didymograptus constrictus (Hall)
Didymograptus similis (Hall)
Didymograptus nitidus (Hall)
Tetragraptus bigsbyi Hall
Tetragraptus fruticosus Hall
Tetragraptus serra (Brongniart)
Tetragraptus pendens Elles
Goniograptus perexilis Ruedemann
Phyllograptus sp.
Phyllograptus anna (Hall)

TABLEAU 32 - Faune graptolitique dans la partie supérieure du groupe de Stanbridge.

ESPECES	A	B
Dicellograptus sextans (Hall)	x	x
Cryptograptus tricornis (Carruthers)		x
Pseudoclimacograptus scharenbergi (Lapworth)	x	x
Didymograptus serratulus (Hall)		x
Corynoides calicularis (Hopkinson)		x
Climacograptus bicornis (Hall)	x	x
Orthograptus calcaratus (Lapworth)		x
Corynoides "pristinus" (Ruedemann)		x
Hallograptus mucronatus (Hall)		x
Nemagraptus gracilis (Hall)	x	
Dictyonema sp.	x	
Glyptograptus teretiusculus (Hisinger)	x	
Dicranograptus ramosus (Hall)	x	
Pseudoclimacograptus modestus (Ruedemann)	x	
Corynoides cf."*pristinus*" Ruedemann	x	
Dendrograptus sp.	x	

A - Conglomérat calcaire sur la route de Bedford

B - Au sud-est de Notre-Dame-de-Stanbridge.

L'âge du groupe de Stanbridge varie donc de l'Ordovicien inférieur à l'Ordovicien moyen.

GROUPE DE SHEFFORD

Ce groupe, nommé par Clark (1977) dans son rapport sur la moitié ouest de la région de Granby, est représenté dans notre région. Il affleure aussi sur la feuille de Sutton (Charbonneau, 1980).

LITHOLOGIE

Dans la région de Granby, le groupe de Shefford comprend deux formations. Dans la nôtre, il n'a pu être différencié, à cause surtout de son étendue restreinte. Les roches sont des ardoises noirâtres et gris bleuâtre, qui s'altèrent au rouille et à l'orangé et qui sont indurées et très cassantes. La foliation régionale, diversement orientée, est recoupée par un clivage tardif non pénétratif, sub-vertical, de directions variables.

DISTRIBUTION

Dans notre région, le Shefford se trouve à l'intérieur d'un klippe de forme allongée représentant une extension de la nappe de Granby. Ce klippe se trouve à l'est de Stanbridge-Station, dans la formation de Sainte-Sabine.

Les affleurements sont surtout des buttes résistantes dans les champs. Le point le plus facilement accessible [95] est à 3.0 km au NE de Stanbridge-Station, en face de la maison de Louis Ménard (figures 181, 182). On peut y oberver les ardoises caractéristiques du Shefford. La grande variation de la foliation régionale donne à l'affleurement une texture tout à fait particulière.

AGE ET CORRÉLATION

Les roches du groupe de Shefford, d'après Clark (1977) et St-Julien & Hubert (1975) appartiendraient au Cambrien et s'apparenteraient au groupe de Sillery de la région de Québec.

FIGURE 181 - Affleurement du groupe de Shefford. En face de la maison de Louis Ménard. Affleurement [95].

FIGURE 182 - Autre vue, plus rapprochée de la figure 181.

ÉPAISSEUR

Il est impossible d'évaluer l'épaisseur du Shefford dans notre région vu ses dimensions restreintes, d'autant plus que la grande variété d'orientation des éléments structuraux empêche de mesurer adéquatement l'épaisseur de la roche.

ROCHES INTRUSIVES

Des dykes de diabase et de trachyte recoupent les formations de Chazy et de Sainte-Sabine. Leur épaisseur varie de 20 cm à 1 m. Généralement orientés N-S, ils montrent partout un pendage prononcé. Ils sont vraisemblablement reliés aux intrusions montérégiennes du Crétacé. L'annexe 3 donne une description de lames minces de ces dykes.

Les dykes qui recoupent les strates du groupe de Chazy (G-70-76) affleurent à la carrière Demix (figure 47), à Saint-Jacques-le-Mineur. Ils sont composés de roches felsiques à texture trachytique due à l'alignement planaire des lattes de plagioclase. La roche qui compose ces dykes est reliée à des séries alcalines. On trouvera d'autres détails sur ces dykes dans les pages 30 et 31.

Les dykes recoupant la formation de Sainte-Sabine sont désignés D-2, D-3 et D-4 sur la carte et dans l'annexe 3. Le dyke D-2 se trouve à 2 km à l'est de Notre-Dame-de-Stanbridge immédiatement à l'ouest du pont sur le ruisseau aux Morpions. Il n'est presque plus visible, étant enfoui sous des débris de roches. Le dyke D-3, de direction N15°E, se trouve à 1 km à l'est de Sainte-Sabine. Tout comme pour le dyke précédent, il n'est presque plus visible à cause des débris rocheux qui le recouvrent. Quant au dyke (ou filon-couche?) D-4, il se trouve dans un ruisseau de drainage au NE de Stanbridge-Station; il consiste en 60 cm de diabase à amygdales de calcite. Tel que mentionné dans les descriptions de l'annexe 3, les dykes affichent en général une bonne texture ophitique, des phénocristaux de clinopyroxène et une quantité variable de plagioclase.

TECTONIQUE

BASSES TERRES DU SAINT-LAURENT

Les Basses Terres du Saint-Laurent ne sont habituellement pas considérées comme hautement tectonisées. Dans notre région, à l'ouest de la faille du Ruisseau Tracy, les strates sont presque à l'horizontale, ne dépassant pas 10° d'inclinaison; à l'est de la faille, les strates sont cependant de plus en plus plissées à mesure que l'on se rapproche du front appalachien,

site d'un chevauchement intense. Ceci revient à dire que les roches compétentes des groupes de Potsdam, Beauharnois, Chazy et Trenton, dans la partie ouest, ne portent pas l'empreinte de l'orogenèse appalachienne et que les roches incompétentes des formations de Stony Point, Iberville et Sainte-Sabine sont plissées, inversées et parfois faillées à mesure que l'on avance vers la partie est de la région. La stratification, le clivage et la plongée des plis sont plus ou moins mutuellement parallèles et ont tous une direction NE.

PLIS

Les formations de Stony Point et d'Iberville sont prises en grands plis ouverts plongeant de quelques degrés au NE, avec clivage de plan axial (parallèle au clivage régional) et diaclases dans le plan de symétrie AC, tous deux bien illustrés au sud d'Henryville. Dans le secteur même d'Henryville, la formation de Stony Point plonge sous celle d'Iberville. D'Henryville à Clarenceville, elle est affectée par une série de plis anticlinaux et synclinaux (figures 58, 60, 61). La formation d'Iberville a été plus affectée car on peut y observer des synclinaux déversés, comme à la baie de Venise; au fur et à mesure que l'on se rapproche de la faille d'Aston, les lits sont retroussés et parfois retournés.

Les roches de la formation de Sainte-Sabine sont également très déformées. Prises entre les failles d'Aston et de Logan et formant ainsi une écaille, elles affichent un pendage très élevé (figure 183), parfois inversé. On observe de nombreux plis soit ouverts (figure 73) soit couchés (figure 184); des bouts de lits disloqués dans les ardoises reflètent un bouleversement intense.

Nous pensons que cette écaille est formée de roches para-autochtones des Basses Terres du Saint-Laurent déformées et imbriquées par la mise en

FIGURE 183 - Formation de Sainte-Sabine. Rive est de la baie Missisquoi. Pendage prononcé. Affleurement [98].

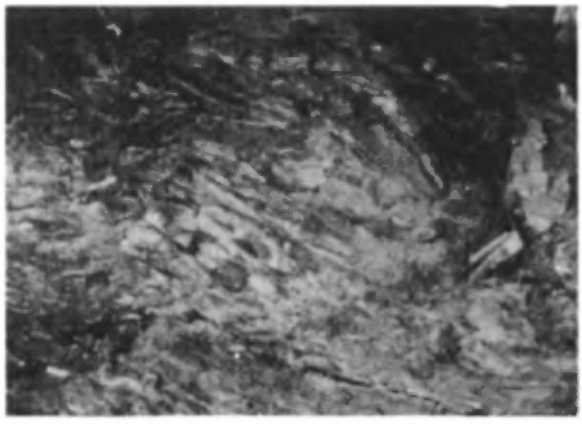


FIGURE 184 - Pli couché. Affleurement [98].

place d'une autre écaille, celle de Philipsburg (voir chapitre suivant). D'ailleurs la lithologie et la faune du Sainte-Sabine sont similaires à celles des formations d'Iberville et de Stony Point plus à l'ouest (voir tableau 13). De plus, cette formation est équivalente à la formation de Les Fonds qui borde le front appalachien entre Québec et Drummondville (Globensky, 1978, pages 85-86).

Tout en restant flyschoïde, la lithologie Sainte-Sabine - Les Fonds varie quelque peu. Plutôt ardoisière et dolomitique, avec lits de turbidites, dans la région du lac Champlain, elle est nettement plus flyschoïde et gréseuse en gagnant la région de La Malbaie (Rondot, 1972).

On note aussi, à l'intérieur du Sainte-Sabine, un klippe d'une unité plus ancienne, le groupe de Shefford. Cette unité, provenant de l'est par chevauchement, ajoute à la complexité de ces roches.

FAILLES

FAILLE DU RUISSEAU TRACY

Le nom de la faille remonte à Cushing (1905, p. 570). Elle marque la séparation entre le Stony Point (côté est) et les roches appartenant à la brèche de Lacolle, à la formation de Beauharnois et au groupe de Chazy (côté ouest).

C'est une faille normale, dont le côté est s'est probablement affaissé à plus d'une reprise et dont le pendage est probablement assez élevé. Elle a été active à la fin du Trenton inférieur mais a connu une nouvelle activité après la sédimentation de l'Utica. De toute évidence, elle est reliée à l'orogénie taconique (Ordovicien).

Du côté américain de la frontière, Stone (1937) donne le nom de **Isle Lamotte thrust fault** à cette structure.

FAILLE D'ASTON

La faille d'Aston, ainsi nommée par Globensky (1978) dans la région de Drummondville, après l'avoir d'abord reconnue dans les régions de Bécancour (Clark et Globensky, 1976) et Portneuf (Clark et Globensky, 1973), débute à la baie Missisquoi pour passer à l'est de Pike-River et Notre-Dame-de-Stanbridge et laisser nos terrains au NE de Sainte-Sabine. C'est une faille de chevauchement (ou inverse) séparant les formations d'Iberville et de Sainte-Sabine. Tout comme dans les régions de Bécancour et de Portneuf, elle sépare les roches para-autochtones, (bouleversées, plissées et inversées) des roches autochtones légèrement déformées des Basses Terres du Saint-Laurent.

Sur le terrain, cette faille s'explique par un changement de lithologie ainsi que par un plus fort degré de bouleversement des roches. A l'ouest de Stanbridge un court escarpement pourrait en être le reflet géomorphologique.

D'après R. Trempe, de la **Société québécoise d'Initiatives pétrolières** (communication personnelle, 1978), cette faille est bien marquée sur les profils sismiques effectués par cette société dans notre région. D'autres petites failles affecteraient aussi la région plus à l'ouest mais ne sont pas visibles en surface. Cette faille a aussi été observée dans le forage pétrolier 166, où sa présence se manifeste par une répétition des formations d'Iberville et de Stony Point à 1304 m de profondeur (annexe 1).

FAILLE DE DELSON

Cette faille, orientée NW-SE, se trouve dans la partie sud de la feuille de Saint-Jean. Elle sépare les groupes de Trenton et de Lorraine et se prolonge jusque dans la région de Montréal (Clark, 1972).

Cette faille est bien délimitée par une série de forages implantés pour des besoins de carrière de chaque côté de son tracé. Les forages 8 et 9 ont rencontré des calcaires du groupe de Trenton sur le côté sud et les forages 2, 3, 6 et 7 ont pénétré les shales et minces lits de grès du groupe de Lorraine du côté nord de la faille (voir carte).

Les forages pétroliers 45 et 41 (annexe 1) ont aussi pénétré les roches du groupe de Lorraine, ce qui permet d'étendre celles-ci à l'est de la feuille du Ruisseau Tracy. Les recoupements se trouvent entre 53 et 450 pieds dans le cas du numéro 45 et entre 20 et 2200 pieds dans le cas du 41.

La faille est bien visible dans la partie NE de la carrière Baillargeon, où se présente un petit escarpement de calcaire, de direction NW, à la base duquel on retrouve les shales et minces lits de microgrès du groupe de Lorraine.

La faille de Delson continue sa course vers le SE et bute contre celle du Ruisseau Tracy à 5.6 km au sud de la ville de Saint-Jean.

APPALACHES

L'angle SE de la feuille de Lacolle a d'abord compris deux des domaines structuraux définis par Clark (1934) et Clark & Eakins (1968); soit l'écaille de Rosenberg et l'écaille de Philipsburg (figure 185). L'écaille de Philipsburg chevauche les roches de la formation de Sainte-Sabine (autrefois appelée formation d'Iberville) faisant partie de l'avant-pays à l'ouest. Elle comprenait une séquence carbonatée et le complexe de Stanbridge mais Charbonneau (1980), en redéfinissant les domaines structuraux de la moité ouest du feuillet de Sutton et de l'angle SE de notre feuillet de Lacolle, ne reconnaît plus l'écaille de Rosenberg mais plutôt ce qu'il appelle la nappe de Stanbridge constituée des roches du groupe de Stanbridge (figure 186). L'écaille de Philipsburg ne comprend donc plus, selon Charbonneau, que les roches du groupe de Philipsburg, et la dolomie de Milton, (tableau 15), celle- ci remon-

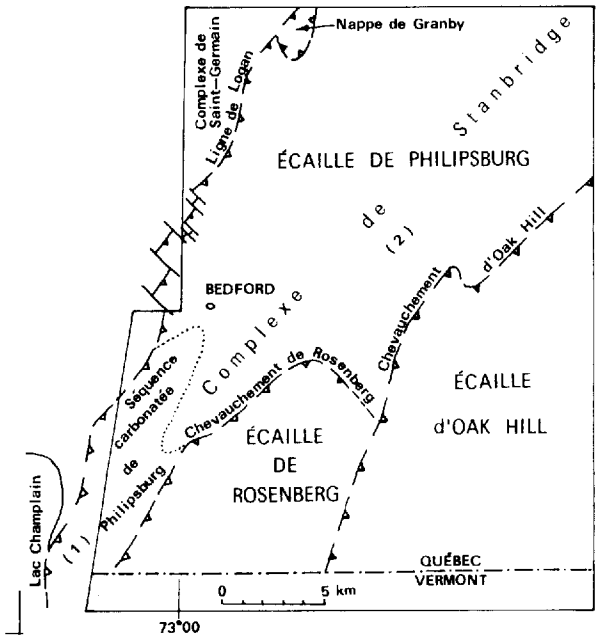


FIGURE 185 - Les unités structurales de la région étudiée, d'après Clark (1934), Clark et Eakins (1968).

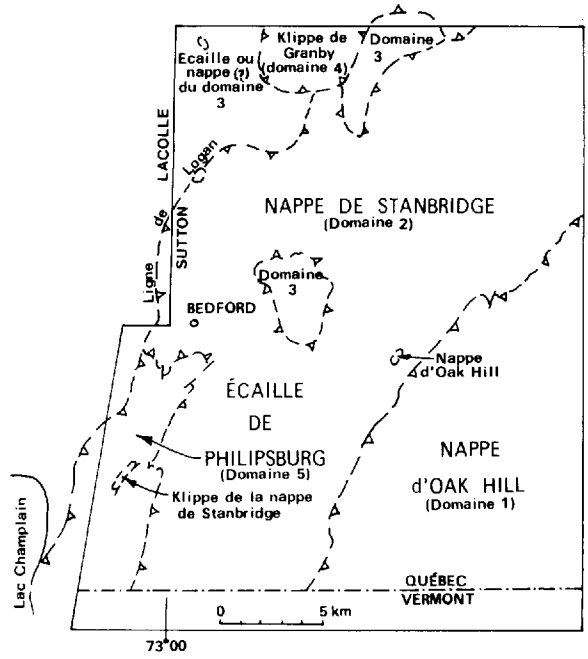


FIGURE 186 - Les unités structurales de la région étudiée selon Charbonneau (1980) et Globensky (présent rapport).

tée par un système de failles d'imbrications tardives, système qui a affecté la même écaille au SW de Bedford. Les limites de ces domaines structuraux sont marqués par des contacts anormaux représentant des failles.

Notre région comporte donc deux domaines structuraux d'importance - l'écaille de Philipsburg et la nappe de Stanbridge - et un troisième - qui n'apparait que brièvement, le klippe de Granby.

ÉCAILLE DE PHILIPSBURG

L'écaille de Philipsburg, dans la partie sud de la région, est composée de formations plissées en un synclinal asymétrique (Saint-Armand), qui plonge vers le NE (figure 187) et dont le flanc oriental redressé (figure 188) est recouvert par la dolomie chevauchante de Milton. Le clivage, surtout visible dans la formation de Solomons Corner, a une direction NE et un pendage abrupt vers le SE (figure 189). Les roches ont connue deux phases de plissement.

Au sud de Bedford, les mêmes formations sont plissées en un anticlinal qui plonge faiblement vers le NE et dont le flanc SE est affecté par une faille normale.

L'écaille de Philipsburg est, de plus, chevauchée dans le secteur nord par la nappe de Stanbridge; elle-même chevauche, sur le côté NW, les roches de la formation de Sainte-Sabine.

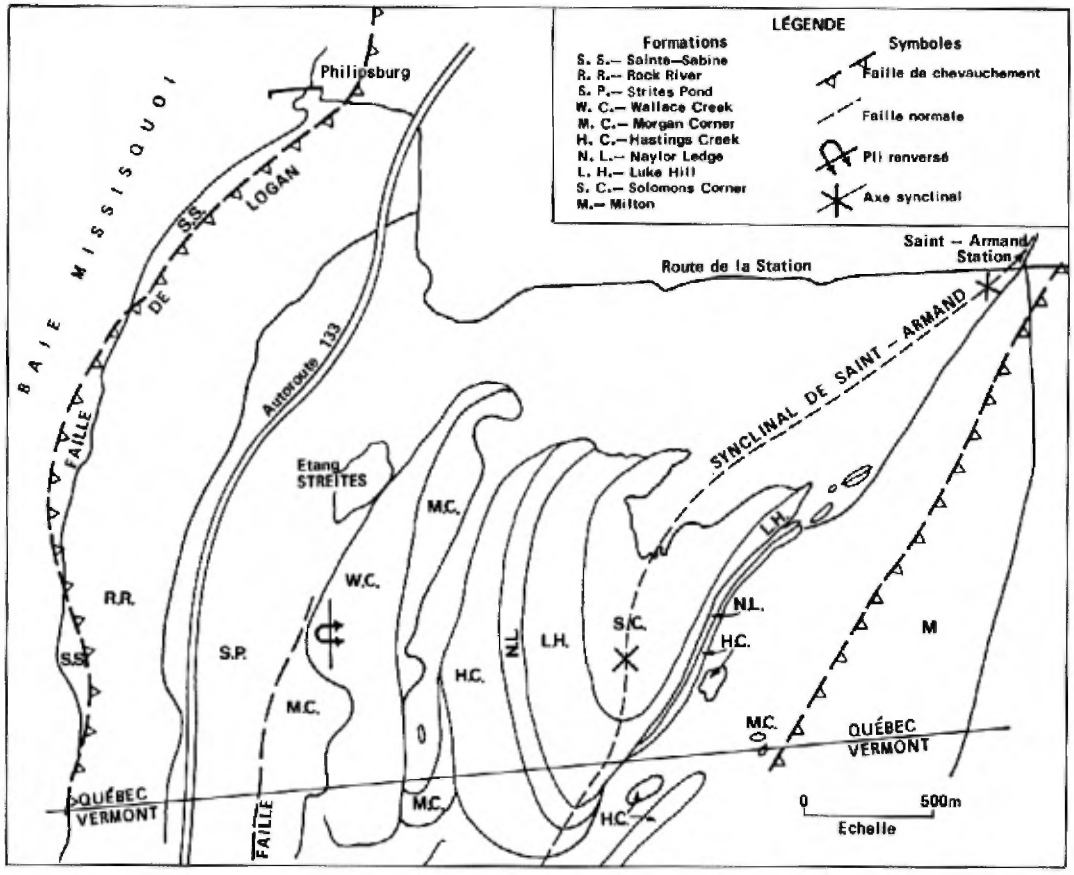


FIGURE 187 - Ecaille de Philipsburg secteur du synclinal de Saint-Armand.

FIGURE 188 - Membre A de la formation de Solomons Corner. Coupe sur le côté nord de la route, à l'entrée du villlage de Saint-Armand-Station. Flanc est du synclinal asymétrique redressé par le chevauchement de la dolomie de Milton. Affleurement [81].

FIGURE 189 - Clivage recoupant la stratification dans les calcaires du membre A de la formation de Solomons Corner, sur la terre de M. Bebmann. Affleurement [71].

NAPPE DE STANBRIDGE

Les roches de la nappe de Stanbridge ont été affectées, d'après Charbonneau (1980), par trois phases de plissement dont la première serait synsédimentaire et les deux autres seraient accompagnées d'un clivage de plan axial. Les deux premières phases sont généralement responsables de la géométrie régionale caractérisée par des plis généralement non cylindriques. Ceci est en accord avec les observations de Rickard (1965), qui a reconnu trois phases de plissement dans son interprétation régionale du front appalachien au Québec et au Vermont.

KLIPPE DE GRANBY

Une extension de la nappe de Granby est présente dans notre région sous forme d'un klippe composé des roches du groupe de Shefford. Ces roches sont caractérisées par une grande variation de la foliation régionale. Ce klippe, de dimensions très restreintes, est situé au milieu de la formation de Sainte-Sabine. Il représente en fait, un lambeau d'érosion de la nappe de Granby. La mise en place de la nappe de Granby serait postérieure à celle de la nappe de Stanbridge et de l'écaille de Philipsburg.

MISE EN PLACE

St-Julien & Hubert (1975) croient que les nappes du front appalachien ont commencé à bouger, sous l'influence de la gravité, au début de l'Ordovicien moyen et qu'elles se sont plissées et imbriquées jusqu'à la fin de l'Ordovicien moyen. Pour sa part, Charbonneau (1980) est d'avis que la nappe de Stanbridge était en place à la fin de l'Ordovicien moyen. Les nappes et les écailles auraient été plissées à l'échelle régionale à l'Ordovicien supérieur (plis P_1, anciens) et affectées par la suite par un métamorphisme dynamothermique qui aurait duré jusqu'à la fin de l'Ordovicien ou jusqu'au début du Silurien (Rickard, 1965; St-Julien & Hubert, 1975). Les plis P_2 (tardifs) seraient dûs à cet épisode de métamorphisme.

LIMITES BASSES TERRES - APPALACHES
(faille de Logan)

Cette faille fut mentionnée pour la première fois dans une lettre de Logan à Joachim Barrande et qui fut publiée en 1861 dans l'American Journal of Science. Cette lettre mentionne la présence de la faille à Philipsburg et son extension vers la ville de Québec. Logan (1864, page 247) mentionne cette faille à nouveau en spécifiant qu'elle sépare les roches du groupe de Québec de celles de la formation de Hudson River. Sa carte géologique de la région de Philipsburg montre bien la faille au village de Philipsburg et son extension vers le nord et vers le sud.

Bien que cette structure soit formellement connue sous le nom de "faille de Saint-Laurent - Champlain" (vu qu'elle s'étend du lac Champlain jusqu'au fleuve Saint-Laurent), elle en vint vite (Ells, 1896; Ami, 1900) à être désignée sous le nom de "ligne de

Logan". Ce vocable n'est toutefois devenu formel qu'avec la publication par Clark (1951) d'un article dans lequel il traçait l'extension de la faille jusqu'à la ville de Québec.

Nous savons maintenant qu'à Philipsburg, la faille de Logan sépare les roches déformées de la formation de Sainte-Sabine, appartenant aux Basses Terres du Saint-Laurent, des roches de la formation de Rock River appartenant à l'écaille appalachienne de Philipsburg. Ceci est d'ailleurs bien illustré dans la petite baie au sud du quai de Philipsburg. Sur le rivage, à quelques mètres au-dessus des strates redressées et déformées de la formation de Sainte-Sabine, on note un escarpement composé des dolomies de la formation de Rock River. On peut aussi apercevoir, derrière la maison du juge Montgomery, le contact de faille entre les shales indurés de la formation de Sainte-Sabine et les bancs massifs de dolomie de la formation de Rock River (figures 190, 191). Vers le sud, la faille de Logan disparaît dans la baie Missisquoi pour réapparaître à quelques centaines de mètres de la frontière américaine où elle sépare de nouveau les shales indurés des bancs massifs de dolomie. Vers le nord, elle suit un tracé irrégulier, passant légèrement à l'ouest de Morgan-Corners, ensuite entre Stanbridge-Station et Bedford, et laissant finalement notre région à la hauteur de Notre-Dame-de-Stanbridge (figure 192).

Dans le passé, le nom de faille de Logan a été parfois utilisé pour

FIGURE 190 - Contact entre les ardoises de la formation de Sainte-Sabine (sous le marteau) et la dolomie de la formation de Rock River. A l'arrière de la maison du juge Montgomery, à Philipsburg. C'est le seul endroit de la région où la faille Logan est nettement identifiée. Affleurement [98].

FIGURE 191 - Vue rapprochée de la figure 190.

séparer des unités différentes de roches. Mais tel que nous l'avons déjà précisé (Globensky, 1978), la faille de Logan marque la limite entre les roches appalachiennes d'âge Normanskill (exceptionnellement Cambrien à Ordovicien inférieur à Philipsburg) et les roches imbriquées des Basses Terres du Saint-Laurent d'âge Utica.

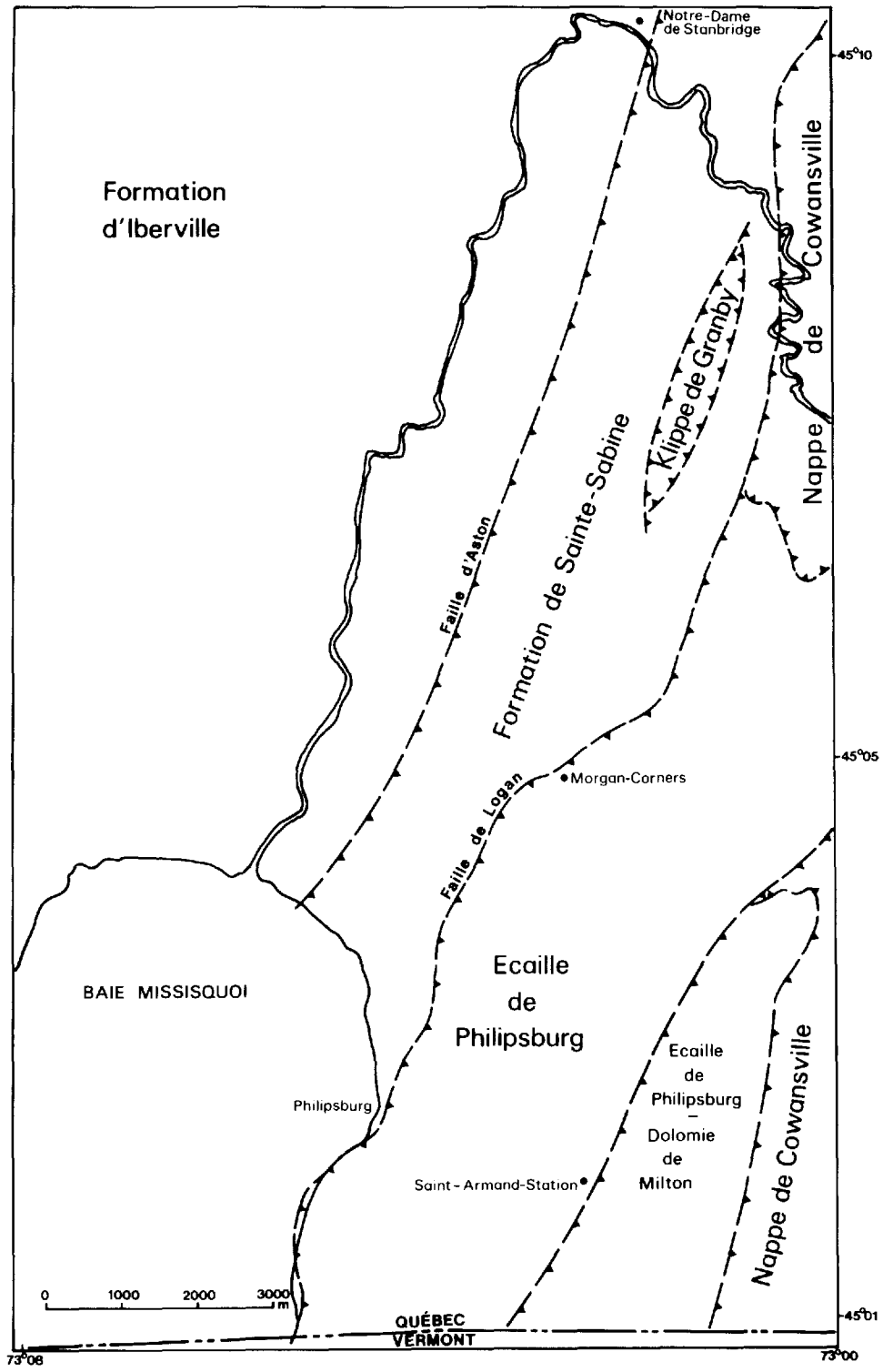


FIGURE 192 - Corrélations entre les localisations des unités lithologiques et des unités structurales.

GEOLOGIE ECONOMIQUE

GAZ ET PÉTROLE

Plusieurs forages pétroliers (voir annexe 1) dans notre région témoignent des tentatives pour trouver des quantités commerciales de gaz et de pétrole. Le plus récent de ces forages, et le plus profond, est le Shell Saint- Armand (no 166 sur la carte), abandonné à une profondeur de 3810 m. Même si aucune quantité commerciale de gaz ou de pétrole n'a été obtenue de ces puits, on a tout de même relevé des indices de gaz dans les forages 36, 38, 41, 76, 77 (Globensky, 1977) et des traces de pétrole dans le 77, au niveau de l'Utica et du Trenton moyen.

URANIUM

Un gisement d'uranium a été découvert par SOQUEM, en 1969, dans la paroisse de Saint-Armand-Ouest (figure 193). L'anomalie radiométrique aéroportée mesure environ 800 m de longueur; son relief radiométrique est de 800 coups par seconde au-dessus du bruit de fond (Dubuc, 1970). Elle se superpose à la bande de la dolomie de Milton. Une anomalie plus faible, à l'est de l'anomalie principale, indique des valeurs de 80 coups par seconde de rayons gamma émis par le potassium, le thorium et l'uranium (Bruneau, 1970a).

D'après Dubuc (1970) et Lambert et Bonneau (1977), la roche radioactive est une dolomie gréseuse bréchique avec amas de quartz secondaire et fragments noirs. Bonneau rapporte que la radioactivité, de même que les teneurs en U_3O_8 et P_2O_5, augmentent avec la concentration des fragments noirs. Ceux-ci sont composés d'un matériel très fin et isotrope (collophane), d'origine sédimentaire (Lambert et Bonneau, 1977), accompagné de grains de pyrite.

Selon Bruneau (1970b), une anomalie de faible teneur en U_3O_8 a été décelée au SW immédiat de Rosenberg, à partir d'échantillons de sol.

PYRITE

La pyrite est disséminée en quantités négligeables dans les différentes roches de la région. Elle est plus particulièrement en évidence dans le calcaire des formations de Strites Pond et de Wallace Creek. L'utilisation des revêtements intérieurs en calcaire de Strites Pond sont, de ce fait, assez saisissants, ainsi, qu'on peut s'en rendre compte au chalet du Mont Royal, à Montréal.

FLUORINE

De la fluorine accompagne les dykes de roche trachytique dans la carrière Demix à Saint-Jacques-le-Mineur. Elle se présente sous forme de minces couches parallèles aux épontes des dykes ainsi que sous forme d'imprégnations sur 1 m dans le calcaire. La quantité n'est pas très considérable

mais de plus amples travaux pourraient peut-être dévoiler un gisement d'importance en profondeur.

DOLOMIE

La bande de dolomie de la formation de Morgan Corner, s'étend sur une distance 13 km (figure 193). Là où elle est relativement pure, elle a une couleur d'altération beige blanchâtre et montre un réseau caractéristique de fissures d'érosion (figure 116). Elle renferme du matériel moins pur qui n'affiche ni l'altération ni les fissures typiques mais possède par contre des laminations calcareuses.

Nous avons prélevé plusieurs échantillons dans cette bande de dolomie pour en vérifier la composition. Les résultats des analyses sont donnés au tableau 33. Les pourcentages de MgO varient de 9.95 à 19.20. Les impuretés de silice varient de 2.35 à 9.75.

Cette bande de dolomie constitue une source de magnésium certaine. Pour le moment, les exigences pour l'industrie de la céramique se situent aux environs de 20% d'oxyde de magnésium. Il en est de même pour la chaux dolomitique (dolime), utilisée principalement comme fondant dans les aciéries. Pour une mise en valeur éventuelle, il y aurait lieu de délimiter les zones où la dolomie est de qualité supérieure.

CALCAIRE

Plusieurs carrières ont, dans le passé, été exploitées pour le calcaire dans la région; elles se trouvent aux alentours de Henrysburg, de Napierville, de Sainte-Blaise, de Grande-Ligne, de Girard, de Saint-Valentin, de Philipsburg, de Saint-Jean et de Saint-Jacques- le-Mineur. De nos jours, quatre sont actives dans le secteur de Philipsburg, une dans le secteur d'Henrysburg et deux dans le secteur de Saint-Jean et une à Saint-Jacques-le-Mineur.

PHILIPSBURG

La plus ancienne exploitation, qui remonte à 1905, a été celle de la Missisquoi Stone & Marble Ltd (figure 193). Elle a produit, dans deux carrières, cinq variétés de "marbre" à partir des calcaires des formations de Strites Pond et de Wallace Creek. Elle fut, à l'époque, la plus importante exploitation du genre au Canada. Ce "marbre" se retrouve, sous forme de revêtement muraux, dans plusieurs édifices du Québec et de l'Ontario, entre autres le Château Laurier (Ottawa), le Royal Ontario museum (Toronto), l'hôtel Windsor et la gare Windsor (Montréal).

Le Strites Pond fut exploité dans la plus grande des deux carrières. Ce calcaire, dont les tons varient entre le gris, le gris pigeon et le blanc, contient par endroits des impuretés d'illite sous forme de laminations parallèles à la stratification. Au polissage, la teinte verdâtre de l'illite donne un remarquable aspect de marbre à ce calcaire. Les analyses 180 et 180A du tableau 34 proviennent de cette formation.

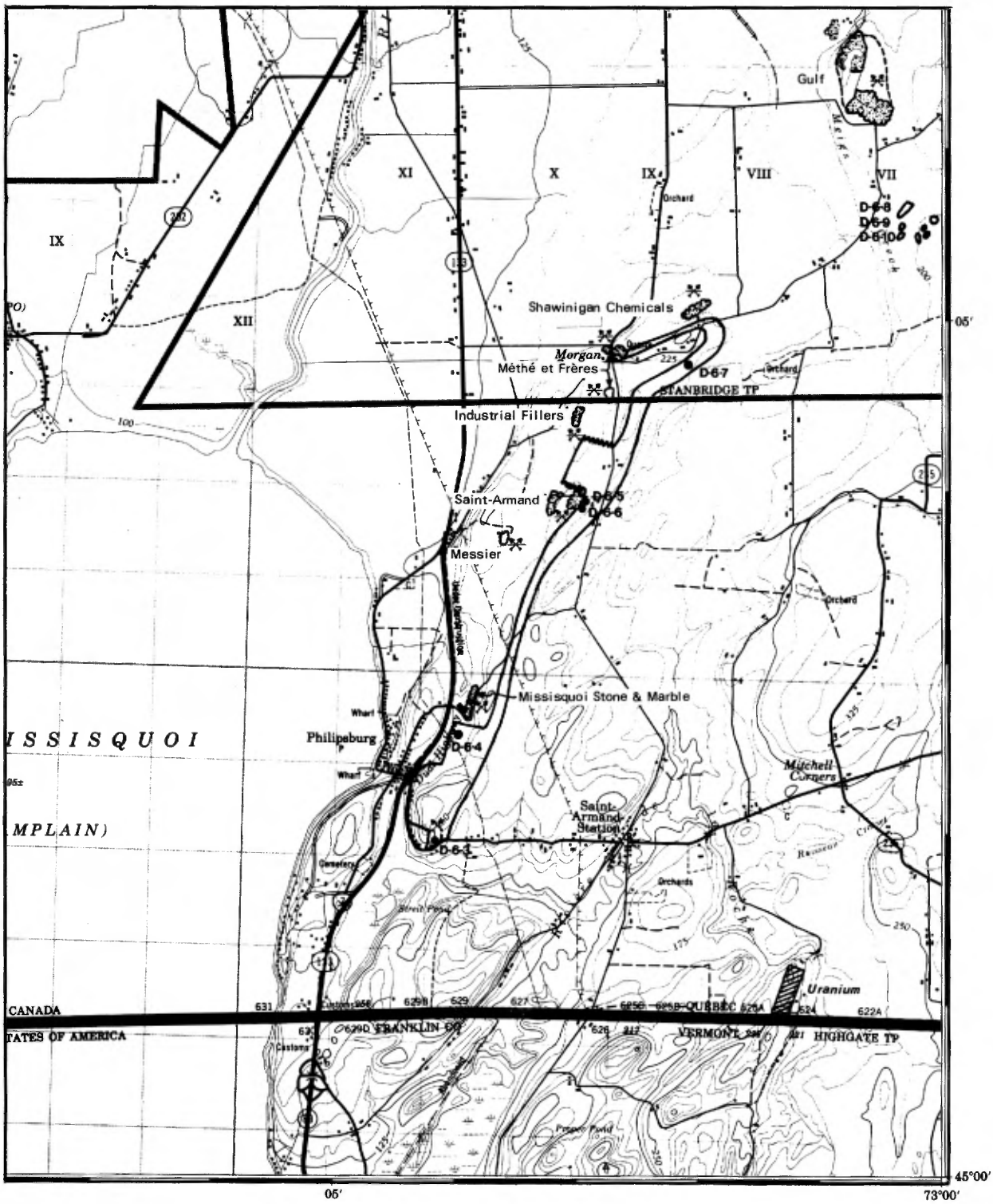


FIGURE 193 - Bande de dolomie de la formation de Morgan Corner.

TABLEAU 33 - Analyses chimiques de la dolomie Morgan Corner.

No terrain	D-6-3	D-6-4	D-6-5	D-6-6	D-6-7	D-6-8	D-6-9	D-6-10
No labor.	85	85	87	88	89	90	91	92
SiO_2	2.35	8.75	5.50	7.90	6.30	0.90	3.40	9.75
Al_2O_3	0.71	2.17	0.90	1.51	1.11	0.14	0.73	1.54
MgO	17.05	17.60	17.55	7.10	9.95	19.00	19.20	15.30
CaO	33.10	28.30	30.75	40.55	38.75	32.90	30.00	26.50
Na_2O	0.00	0.15	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
K_2O	0.36	1.20	0.69	1.01	0.68	0.16	0.63	0.64
P_2O_5	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02
MnO	0.01	0.03	0.001	0.005	0.003	0.01	0.03	0.00
CO_2	45.30	41.00	44.00	40.50	42.30	46.50	45.00	45.00
S	0.015	0.012	0.012	0.10	____	0.08	0.008	0.012
Fe*	0.36	0.92	0.38	0.58	0.43	0.27	0.22	0.50

D-6-3 Route Philipsburg - Saint-Armand

D-6-4 Au sud de la carrière de la *Missisquoi Stone and Marble Ltd.*

D-6-5 Carrière de la compagnie *Les Carrières Saint-Armand Ltée* variété à interlits siliceux ondulés

D-6-7 Morgan-Corners

8 à 10 Au SE de la carrière Gulf, à Bedford

* Fer total en Fe_2O_3.

TABLEAU 34 - Analyses chimiques des calcaires de l'écaille de Philipsburg (d'après Goudge, 1935).

Echantillons	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	$Ca_3(PO_4)^2$	$CaCO_3$	$MgCO_3$	S	CaO	MgO
180	1.12	0.31	0.13	0.04	96.46	0.67	tr.	54.04	0.80
180A	1.20	0.23	0.27	0.02	98.32	0.32	tr.	55.07	0.15
181	9.62	1.05	2.79	n.d.	84.06	1.40	0.07	47.09	0.67
181A	20.64	1.59	3.23	0.17	70.71	1.89	0.10	39.69	0.90
186	0.20	0.22	0.04	0.11	98.36	0.80	tr.	55.14	0.38
186A	0.28	0.26	0.56	0.02	97.80	0.46	0.02	54.78	0.22
188	0.88	0.17	0.37	0.04	97.25	0.98	tr.	54.48	0.47
188A	1.50	0.25	0.81	0.09	95.96	1.34	tr.	53.79	0.64

180 - Carrière de la *Missisquoi Stone and Marble Ltd.* Représente 10.7 m de marbre foncé, tacheté de gris, surmontant le marbre gris à l'extrémité septentrionale de la carrière.

180A- Carrière de la *Missisquoi Stone and Marble Ltd.* Représente 12.2 m de marbre gris et gris vert exposé dans l'éponte ouest.

181 - Carrière de la *Missisquoi Stone and Marble Ltd.* Marbre noir.

181A- Calcaire foncé au sommet de la crête sur le côté est des carrières de la *Missisquoi Ltd.*

186 - Carrière à 800 m au nord-est de Morgan-Corners, autrefois exploitée la *Shawinigan Chemicals Ltd.* Représente 22.5 m de strates du sommet.

186A- Même carrière que pour 186. Représente 22.5 m de strates du bas.

188 - Carrière Gulf, à Bedford.

188A- Carrière Gulf, à Bedford. Strate sablonneuse.

Le Wallace Creek fut exploité dans une petite carrière à flanc de colline au SE de la grande. On y produisait du "marbre" noir. Le calcaire a un aspect rubané dû aux nombreuses laminations de matière argileuse noire. L'échantillon 181 (tableau 34) provient de cette carrière.

Le calcaire de la formation de Strites Pond fut aussi exploité aux anciennes carrières Messier et Industrial Fillers (figure 193).

De nos jours, le calcaire est exploité à la carrière Saint-Armand (figures 193 et 194) par **Les Carrières de Saint-Armand Limitée.** Il est aussi exploité par la compagnie Méthé et Frères (figure 193) dans une carrière qui fournit la matière première nécessaire à la compagnie Industrial Fillers pour la fabrication de panneaux muraux et dans une autre, au nord, pour de la pierre concassée. Cette seconde carrière utilise le calcaire de la formation de Solomons Corner (membre B surtout).

La compagnie Shawinigan Chemicals Ltd a exploité, à 800 m au NE de Morgan-Corners, une carrière dans le membre B de la formation de Solomons Corner (figure 195) pour la production de carbure de calcium (acéthylène). Ce calcaire, gris pâle, massif et à grain très fin (186, tableau 34), avait cependant une trop forte teneur en SiO_2 et une autre carrière fut ouverte à 4 km km au NE, dans un calcaire Corey très pur (188, tableau 34). Cette seconde carrière est maintenant exploitée par la Compagnie **Gulf**, qui y produit aussi, à partir de niveaux moins purs, de la chaux agricole ainsi que de la pierre concassée pour remplissage. A noter que **Les Agrégats de Bedford Inc.** ont, en 1978, mis en valeur la carrière abandonnée de la Shawinigan

FIGURE 194 - Calcaire de Strites Pond. Carrière exploitée par **Les Carrières de Saint-Armand Ltée.** Affleurement [24].

FIGURE 195 - Ancienne carrière de la Shawinigan Chemicals Ltd. Presque entièrement remplie d'eau en 1977 et rêouverte en 1978 par **Les Agrégats de Bedford Inc.** Affleurement [85].

Chemicals à 800 m au NE de Morgan-Corners.

HENRYSBURG

Deux carrières ont été exploitées à Henrysburg, l'une en face de l'autre (figures 11 et 20), dans la dolomie et calcaire de la formation de Beauharnois (voir carte). Elles n'ont produit que de la pierre concassée pour la construction de l'autoroute 15, qui passe à proximité . Durant l'été 1977, la compagnie Desourdy a exploité temporairement la plus petite de ces deux carrières, l'analyse chimique ci-dessous (753121, M.R.N.) a été obtenue à partir d'un échantillon de la dolomie et du calcaire des derniers 6 m au sommet de cette carrière.

SiO_2	20.65	P_2O_5	0.03
Al_2O_3	4.90	MnO	0.07
MgO	13.15	S	0.46
CaO	22.80	Fe(t)*	1.20
Na_2O	0.13	PAF**	32.85
K_2O	3.20		

* Fer total en Fe_2O_3

** Perte au feu

NAPIERVILLE

Plusieurs carrières de ce secteur ont exploité les calcaires de Chazy pour en faire de la chaux agricole, de la pierre à construction et de la pierre concassée. Les exploitations dont il s'agit sont situées aux environs de Napierville, Sainte-Blaise, Grande-Ligne, Gérard et Saint-Valentin. On y a généralement extrait un calcaire pur, gris, de grain moyen à grossier. Par endroits, on remarque des impuretés dolomitiques composées de matière magnésienne. Ce calcaire se présente en lits épais atteignant 60 cm. Sa composition est illustrée au tableau 35, qui est une compilation des analyses chimiques de Goudge (1935). Dans toute ces petites carrières, le recouvrement est très peu épais.

TABLEAU 35 - Analyses chimiques du calcaire Chazy.

Echantillons	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	$Ca_3(PO_4)^2$	$CaCO_3$	$MgCO_3$	S	CaO	MgO
167	1.38	0.64	0.74	0.09	90.02	6.25	0.14	50.46	2.99
168	2.34	0.35	0.69	0.02	86.55	9.43	0.14	48.48	4.51
169	2.18	0.61	1.07	0.04	89.32	6.69	0.11	49.88	3.20
171	1.86	0.87	0.45	0.04	79.42	16.98	0.10	44.50	8.12
172	0.90	0.18	0.35	0.02	97.39	1.13	0.07	54.55	0.54
173	1.76	0.70	0.50	0.17	95.09	1.60	0.06	53.34	0.76
174	0.96	0.79	0.36	0.11	94.14	3.78	0.06	52.78	1.81
174A	4.19	1.35	1.66	0.13	88.66	4.18	0.22	49.72	2.00

167 - St-Jacques-le-Mineur. Carrière Demix (ancienne propriété D. Deneault). Représente les 61 cm supérieurs.

168 - Napierville. Représente 2 cm de calcaire Chazy sur l'ancienne propriété d'Arthur Fortin à 1.2 km à l'ouest du village.

169 - Napierville. Représente 1 m de calcaire Chazy sur l'ancienne propriété de Hormidas Béchard, à 3.2 km à l'ouest du village.

171 - Grande-Ligne. Représente les 2.5 m supérieurs de la carrière Otis.

172 - Grande-Ligne. Petite carrière à 1.6 km au nord-ouest du village.

173 - Girard. Carrière à 2.4 km au sud-ouest de la station de chemin de fer.

174 - St-Valentin. Pierre à gros grain du sommet d'une carrière sur l'ancienne propriété de F. Rémillard, à 3.2 km au nord-ouest de la station.

174A- St-Valentin. Pierre à texture compacte du fond de la même carrière.

SAINT-JEAN

Les calcaires du groupe de Trenton sont exploités dans les carrières Baillargeon et Bernier, à 4 km à l'ouest de Saint-Jean. La plus ancienne carrière de ce secteur fut celle de la Standard Clay Products Limited, maintenant incorporée dans la carrière Baillargeon (figure 55). La roche exploitée est un calcaire à lits minces (5 à 10 cm), gris foncé, très fossilifère, interstratifié de shale, à pendage léger (4° vers le NE). Ces carrières produisent surtout de la pierre concassée. L'analyse ci-dessous, tirée de Goudge (1939) ainsi que l'analyse du MRN en page 91 de ce rapport, donnent la composition du calcaire.

SiO_2	7.17	$MgCO_3$	1.68
Fe_2O_3	0.78	S	0.10
Al_2O_3	0.60	CaO	49.59
$Ca_3(PO_4)_2$	0.11	MgO	0.80
$CaCO_3$	88.55	CaO/MgO	62: 1

L'épaisseur du mort terrain dans ce secteur est minime, dépassant rarement 1 m. Une faille est présente dans le coin NE de la carrière Baillargeon, séparant les calcaires Trenton des shales arénacés du groupe de Lorraine. On exploite ces shales comme matériau de remplissage.

On a aussi exploité une petite carrière au nord de Saint-Jean, dans la roche ignée, laquelle servait surtout de matériel de remplissage.

SAINT-JACQUES-LE-MINEUR

Le secteur de Saint-Jacques-le- Mineur est des plus importants parce qu'il dessert toute la région au SW de Montréal en chaux agricole. Il est appelé à un avenir très prometteur comme source de ce matériau, la région au sud de Montréal étant dépourvue de calcaire.

La carrière Demix, à 3.5 km au NW de Saint-Jacques-le-Mineur, est la seule en opération dans ce secteur. Elle exploite, dans la partie supérieure de la formation de Laval, une coupe d'environ 20 m d'épaisseur de calcarénite en lits massifs (85 cm), interlitée de lits plus minces (20 à 30 cm) de calcaire plus cristallin, parfois accompagné de nodules ou lentilles de dolomie. Le calcaire est recoupé par des dykes de roche felsique trachytique qui ont la même orientation que les diaclases (105°) et un pendage entre 72° SW et la verticale. La carrière produit de la chaux agricole et de l'agrégat. Pour le pourcentage de $CaCO_3$ et au-

tres constituants, on consultera le tableau 35.

SABLE ET GRAVIER

Les sablières en exploitation sont très peu nombreuses. Elles se rencontrent surtout au nord du village de Lacolle, à environ 4 km sur le côté est de la route menant à Napierville. Deux autres sont aussi en exploitation au NE de Saint-Alexandre et au NE de Saint- Sébastien.

On rencontre cependant un peu partout de petites sablières abandonnées, peu profondes, qui furent probablement utilisées pour la construction de routes. On peut observer de ces sablières au sud de Saint-Bernard-de-Lacolle, au sud de Grande-Ligne et à l'est de Saint-Sébastien.

GEOCHIMIE

Des échantillons de ruisseaux furent prélevés dans l'angle SE de la carte de Lacolle. Aucune anomalie d'importance ne fut décelée mais on trouvera en annexe la localisation des échantillons et les résultats correspondants (voir annexe 6).

REFERENCES

(Les millésimes affectés d'un astérisque indiquent l'existence d'une traduction en français ou en anglais).

AMI, H.M., 1892 - **The Utica Terrane in Canada** Canadian Record of Science, volume 5.

_____ 1900 - **On the Geology of the principal cities in eastern Canada,** Transactions de la Société royale du Canada; section IV, 2^{e} série, volume, pages 125-164.

BEAUPRE, M., 1975 - **Stratigraphie et structure du complexe de St-Germain et de la partie frontale des Appalaches, de Drummondville au lac Champlain, Québec.** Thèse de maitrise, Université de Montréal, 143 pages.

BERRY, W.B.N., 1962 - **On the Magog, Quebec graptolites:** American Journal of Science, 260, pages 142-148, 1 figure.

BILLINGS, E., 1861 - **Some of the Rocks and Fossils Occuring near Philipsburg.** Canadian Naturalist; volume 6, pages 310-328.

BRADLEY, J.H., 1923 - **Geology of the Philipsburg region of Quebec, with notes on correlations within the Beekmantown.** Journal of Geology; volume 31, pages 314-335.

BRAINERD, E. - SEELY, H.M. 1890 - **The Calciferous Formation in the Champlain Valley:** American Museum of Natural History; 3, nom 1, pages 1-23, 5 cartes.

BRAINERD, E., 1891 - **Chazy formation in the Champlain Valley;** Geological Society of America. Bulletin, volume 2, pages 293-300.

_____ 1896 - **The Chazy of Lake Champlain:** American Museum of Natural History; 8, pages 305-315, 3 cartes.

BROUGHTON, J.G. - FISHER, D.W. - ISACHSEN, Y.W. - RICHARD, L.V. - OFFIELD, T.W., 1962 - **Geology Map of New York;** New York State Museum and Science Series; carte en couleurs, 1:250 000 No 5 (Adirondack Sheet).

BRUNEAU, Y., 1970a - **Airborne Scintillation Survey Report, St-Armand Area, Quebec.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; GM-26754, 7 pages.

_____ 1970b - **U_3O_8 Soil Survey Report on property optioned from El Coco Explorations Limited.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; GM-26753, 6 pages.

BYRNE, A.W., 1958 - **Stratigraphy and Paleontology of the Beekmantown Group in the St.Lawrence Lowlands, Québec;** Thèse de doctorat non-publiée, Université McGill.

CADY, W.M., 1945 - **Stratigraphy and structure of west-central Vermont:** Bulletin de la Geological Society of America; 56, pages 515-588, 10 planches, 6 figures, 1 carte géologique en couleurs.

_____ 1960 - **Stratigraphy and geotechnic relationships in northern Vermont and southern Quebec;** Bulletin de la Geological Society of America; 71, pages 531-576.

_____ 1969 - **Regional tectonic synthesis of Northwestern New England and adjacent Québec,** Geological Society of America, memoir 150, 181 pages.

CHARBONNEAU, J.-M., 1980- **Région de Sutton ouest.** Ministère de l'Energie et des Ressources, Québec; DPV-681.

CLARK, T.H., 1924 - **The paleontology of the Beekmantown series at Lévis, Québec.** Bulletin of American Paleontology; volume 10, numéro 41, 134 pages.

_____ 1931 - **Lowest Cambrian of Southern Quebec.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 17, abstract, pages 497-522.

_____ 1934 - **Structure and stratigraphy of southern Quebec:** Geological Society America; 45, pages 1-20, 3 figures.

_____ 1936 - **A Lower Cambrian Series from Southern Quebec.** Transactions; Royal Canadian Institute; no 45, volume XXI, partie I, pages 135-151.

_____ 1939 - **The St.Lawrence Lowlands of Quebec.** Geology of North America, volume 1; pages 579-588.

_____ 1943 - **Région de Saint-Jean - Beloeil;** Ministère des Mines du Québec; RP-177.

_____ 1946 - **Série de Philipsburg** dans **Géologie de Québec.** Dresser; S.A. et Denis T.C.; Ministère des Mines, Québec RG-20, volume 2, pages 469-475.

_____ 1951 - **New Light on Logan's Line;** Transactions de la Société royale du Canada; 2e série, volume 45, section 4, pages 11-22.

_____ 1952* - **Géologie de la région de Montréal, carte de Laval et de Lachine;** Ministère des Mines du Québec. Rapport géologique 46.

_____ 1955* - **Région de Saint-Jean - Beloeil.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-66, 92 pages.

_____ 1966* - **Région de Châteauguay/**Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-122.

CLARK, T.H. - EAKINS, P.R., 1968 - **The Stratigraphy and Structure of the Sutton Area of Southern Quebec.** IN **Studies of Appalachian Geology, Northern and Maritime.** Edité par Zen, White, Hadley et Thompson. Interscience Publishers, pages 163-173.

CLARK, T.H. - GLOBENSKY, Y., 1973 - **Région de Portneuf et quartier de Saint-Raymond et Lyster.** Ministère des Richesses naturelles du Québec, RG-148.

_____ 1976 - **Région de Bécancour,** Ministère des Richesses naturelles du Québec, RG-165.

_____ 1977 - **Région de Granby(W),** Ministère des Richesses naturelles du Québec, RG-177.

_____ 1936 - **Lacolle Conglomerate; A new Ordovician Formation in southern Québec;** Bulletin Geological Society America; 47, pages 665-674, 12 figures.

_____ 1944* - **Oak Hill Series, Farnham Series and Philipsburg Series.** IN **Geology of Quebec.** Edité par Dresser, J.A. et Denis, T-C. Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-20, volume II, pages 386-407.

CLARK, T.H. - McGERRIGLE, H.W., 1970 - **The Edge of the Appalachians in southern Québec (1932).** Commission géologique du Canada; document public no 23.

CLARK, T.H. - STRACHAN, I., 1955 - **Log of the Senigon Well, Southern Quebec.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 66, pages 685-698, 5 figures.

CLARKE, J.M. - SCHUCHERT, C., 1899 - **Nomenclature of New York series of geological formations.** Science; nouvelle série, 110, 876.

CONRAD, J.A.,. 1838 - **Geology of New York,** New York Geological Survey, 2^{n}d report.

COOKE, H.C., 1954 - **The Green Mountain Anticlinorium in Quebec.** Proceedings of the Geological Association of Canada; volume 6, partie 2, pages 37-48.

CUSHING, H.P., 1905 - **Geology of the northern Adirondack region (New York):** New York State Museum, Bulletin 95, pages 275-453.

DOLL, C.G. - CADY, W.M. - THOMPSON, J.B. Jr. - BILLINGS, M.P., 1961 - **Contennial geological map of Vermont.** Vermont Geological Survey, Montpellier; 1:250 000.

DUBUC, F., 1970 - **Rapport sommaire sur St-Armand, comté de Missisquoi.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; GM-26108, 2 pages.

EAKINS, P.R., 1962 - **The Western Appalachian of Southern Québec;** New-England Intercollegiate Geological Conference, Guide Book 54 th Annual Meeting, Montréal.

_____ 1964 - **Région de Sutton, Québec.** Commission géologique du Canada; Etude 63-64.

ELLS, R.W., 1890* - **Rapport sur les richesses minérales de la province de Québec.** Commission géologique du Canada; Rapport annuel 1888-1889; volume IV, partie K, pages 40-41.

_____ 1896 - **Rapport sur une portion de la province de Québec figurant dans la feuille sud-ouest des Cantons de l'Est.** Commission géologique du Canada; rapport annuel 1894, volume 7, partie J, pages 55-103, 126, 170 et carte 571.

EMMONS, E., 1838 - **Geology of New York,** New York Geological Survey of Canada, 2nd Report, pages 214-217, 230.

_____ 1842 - **Geology of New York, Part 2,** Comprising the Survey of the Second Geological District; 437 pages.

ERWIN, R.B., 1957 - **The Geology of the limestone of Isle La Motte and South Hero Island, Vermont.** Vermont Geological Survey; bulletin 9; 94 pages, 20 planches, 3 tables, 1 carte en couleur.

FISHER, D.W., 1954 - **Lower Ordovician (Canadian) stratigraphy of the Mohawk Valley New York; Bulletin de la Geological Society of America; 65, pages 71-96, 4 planches, 6 figures.**

_____ **1956 - The Cambrian System in New York** 20ième Congrès géologique international, Mexico; Cambrian symposium, pages 321-351, 4 figures.

_____ 1968 - **Geology of the Plattsburg and Rouses Point, New-York - Vermont Quadrangles.** New York State Museum and Science Service; Map and Chart, series, no 10.

FISHER, D.W., 1977 - **Correlation of the Hadrynian, Cambrian and Ordovician Rocks in New York State;** New York State Museum, Map and Chart Series, No. 25.

FOYLES, E.J., 1923 - **Preliminary Report on the Ordovician Formations of Vermont.** Vermont State Geological Survey; 13th report (1921-22), pages 71-86.

GILMORE, R.G., 1971 - **Stratigraphy of the Philipsburg, Rosenberg Thrust Sheets, Southern Quebec.** Thèse de maitrise; Université McGill.

GLOBENSKY, Y., 1971 - **Stratigraphic Distribution of Conodonts in the Middle Ordovician Neuville Section of Quebec;** Proceedings of the Geological Association of Canada; volume 23.

_____ 1971a - **Upper Trenton Conodonts from the Grondines Section of Quebec.** Journal Canadien des Sciences de la Terre; volume 8, no 11.

_____ 1972* - **Gaz-Pétrole-Eau salée dans les puits forés au Québec entre 1860 et 1970/Gas-Oil-Salt Water in wells drilled in Quebec between 1860 et 1970.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; S-127.

_____ 1978 - **Région de Drummondville/Drummondville area.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-192.

GOLDRING, W., 1922 - **The Champlain Sea.** New York State Museum; bulletins 239, 240; pages 153-194.

GORDON, C.H., 1923 - **Studies in Geology of Western Vermont.** Vermont State Geological Survey; 13th (1921-22), pages 143-285.

GOUDGE, M.F., 1935* - **Report on the Limestones of Québec and Ontario, Canada.** Ministère des Mines, Canada; service des Mines, no 682.

HARVIE, R., 1915* - **Brome and Missisquoi Counties, Quebec.** Ministère des Mines, Canada; rapport sommaire, 1914, pages 98-99.

HAWLEY, D., 1957 - **Ordovician Slates and submarine breccias of northern Champlain Valley in Fermont.** Bulletin Geological Society of America; 68, pages 55-94, carte.

HOFMANN, H.J., 1963 - **Ordovician Chazy, Group in Southern Québec;** American Association of Petroleum Geologist; Bulletin; volume 47, no. 2, pages 270-301.

HOFMANN, H.J., 1963 - **Ordovician Chazy, Group in Southern Québec;** American Association of Petroleum Geologist; Bulletin; volume 47, no. 2, pages 270-301.

HOUDE, H. - CLARK, T.H., 1961* - **Carte géologique des Basses Terres du Saint-Laurent.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; carte 1407.

HOWELL, B.R., 1929 - **The Cambrian Paradoxides Beds of Northwestern Vermont.** Vermont State Geologist; 14th report (1927- 28), pages 249-273.

HUDSON, G.H., 1904 - **Contributions to the fauna of the Chazy limestone on Valcour Island, Lake Champlain.** New York State Paleontological Report (1903); pages 270-297.

_____ 1931 - **The fault systems of the northern Champlain Valley, New York.** New York State Museum; bulletin 286; pages 5-80.

KEITH, A., 1925 - **The Cambrian Succession of Northwestern Vermont.** American Journal of Science; volume 5, pages 97-139.

_____ 1934 - Même texte. Vermont State Geological Survey; 14th report (1923- 24), pages 105-136.

_____ 1932 - **Stratigraphy and Structure of Northwestern Vermont.** Journal de la Washington Academy of Science; volume 22, pages 357-379 et 393-406.

LAMBERT, R. - BONNEAU, J., 1977 - **St-Armand (11-290): Alphamètre (1976) et sondages (1977).** Ministère des Richesses naturelles du Québec; GM-32725, 12 pages.

LESPERANCE, P.J. - BERTRAND, R., 1976 - **Population systematics of the Middle and Upper Ordovician Trilobite Cryptolitus from the St-Lawrence Lowlands and adjacent Area of Québec;** Journal of Paleontology, volume 50, no 4, pages 598-613.

LOGAN, W.E., 1849* - **Examen de la contrée du sud du Saint-Laurent qui s'étend des environs de Montréal et du lac Champlain à la rivière Chaudière.** Commission géologique du Canada; rapport de progrès 1847-1848, pages 5-916.

_____ 1861 - **Remarks on the fauna of the Quebec Group of Rocks and the Primordial Zone of Canada in a letter adressed to Mr Joachim Barrande of Paris by Sir William E. Logan,** Director of the Geological Survey of Canada. American Journal of Science II, volume 31, pages 216-220.

_____ 1864* - **Commission géologique du Canada. Rapport de progrès depuis son commencement jusqu'à 1863.** Commission géologique du Canada; 983 pages.

_____ 1867* - **Rapport des opérations de 1863 à 1866.** Commission géologique du Canada; pages 3-27.

MARCOUX, J., 1861 - **The Taconic and Lower Silurian Rocks of Vermont and Canada.** Proceding of the Boston Society of Natural History; volume 8, pages 239-285.

_____ 1889 - **Geological classification of Quebec.** Proceedings of the Boston Society of Natural History; volume 24, pages 54-83.

McGERRIGLE, H.W., 1930 - **The Geology of the Lacolle Quadrangle, Southern Quebec.** Ph. D. thesis, Princetown University, 308 pages.

_____ 1931 - **Three geological series in northwestern Vermont.** Vermont State Geologist; 17 th biennial report (1929- 1930), pages 179-191.

_____ 1931a - **The Philipsburg Series of Southern Quebec.** Bulletin de la Geological Society of America; abstract, volume 42, no 1, pages 348.

M.R.N., 1964 - **Renseignements concernant les puits forés pour le gaz et le pétrole dans la région des Basses-Terres du Saint- Laurent.** Ministère des Richesses naturelles du Québec, S-75.

_____ 1974 - **Data on wells drilled for petroleum and natural gas in the St-Lawrence area.** Ministère des Richesses naturelles du Québec; En. G-5.

OXLEY, P. - KAY, M., 1959 - **Ordovician Chazyan Series of Champlain Valley, New York and Vermont and its reefs.** Bulletin de l'American Association of Petroleum Geologists; 43, pages 817-853, 10 figures.

PARKS, W.A., 1914 - **Report on the Building and Ornamental Stones of Canada.** Ministère des Mines, Canada; Service des Mines, volume 3.

PITCHER, M., 1964 - **Evolution of Chazyan (Ordovician) reefs of eastern United States and Canada.** Bulletin de la Canadian Petroleum Geologist; 12, no 3, pages 632-691.

POOLE, W.H. - BELAND, J. - WANLESS, R.K., 1963 - **Minimum age of Middle Ordovician rocks is southern Quebec.** Bulletin de la Geological Society of America; 74, pages 1063-1064, 1 figure.

RAYMOND, P.E., 1905a - **The Trilobites of the Chazy limestones;** Annals of the Carnegie Museum; 3, pages 328-386.

_____ 1905b - **The fauna of the Chazy limestone.** American Journal of Science; série 4, 20, pages 353-382.

_____ 1910 - **Trilobites of the Champlain Valley.** Vermont State Geologist, Report 7, pages 213-248.

_____ 1913 - **Ordovicien, Montréal et Ottawa:** Excursion aux environs de Montréal et d'Ottawa, Excursions A6, A7, A8, A10, A11. Congrès International de Géologie, No. XII, Livret-guide No. 3, pages 137-160.

_____ 1916 - **The pelecypoda of the Chazy Formation.** Annals of the Carnegie Museum; 10; pages 325-342.

_____ 1924 - **The Oldest coral reef.** Vermont State Geologist, report 14, pages 72-76.

RICHARDSON, J., 1866 - **Report on the Québec Group in the Eastern Townships of Québec.** Commission géologique du Canada. Rapport de progrès 1863 à 1866, pages 29 à 45.

RICKARD, M.J., 1965 - **Taconic Orogeny in the Western Appalachians: Experimental Application of Microtextural Studies to Isotopic Dating.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 76, pages 523-536.

RIVA, J., 1966 - **Upper Levis Graptolites from Gowansville, Southern Quebec.** Journal of Paleontology; volume 40, no. 1, pages 220-221, abstract.

_____ 1974 - **On the age and stratigraphic position of the Stanbridge Slate and its limestone conglomerates, the Utica Shale and its Iberville facies to the north of Lake Champlain.** 9th annual meeting of the Geological Society of America; abstracts with programs of the northeastern section, page 66.

RODGERS, J., 1937 - **Stratigraphy and structures in the Upper Champlain Valley:** Bulletin Geological Society America; 48, pages 1573-1588, 4 figures.

RONDOT, J., 1972 - **La transgression ordovicienne dans Charlevoix, Québec.** Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 9, pages 1187-1203.

ROSS, R.P., 1963 - **Constellaria from the Chazyan (Ordovician), Isle La Motte, Vermont.** Journal of Paleontology; 37, 1, pages 51-56, planches 5 et 6.

_____ 1963a - **Ordovician cryptostome bryozoa, standard Chazyan series, New York and Vermont.** Bulletin de la Geological Society of America; 74, pages 577-608, 7 figures, 10 planches.

RUEDEMANN, R., 1921 - **Paleontologic contribution from the New York State Museum;** New York State Museum Bulletin pages 227-228.

SABINA, A.P., 1967 - **Rocks and Minerals for the Collector: Eastern Townships and Gaspé, Québec; and parts of New Brunswick.** Commission géologique du Canada; étude 66-51.

SCHUCHERT, C., 1937 - **Cambrian and Ordovician of northwest Vermont.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 48, pages 1001-1078.

SHAW, A.B., 1951 - **Paleonlology of Northwestern Vermont: New Late Cambrian trilobites.** Journal of Paleontology; volume 25, pages 97-114.

_____ 1954 - **Lower and lower Middle Cambrian faunal succession in northwestern Vermont.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 65, pages 1033-1046.

_____ 1958 - **Stratigraphy and structure of the St-Albans area, northwestern Vermont.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 69, pages 519-568, 1 carte géologique en couleurs.

SHETTON, J.S., 1966 - **Geology Illustrated.** W.H. Freeman & Co., San Francisco et Londres.

ST-JULIEN, P. - HUBERT, C., 1975 - **Evolution of the Taconian Orogen in the Quebec Appalachians.** American Journal of Science; volume 275-A, pages 337-362.

STONE, D.S., 1957 - **Origin and significance of breccias along the northwest side of Lake Champlain.** Journal of Geology; 65, pages 85-96, 4 planches, 1 table, 2 figures.

STONE, S.W. - DENNIS, J.G., 1964 - **The geology of the Milton quadrangle, Vermont.** Bulletin du Vermont Geologica Survey; 26, 79 pages, 7 figures, 6 planches, 1 carte en couleurs.

ULRICH, R.O., 1931 - **Naylor Ledge, a Marine Limestone of Canadian Age filling Caverns in Upper Ozarkian Formations.** Bulletin de la Geological Society of America; volume 42, no 1, page 348.

VAN INGEN, G., 1901 - **Potsdam Sandstone of the Lake Champlain Basin.** New-York State Museum; bulletin 52.

VANUXEM, L., 1838 - **Geology of New York.** New York Geological Survey, 2 nd Report.

_____ 1842 - **Geology of New York, part 3 compising the survey of the third Geologic district,** New York Geological Survey.

WALCOTT, C.D., 1912 - **Cambrian Brachiopoda.** United States Geological Survey, Memoir 51.

WELBY, C.W., 1961 - **Bedrock geology of the central Champlain Valley of Vermont.** Bulletin du Vermont Geological Survey; 14, 296 pages, 19 figures, 13 planches, 5 tables, 1 carte en couleurs.

WHEELER, R.R., 1942 - **Cambrian Ordovician boundary in the Adirondack Border region.** American Journal of Science; 240, pages 518-524.

WHITFIELD, R.P., 1886 - **Notice of geological investigation along the eastern shore of Lake Champlain,** Bulletin American Museum of Natural History; article 42, pages 295-345, planches 24-34.

WILSON, A.E., 1937 - **Erosional intervals indicated by Contacts in the Vicinity of Ottawa, Ontario;** Royal Society of Canada Transaction, Serie 3, volume 31, Section 4, page 4560.

WILSON, A., 1946 - **Geology of the Ottawa, St-Lawrence Lowland, Ontario and Quebec.** Commission géologique du Canada; mémoire 241.

ANNEXE 1

FORAGE PETROLIERS

FORAGES PETROLIERS DANS LA REGION CARTOGRAPHIEE (TIRE DES PUBLICATIONS S-75 ET EN.G-5; VOIR REFERENCES M.R.N. 1969 et 1974 DANS LA BIBLIOGRAPHIE).

No	Forage	Description	Profondeur
36	Coupal no 1	Mort-terrain	0-63'
		Utica-Lorraine	63-240'
		Sill de syénite	240-250'
		Utica-Lorraine	250-310'
		Sill de syénite	310-320'
		Utica-Lorraine	320-830'
		Sill syénite	830-840'
		Utica-Lorraine	840-1050'
38	Eastern Canada no 1	Mort-terrain	0-60'
		Utica-Trenton	60-2050'
		Trenton	2050-2980'
		Trenton (Montréal et Mile End)	2980-3980'
		Black River (Leray)	3980-3990'
		Black River (Lowville)	3990-4060'
		Black River (Pamelia)	4060-4080'
		Clazy (Laval)	4080-4750'
39	Eastern Canada no 2	Mort-terrain	0-20'
		Trenton (Montréal)	20-250'
		Trenton (Mile End)	250-300'
		Black River (Leray)	300-310'
		Black River (Lowville)	310-330'
		Chazy (Laval)	330-800'
		Beekmantown (Beauharnois)	800-2013'
40	Eastern Canada no 3	Mort-terrain	0-38'
		Utica-Trenton	38-1200'
		Trenton (Mile End)	1200-2060'
		Black River (Leray)	2060-2070'
		Black River (Lowville)	2070-2120'
		Black River (Pamelia)	2120-2140'
		Chazy (Laval)	2140-2760'
		Beekmantown (Beauharnois)	2760-3198'
41	Eastern Canada no 4	Mort-terrain	0-20'
		Shale gris foncé et Siltstone gris pâle	20-2200'
		Shale gris foncé	2200-4070'
42	Eastern Canada no 5	Mort-terrain	0-40'
		Lorraine inférieur	40-400'
		Shale de l'Utica	400-2100'
		Shale du Trenton	2100-4580'
		Calcaire de Trenton	4580-4604'
43	Eastern Canada Gas Oil no 6 St-Blaise	Mort-terrain	0-60'
		Chazy	60-97'
		Beekmantown (Beauharnois)	97-1890'
		Beekmantown (March)	1890-2140'
		Potsdam	2140-2177'

FORAGES PETROLIERS (fin)

No	Forage	Description	Profondeur
44	Eastern Canada Gas et Oil no 7 St-Jean	Mort-terrain	0-15'
		Trenton inf. (Deschambault)	15-45'
		Black River (Leray)	45-80'
		Chazy (Laval)	80-530'
		Beekmantown (Beauharnois)	530-835'
45	Eastern Gas et Oil no 9 Ste-Anne de Sabrevois	Mort-terrain	0-53'
		Lorraine inférieur	53-450'
		Utica	450-1750'
		Trenton supérieur	1750-2650'
		Trenton moyen (Montréal)	2650-3550'
		Trenton inf. (Deschambault)	3550-3650'
		Black River	3650-3750'
		Chazy	3750-3940'
76	Lozo et Joseph no 1	Mort-terrain	0-65'
		Utica	65-1587'
77	Lozo et Joseph no 2	Mort-terrain	0-60'
		Utica	60-1676'
		Shale de l'Utica supérieur et moyen	1676-2600'
		Calcaire du Trenton moyen	2600-3122'
120	Senigon no 1	Mort-terrain	0-25'
		Utica (Iberville)	25-368'
		Trenton (Stony Point)	368-2124'
		Calcaire de Trenton avec interlits de shale calcareux.	2124-2296'
157	Canac-BP-Sisque Brossard no 1	Mort-terrain	0-20'
		Utica	20-578'
		Calcaire Trenton	578-1385'
		Black River	1385-1503'
		Calcaire Chazy	1503-1833'
		Grès Chazy	1833-2005'
		Beekmantown	2005-2757'
		Grès dolomitique	2757-3426'
		Grès Potsdam	3426-4424'
		Potsdam inférieur	4424-4754'
166	Shell St-Armand Ouest no 1	Iberville	50-4316'
		Faille de Stony Point	4316-5298'
		Iberville	5298-5416'
		Stony Point	5416-5910'
		Calc. argil. Trenton	5910-6390'
		Deschambault	6390'-6465'
		Black River	6465-6534
		Chazy	6534-6805'
		Beekmantown Providence Island	6805-7770
		Beauharnois	7770-8112
		March	8112-8890
		Cambrien supérieur	
		Carbonates	8890-9196
		Roches clastiques	9196-10270
		Covey Hill	10270-12310
		Cambrien inférieur	12310-12493
		Carbonate	
		Roches clastiques	

ANNEXE 2

Coupes de la formation de Strites Pond dans quatre carrières de la région de Lacolle. Traduction de textes de Gilmore (1971).

A - CARRIERE DE LA *MISSISQUOI STONE AND MARBLE*

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
38	Couvert; épaisseur estimée.	24.40	126.39
37	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 5% calcite cristalline très grossière, matériel argileux entourant les cristaux; aucune porosité visible.	1.45	101.99
36	Calcaire, calcilutite gréseuse, gris pâle, 40 à 50% intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 20% de grains de quartz bien arrondis à légèrement arrondis; aucune porosité visible. Contact supérieur irrégulier.	0.28	100.54
35	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 40% intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 20% de calcite grossièrement à très grossièrement cristalline, stylolite denticulaires parallèles au litage; aucune porosité visible. Des fragments de calcaire gréseux du lit sous-jacent sont présents dans les derniers 8 cm à la base de ce lit.	0.30	100.26
34	Calcaire, calcilutite tacheté, gris moyen, 15% calcite cristalline à grains très grossiers alignés parallèlement au litage. Contact avec le lit sus-jacent très irrégulier et recouvert de 1 mm de calcilutite gris foncé.	5.18	99.96
33	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 2% calcite cristalline grossière à très grossière, 1% illite verte en lamines d'égales épaisseurs, continues et non parallèles; aucune porosité visible.	1.77	94.78
32	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 10% illite verte en lamines continues, ondulantes et parallèles; aucune porosité visible.	0.36	93.01
31	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 5% illite verte en lamines continues, parallèles, d'égales épaisseurs; aucune porosité visible.	0.89	92.65

A - CARRIERE DE LA *MISSISQUOI STONE AND MARBLE* (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
30	Calcaire, calcilutite, gris pâle;	1.01	91.76
29	Calcaire, calcilutite argileuse, gris très pâle, gris verdâtre ou gris verdâtre foncé en lamines continues, ondulantes, non parallèles.	0.13	90.75
28	Calcaire, calcilutite, gris pâle; aucune porosité visible.	0.84	90.62
27	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 60% intraclastes et/ou pelotes dans une sparite, 2% grains de quartz moyens; aucune porosité visible.	0.71	89.78
26	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% intraclastes et/ou pelotes dans une sparite, 1% de grains de quartz moyens; aucune porosité visible.	1.22	89.07
25	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 1% de grains de quartz moyens; trace de lamines argileuses.	0.91	87.85
24	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 2% de grains de quartz.	0.76	86.94
23	Calcaire, calcilutite gréseuse, gris très pâle, 10% de grains de quartz moyennement subanguleux à arrondis; aucune porosité visible.	0.98	86.18
22	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 5% illite verte en lamines continues parallèles, d'égales épaisseurs, 5% de calcite grossièrement cristalline; aucune porosité visible.	0.91	85.20
21	Calcaire, calcilutite argileuse, gris pâle, 15% illite verte en lamines d'égales épaisseurs, parallèles et continues, 5% de calcite cristalline grossière, 2% grains de quartz moyens; aucune porosité visible.	0.15	84.29
20	Calcaire, calcilutite gréseuse, gris pâle, 30% intraclastes et/ou pelotes dans une sparites 15% de grains de quartz, arrondis à très bien arrondis, sphéricité élevée, 2% illite verte; aucune porosité visible.	1.52	84.14

A - CARRIERE DE LA *MISSISQUOI STONE AND MARBLE* (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
19	Shale calcareux, gris verdâtre.	0.15	82.62
18	Calcaire, calcilutite, blanc, 2% illite en lamines d'égales épaisseurs, parallèles et continues; aucune porosité visible.	4.47	82.47
17	Calcaire, calcilutite, blanc, 5% illite en lamines d'égales épaisseurs, parallèles, continues, 1% pyrite; aucune porosité visible.	0.61	78.00
16	Calcaire, calcilutite gréseuse, gris pâle, 30% grains de quartz, moyens; de l'illite verte forme des lamines ondulantes, non parallèles et continues, 2% de calcite cristalline grossière; aucune porosité visible.	2.74	77.39
15	Calcaire, calcilutite gréseuse par endroits, gris très pâle, les 13 cm supérieurs sont composés de grès à grain moyen, illite en lamines continues, parallèles et d'égales épaisseurs, 3% de calcite cristalline grossière à très grossière; aucune porosité visible.	0.23	74.65
14	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 50 à 60% intraclastes et/ ou pelotes dans une matrice de calcite cristalline, 2% de calcite cristalline grossière, 1% de grains de quartz; aucune porosité visible.	4.27	74.42
13	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 50 à 60% intraclastes et/ ou pelotes dans une matrice de calcite cristalline, 2% de calcite cristalline grossière, 1% de grains de quartz; aucune porosité visible.	0.51	70.15
12	Calcaire, calcilutite, orange jaunâtre à la base devenant graduellement gris très pâle, 5 à 7% de calcite cristalline, grossier moyen à très grossier, 3% de grains de quartz moyens. Les 8 cm supérieurs contiennent 7% de grains de quartz et 2% de lamines continues, ondulantes et parallèles d'illite verte; aucune porosité visible.	0.91	69.64

A - CARRIERE DE LA *MISSISQUOI STONE AND MARBLE* (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
11	Calcaire, calcilutite, gris très pâle; les 5 cm supérieurs contiennent 30% des grains de quartz fins à moyens sub-anguleux à arrondis, sphéricité modérée, 5% de lamines de matériel argileux d'égales épaisseurs, parallèles et continues; aucune porosité visible.	0.61	68.73
10	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% pelotes et/ou intraclastes dans une matrice de calcite finement cristalline, trace de pyrite; aucune porosité visible.	1.62	68.12
9	Calcaire, calcilutite, gris très pâle et rose grisâtre, 55% pelotes et/ou intraclastes dans une calcite cristalline fine, aucune porosité visible. Les 30 cm supérieurs contiennent 15% d'illite verte en lamines ondulantes et non parallèles.	1.52	66.50
8	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 3% de calcite cristalline grossière à très grossière; aucune porosité visible.	1.83	64.98
7	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 60% intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 1% de calcite grossièrement cristalline; aucune porosité visible.	1.11	63.15
6	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen; stylolites parallèles au litage contenant de l'illite verte; 1% pyrite; aucune porosité visible.	4.80	62.04
5	Shale calcareux, gris verdâtre foncé, illite		
4	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% pelotes et/ou intraclastes dans une calcite finement cristalline, 2% stylolites; aucune porosité visible.	0.51	57.24
3	Grès, calcareux, quartzique, orange grisâtre, 50% de grains de quartz fins à moyens, arrondis à très bien arrondis, sphéricité moyenne à élevée, triage moyen, 5% de rhomboèdres de dolomite, 1% de lamines d'illites	0.61	56.73

A - CARRIERE DE LA *MISSISQUOI STONE AND MARBLE* (fin)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
	d'égales épaisseurs, parallèles et continues, trace de pyrite; aucune porosité visible.		
2	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 20% de dolomie moyennement et grossièrement cristalline; aucune porosité visible.	1.83	56.12
1	Couvert.	54.29	54.29

B - CARRIERE MESSIER

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
26	Couvert		
25	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; altération gris pâle.	1.62	47.09
24	Calcaire, calcarénite, gris pâle moyen; aucune porosité visible; altération gris pâle.	0.13	45.47
23	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 5% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; altération gris pâle.	0.35	45.34
22	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 40% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; altération gris pâle.	0.61	44.99
21	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 10% de calcite très grossièrement cristalline, stylolites denticulaires parallèles au litage à intervalles réguliers de 2 à 5 cm; petite quantité de grains de quartz et d'illite verte; aucune porosité visible. Diaclases verticales de 2 cm de largeur remplies de calcite cristalline grossière.	2.62	44.38

B - CARRIERE MESSIER (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
20	Calcaire, calcilutite, blanc, stylolites denticulaires régulièrement espacés (2 à 5 cm), intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; aucune porosité visible; altération gris très pâle.	2.74	41.76
19	Calcaire, calcilutite argileuse gris très pâle, 20% d'illite gris verdâtre foncé en lamines d'égales épaisseurs, parallèles et continues; 10% de grains de quartz.	0.13	39.02
18	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 40% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 10% de dolomie réticulaire, 15% d'illite verte près du sommet du lit; aucune porosité visible.	1.83	38.89
17	Hiatus	5.79	37.06
16	Calcaire, calcilutite gréseuse, gris pâle, lamines parallèles continues et d'égales épaisseurs, 7% de grains de quartz moyennement subarrondis à arrondis, de sphéricité élevée; aucune porosité visible.	0.25	31.27
15	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen; stylolites denticulaires, parallèles au litage; aucune porosité visible.	3.53	31.02
14	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen; stylolites denticulaires, parallèles à la stratification; aucune porosité visible; altération gris pâle.	0.08	27.49
13	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; altération gris pâle.	2.79	27.41
12	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 15% de dolomie réticulaire finement à moyennement cristalline 3% d'illite verte en stylolites, parallèles au litage; aucune porosité visible. La dolomitisation augmente vers le sommet du lit avec une dolomie grossièrement cristalline de couleur grise très pâle et 7% de calcite non remplacée.	2.79	24.62

B - CARRIERE MESSIER (fin)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
11	Calcaire, calcilutite, gris moyen, 7% de dolomie réticulaire; aucune porosité visible.	0.93	21.83
10	Dolomie hypidiotopique, gris très pâle, grossièrement cristalline, 15% de calcite non remplacée; aucune porosité visible. Diaclases verticales 0.5 à 3 mm de largeur remplies de dolomie microcristalline.	0.18	20.90
9	Calcaire, calcilutite, gris foncé moyen, 2% de dolomie réticulaire moyennement cristalline; aucune porosité visible.	0.20	20.72
8	Calcaire, calcilutite, gris moyen, lamines gréseuses ondulantes continues et parallèles; près du sommet du lit, 2 à 15% de dolomie moyennement à grossièrement cristalline augmentant en pourcentage vers le sommet du lit; grains de quartz fins à moyens subarrondis à arrondis; aucune porosité visible.	1.80	20.52
7	Calcaire, calcilutite, gris foncé moyen, 55% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; stylolites suivent les laminations algaires. Stromatolites en dôme composent approximativement 30% du lit.	0.18	18.72
6	Dolomie microcristalline, gris foncé moyen; aucune porosité visible.	0.02	18.54
5	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 15% de dolomie moyennement à grossièrement cristalline; aucune porosité visible.	0.43	18.52
4	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, lamines ondulantes, parallèles et discontinues; aucune porosité visible.	1.37	18.09
3	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 15% de dolomie moyennement à grossièrement cristalline; aucune porosité visible.	1.11	16.72
2	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 5% de dolomie réticulaire finement cristalline.	0.36	15.61
1	Couvert.	15.25	15.25

C - CARRIERE SAINT-ARMAND

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
55	Couvert.	9.15	130.10
54	Calcaire, calcilutite, gris foncé moyen, 1% de stylolite monticulaires à denticulaires, parallèles au litage, 1% de calcite moyennement cristalline.	0.98	120.95
53	Dolomie, gris foncé moyen, microcristalline, 2% de lamines argileuses d'égales épaisseurs, parallèles et continues; aucune porosité visible.	0.55	119.97
52	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, lamines parallèles d'égales épaisseurs, 7% d'illite gris verdâtres, 2% de calcite grossièrement cristalline.	0.15	119.42
51	Calcaire, calcilutite, gris moyen, stylolites denticulaires, 2% de calcite moyennement à grossièrement cristalline; les 18 à 20 cm supérieurs ont 15% de calcite moyennement à très grossièrement cristalline, bigarrée, approximativement parallèle au litage.	1.67	119.27
50	Calcaire, calcilutite, gris moyen; aucune porosité visible.	1.47	117.60
49	Shale calcareux, gris verdâtre foncé.	.02	116.13
48	Calcaire, calcilutite, gris moyen, lamines ondulantes, parallèles à non parallèles, continues à discontinues; 15% d'illite verte.	0.32	116.11
47	Dolomie xénotopique gris moyen, finement cristalline; altération orange grisâtre.	0.55	115.79
46	Calcaire, calcilutite, gris moyen, lamines argileuses, fines, ondulantes, à épaisseurs égales, parallèles et continues; 30% d'illite verte.	0.42	115.24
45	Calcaire, calcilutite, gris moyen, 15% moyennement à grossièrement cristallin, bigarré,	2.30	114.82

C - CARRIERE SAINT-ARMAND (suite)

Unité	Lithologie	Épaisseur (m) Unitaire	Cumulée
	parallèle au litage, stylolites denticulaires, parallèles au litage.		
44	Calcaire, calcilutite, gris moyen, 40% d'illite verte en lamines d'égales épaisseurs, parallèles et continues.	0.15	112.52
43	Calcaire, calcilutite, gris foncé moyen; lamines argileuses ondulantes, continues et non parallèles; 5% d'illite verte, 1% de fragments de fossiles (gastéropodes).	0.45	112.37
42	Shale calcareux, gris verdâtre foncé; 5% de calcite grossièrement à très grossièrement cristalline.	0.10	111.92
41	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite cristalline, 2% de grains de quartz moyens, 1% de minces lamines d'illite gris verdâtre.	1.54	111.82
40	Calcaire, calcilutite, gris pâle, stylolites denticulaires, parallèles au litage; aucune porosité visible.	0.12	110.28
39	Calcaire argileux gris verdâtre foncé.	0.61	110.16
38	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 40% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite cristalline, 5% de calcite grossièrement cristalline, bigarrée parallèlement au litage.	1.52	109.55
37	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines très minces, argileuses, continues, d'égales épaisseurs et parallèles, 2% de grains de quartz moyens, 10% de calcite grossièrement cristalline, 1% d'illite gris verdâtre.	0.71	108.03
36	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses, ondulantes, parallèles et continues, 30% d'illite gris verdâtre foncé. Diaclases remplies de calcite rose très grossièrement cristalline.	0.45	107.32

C - CARRIERE SAINT-ARMAND (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
35	Calcaire, calcilutite gréseuses, gris très pâle, lamines argileuses d'égales épaisseurs, parallèles et continues, 10% de grains de quartz à grain moyen et grossier, 15% d'illite gris verdâtre foncé, 5% de calcite grossièrement à très grossièrement cristalline.	0.71	106.87
34	Calcaire, calcilutite, gris pâle, lamines argileuses, ondulantes, parallèles et continues, 15% d'illite gris verdâtre foncé.	0.50	106.16
33	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 45% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite cristalline, 2% de calcite grossièrement cristalline.	1.47	105.66
32	Calcaire, calcilutite, gris pâle, minces lamines argileuses, non parallèles, ondulantes et continues, 10% d'illite gris verdâtre foncé.	0.52	104.19
31	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 60% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 3% de grains de quartz moyens.	1.37	103.67
30	Conglomérat intraformationnel, gris très pâle, 10% de grains de quartz moyens.	1.27	102.30
29	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 60% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 1% de pyrite.	0.63	101.03
28	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses, ondulantes, parallèles et continues, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 7% d'illite gris verdâtre foncé.	0.55	100.40
27	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 55% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline.	0.68	99.85
26	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 1% de pyrite.	0.63	99.17
25	Calcaire, calcilutite, gris moyen, 50% d'intraclastes et/ou		

C - CARRIERE SAINT-ARMAND (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
	pelotes dans une calcite finement cristalline.	0.76	98.54
24	Calcaire, calcilutite, gris pâle, minces lamines argileuses parallèles, uniformes et continues, 1% d'illite gris verdâtre. Séparé au-dessous et au-dessus par de minces séparations de shale.	0.25	97.78
23	Calcaire, calcilutite, gris pâle, séparé au-dessous et au-dessus par de minces séparations de shale.	1.11	97.53
22	Calcaire, calcilutite, blanc; moitié supérieure contient de petites quantités de grains de quartz moyens et d'illite verte. Séparé au-dessous et au-dessus par de minces séparations de shale vert.	1.11	96.42
21	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 7% de calcite grossièrement cristalline, 3% de calcite cristalline à grain moyen.	1.40	95.31
20	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses, ondulantes, parallèles et continues, 40% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite cristalline, 7% d'illite verte, 1% de calcite finement et moyennement cristalline, 1% de grains de quartz moyens.	0.40	93.91
19	Calcaire, calcilutite, blanc, 1% de calcite cristalline à grain moyen et grossier.	0.15	93.51
18	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses très minces uniformes, parallèles et continues, 60% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 3% d'illite gris verdâtre foncé, 1% de pyrite.	0.20	93.36
17	Calcaire, calcilutite bigarrée, gris moyen à blanc, 35% de calcite cristalline à grain grossier et très grossier; aucune porosité visible.	2.62	93.16

C - CARRIERE SAINT-ARMAND (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
16	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses uniformes, parallèles et continues, 20% d'illite verte, 5% de grain de quartz à grain moyen et subarrondi, 2% de calcite grossièrement cristalline, 1% de pyrite.	0.18	90.54
15	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses uniformes, parallèles et continues, 30% d'illite verte, 7% de grains de quartz, subarrondis, moyens, 2% de calcite grossièrement cristalline, 1% de pyrite.	0.28	90.36
14	Calcaire, calcilutite argileuse et arénacée dans la partie centrale du lit, blanc et gris verdâtre foncé dans les portions argileuses.	0.61	90.08
13	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, intraclastes et/ou pelotes (0.16 - 0.48 mm) dans une calcite fine.	0.66	89.47
12	Shale calcareux, gris verdâtre foncé.	0.12	88.81
11	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline; aucune porosité visible.	0.71	88.69
10	Conglomérat intraformationnel, gris pâle, cailloux de grès calcareux à grain moyen et de calcaire dans une matrice de cristaux de calcite.	0.17	87.98
9	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, stylolites denticulaires, parallèles au litage.	0.40	87.81
8	Calcaire, calcilutite, blanc, 55% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline.	0.35	87.41
7	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses très minces, uniformes, parallèles et continues, 50% de pelotes et/ou intraclastes dans une calcite finement cristalline.	0.61	87.06

C - CARRIERE SAINT-ARMAND (fin)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
6	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline.	0.71	86.45
5	Calcaire, calcilutite, blanc 6% de grains de quartz moyens et 5% d'illite gris verdâtre foncé, les deux en lamines minces et dispersées.	0.35	85.74
4	Calcaire, calcilutite, gris très pâle; aucune porosité visible.	0.96	85.39
3	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines argileuses ondulantes, non parallèles et continues, 20% d'illite verte.	0.28	84.43
2	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 60% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline.	0.58	84.15
1	Couvert.	83.57	83.57

D - CARRIERE METHE ET FRERES

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
31	Couvert, épaisseur estimée	21.35	128.01
30	Calcaire, calcilutite, blanc, lamines argileuses parsemées, uniformes, parallèles et continues; petite quantité d'illite verte.	0.30	106.66
29	Calcaire, calcilutite, blanc, lamines argileuses parsemées, uniformes, parallèles et continues, petite quantité d'illite verte.	0.76	106.36
28	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 20% gris verdâtre foncé, minces lamines d'illite parallèles et continues.	0.10	105.60
27	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 40% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite cristalline, 5% de calcite cristalline, 3% grains de quartz moyens.	1.22	105.50

D - CARRIERE METHE ET FRERES (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
26	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 5% d'illicite gris verdâtre en lamines uniformes, parallèles et continues.	0.61	104.28
25	Calcaire, calcilutite bigarrée, blanc, 20% de calcite cristalline à grain grossier et très grossier, alignée subparallèlement au litage. La partie basale de ce lit est arénacée et contient de l'illite verte et apparait, par endroits, comme un conglomérat intraformationnel. Quelques fragments de calcaire orange grisâtre et probablement sujets aux intempéries avant leur déposition.	2.33	103.67
24	Calcaire, calcilutite, blanc, lamines uniformes, parallèles continues, 30% d'illite gris verdâtre, 5% de grains de quartz moyens, arrondis et de sphéricité élevée.	0.15	101.34
23	Calcaire, calcilutite, blanc, 50% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 5% de calcite cristalline à grain moyen et grossier, 2% de grains de quartz moyens, arrondis et de haute sphéricité.	0.47	101.19
22	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 10% d'illite gris verdâtre, 2% de calcite grossièrement cristalline.	0.32	100.72
21	Calcaire, calcilutite, gris très pâle. Moitié inférieure, lamines uniformes, parallèles et continues, 5% d'illite gris verdâtre et 2% de grains de quartz moyens subarrondis et de haute sphéricité.	0.47	100.40
20	Calcaire, calcilutite gréseuses, gris pâle, 30% grains de quartz subarrondis à arrondis, de faible à moyenne sphéricité; aucune porosité visible.	0.15	99.93
19	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 5% de calcite cristalline, grossière et très grossière.	1.90	99.78

D - CARRIERE METHE ET FRERES (suite)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
18	Grès, calcareux et quartzique, gris rosâtre, lamines d'illite verte, uniformes, parallèles et non continues, 50% de grains de quartz moyens, subarrondis à bien arrondis. Devient un shale calcareux illitique vers le sommet du lit.	0.48	97.88
17	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 55% d'intraclasts et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 3% de calcite grossièrement cristalline.	0.76	97.40
16	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines ondulantes, parallèles et non parallèles, continues, 30% d'intraclastes et/ou pelotes dans une matrice de calcite cristalline, 25% d'illite verte, 5% de calcite grossièrement et très grossièrement cristalline arrangée en lamines discontinues et non parallèles, 1% de pyrite.	0.76	96.64
15	Calcaire, calcilutite, gris pâle, 1% de calcite cristalline à grain moyen et grossier, trace de pyrite.	1.83	95.88
14	Calcaire, calcilutite, gris moyen, 1% de calcite grossièrement cristalline.	1.83	94.05
13	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, 5% de calcite grossièrement et très grossièrement cristalline, 1% de stylolites parallèles au litage.	0.91	92.22
12	Calcaire, calcilutite, gris pâle, lamines ondulantes, parallèles et continues, 3% d'illite verte, 1% de pyrite.	0.47	91.31
11	Calcaire, calcilutite, blanc, stylolites parallèles au litage, 3% de calcite grossièrement cristalline.	1.03	90.84
10	Calcite, calcilutite, blanc, lamines ondulantes, non parallèles, continues, 15% de calcite grossièrement cristalline, 10% d'illite verte.	0.18	89.81

D - CARRIERE METHE ET FRERES (fin)

Unité	Lithologie	Epaisseur (m) Unitaire	Cumulée
9	Calcite, calcilutite, gris pâle, lamines uniformes, ondulantes, non continues; près du sommet du lit, 2% d'illite verte. Diaclases perpendiculaires au litage, 1.3 à 5 cm de largeur, remplies de calcite rose.	0.86	89.63
8	Calcaire, calcilutite, blanc, lamines minces uniformes, parallèles et continues, 1% d'illite verte, 1% de pyrite; aucune porosité visible.	0.40	88.77
7	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, lamines uniformes, parallèles et continues, 5% d'illite verte, 1% de pyrite; aucune porosité visible.	0.07	88.37
6	Calcaire, calcilutite, gris pâle moyen, 55% d'intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline, 5% de calcite grossièrement et très grossièrement cristalline.	0.45	88.30
5	Calcaire, calcilutite bigarrée, gris moyen, 20% de calcite cristalline à grain grossier et très grossier arrangée subparallèlement au litage, 3% de matériel argileux; aucune porosité visible.	3.35	87.85
4	Calcaire, calcilutite, gris très pâle, intraclastes et/ou pelotes dans une calcite finement cristalline.	1.22	84.50
3	Calcaire, calcilutite, blanc, lamines uniformes, parallèles et continues, 3% d'illite verte. L'illite augmente vers la base.	0.28	83.28
2	Calcaire, calcilutite, gris très pâle; aucune porosité visible.	0.35	83.00
1	Couvert.	82.65	82.65

ANNEXE 3

LAMES MINCES DES DYKES

Echantillon Localisation	Description
G-46-76 N-D-de- Stanbridge D-2	**Diabase** Excellente texture ophitique. Plagioclase - Un peu de sériciti sation. Pyroxène - Cristaux de hornblende pour la plupart altérés et de couleur brunâtre. Quelques reliques de pyroxène. Un peu d'altération à la chlorite. Magnétite très fréquente. Pyrite en petite quantité. Apatite comme minéral accessoire.
G-50-C-76 Sainte-Sabine D-3	**Diabase** Bonne texture ophitique. Abondants phénocristaux de clinopyroxène et rares phénocristaux de plagioclase. Quelques phénocristaux de pyroxène sont entièrement remplacés par de la chlorite, de la calcite et de la hornblende. Petits grains de hornblende brunâtre dans la matrice. Magnétite fréquente. Pyrite très fréquente. Biotite en petites masses rougeâtres; faible quantité.
G-67-76 Stanbridge-Station D-4	**Diabase** Hornblende brune. Plagioclase très finement cristallin. Quelques rares reliques de pyroxène. Magnétite en petite quantité. Pyrite en petite quantité.
G-70-76 Carrière Demix	**Trachyte** Lattes de plagioclase bien orientées et légèrement séricitisées. Un peu de quartz en grains isolés. Magnétite disséminée. Beaucoup de calcite provenant probablement de l'altération des plagioclases. Coloration par l'oxyde de fer.

Localités à stromatolites (1 à 6)

1 - Sur le côté sud du chemin de la station, à 800 m à l'ouest de Saint-Armand-Station. Formation de Solomons Corner. Voir figures 160, 161.
2 - Route de la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne, à quelques mètres de la frontière américaine. Formation de Strite Pond. Voir figures 95, 96.
3 - Ancienne carrière Messier. Formation de Strites Pond. Voir figure 97.
4 - Ancienne carrière de la compagnie Industrial Fillers. Formation de Strites Pond.
5 - Route du Petit-Henri, à l'endroit où celle-ci tourne vers le NW. Formation de Solomons Corner. Voir figure 169.
6 - Ancienne carrière au NW d'Henrysburg, côté sud de la route E-W à proximité de la route 15. Formation de Beauharnois, groupe de Beekmantown.

Localités à biohermes-biostromes (7 et 8)

7 - Biohermes composés de coraux et de bryozoaires, à environ 2800 m au SW de Girard, en bordure est du chemin de direction NW, à l'endroit où celui-ci tourne abruptement vers le SE. Formation de Laval, groupe de Chazy. Voir figures 34, 35.

8 - Biostrome contenant des stromatolites, des céphalopodes, des brachiopodes et des bryozoaires. Même localité que 1. Formation de Solomons Corner. Voir figure 145.

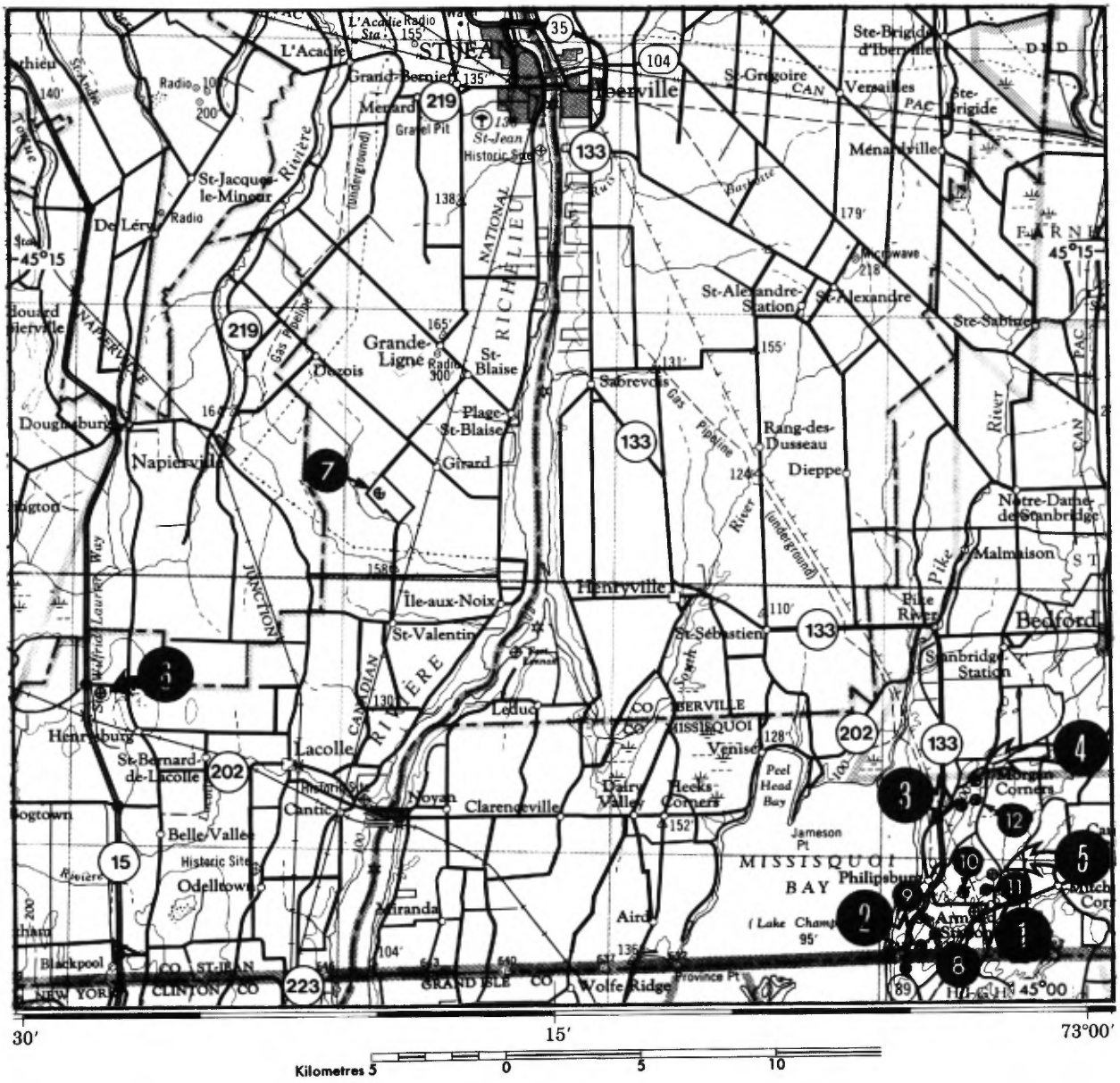
Localités à structures algaires (9 à 12)

9 - Passé l'extrémité est de la route de la cabane à sucre des Frères de l'Instruction chrétienne à la frontière américaine. Formation de Naylor Ledge. Voir figures 126, 127, 128.
10- Vallée du ruisseau Hastings, au nord de la route de la station. Vers le milieu de la coupe, à travers le boisé. Formation de Hastings Creek.
11- A proximité du carrefour de Saint-Armand-Station, au nord du chemin de la station. Affleurement sur les hauteurs à proximité des bancs massifs de calcaire. Ces structures algaires (figure 169) sont associées à des stromatolites, des gastéropodes et des bioforages (figures 166, 167, 170). Formation de Solomons Corner.
12- Carrière de la compagnie "Les Carrières de Saint-Armand Ltée". A la base de la coupe, à l'entrée de la descente de la carrière, le polissage glaciaire fait ressortir de magnifiques exemples des structures algaires. Formation de Strites Pond. Voir figure 104.

ANNEXE 4

Localités à stromatolites, à biohermes-biostromes et à structures algaires.

Plusieurs localités sont des plus intéressantes en ce qui a trait aux stromatolites, aux biohermes-biostromes et aux structures algaires. Nous les indiquons sur la figure ci-dessous et fournissons quelques détails ci-contre afin de faciliter l'accès aux personnes intéressées à les visiter.



Localités à stromatolites (1-6), à biohermes-biostromes (7-8) et à structures algaires (9-11).

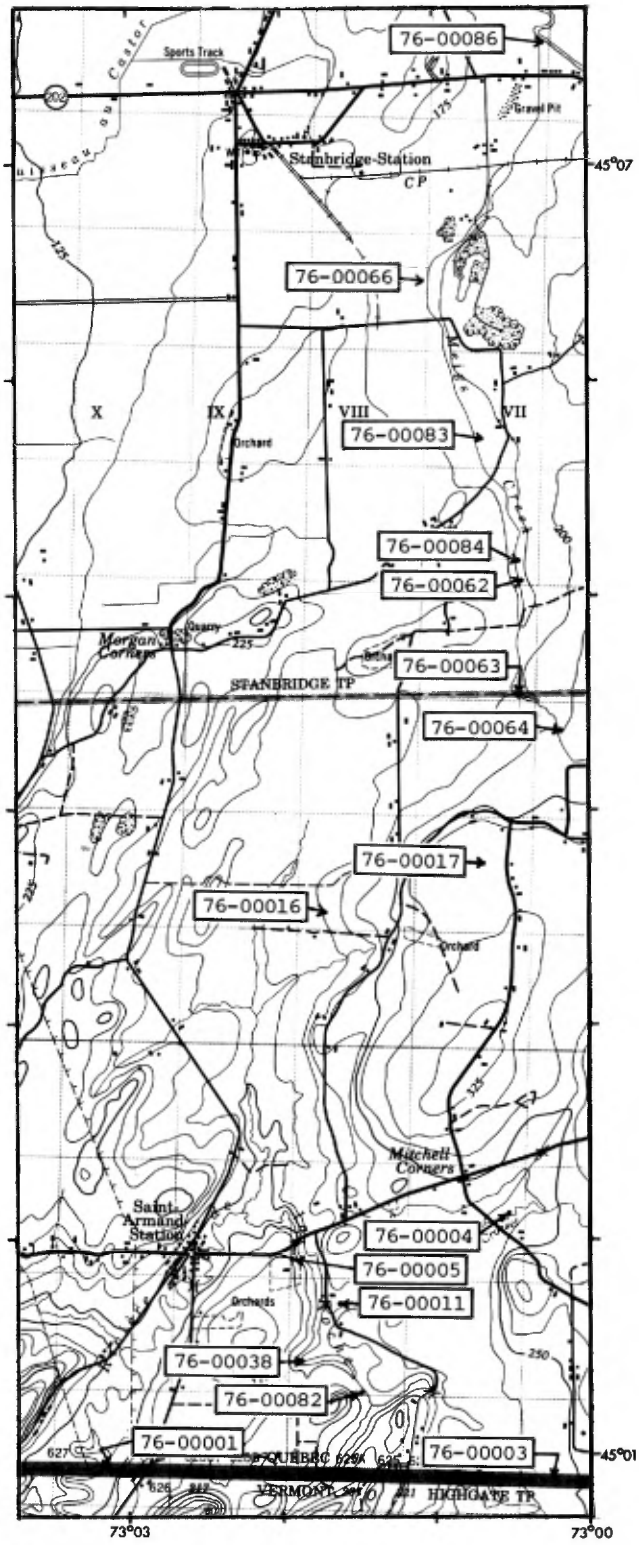
ANNEXE 5

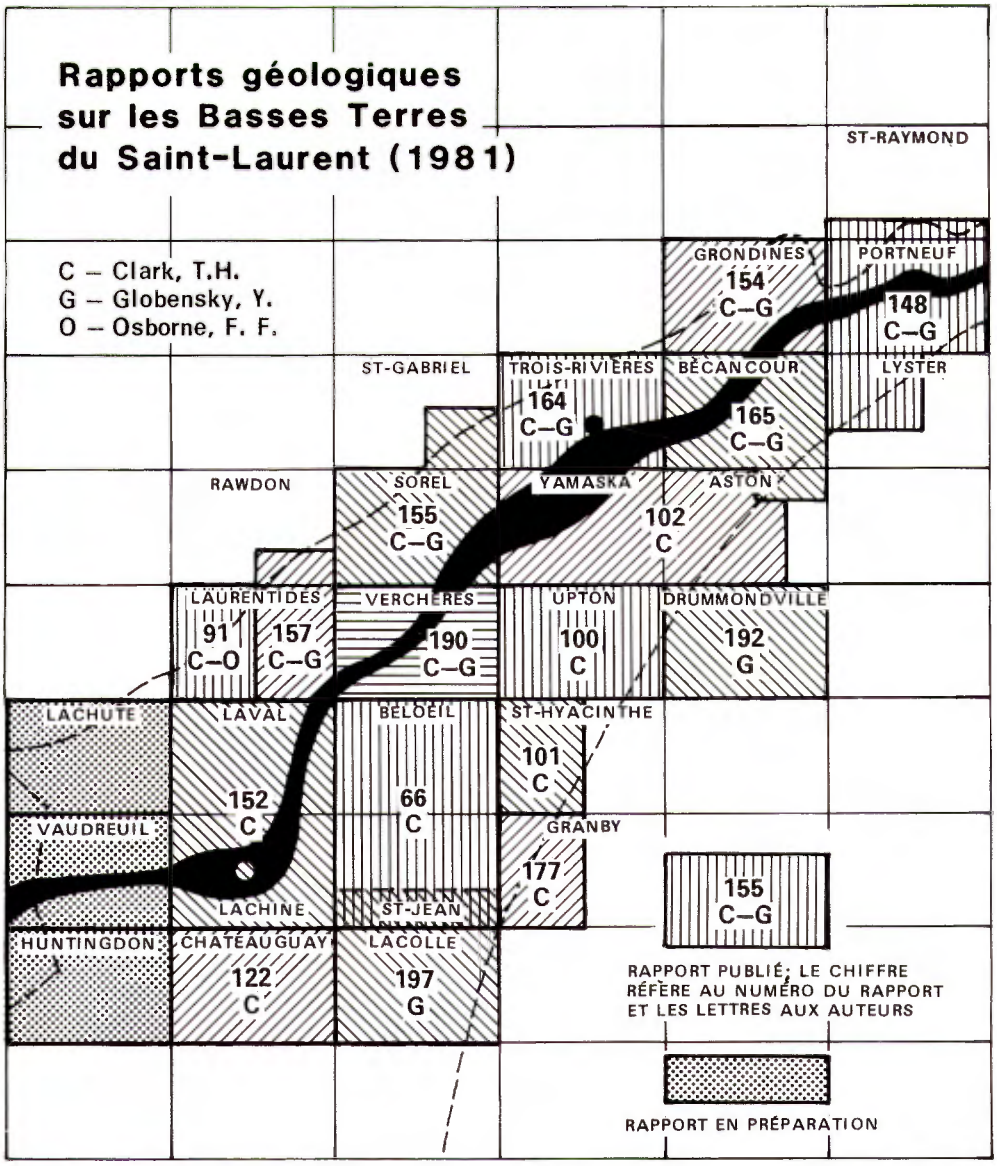
Echantillonnage des sédiments de ruisseaux

	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Mn	Ag
01	11	68	8	35	11	422	1
03	16	88	10	30	11	1258	1
04	7	46	3	13	6	452	1
05	6	50	7	20	6	668	1
11	4	38	3	15	6	184	1
16	10	66	4	33	9	454	1
17	7	50	8	19	5	358	1
38	7	52	6	25	11	556	1
62	6	28	4	11	5	194	1
63	9	68	14	30	15	1984	1
64	7	48	11	19	8	594	1
66	6	54	4	23	8	328	1
82	7	40	4	21	6	388	1
83	10	48	7	20	10	386	1
84	11	70	7	29	11	574	1
86	5	20	2	15	6	188	1

	U	Sn	As	Mo	Pf	Mg
01	1	2	33	5	2	20
03	2	2	36	10	12	70
04	1	2	23	10	4	20
05	1	2	31		2	25
11	2	2	18	5	4	20
16	4	2	42	15	5	20
17	3	2	36	15	1	25
38	1	2	35	5	6	30
62	1	2	14	5	1	5
63	1				6	
64	1	2			5	20
66	1	2	41	10	5	25
82	2	2	32	5	2	45
83	1	2	43	10	3	25
84	1	2	33	10	8	30
86	1	2	24	5	1	10

. Pf - Perte au feu (%)
. Résultats en ppm sauf pour Ag, As, Mo (en dixième de parties par million) et Mg (en parties par mille millions).
. Echantillons recueillis par Charbonneau (1979).





préparé par l'Edition géologique pour:
l'Editeur officiel du Québec.