

RG 177

Région de Granby (W)

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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

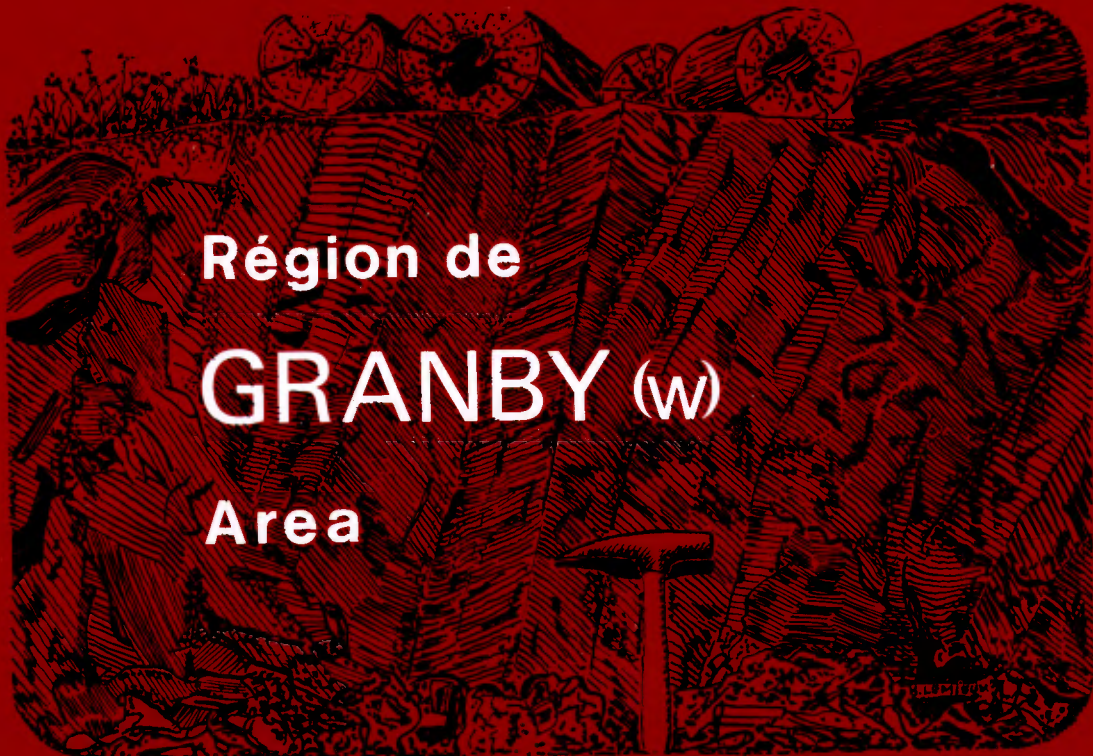
Québec 



MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES

DIRECTION GÉNÉRALE
DES MINES

SERVICE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL EXPLORATION SERVICE



Région de
GRANBY (w)
Area

RAPPORT GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL REPORT -177

T.H. CLARK

1977

COUVERTURE:

Effet de chevrons dans l'ardoise de
Mawcook. Voir la figure 48.

COVER:

*Chevron effect in Mawcook slate.
See Figure 48.*



MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE
DES MINES

SERVICE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL EXPLORATION SERVICE

Région de
GRANBY (W)
Area

RAPPORT GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL REPORT -177

T.H. CLARK

1977

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DU QUEBEC
ELEMENTS DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION

Clark, Thomas Henry, 1893-
Région de Granby (w) = Granby (w) area / T.H.
Clark ; [pour le] Ministère des richesses naturel-
les, Direction générale des mines, Service de l'ex-
ploration géologique. - Québec : la Direction, Ser-
vice de revision technique,
(Rapport géologique ; R-G.-177 = Geological re-
port : G.R.-177).

Bibliographie.

1. Géologie - Québec (Province) - Granby, Ré-
gion de. I. Québec (Province) Service de l'explo-
ration géologique. II. Titre. III. Titre: Granby
(w) area. (Collection: Québec (Province) Direction
générale des mines. Rapport géologique ; R.G.-177)
(Collection: Québec (Province) Direction générale
des mines. Geological report ; G.R.-177)
R5M5R31/177

TABLE DES MATIERES/TABLE OF CONTENTS

	Page
INTRODUCTION/INTRODUCTION	1
Localisation/Location	1
Population et accès/Population and access	3
Topographie et hydrographie/Topography and drainage	3
Ressources naturelles/Natural resources	5
Travaux antérieurs/Previous work	6
Présents travaux et remerciements/Field work and acknowledgements	9
GEOLOGIE GENERALE/GENERAL GEOLOGY	10
Groupe de Shefford/Shefford Group	14
Formation de Granby/Granby Formation	16
Lithologie/Lithology	17
Caractéristiques/Characteristics	24
Coupes/Sections	27
Formation de Mawcook/Mawcook Formation	38
Caractéristiques/Characteristics	39
Membre de Brandy Creek/Brandy Creek member	43
Membre d'ardoise vert olive/Olive green slate member	45
Dolomie de Dunham/Dunham dolomite	45
Complexe de Stanbridge/Stanbridge Complex	46
Ardoise et calcaire/Slate and limestone	47
Formations de l'avant-pays/Foreland formations	49
Succession normale/Normal succession	49
Complexe de Saint-Germain/Saint-Germain Complex	50
Calcaire Chazy/Chazy limestone	51
Groupe de Black River/Black River Group	53
Calcaire de Trenton/Trenton limestone	53
Shale Utica/Utica shale	56
Groupe de Lorraine/Lorraine Group	57
Groupe de Richmond/Richmond Group	58
Intrusions ignées/Igneous intrusions	62
Pluton de Yamaska/Yamaska pluton	62
Roches satellites/Satellitic rocks	62
TECTONIQUE/STRUCTURAL GEOLOGY	64
Formation de l'avant-pays/Foreland formations	66
Plis/Folds	69
Failles/Faults	69
Diaclases/Joints	72
Clivage/Cleavage	72
Brèche/Breccia	73
Groupe de Shefford/Shefford Group	75
Clivage et plis dans la formation de Mawcook/Cleavage and folds in Mawcook Formation	79
Plis et failles dans la formation de Granby/Folds and faults in Granby Formation	80
Complexe de Stanbridge/Stanbridge Complex	87
Clivage et plis/Cleavage and folds	89
Commentaires/Comments	91
Interrelations/Relationships	93
Pluton de Yamaska/Yamaska pluton	93
Complexes de Saint-Germain et de Stanbridge/Saint-Germain and Stanbridge Complexes	94
Groupe de Shefford et complexe de Stanbridge/Shefford Group and Stanbridge Complex	96
GEOLOGIE ECONOMIQUE/ECONOMIC GEOLOGY	103
Sable et gravier/Sand and gravel	104
Calcaire/Limestone	104
Ardoise/Slate	106
Pierre à bâtir/Building stone	106
REFERENCES/REFERENCES	107

LISTE DES TABLEAUX / LIST OF TABLES

1 - Coupe de la formation de Granby (Hofmann) / <i>Section of Granby Formation (Hofmann)</i>	30
2 - Coupe de la formation de Granby (Gold) / <i>Section of Granby Formation (Gold)</i>	32
3 - Fossiles Chazy dans le complexe de Saint-Germain / <i>Chazy fossils in the Saint-Germain Complex</i>	53
4 - Fossiles Trenton dans le complex de Saint-Germain / <i>Trenton fossils in the Saint-Germain Complex</i>	56
5 - Corrélation des affleurements de Darcy Corners avec les formations des Basses Terres / <i>Correlation of Darcy Corners exposures with the Lowland formations</i>	59

LISTE DES ILLUSTRATIONS / LIST OF ILLUSTRATIONS

FIGURES / FIGURES

1 - Localisation de la région / <i>Location of map-area</i>	2
2 - Géologie générale de la région de Granby et des environs / <i>General geology of Granby and adjacent areas</i>	13
3 - Formation de Granby, entre Angéline et Magenta / <i>Granby Formation, between Angéline and Magenta</i>	18
4 - Formation de Granby; structure anticlinale / <i>Granby Formation; anticlinal structure</i>	18
5 - Formation de Granby au sud et au nord de l'autoroute des Cantons de l'Est / <i>Granby Formation, south and north of Eastern Townships autoroute</i>	19
6-7-Formation de Granby, près de Saint-Alphonse / <i>Granby Formation, Saint-Alphonse area</i>	21
8-9-Formation de Granby, rivière Yamaska / <i>Granby Formation, Yamaska river</i> ..	22
10-12-Formation de Granby; anticlinaux / <i>Granby Formation; anticlinals</i>	23
13 - Formation de Granby; cylindres d'argile / <i>Granby Formation; clay galls</i> ..	28
14 - Formation de Granby; structure de déblai et remplissage / <i>Granby Formation; cut and fill structure</i>	28
15 - Formation de Granby; coupe de Hofmann / <i>Granby Formation; Hofmann's section</i> ..	29
16 - Formation de Granby; coupe de Gold / <i>Granby Formation; Gold's section</i> ...	29
17-18-Formation de Mawcook, rivière Mawcook / <i>Mawcook Formation, Mawcook river</i> .	41
19 - Formation de Mawcook, à l'est de Canrobert / <i>Mawcook Formation, east of Canrobert</i>	42
20 - Formation de Mawcook, à l'est de Milton-Est / <i>Mawcook Formation, east of Milton-Est</i>	42
21 - Géologie détaillée au nord-est de Farnham / <i>Detailed geology northeast of Farnham</i>	44
22 - Formation de Mawcook, membre d'ardoise vert olive / <i>Mawcook Formation, olive green member</i>	45
23 - Dolomie de Dunham / <i>Dunham dolomite</i>	46
24-25-Complexe de Stanbridge; au sud-est et au nord-est d'Adamsville / <i>Stanbridge Complex; southeast and northeast of Adamsville</i>	48
26 - Affleurements de Darcy Corners / <i>Darcy Corners outcrops</i>	61

27 - Pli dans la formation de Lorraine/ <i>Fold in Lorraine Formation</i>	70
28 - Plissements de bandes siliceuses dans le complexe de Saint-Germain/ <i>Folded siliceous bands in Saint-Germain Complex</i>	70
29 - Failles dans des filons-couches, rivière Yamaska / <i>Faults in sills, Yamaska river</i>	70
30 - Failles dans l'ardoise Lorraine, à Brodeur/ <i>Faults in Lorraine slate, at Brodeur</i>	71
31 - Diaclase et plis, au sud-est de Canrobert/ <i>Joint face and folds, south- east of Canrobert</i>	71
32 - Clivage, à Emileville/ <i>Cleavage, at Emileville</i>	71
33 - Clivage, partie sud-ouest de la région/ <i>Cleavage, southwest part of the area</i>	73
34 - Calcaire bréchiforme, carrière de Construction Saint-Paul/ <i>Brecciated limestone, St. Paul Construction quarry</i>	74
35 - Contorsions dans l'ardoise / <i>Contortions in slate</i>	74
36 - Anticlinal dans le grès de Granby/ <i>Anticline in Granby sandstone</i>	76
37 - Synclinal dans le grès de Granby/ <i>Syncline in Granby sandstone</i>	76
38 - Chevauchement dans le grès de Granby/ <i>Thrust fault in Granby sandstone</i>	76
39 - Plis compliqués dans le grès de Granby/ <i>Complicatedly folded Granby sandstone</i>	77
40 - Contact faillé, grès de Granby/ <i>Faulted contact, Granby sandstone</i>	77
41 - Couche faillée de grès argileux, grès de Granby/ <i>Faulted bed of shaly sandstone, Granby sandstone</i>	77
42 - Failles dans la formation de Mawcook/ <i>Faults in Mawcook Formation</i>	78
43 - Influence des grains sur le clivage, formation de Granby/ <i>Influence of grain size on cleavage, Granby Formation</i>	78
44 - Clivage sigmoïde, formation de Granby/ <i>Sigmoidal cleavage, Granby For- mation</i>	78
45 - Glissement du grès de Granby sur le groupe de Shefford/ <i>Sliding of Granby sandstone over rocks of the Shefford Group</i>	81
46 - Clivages dans la formation de Mawcook/ <i>Cleavages in Mawcook Formation</i> ..	81
47 - Chevrons dans l'ardoise de Mawcook, au sud-est de Mawcook/ <i>Chevrons in Mawcook slate, southeast of Mawcook</i>	83
48 - Chevrons spectaculaires, Milton-Est/ <i>Spectacular chevrons, Milton-Est</i> ..	83
49 - Crêtes de grès, formation de Granby/ <i>Ridges of sandstone, Granby For- mation</i>	85
50 - Anticlinal renversé dans le grès de Granby/ <i>Overturned anticline in Granby sandstone</i>	88
51 - Faille longitudinale, grès de Granby/ <i>Longitudinal fault, Granby sandstone</i> ..	88
52 - Clivage dans le complexe de Stanbridge/ <i>Cleavage in Stanbridge Complex</i> ..	92
53 - Lits bréchiformes dans le complexe de Stanbridge/ <i>Brecciated beds in Stanbridge Complex</i>	92
54 - Axes de plis parallèles aux diaclases dans le complexe de Stanbridge/ <i>Fold axes parallel to joints in Stanbridge Complex</i>	92
55 - Double clivage dans le complexe de Stanbridge/ <i>Two cleavages in Stan- bridge Complex</i>	93

CARTE/MAP: 1:63 360

1869 - Région de Granby (W) /*Granby (W) area*

INTRODUCTION/INTRODUCTION

L'auteur a fait l'étude géologique de la région de Granby (moitié ouest) au cours de parties des étés de 1960, 1961 et 1962 pour le compte du ministère des Richesses naturelles du Québec. Ce travail faisait partie d'un programme de mise en carte des Basses Terres du Saint-Laurent du Québec, dans le but de fournir le plus de renseignements possible sur les ressources offertes par les roches de cette région.

LOCALISATION

La région se trouve au sud du fleuve Saint-Laurent et chevauche la ligne qui sépare les roches horizontales des Basses Terres des roches plissées de la province orogénique des Appalaches (figure 1). Elle est limitée par les latitudes 45°15' et 45°30' et par les longitudes 72°45' et 73°; dans la série topographique du Canada, elle est numérotée 31 H/7 Ouest. Elle comprend parties des districts électoraux de Brome-Missisquoi, Iberville et Shefford.

Traduit de l'anglais.

The Granby area (west half) was geologically surveyed by the writer during parts of the summers of 1960, 1961, and 1962 for the Québec Department of Natural Resources as part of a program to map the Saint-Laurent Lowland of Québec, the purpose of which is to make available as much information as possible concerning the rock resources of that area.

LOCATION

The area lies south of the Saint-Laurent river, and straddles the line separating the flat-lying rocks of the Saint-Laurent Lowland from the folded rocks of the Appalachian mountain-built province (Figure 1). It is delimited by latitudes 45°15' and 45°30', and by longitudes 72°45' and 73°, and in the National Topographic Series is numbered 31 H/7 West. It includes parts of Brome-Missisquoi, Iberville and Shefford electoral districts.

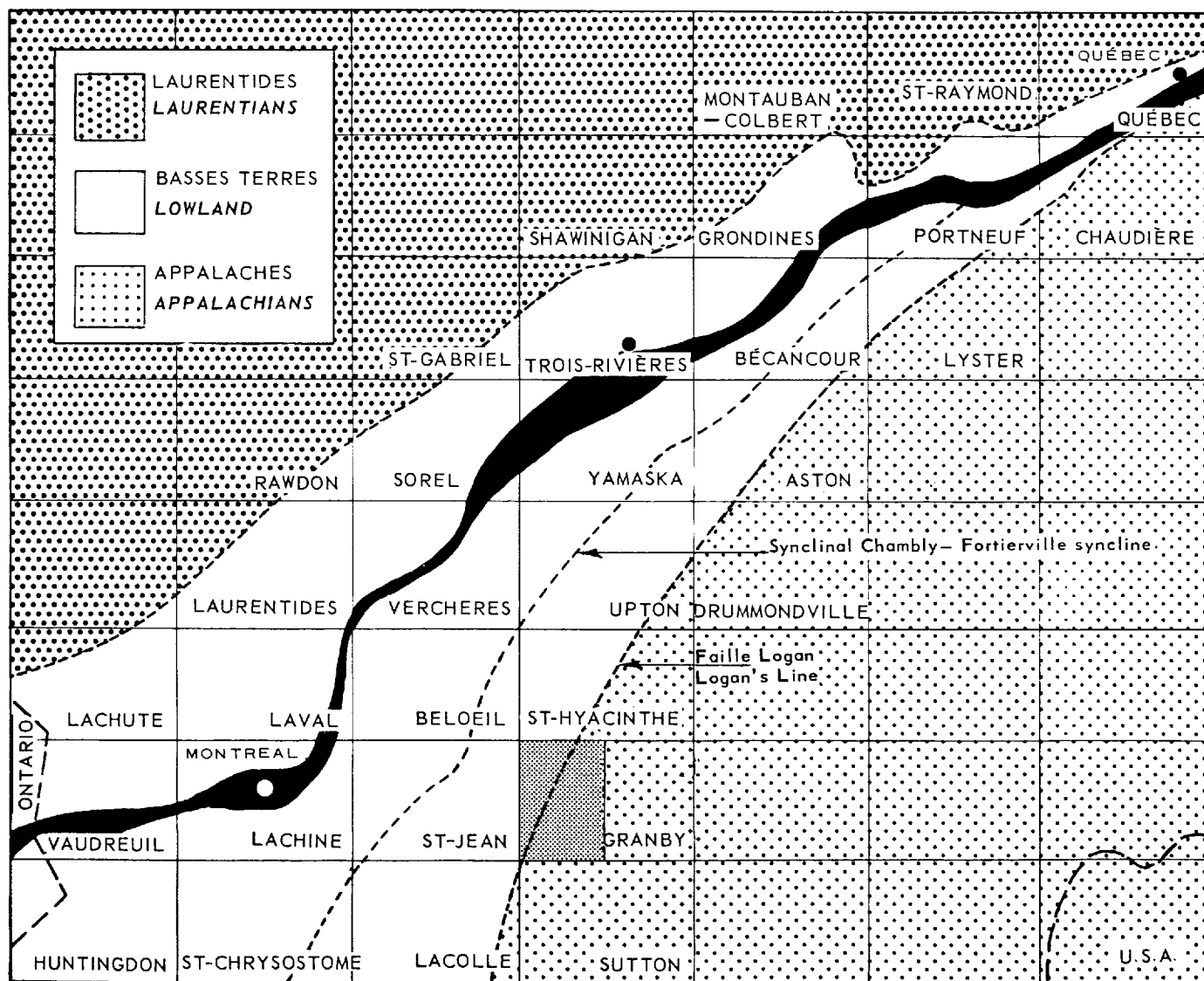


FIGURE 1 - Localisation de la région / Location of the map-area.

POPULATION ET ACCES

Le plus grand centre de population (recensement de 1971) est la ville de Farnham (6496 hab.); Abbotsford (706 hab.), Adamsville (495 hab.) et Ange-Gardien (516 hab.) sont les villages les plus importants. La population demeure surtout le long des chemins qui sillonnent ce terrain relativement plat et fertile. Elle s'affaire surtout à l'agriculture mixte et à la production de pierre calcaire; elle travaille aussi dans les manufactures de Farnham et de Granby (dont la limite ouest se trouve dans la région).

La voie principale du Pacifique Canadien vers Saint-Jean, Nouveau-Brunswick, passe par Farnham. Un embranchement du Canadien National laisse également cette localité pour se diriger vers Granby au nord-est. Un réseau de bonnes routes couvre la région, y compris la route no 1 (de Montréal à Sherbrooke) qui traverse Abbotsford, et l'autoroute des Cantons de l'Est qui divise la région en parties nord et sud à peu près égales.

Deux rivières méritent mention, bien qu'aucune ne soit navigable: la rivière Noire et sa tributaire, la rivière Mawcook, qui drainent l'angle nord-est de la région et coulent en direction nord pour se jeter dans la rivière Yamaska. Cette dernière, ainsi que ses tributaires, dominant le système hydrographique du reste de la région.

TOPOGRAPHIE ET HYDROGRAPHIE

L'angle nord-ouest de la région est une plaine presque horizontale s'élevant

POPULATION AND ACCESS

The largest center of population in the area (1971 census) is the city of Farnham (pop. 6496); Abbotsford (pop. 706), Adamsville (pop. 495), and Ange-Gardien (pop. 516) are the largest villages. The bulk of the population is distributed along roads which traverse the relatively fertile flat country. Mixed agriculture, limestone production, and urban factories in Farnham and in the city of Granby (the western edge of which lies within this area) occupy the population.

The Canadian Pacific Railway main line to St. John, N.B., passes through Farnham. From the same locality a Canadian National Railways branch line runs northeast to Granby. A network of good roads covers the area, including route No. 1 (Montréal to Sherbrooke) which passes through Abbotsford, and the Eastern Townships autoroute which bisects the area into nearly equal northern and southern parts.

Two rivers deserve mention, though neither is navigable. Noire river, with its tributary Mawcook river, drains the northeastern corner of the area and flows northward to join the Yamaska river. Yamaska river, with its branches, dominates the drainage of the remainder of the area.

TOPOGRAPHY AND DRAINAGE

The northwestern corner of the area is a nearly flat plain a little more

à peine à 100 pieds au-dessus du niveau de la mer. De là, vers l'est et le sud, le terrain s'élève graduellement mais irrégulièrement jusqu'au voisinage des rivières Mawcook et Yamaska Nord, au-delà desquelles la topographie devient accidentée, avec une altitude maximale de 530 pieds. Dans l'angle sud-est, les irrégularités topographiques sont contrôlées par des crêtes composées de grès résistants de Granby. Le mont Yamaska, dans la partie centre-nord de la région, couvre environ 5.5 milles carrés mais la masse ignée se limite à 3.2 milles carrés. Il atteint une altitude de 1460 pieds.

Les deux principales rivières, Yamaska et Noire, ne sont navigables que par canoë ou embarcation à rames. Ces cours d'eau, de même que leurs tributaires, ont fourni l'énergie nécessaire à la consommation locale mais, aujourd'hui, les seuls barrages d'importance se trouvent à Saint-Pie près de la limite nord de la région et à Farnham dans l'angle sud-ouest.

Sauf pour une longueur de 3 milles, où elle coule à peu près vers le nord, la rivière Mawcook ne suit pas du tout le sens des structures géologiques. Ceci s'applique également à la rivière Noire. La rivière Yamaska ainsi que ses embranchements en amont de Farnham ne sont pas non plus en complète harmonie avec les structures de fond, bien que le cours de la Yamaska semble être influencé par la limite ouest de l'aire de crêtes à l'est de Saint-Alphonse-de-Granby. Ce manque général d'ajustement est dû au soulèvement d'une péninsule sur laquelle les cours d'eau ont commencé, présument tard au Mésozoïque, à couler vers le Saint-Laurent. Cette course en direction ouest a eu

than 100 feet above sea level. Thence eastward and southward the surface rises gently though irregularly to the vicinities of Mawcook and Yamaska Nord rivers, beyond which hilly terrane is the rule with a maximum elevation of 530 feet above sea level. In the southeastern corner the irregularities of the surface are controlled by outcrop ridges of the resistant Granby sandstone. The mass of Yamaska mountain in the north-central part of the area occupies about 5.5 square miles, of which 3.2 square miles contain the igneous rock, and reaches a height of 1460 feet above sea level.

The two main rivers, Yamaska and Noire, are navigable only by rowboat or canoe. These rivers and their tributaries have provided power in past years for local consumption, but today the only dams of importance are at Saint-Pie near the northern border of the area, and at Farnham in the southwest corner.

Except for a short stretch of 3 miles where it flows approximately northward, Mawcook river, and this applies equally to Noire river, is obviously out of harmony with the trends of the geological structures. Yamaska river and its branches above Farnham similarly show a lack of adjustment to bedrock structures, although the Yamaska Nord river appears to have its course controlled by the western limit of the ridge-crowded region east of Saint-Alphonse-de-Granby. This general lack of adjustment is the result of uplift of a peneplain upon which the streams flowed westward to the Saint-Laurent, presumably late in Mesozoic time, resulting in a deepening of some of the valleys, but

pour résultat l'approfondissement de quelques-unes des vallées mais il ne s'est cependant pas écoulé assez de temps pour permettre un réajustement, même partiel.

L'intervention de la glaciation et des dépôts glaciaires a compliqué la tâche des rivières, mais elle n'a pas affecté, ou très peu, leurs parcours pré-glaciaires. Théoriquement, les cours d'eau en viendront à former un réseau en treillis. Presque sans exception, les vallées des rivières sont larges et leurs flancs peu élevés.

RESSOURCES NATURELLES

La production (1970) consiste en calcaire concassé, en sable, et en gravier pour travaux de routes et agrégats. La seule carrière actuellement en exploitation se trouve sur le chemin Papineau, au nord de l'Ange-Gardien. Sise dans le complexe de Saint-Germain, elle n'attaque vraisemblablement que les roches du groupe de Trenton, sans précision possible quant aux formations impliquées. On trouve le calcaire dans une bande de largeur maximale de 1 mille qui traverse la limite nord de la carte et disparaît vers le sud juste avant d'atteindre la rivière Yamaska. On pourrait y trouver presque partout du calcaire en quantité suffisante pour alimenter une industrie profitable.

Au cours du siècle précédent, il existait une carrière de pierre à bâtir ("granite") sur le flanc nord-ouest du mont Yamaska. Il n'y a pas de raison pour que la pierre provenant de plusieurs parties de cette montagne ne soit pas satisfaisante, mais les frais d'extraction d'une roche ignée dure, ajoutés aux coûts

there has not yet been time enough to permit even imperfect adjustment.

Interference by glaciation and glacial deposits has complicated the rivers' tasks, but has caused little if any diversion from their pre-glacial courses. Theoretically a trellis pattern will ultimately result. With hardly an exception all river valleys are wide, with low valley walls.

NATURAL RESOURCES

The only natural materials at present (1970) being produced are crushed limestone, sand, and gravel for road material and aggregate. The sole rock quarry in operation is on Papineau road, north of Ange-Gardien. It is located in the Saint-Germain Complex, probably almost entirely in rocks belonging to the Trenton Group, though to which formations it is impossible to say. Limestone occurs in a band up to 1 mile wide which crosses the northern limit of the map and peters out southward just before reaching Yamaska river. Almost anywhere along this band quarrying operations could find sufficient stone to support a profitable industry.

During the last century, a quarry producing "granite" building stone was operated on the northwest flank of Mount Yamaska. There is no reason why stone from many parts of that mountain should not be satisfactory, but the expense of quarrying hard igneous rock together with transportation costs to Montréal or

de transport jusqu'à Montréal ou ailleurs pourraient compromettre la rentabilité de l'exploitation.

Il y a quelques décennies de celà, la région produisait des dalles d'ardoise rouge et verte pour fins de pavage. Ces dalles avaient un clivage quelque peu irrégulier et étaient sillonnées de diaclases, désavantages qui contribuèrent à l'abandon de cette petite industrie. On pourrait utiliser cette roche pour les sentiers de jardins, les granules de toitures et le terrazzo.

TRAVAUX ANTERIEURS

Le plus ancien compte-rendu de travaux géologiques d'importance dans la région se trouve dans le rapport de Logan (1849) sur les Cantons de l'Est. Au cours de ce travail, Logan a effectué un levé le long d'une ligne de direction sud-est à partir de Montréal, avec plusieurs excursions de chaque côté de cette ligne. Sa description de la géologie au voisinage de Granby est remarquablement complète et précise malgré la célérité qu'il a dû s'imposer et les difficultés de déplacement de l'époque. Les limites établies pour les formations ou groupes de roches se sont révélées très précises à la lumière d'études plus poussées. Il semble avoir placé plusieurs des roches à un niveau stratigraphique trop élevé, mais les éléments structuraux, tels les anticlinaux et synclinaux des grès de "Sillery" et de l'ardoise de Stanbridge coïncident étroitement avec ce qui a pu être établi au cours d'études plus détaillées. En 1864, la Commission géologique du Canada a publié sa monumentale *Géologie du Canada*.

elsewhere might make such an operation unprofitable.

Also, until a few decades ago, red and green slate slabs for paving were produced here. The slate proved to be somewhat irregular in cleavage and beset with joints, disadvantages which contributed to the demise of this slight industry. The rock could be used for garden paths, for roof granules, and for terrazzo.

PREVIOUS WORK

The earliest record of any important geological work in the area is that found in Logan's report (1849) on the geology of the Eastern Townships. In the course of this work he ran a survey along a line running southeasterly from Montréal, with many excursions to either side of his central line of traverse. His description of the geology in the vicinity of Granby is remarkably full and accurate considering the speed with which it was necessary for him to work, and the poor travelling conditions of his day. The boundaries which he determined for formations or groups of rocks are seen, in the light of more detailed examination, to be very accurate. He appears to have placed many of the rocks at too high a horizon in the stratigraphic column, but such broad structural features as he outlined, notably the anticlines and synclines of the "Sillery" sandstones and the Stanbridge slate accord closely with what has been discovered by more detailed work. In 1863 the Geological Survey of Canada published his

On y trouve une description des roches du groupe de Shefford et du complexe de Stanbridge qu'il appelait grès et ardoise rouge de Sillery et ardoise noire et calcaire de Farnham. Il établit les limites des premières, de leur extrémité sud près de Farnham jusqu'au voisinage de Québec, en passant par Granby. Juste avant sa démission comme directeur de la Commission géologique du Canada, Logan complétait une carte des Cantons de l'Est sur laquelle étaient inscrites toutes les limites géologiques qu'il avait pu déterminer. Il n'existe plus aucune copie de cette carte en autant qu'on le sache.

Entretenant des doutes sur l'exactitude des subdivisions de Logan en ce qui concerne le groupe de Québec, A.R.C. Selwyn suspendit la publication de cette carte et confia la tâche d'une révision de toute la région à R.W. Ells (1896), qui remit un rapport sur le quart sud-ouest, accompagné d'une carte à 4 milles au pouce. Chose étrange, la carte de base sur laquelle les limites géologiques et symboles furent imprimés n'est autre que la carte préparée par Logan et sur laquelle demeuraient, en lignes très fines, des limites géologiques qui, pour la plupart, furent négligées, pour ne pas dire évitées, par Ells. Presque partout où il s'est éloigné des limites de Logan, Ells s'est trompé. Il a toutefois reconnu la position supérieure des ardoises de Farnham (le complexe de Stanbridge du présent rapport) par rapport au grès de Granby, confirmant ainsi le rapport de Selwyn sur la stratigraphie du groupe de Québec (1879), conclusion basée sur les fossiles de Trenton dans les couches interstratifiées des ardoises de Farnham. Sur la partie est de la région, il fournit plus de détails sur les ardoises rouges

monumental *Geology of Canada*, on page 231 of which he gave a description of the rocks of the Shefford Group and the Stanbridge Complex, referring to them as Sillery sandstone and red slate and the Farnham black slate and limestone. He traced the boundaries of the former from their southern extremity in the vicinity of Farnham, through Granby, and northward to the vicinity of Québec. Just prior to his resignation as director of the Geological Survey of Canada, Logan completed a map of the Eastern Townships on which he had engraved such geological boundaries as he had been able to work out. No copy of this map exists, as far as is known.

For reasons chiefly based upon subsequent concern about the correctness of Logan's subdivision of the Québec Group, publication of this map was held up by his successor, A.R.C. Selwyn, and the job of revising the entire area was entrusted to R.W. Ells. The southwest quarter sheet was reported on by Ells in 1896 and a four-mile-to-the-inch map accompanied the report. Strangely enough, the base map upon which Ells' geological boundaries and symbols were printed was the map originally prepared by Logan, on which Logan's geological boundaries are shown by very fine lines, for the most part neglected, not to say evaded, by Ells. In most of the places where Ells departed from Logan's boundary lines he has been proved wrong. Among the advances recorded by him was the recognition of the superior position of the Farnham slates (Stanbridge Complex of this report) to the Granby sandstones, confirming Selwyn's report on the stratigraphy of the Québec Group (1879), a conclusion based on Trenton fossils contained in the interstratified beds of the Farnham slates. For the eastern part of the area, Ells gave more details concerning the red

et les grès, mais la carte qui accompagne son rapport ne sépare pas le grès de "Sillery" des ardoises. Les lignes fines qui subsistent sur la carte de Logan retouchée par Ellis sont une preuve que Logan avait reconnu les superficies occupées par les formations de Granby et de Mawcook du présent rapport.

Le compte rendu de Dresser (1911) sur l'industrie de l'ardoise du Sud du Québec fit mention, sans élaboration, de l'utilisation de l'ardoise de Mawcook près de Granby. Park (1914) a fourni quelques détails pertinents sur la production et l'utilisation de l'ardoise.

Young (1906) a couvert de façon satisfaisante la partie ignée du mont Yamaska, mais, sauf pour quelques références aux caractéristiques de l'auréole de contact, il n'a prêté que peu d'attention aux roches environnantes.

Notre travail sur le sud du Québec (Clark, 1934) a préparé la voie aux travaux modernes dans cette région. R.A. Brown (1936) s'est intéressé à la géologie d'une partie de la région de Granby et a laissé un manuscrit contenant une abondance de détails sur presque toute la région de Granby, manuscrit auquel nous avons eu libre accès. Eakins (1964) et Clark et Eakins (1968) ont dressé le plan général de la tectonique et de la stratigraphie de la région de Sutton, ce qui a permis de suivre plus facilement le prolongement des roches vers le nord et de reconnaître leur structure dans la région de Granby.

Toutes les régions adjacentes ont été cartographiées (voir la figure au dos du rapport). Les rapports couvrant ces régions sont indiqués ci-dessous avec détails appropriés dans la liste des références.

slates and the sandstones, although on the map accompanying his report he did not separate the "Sillery" sandstone and slate. The thin boundary lines on Logan's map used by Ellis show quite definitely that Logan recognized the area occupied by the Granby and Mawcook formations of this report.

Dresser's (1911) account of the slate industry of southern Québec mentioned but did not elaborate upon the use of the Mawcook slate near Granby. Parks (1914) gave some pertinent details concerning slate production and uses.

Young (1906) covered the igneous part of the Yamaska mountain adequately, but, save for casual references to features of the contact aureole, paid little attention to the surrounding country rock.

Clark's paper on southern Québec (1934) set the stage for modern work in this region. R.A. Brown (1936) reported on the geology of part of the Granby area, and subsequently left a manuscript carrying a wealth of detail concerning almost the whole of the Granby area, to which he generously allowed the author free access. Eakins (1964) and Clark and Eakins (1968) laid out the general plan of the structure and stratigraphy of the Sutton map-area, and as a consequence, the extension of rocks and structures northward into the Granby area was achieved more easily.

All adjacent areas have been mapped (see Figure on back cover). The reports covering these areas are given below, with details in the References.

Saint-Hyacinthe (moitié ouest); Clark (1964).

Saint-Hyacinthe (moitié est); Lespérance (1963).

Granby (moitié est); Eakins (1963). Sutton; Clark (1930) et Eakins (1964).

Lacolle; Clark et McGerrigle (1932).

Beloeil-Saint-Jean; Clark (1955).

Saint-Hyacinthe (west half); Clark (1964).

Saint-Hyacinthe (east half); Lespérance (1963).

Granby (east half); Eakins (1963). Sutton; Clark (1930) and Eakins (1964).

Lacolle; Clark and McGerrigle (1932).

Beloeil-Saint-Jean; Clark (1955).

PRESENTS TRAVAUX ET REMERCIEMENTS

La carte de base utilisée pour notre mise en carte était un agrandissement de la moitié ouest de la carte de Granby publiée en 1958 par le ministère de la Défense nationale, Ottawa (Canada, 31 H/7 W). Les photographies aériennes de la région nous ont été d'une aide précieuse tout au cours de notre travail.

La mise en carte de la géologie a occupé parties des étés de 1960, 1961 et 1962, avec visites occasionnelles et irrégulières au cours des années subséquentes. Nous avons reçu une aide très précieuse de la part de notre assistant sénior, H.J. Hofmann, en 1960 et 1962 de même que de l'assistant chef d'équipe, D.P. Gold, en 1961 et 1962. MM. A.J.B. Groundwater (1960), B.J. Sinclair (1961), G.B. Pendlebury (1962) et I.K. Crain (1962) nous ont fourni une aide satisfaisante. Nous sommes restés en liaison avec Sunil Gandhi qui a cartographié le mont Yamaska en 1962 (Gandhi, 1966) et avec le Dr P.R. Eakins qui a cartographié la moitié est de la région de Granby en 1961 et 1962 (Eakins, 1963). Ils ont fait ces travaux pour le compte du ministère des Richesses naturelles du Québec. Le Dr. John Riva a identifié quelques graptolites et nous l'en remercions.

FIELD WORK AND ACKNOWLEDGMENTS

The base map used for plotting was an enlargement of the west half of the Granby map published in 1958 by the Department of National Defense, Ottawa (Canada, 31 H/7W). Air photographs of the entire area were available and were of inestimable value in the course of the work.

Geological mapping of the area occupied parts of the summers of 1960, 1961, and 1962, with occasional and irregular visits in subsequent years. Very helpful collaboration was rendered by senior assistant H.J. Hofmann (1960, 1962), and by assistant party chief D.P. Gold (1961, 1962). Messrs. A.J.B. Groundwater (1960), B.J. Sinclair (1961), G.B. Pendlebury (1962), and I.K. Crain (1962) gave satisfactory assistance. Liaison was kept with Sunil Gandhi, who, in 1962, mapped Yamaska mountain (Gandhi, 1966), and with Dr. P.R. Eakins who in 1961 and 1962 mapped the east half of the Granby area (Eakins, 1963), both working for the Québec Department of Natural Resources. Gratitude is due Dr. John Riva for his identification of some of the graptolites.

Les affleurements sont abondants dans le terrain montagneux au sud-est de la rivière Yamaska Nord de même que dans l'angle nord-est de la région. Nous avons parcouru ces parties de la région à l'aide de cheminements espacés de 500 pieds et avons porté une attention particulière aux localités critiques. Entre la Yamaska Nord et la ligne de Logan, les affleurements sont rares sauf pour une couple de crêtes basses où ils se manifestent abondamment. A l'ouest de la ligne de Logan, le terrain est plat et les affleurements, bien que nombreux par endroits, sont bas et peu visibles.

Nous avons fait la mise en carte à l'aide de photographies aériennes, sauf dans l'angle sud-est, fortement boisé, où nous avons dû avoir recours au pas et à la boussole.

Outcrops are abundant in the hilly terrane southeast of the Yamaska Nord river, and also in the extreme northeast corner of the area. These parts of the area were traversed at 500-foot intervals, and special attention was given to critical localities. Between the above river and Logan's Line, outcrops are scarce except along a couple of low ridges made up almost continuously of rock exposures. West of Logan's Line the country is flat and outcrops, though common in places, are low and inconspicuous.

Mapping was done with the aid of air photographs. Pace and compass method was necessary in the heavily wooded southeastern corner of the area.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE/GENERAL GEOLOGY

La figure 2 illustre la distribution des diverses unités tectoniques et stratigraphiques de la région.

On peut identifier quatre principaux assemblages de roches. Tout d'abord, la masse intrusive de roches crétacées qui constitue le mont Yamaska, et à laquelle on devrait ajouter les dykes et filons-couches satellites si nombreux dans la moitié nord de la région. Certains dykes et filons-couches de la partie sud pourraient bien être des satellites du pluton intrusif du mont Brome.

The distribution of the various structural and stratigraphic units over the area is shown in Figure 2.

Four main assemblages of rocks can be separated here. First, the intrusive mass of Cretaceous age making up Yamaska mountain, to which should be added its satellitic dikes and sills so common in the northern half of the area. Some of the dikes and sills in the southern part may be satellitic to the Brome Mountain intrusive pluton.

En second lieu, les roches à l'ouest de la ligne de Logan, lesquelles sont le prolongement des formations ordoviciennes des Basses Terres du Saint-Laurent. En s'approchant de la ligne de Logan, les pendages sont plus prononcés et les formations si broyées et mélangées que, par endroits, il semble impossible d'y mettre de l'ordre. Ces roches sont regroupées sous l'appellation tectonique de *complexe de Saint-Germain*. Ici et là, cependant, on note des aires où les roches ont la même lithologie que dans les divisions conventionnelles des Basses Terres.

Troisièmement, le complexe d'ardoise rouge et de grès gris qui occupe pas moins de la moitié est de la région. L'ardoise, bien en vue le long de la rivière Mawcook, est appelée *formation d'ardoise de Mawcook*. L'autre roche, qui va d'un siltstone fin, presque du shale, à un fin conglomérat et qui affleure abondamment au voisinage de Granby, est appelée *formation de grès de Granby*. Etant donné que les deux formations sont étroitement associées, ainsi que le démontre leur interstratification dans la grande étendue d'affleurements du comté de Shefford, elles sont combinées en un seul assemblage stratigraphique appelé *groupe de Shefford*.

Finalement, dans l'angle sud-est et presque toute la bordure sud de la région, une roche noire très déformée accompagnée en de rares endroits de calcaire cristallin pur de couleur grise. La roche va de l'ardoise au calcaire, en passant par l'ardoise calcareuse. On identifie cet assemblage à un équivalent oriental du complexe de Saint-Germain dont il serait séparé par les roches

Second, the rocks west of Logan's Line. These are identical to and continuous with the Ordovician formations of the Saint-Laurent Lowland. Approaching Logan's Line the dips become steeper and the formations so crushed together that bringing order out of chaos does not seem in places to be possible. Where this chaotic condition occurs the rocks are lumped together into the *Saint-Germain Complex*, not a stratigraphic term but one of structural convenience. Here and there, however, there are areas of rocks lithologically similar to the standard subdivisions of the Lowland.

Third, the eastern half, and more, of the area occupied by a complex of red slate and gray sandstone. The former, well shown along Mawcook river, is christened the *Mawcook Slate Formation*. The sandstone ranges from fine-grained siltstone, almost shale, to fine-grained conglomerate, and being well exposed in the vicinity of Granby is here named the *Granby Sandstone Formation*. Because the two formations are closely associated, as shown by their interbedding, they are combined into a stratigraphic group which, because of its wide extent of outcrop in Shefford county, is here named the *Shefford Group*.

Fourth, the extreme southeastern corner and most of the southern margin of the area are occupied by a strongly deformed black rock ranging from slate through calcareous slate to limestone, and in rare cases there are present pure, gray, crystalline limestone beds. This is interpreted as an eastern equivalent of the rocks of the Saint-Germain Complex separated from the latter by the overriding

INTRUSIONS MONTEREGIENNES:

Cornéennes
Syénite
Roches gabbroïques

MONTEREGIAN INTRUSIVES:

10	Hornfels
9a	Syenite
9	Gabbroic rocks

AVANT-PAYS/FORELAND

ORDOVICIEN

GRUPE DE LORRAINE: *shale et siltstone*
GRUPE D'UTICA: *shale noir avec graptolites*
COMPLEXE DE SAINT-GERMAIN:
UTICA (probablement): *shale et ardoise gris foncé*
TRENTON (probablement) *calcaire gris foncé*
BLACK RIVER: *calcaire lithographique*
CHAZY: *calcaire et grès*
ROCHES NON DIFFERENCIÉES: *shale, ardoise, siltstone, etc.*

ORDOVICIAN

8	LORRAINE GROUP: <i>shale and siltstone</i>
7	UTICA GROUP: <i>black shale with graptolites</i>
7	SAINT-GERMAIN COMPLEX: UTICA (probably): <i>dark gray shale and slate</i>
6	TRENTON (probably) <i>dark gray limestone</i>
5b	BLACK RIVER: <i>lithographic limestone</i>
5a	CHAZY: <i>limestone and sandstone</i>
5	UNDIFFERENTIATED ROCKS: <i>shale, slate siltstone, etc.</i>

APPALACHES/APPALACHIAN

ORDOVICIEN

COMPLEXE DE STANBRIDGE: *ardoise gris foncé*

CAMBRIEN
(probablement)

SERIES DE SHEFFORD:
Formation de Mawcook: *ardoise rouge*
Membre de Brandy Creek: *ardoise gris verdâtre*
Membre d'ardoise vert olive
Formation de Granby: *grès*

CAMBRIEN INFÉRIEUR

SERIES DE OAK HILL:
Roches non différenciées: *quartzites, ardoises, etc.*
Formation de Dunham: *dolomie*

ORDOVICIAN

4	STANBRIDGE COMPLEX: <i>dark gray slates</i>
---	---

CAMBRIAN
(probably)

3	SHEFFORD GROUP: Mawcook Formation: <i>red slate</i> Brandy Creek Member: <i>greenish gray slate</i> Olive green slate Member
3a	
3b	
2	Granby Formation: <i>sandstone</i>

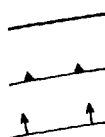
LOWER CAMBRIAN

1a	OAK HILL SERIES: Undifferentiated rocks: <i>quartzites, slates, etc.</i>
1	Dunham Formation: <i>dolomite</i>

Failles normales

Failles de chevauchement (▲ sur le côté relevé)

Plan de glissement du groupe de Shefford. Les flèches indiquent la direction du mouvement.



Normal faults

Thrust fault (▲ on upthrown side)

Shefford Group slide plane. Arrows indicate direction of movement.

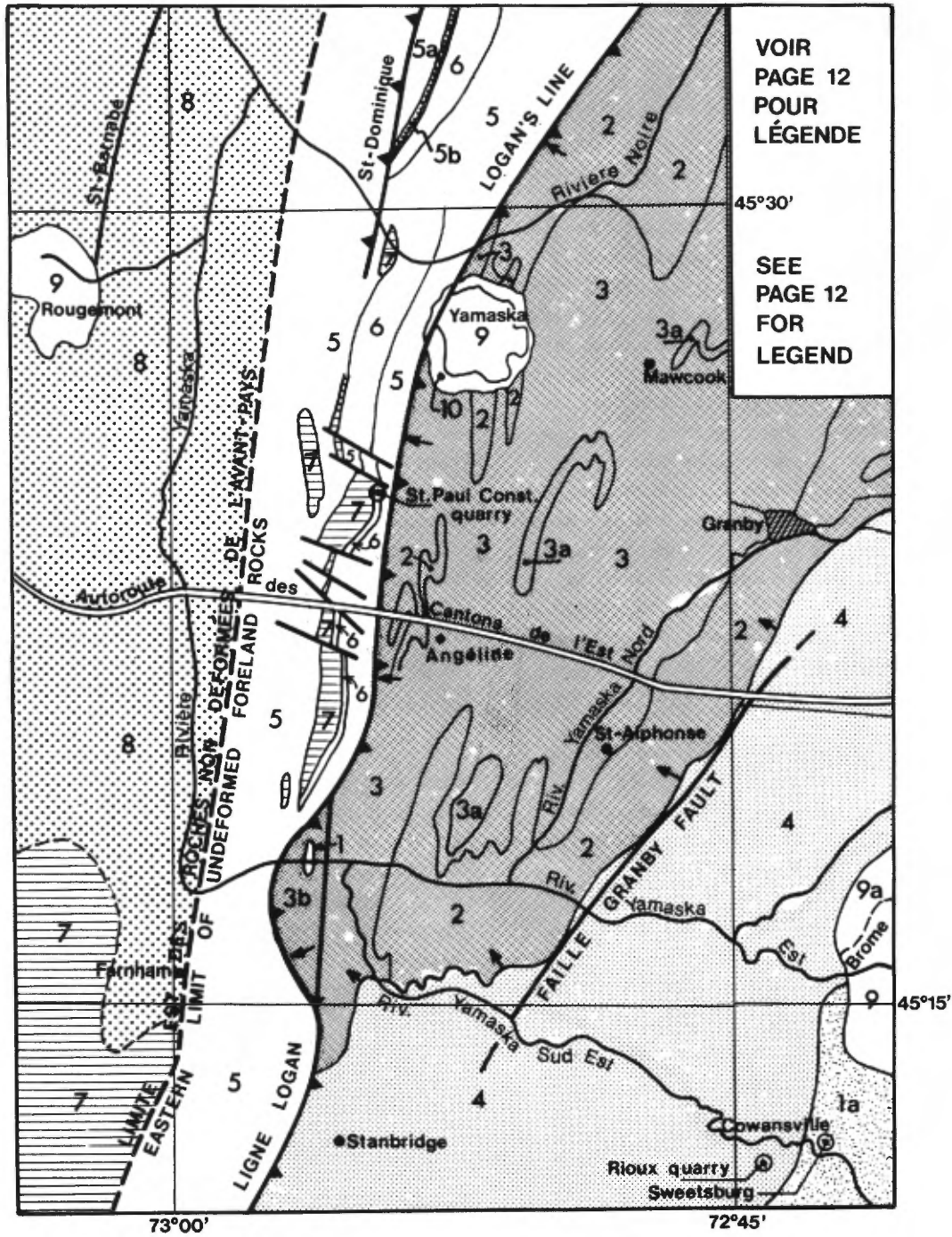


FIGURE 2 - Géologie générale de Granby (moitié ouest) et des environs/General geology of Granby (west half) and adjacent areas.

sus-jacentes du groupe de Shefford. Stratigraphiquement constituée de la même association de strates que celles du complexe de Saint-Germain, cet assemblage est cependant situé dans un environnement structural différent et, de ce fait, commande une appellation tectonique commode, celle de *complexe de Stanbridge*.

D'après nos déterminations, les roches du groupe de Shefford furent déposées au cours du Cambrien, presque sûrement au début de la période. Elles ont vraisemblablement atteint leur présente position par glissement tectonique à partir de leur lieu d'origine probablement situé à des dizaines de milles à l'est. Les complexes de Saint-Germain et de Stanbridge sont constitués de roches qui couvrent toutes les séquences de l'Ordovicien moyen et supérieur. La déformation de ces dernières et leur recouvrement par les roches du groupe de Shefford sont attribués aux dérangements survenus vers la fin de l'Ordovicien: l'orogénie taconique.

Finalement, au Crétacé ancien, la croûte, dans le sud du Québec, fut envahie par un magma alcalin qui, dans la région, s'est manifesté par l'intrusion des roches du mont Yamaska. Se terminant vers le haut sous la forme probable d'un culot, l'intrusion fut responsable de la déformation modérée et du métamorphisme à l'intérieur d'une auréole de quelques centaines de pieds de largeur.

GRUPE DE SHEFFORD

La majeure partie de la région est occupée par une succession sédimentaire consistant en grès gris et gris

rocks of the Shefford Group. Stratigraphically made up of the same association of strata as those found in the Saint-Germain Complex, these lie in a different structural environment and are here gathered together under the structurally convenient name of *Stanbridge Complex*.

According to our determinations the rocks of the Shefford Group were deposited during the Cambrian Period, and almost certainly during the Early Cambrian Epoch, and are supposed to have reached their present position by tectonic sliding from their site of origin probably several tens of miles to the east. The Saint-Germain and Stanbridge Complexes are made up of rocks which run the gamut of the Middle and Upper Ordovician sequences. The deformation of the latter and their overriding by the rocks of the Shefford Group are attributed to the disturbances towards the close of the Ordovician, the Taconic orogeny.

Finally, in Early Cretaceous time alkaline magma invaded the crust in southern Québec, manifesting itself here in the intrusion of the rocks of Yamaska Mountain. Probably ending upward as a plug it was responsible for the moderate deformation and metamorphism seen in an aureole a few hundred feet wide surrounding the igneous body.

SHEFFORD GROUP

The greater part of the map-area is occupied by a sedimentary succession consisting of gray and greenish

verdâtre et ardoises rouges et vertes. Ces roches ont beaucoup de similitude avec celles de la "formation de Sillery" au voisinage de la ville de Québec. On sait que, de ce point, les équivalents lithologiques du Sillery sont reconnus en direction nord-est jusque dans la péninsule de Gaspé et, en direction sud, jusque dans la région de Granby, avec lacunes toutefois. Par toute cette étendue d'affleurements, il existe plusieurs phases différentes, qui, bien que d'ordinaire considérées comme correspondant à la "formation de Sillery", ont cependant reçues des noms distincts selon les localités. Par suite de leur abondance dans les moitiés est et ouest de la région de Granby qui se situent en dedans des limites du comté de Shefford, il convient d'appeler *groupe de Shefford* tout le développement local de ces roches. On peut subdiviser le groupe en deux formations: le Granby et le Mawcook.

On ne peut considérer comme définitivement établie la corrélation des roches du groupe. La corrélation la plus évidente, et en somme la plus probable, semble être avec la formation de Charny du Cambrien inférieur (voir Osborne, 1956, pp. 173-180), au voisinage de la ville de Québec. Osborne, cependant, fait une mise en garde contre une corrélation trop optimiste et trop poussée le long de la direction régionale. On trouvera dans Melihersik (1954) et Osborne (1956) une discussion intéressante sur les termes "Sillery" et "Charny". Dans son analyse du sud du Québec et de parties adjacentes des Etats du Vermont et de New York, W.M. Cady (1960) a malheureusement à peine reconnu l'existence des roches du groupe de Shefford. Il semble, d'après ses tableaux, avoir considéré le groupe, qu'il identifie avec le Charny, comme appartenant au

gray sandstones and of red and green slates. These are in many respects similar to the rocks of the "Sillery Formation" in the vicinity of Québec City, whence close lithological equivalents can be traced northeastward into the Gaspé peninsula, and southward, with gaps, to the Granby area. Throughout this spread of outcrop many different phases occur, and although the local rocks have usually been considered correlatives of the "Sillery Formation" they have understandably been named differently in different localities. Because of their abundance in those parts of both west and east halves of the Granby area which lie within the boundaries of Shefford county, it is appropriate to name the whole local development of these rocks as they occur within this area the *Shefford Group*. This group can be broken down into two formations, the Granby Formation and the Mawcook Formation.

Correlation of the rocks of the Shefford Group cannot at this time be considered settled. The most obvious, and indeed likely, correlation, is with the Lower Cambrian Charny Formation (see Osborne, 1956, pp. 173-180), in the vicinity of Québec City. Osborne, however, has warned against carrying such correlation too optimistically and too far along the regional strike. Useful discussions concerning the terms "Sillery" and "Charny" are to be found in Melihersik (1954) and Osborne (1956). In his concentrated analysis of southern Québec and adjacent parts of Vermont and New York, W.M. Cady (1960) unfortunately barely recognized the existence of the rocks of the Shefford Group, and it appears from his charts that he would have considered the Shefford Group, which he referred to as Charny, to be of Lower to Middle Cambrian age, and to be a correlative of the lower part

Cambrien inférieur ou moyen et s'apparentant à la partie inférieure de la série d'Oak Hill.

A l'exception de l'ichnofossile *Arenicolites*, qui n'a aucune valeur stratigraphique, les roches locales du Shefford n'ont pas fourni de fossiles.

FORMATION DE GRANBY

Cette formation entre dans la région au sud de Granby sous forme d'une bande d'environ deux milles de largeur. Elle s'étend vers le sud-ouest parallèlement et à l'est de la rivière Yamaska Nord jusqu'à la rivière Yamaska Sud-Est où elle oblique brusquement vers l'ouest, puis oblique de nouveau brusquement vers le nord-nord-est avant d'atteindre la rivière Yamaska. Vers le nord, elle s'amincit considérablement et disparaît juste au nord d'Angéline, bien que le terrain relativement élevé le long de la direction soit un indice de son prolongement vers le mont Yamaska. Parmi les affleurements épars tout autour de la montagne, certains sont probablement la continuation de la bande d'affleurement d'Angéline.

Nous nous devons de mentionner trois secteurs additionnels. Tout d'abord, à 1½ mille à l'ouest-sud-ouest de Saint-Alphonse-de-Granby, une série d'affleurements, qui occupent moins de 1 mille carré, se trouvent dans l'aire allouée à l'ardoise de Mawcook. Deuxièmement, une aire d'affleurements, d'une largeur atteignant 1½ mille et de contours très irréguliers, part d'un point à 1½ mille à l'est de l'Ange-Gardien pour s'étendre, en direction légèrement à l'est du nord, sur une distance d'environ 4 milles. En troisième lieu une demi douzaine d'affleurements dans l'angle

part of the Oak Hill Series.

With the exception of the enigmatic ichnofossil *Arenicolites*, of no stratigraphic value, no fossils have been found in the local Shefford rocks.

GRANBY FORMATION

This formation enters the eastern boundary of the area south of Granby in a band more or less two miles wide and extends southwesterly parallel to and east of Yamaska Nord river as far as Yamaska Sud-Est river where the band of outcrop turns abruptly to the west, and again turns sharply to the north-northeast before reaching Yamaska river. Northward it loses much of its width and peters out a little north of Angéline, although relatively high land along the strike of the band is presumptive evidence of its continuation toward Yamaska mountain. Scattered outcrops on all sides of that mountain are probably in part the continuation of the Angéline band of outcrop.

Three additional areas need to be mentioned. First, 1½ miles west-southwest of Saint-Alphonse-de-Granby there is a series of outcrops occupying less than 1 square mile lying within the area allotted to the Mawcook slate. Second, an outcrop area, up to 1½ miles wide, with complicated boundaries stretches from its southern limit 1½ miles east of Ange-Gardien a little east of north for about 4 miles. Third, in the northeastern corner half-a-dozen outcrops show that a tongue of this formation enters the area from the north.

nord-est de la région révèlent que la formation y entre par le nord.

Par suite de sa grande résistance aux forces de l'érosion, la formation occasionne presque partout une topographie mamelonnée, avec des reliefs pouvant atteindre 100 pieds. La plupart du temps, elle affleure en étroites crêtes larges de quelques centaines de pieds et dépassant $\frac{1}{2}$ mille de longueur. Plusieurs de ces crêtes ont des flancs escarpés, parfois en précipices, haut de 50 à 60 pieds. Bien que la plupart des crêtes maintiennent une direction d'environ N10°E (fig. 3), elles s'incurvent ici et là autour des axes des plis; c'est ce qu'on peut très bien voir à 2 milles à l'est de Saint-Alphonse (fig. 4). On peut obtenir de bonnes coupes à travers certaines crêtes individuelles, bien qu'en plusieurs cas la couverture de mousse et de lichen masque la stratigraphie et la structure. Il n'existe que très peu de coupes naturelles, mais les déblais de routes, ceux de l'autoroute des Cantons de l'Est en particulier, fournissent de splendides dégagements (fig. 5).

LITHOLOGIE

En surface fraîche, le grès varie de gris à gris verdâtre; en quelques endroits, il peut être gris verdâtre foncé et s'approcher du noir. En surface altérée, il va du gris pâle à moyen au gris chamois, même blanc antique, et conserve rarement sa teinte verdâtre. Les lits carbonatés s'altèrent d'ordinaire au brun. Des intercalations d'ardoise rouge, verte et grise, non discernables des ardoises de la formation de Mawcook, sont associées au grès dans environ 19% des affleurements (figures 6 à 12). En un endroit, des

Because of its strong resistance to erosive forces its outcrop almost everywhere provides a hilly topography with differentials of relief of up to 100 feet. It outcrops for the most part as narrow ridges a few hundred feet wide and rarely more than $\frac{1}{2}$ mile long. Many of these ridges have steep sides, in places precipitous, with heights of 50 to 60 feet. Although most of the ridges maintain a strike of about N10°E (Figure 3), here and there their strikes bend around the axes of folds; this can be well seen 2 miles east of Saint-Alphonse (Figure 4). Good cross-sections can be drawn across individual ridges, though in many cases the cover of moss and lichen obscures both stratigraphy and structure. Very few natural cross-sections exist, though roads, in particular the Eastern Townships auto-route, have given splendid exposures in roadside cuts (Figure 5).

LITHOLOGY

The sandstone is gray to greenish gray when fresh, rarely dark greenish gray to almost black; weathered surfaces are light to medium gray to buff gray, even off-white, and rarely preserve the greenish cast. Beds with a carbonate content usually weather brownish. Associated with the sandstone in about 10% of the outcrops are intercalated beds of red, green, and gray slate indistinguishable from the slates of the Mawcook Formation (Figures 6 to 12). In one locality dark gray slate interbeds alternate with fine-grained sandstones (Figure 7).

FIGURE 3 - Formation de Granby. Longues crêtes entre Angéline et Magenta, recoupées par des failles verticales dont la direction est d'environ 120°. Symboles des couches à droite, des diaclases à gauche/Granby Formation. Long ridges between Angéline and Magenta, cut by vertical faults at about 120°. Bedding data on right, joint data on left.

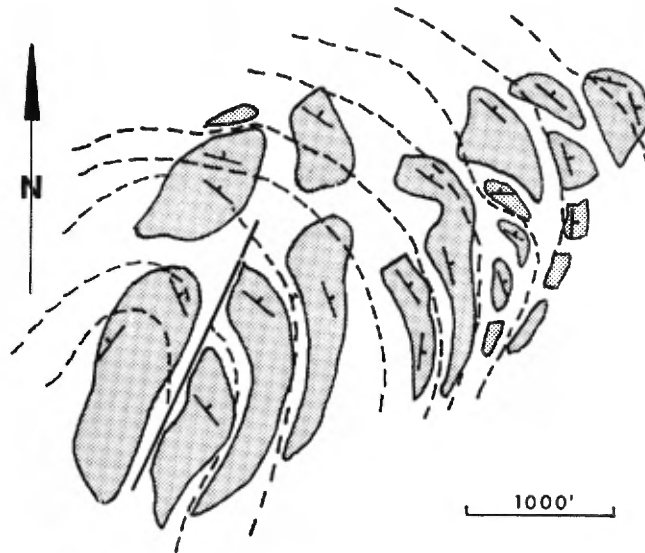
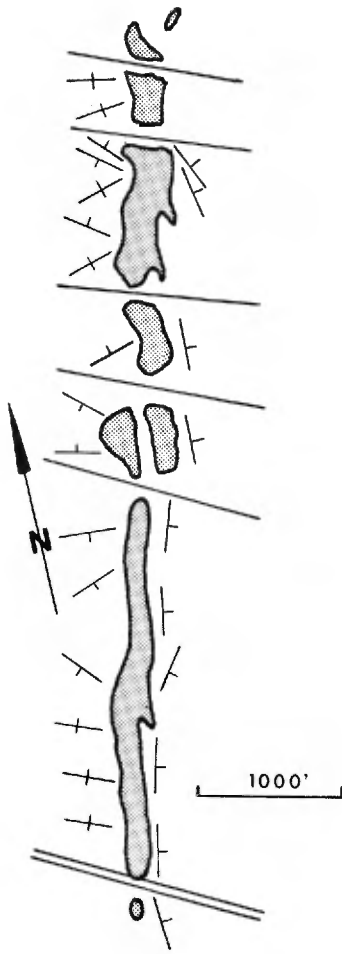
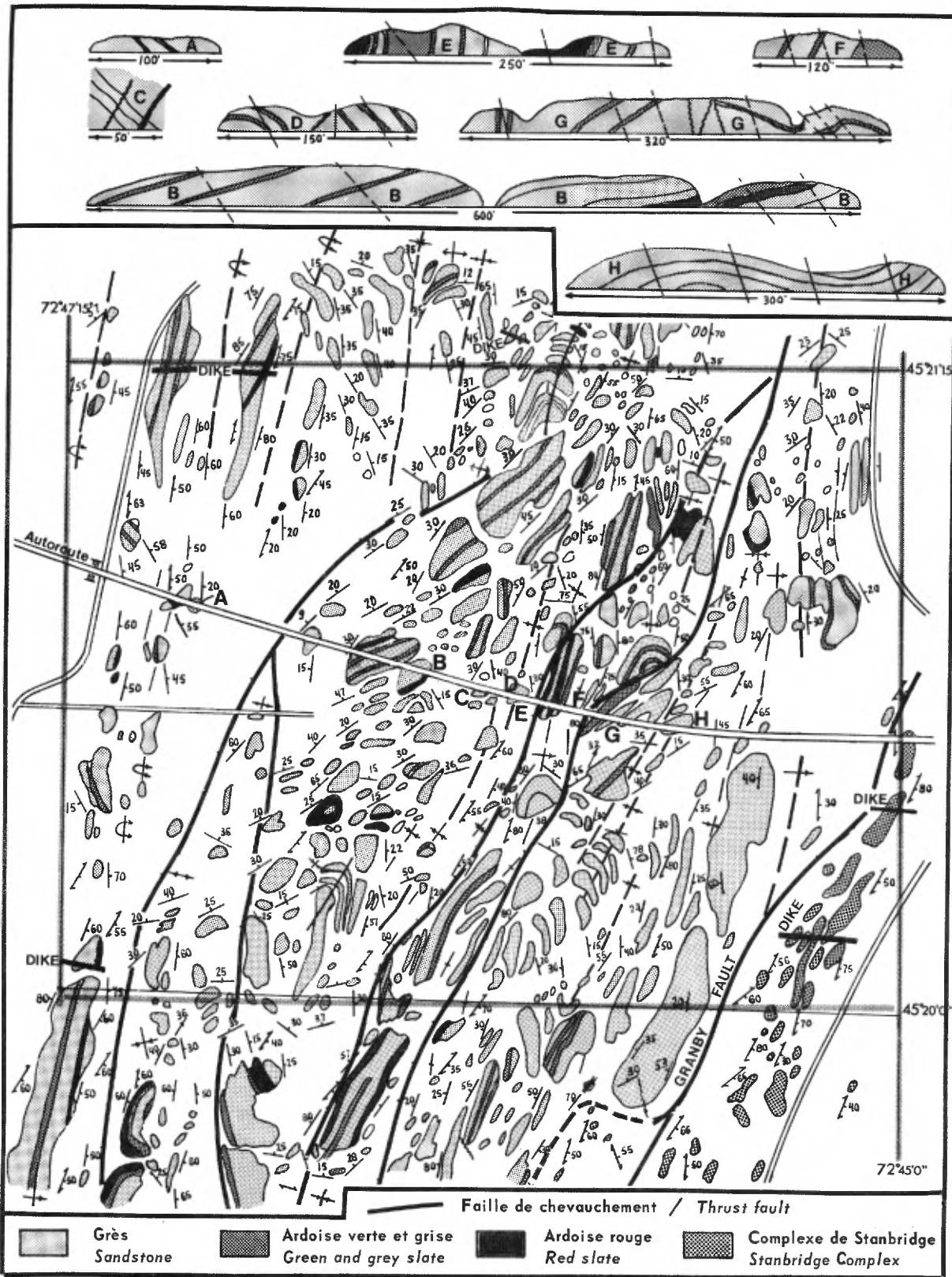


FIGURE 4 - Formation de Granby. Structure anticlinale à 2½ milles ENE de Saint-Alphonse/Granby Formation. Anticlinal structure 2½ miles ENE of Saint-Alphonse.

FIGURE 5 - Carte des affleurements de la formation de Granby au nord et au sud de l'autoroute des Cantons de l'Est, avec coupes illustrant le renversement des plis/Outcrop map of the Granby Formation north and south of the Eastern Townships Autoroute, with sections illustrating the reverse drag sense of the folds.

PLAN	Failles et zones de cisaillement: a) relevées, b) déduites		Faults and shear zones: a) observed, b) inferred
	Clivage principal: a) relevé, b) déduit		Main cleavage: a) observed, b) inferred
	Axe de synclinal: a) incliné, b) renversé, c) couché		Synclinal axis: a) inclined, b) over- turned, c) reclined
	Axe d'anticlinal: a) incliné, b) renversé, c) couché		Anticlinal axis: a) inclined, b) over- turned, c) reclined
	Litage		Bedding
	Plan de glissement		Glide plane
COUPE	Clivage		Cleavage
	Litage		Bedding
	Faïlle		Fault



lits d'ardoise gris foncé alternent avec des grès à grain fin (figure 7). On trouve, mais plus rarement, des couches de grès rouge ou rose, d'ordinaire apparentées aux ardoises rouges, vertes et grises. Le grain passe de celui des siltstones à celui de diverses classes de grès; il va jusqu'au conglomérat fin dans lequel les cailloux dépassent très rarement $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre. Dans toutes ces variétés, la texture est inéqui-granulaires et la matrice, composée presque entièrement de quartz, de feldspath et de quartzite, peut compter pour jusqu'à 60% de la roche. Les grains sont sub-arrondis pour la plupart; ils sont rarement anguleux ou bien arrondis. Au point de vue minéralogique, le quartz prédomine dans tous les échantillons; 60 à 95% des grains. Le feldspath suit avec 5 à 40% des grains dans tous les échantillons. La plupart des couches contiennent des écailles d'ardoise rouge, verte, grise ou noire, dont la dimension varie du grain de sable aux fragments de quasi un pied de diamètre mais qui dépasse rarement un demi pouce. Le leucoxène apparaît dans quelques lames minces et peut compter pour jusqu'à 5% de la roche. Le zircon, la chlorite, le grenat, et la tourmaline peuvent souvent atteindre 1%. Les minéraux opaques (surtout la magnétite et l'ilménite) peuvent atteindre 5% mais ils ne sont pas toujours présents.

Le grès se situe entre la grau-wacke et la subgrauwacke sur la base des critères utilisés par Pettijohn (1957). Quelques lits peuvent être classés comme orthoquartzite, mais ils sont assez rares. La roche, de par sa texture et ses caractères structuraux, se rapproche davantage de la grau-wacke que de la sub-grauwacke. A cause cependant de l'homogénéité et de la quantité relativement faible des

More rarely, and usually related to these red, green, and gray slate, one finds red or pink sandstone layers. In grain it ranges from siltstone, through various grades of sandstone, to fine-grained conglomerate in which the pebbles very rarely exceed $\frac{1}{4}$ inch in diameter. Throughout all of these varieties the rocks are inequi-granular and the matrix, composed almost wholly of quartz, feldspar, and quartzite, varies in amount up to 60% of the rock. Most of the grains are subrounded. Well rounded or angular grains are rare. Mineralogically, quartz predominates among the grains of all samples, ranging from 60% to 95%. Feldspar is the next most abundant mineral, occurring in all samples, and ranging from 5% to 40%. Most of the beds carry spalls of red, green, gray, or black slate from sand grain size, up to almost a foot long, but rarely exceeding half an inch. Leucoxene appears in a few thin sections ranging in amount up to 5% of the rock. Zircon, chlorite, garnet, and tourmaline are common up to 1%. Opaque minerals (mostly magnetite and ilmenite), though not everywhere present, may amount to 5% of the rock.

In classificatory terms the sandstone lies between graywacke and sub-graywacke according to the criteria used by Pettijohn (1957). A few beds qualify as orthoquartzite but these are very rare. The textural and structural features more closely resemble those of graywacke than those of subgraywacke. Because, however, of the relatively small amounts and homogeneity of the

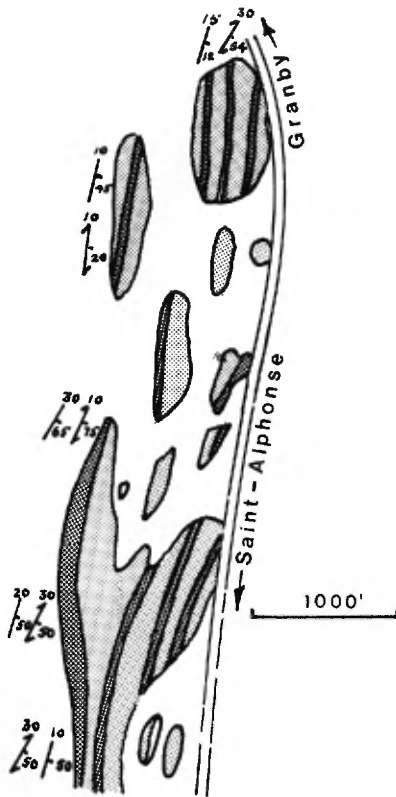


FIGURE 6 - Formation de Granby, à 1 mille au NNE de Saint-Alphonse. Grès avec interstratifications de siltstone vert et d'ardoise grise en lits pouvant atteindre 6 pieds d'épaisseur. Les pendages varient de 50 à 80°E. Flanc ouest d'un anticlinal renversé/Granby Formation, 1 mile NNE of Saint-Alphonse. Sandstone with interbedded green siltstone and gray slate in beds up to 6 feet thick. Dips range from 50 to 80°E. West limb of an overturned syncline.

Grès / Sandstone
Siltstone, ardoise / Siltstone, slate

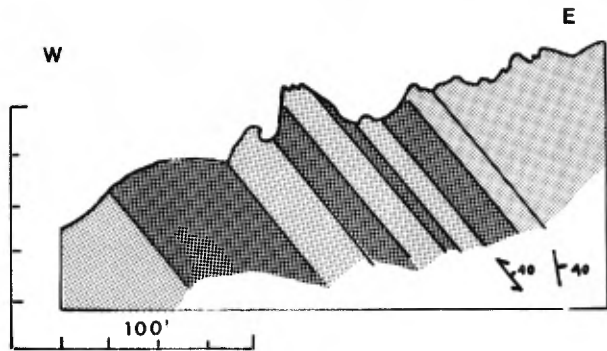


FIGURE 7 - Formation de Granby. Limite est de la région au NW de la route Saint-Alphonse-Granby. Succession de grès finement grenu et de shale gris foncé. Le clivage est parallèle au litage/Granby Formation. Extreme eastern edge of the area, north of the Saint-Alphonse-Granby road. Succession of fine-grained sandstone and dark gray shale. Cleavage is parallel to bedding.

Grès: ton clair / Sandstone: lighter shade.

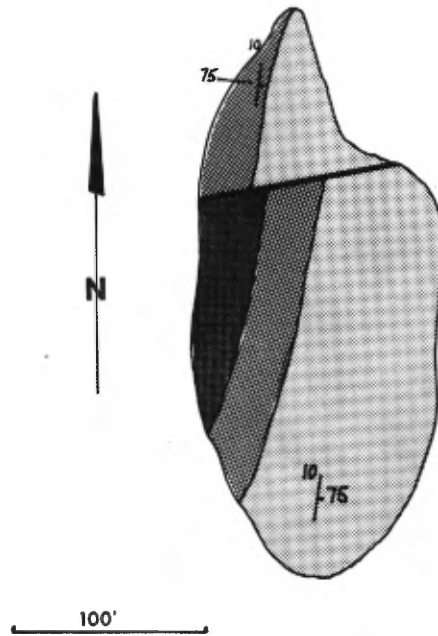
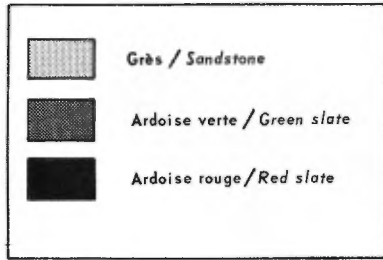


FIGURE 8 - Formation de Granby, sur la rive nord de la rivière Yamaska, à 2½ milles à l'ouest d'Adamsville. Grès interstratifié d'ardoise rouge et verte. L'affleurement est recoupé par une faille verticale parallèle aux diaclases régionales/Granby Formation, on north bank of Yamaska river, 2½ miles west of Adamsville. Sandstone with interbedded red and green slate. The outcrop is cut by a vertical fault striking parallel to regional jointing.

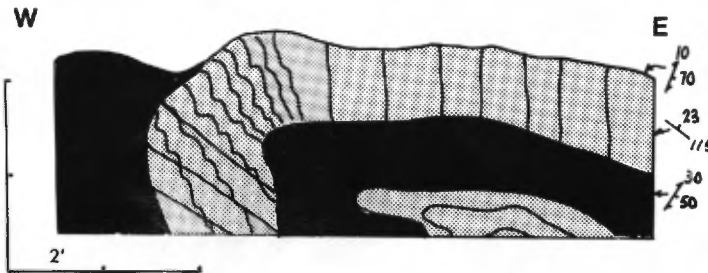


FIGURE 9 - Formation de Granby, à 1 mille au nord de la rivière Yamaska et ¼ mille à l'est de l'angle SW du canton de Granby. Coupe inclinée sur le plan des diaclases, regardant vers le nord. Grès avec interstratifications d'ardoise grise. A remarquer le clivage de fracture dans le grès, le clivage de stratification dans l'ardoise à l'extrémité ouest et le clivage normal dans le lit inférieur d'ardoise. Près du plan axial du pli, le clivage de fracture dans le grès est plissé et semé de veines de quartz/Granby Formation, 1 mile north of Yamaska river and ¼ mile east of SW corner of Granby township. Inclined section on joint plane, looking north. Granby sandstone and interbedded gray slate. Note fracture cleavage in sandstone, bedding cleavage in slate at west end, and normal cleavage in lower slate bed. Close to axial plane of the fold the sandstone fracture cleavage is crumpled and infested with quartz-filled veins.

Grès: ton clair / Sandstone: lighter shade.

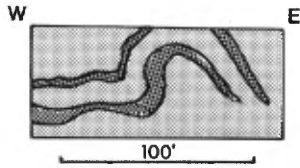


FIGURE 10 - Formation de Granby, à 3½ milles au nord-est de Saint-Alphonse et à ½ mille à l'ouest de la limite orientale de la carte, sur le côté est de la route. Anticlinal renversé révélé par l'ardoise et le siltstone de couleur chamois dans le grès. / *Granby Formation, 3½ miles northeast of Saint-Alphonse and ½ mile west of eastern border of the map, east side of the road. Overturned anticline shown by buff-weathering slate and siltstone in sandstone.*

Grès: ton clair / Sandstone: lighter shade.

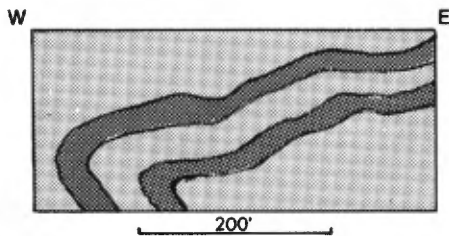


FIGURE 11 - Formation de Granby, à 2 milles à l'est-nord-est de Saint-Alphonse et à ½ mille au nord de la limite de canton. Anticlinal renversé révélé par des lits d'ardoise grise dans le grès. / *Granby Formation, 2 miles east-northeast of Saint-Alphonse and ½ mile north of township line. Overturned anticline shown by beds of gray slate in sandstone.*

Grès: ton clair / Sandstone: lighter shade.

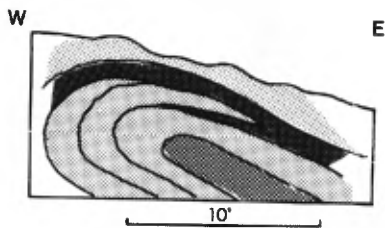


FIGURE 12 - Formation de Granby, à 1 mille au sud-sud-ouest de Saint-Alphonse, juste au nord de la route orientée est-ouest. Anticlinal renversé révélé par des couches d'ardoise rouge et verte / *Granby Formation, 1 mile south-southwest of Saint-Alphonse, immediately north of E-W road. Overturned anticline shown by red and green slate beds in sandstone.*

Voir figure 8 pour identification des figurés / See Figure 8 for identification of shades.

fragments, ainsi que de l'absence virtuelle des minéraux autres que le quartz et le feldspath dans les fractions de sable et de cailloux, nous sommes à peu près sûr qu'elle est le produit d'au moins deux cycles de transport et de déposition. Il semble donc approprié de la classer comme une grauwacke de second cycle, même si, dans le présent travail, nous l'appelons d'habitude un grès.

CARACTERISTIQUES

A cause de la similitude du gris de la roche et des lichens sur plusieurs affleurements, le *litage* est peu visible. Le litage grossier, c'est-à-dire la séparation en couches variant de quelques pouces à 5 ou 6 pieds d'épaisseur, n'est pas trop difficile à délimiter mais la stratification à l'intérieur des couches individuelles est presque partout difficile à distinguer. On peut y parvenir en observant la superposition des grains, l'orientation des feldspaths et des esquilles lithiques ou la gradation des grains. Les changements de couleur peuvent induire en erreur car la coloration de surface est liée à l'intempérissement et à la configuration de l'affleurement et n'est pas nécessairement reliée au litage. En certains cas, les lits de grès sont séparés des lits sus-et sous-jacents par une mince passée de shale ou de siltstone, ordinairement de teinte grisâtre, mais rarement rouge. Dans l'ensemble, les couches gardent leur épaisseur sur les petits affleurements mais les caractéristiques d'épaisseur, de couleur et de granulométrie ne sont pas nécessairement constantes sur des distances qui dépassent 100 pieds.

rock fragments, and the virtual exclusion of all but quartz and feldspar from the the sand and pebble fractions there is little doubt that the rock is a product of at least two cycles of transportation and deposition. It seems appropriate to classify it as a second cycle graywacke. In this report it is usually called a sandstone.

CHARACTERISTICS

Because of the similarity of the gray color of both rock and its covering lichens, *bedding* in many exposures is obscure. Gross bedding, i.e., the separation of an exposure into beds ranging from a few inches to 5 or 6 feet, is not too difficult to make out, but stratification within a bed is in most cases obscure. It may be shown by grain layering, by orientation of feldspar or lithic shards, and by grain gradation. Color changes could be misleading because surface coloration is a factor of both weathering and outcrop configuration, and is not necessarily related to bedding. In some cases beds of sandstone are separated from super- or subjacent beds by a thin shale or siltstone parting, usually some shade of gray, but infrequently red. On the whole beds preserve their thickness within the limits of small outcrops, though where they are exposed over lengths of more than 100 feet, *thickness, color, and grain* characteristics cannot be relied upon to remain constant.

A environ $\frac{1}{2}$ mille à l'est de Saint-Alphonse-de-Granby se trouve un affleurement de lits bien stratifiés de 1 pied d'épaisseur en moyenne. Plusieurs de ces lits sont constitués presque entièrement de grains grossiers ou fins de quartz. L'un d'eux laisse voir, du fait qu'elles sont plus foncées que le grès, de curieuses spirales ou ellipses aplaties (figure 13). Cette structure rappelle les excoirations d'argile décrites par Twenhofel (1932, pp. 692-3). Elle est interprétée par Brown (1936, pp. 14-15) comme étant le résultat du craquement et de l'enroulement de minces couches d'une boue fine et cohésive: *Les cylindres creux ainsi formés peuvent être roulés par le vent au cours d'une émergence ou par les eaux montantes sur un estran pour être ensuite incorporés aux sédiments durant une période de submergence. Ils sont alors broyés ou écrasés pour former des lentilles ou se remplissent de sédiments pour former les tiges ou spirales observées dans le cas présent.*

Les discordances entre les couches sont rares sauf là où le grès repose sur de l'ardoise. Dans de tels cas, l'ardoise peut avoir été excavée par une érosion antérieure à la déposition du grès de façon à donner un relief de plusieurs pouces ou même de 1 pied. Les couches de conglomérat reposant sur le grès présentent aussi des discordances mais à un degré moindre, peu importe la granulométrie du grès (figure 14).

La stratification entrecroisée ne se rencontre que dans les couches à grain fin: siltstone et grès fin. Dans certains affleurements, elle constituait le seul critère disponible pour la détermination des sommets des couches. Nous n'avons observé ni rides de plage ni autres déformations des plans de litage.

About $\frac{1}{2}$ mile east of Saint-Alphonse-de-Granby there is an outcrop which consists of well stratified beds averaging one foot in thickness, many of them consisting almost wholly of coarse or fine quartz grains. One of these beds shows on its edge peculiar flattened spirals or ellipses, made apparent by material darker than the sandstone (Figure 13). This structure seems to be similar to clay galls, as described by Twenhofel (1932, pp. 692-3). It is interpreted by Brown (1936, pp. 14-15) as the result of the cracking and curling up of thin layers of fine cohesive mud: *The hollow cylinders thus formed may be rolled around by the wind during emergence, or by returning waters on a tidal flat, and later, upon submergence, may be incorporated into sediments. They may be crushed to form lenticles or they may be filled with sediment to form the stem-like or spiral forms seen in this case.*

Unconformities between beds are rare except where sandstone lies upon slate. In such cases the slate may have been excavated by pre-sandstone erosion so as to give a relief of several inches, or even as much as a foot. Conglomerate beds lying upon sandstone are apt to give the same feature though to not so marked a degree no matter what grain of sandstone underlies them (Figure 14).

Crossbedding was found to be restricted to the finer-grained beds (siltstone and fine-grained sandstone) and in some outcrops was the only criterion available for the determination of the tops of beds. Ripple marks and other deformatory features of the bedding planes were not observed.

Le *granoclasement* est bien développé presque partout. Dans la coupe d'Hofmann (figure 15), huit unités laissent voir un granoclasement interne. De plus, la coupe peut être divisée en neuf séquences, chacune consistant en lits à gros grains surmontés de lits à grains plus fins. Comme ces séquences comprennent toutes plus d'un lit, cette condition, bien qu'indicatrice d'une diminution progressive de la force de transport, ne peut strictement être qualifiée de "granoclasement", ainsi qu'on l'entend aujourd'hui; on devrait dire plutôt "gradation complexe des grains".

Dans la coupe de Gold (figure 16), entre 264 et 504 pieds au-dessus de la base, 17 unités furent décrites dans les notes de terrain comme étant des lits à grains relativement grossiers passant graduellement vers le haut à des sédiments plus fins. C'est là un véritable granoclasement.

Le granoclasement se rencontre aussi sur plusieurs autres affleurements. De fait, cette caractéristique se retrouverait probablement un peu partout dans la région, n'étant la quasi omniprésence de mousse et de lichen.

En quelques endroits, des *lentilles* elliptiques et allongées de grès ou siltstone de grain fin à moyen et d'altération brune sont éparpillées le long de la direction et sont encastrées dans le grès. Elles n'ont pas de litage interne. Les ellipsoïdes ont des formes sub-sphériques à aplaties. Les premières ont un diamètre pouvant atteindre 20 pouces; la dimension des secondes varie de 5 pouces par 8 pouces à 2 pieds par 6 pieds. La lentille la plus grosse que nous ayons vue atteignait presque 10 pieds de long et 3 à 4 pouces d'épaisseur sur une surface presque perpendiculaire au litage.

Grain gradation is almost everywhere well developed. In Hofmann's section (Figure 15) 8 units show an internal grain gradation. In addition, the entire section can be divided into 9 sequences, each of which consists of coarser-grained beds below and finer-grained beds above. Each of these sequences includes more than one bed, so that the condition, though indicating a progressive diminution in transporting power, hardly qualifies as grain gradation as the term is used today, but could be called "compound grain gradation".

In Gold's section (Figure 16) between 264 and 504 feet above the base, 17 units were described in field notes as consisting of relatively coarse-grained beds grading upward into finer-grained sediments. This is true grain gradation.

Elsewhere several individual outcrops show a grain gradation, and this characteristic would probably be found widespread over the area were it not for the ubiquitous obfuscating covering of moss and lichen on most of the exposures.

In a few places elliptical and elongated *lenses* of brown-weathering dolomitic and calcareous fine- to medium-grained sandstone or siltstone occur scattered along the strike and are enclosed within the sandstone. They show no internal bedding. The ellipsoids range from a sub-spherical shape with a diameter of up to 20 inches to flattened shapes ranging in size, on outcrop surface, from 5- by 8-inch forms to 2- by 6-foot forms. The largest lens seen was nearly 10 feet long and 3 to 4 inches thick, as seen on a surface nearly perpendicular to the bedding. In a couple of localities there were found

Dans une couple de localités, nous avons remarqué des creux sub-sphériques de 18 pouces de diamètre qui sont vraisemblablement le site de lentilles éliminées par l'intempérisme. L'hypothèse que les masses lenticulaires seraient les reliquats de couches autrefois continues est raisonnable, mais il peut aussi s'agir de concrétions. En effet, on peut concevoir, qu'avant sa consolidation finale, une roche poreuse permet la désintégration partielle ou complète des lits de carbonate et relocalisation du matériel dissout sous forme de concrétions.

Des *bioforages* sont plus ou moins visibles en une demi-douzaine d'endroits, dans des lits de grès riches en carbonates. Il s'agit de structures aplaties en forme de U, la plupart du temps en paires de trous verticaux occasionnellement reliés par un passage horizontal. Ce type d'ichnofossile, appelé *Arenicolites*, est présent dans les roches allant du Cambrien ancien au Présent, mais n'a pas été rapporté dans les couches du Précambrien.

COUPES

Deux coupes ont été mesurées par Hofmann (tableau 1) et Gold (tableau 2) avec tout le soin permis par les circonstances de lieu. Celle de Gold est de beaucoup la plus épaisse mais celle de Hofmann montre une meilleure gradation des lits granoclassés. Dans la première, l'épaisseur est celle mesurée sur les affleurements et aucun ajustement n'est nécessaire pour la divergence entre la ligne de cheminement et la direction du litage. Les coupes sont présentées dans le but d'illustrer la diversité dans la succession lithologique.

sub-spherical hollows up to 18 inches across whence doubtless nearly spherical ellipsoids have been removed by weathering. The hypothesis that the lenticular masses are remains of once continuous beds is a reasonable one, but the ellipsoids may possibly be concretionary. In a rock which possessed fair porosity before final consolidation, carbonate beds would be subject to partial or complete dismemberment, and to possible reallocation of dissolved material as concretionary masses elsewhere.

Obscure *burrows* can be seen in half-a-dozen places, always in carbonate-rich sandstone beds. They consist of flat U-shape structures, for the most part preserved as pairs of vertical holes and occasionally by the horizontal connecting tube. This type of ichnofossil, known as *Arenicolites*, occurs in rocks from Early Cambrian time to the present, but has not been reported from Precambrian beds.

SECTIONS

Two separate sections were measured by Hofmann (Table 1) and Gold (Table 2) as carefully as local conditions would permit. Of these, Gold's section is by far the thicker, but Hofmann's shows a superior succession of graded beds. In Gold's section the thickness given was measured as such on outcrop and no adjustment consequent upon the divergence of section line and strike of bedding is necessary. The two sections are given to illustrate the diversity of lithologic successions in the field.

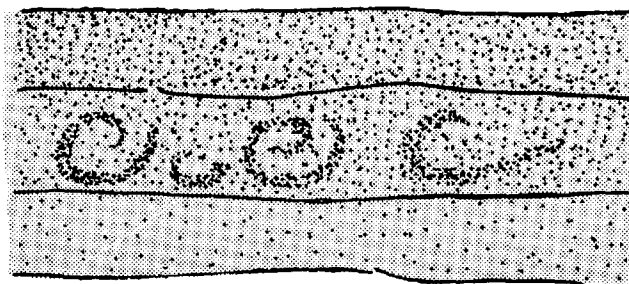


FIGURE 13 - Formation de Granby. Cylindres d'argile dans les grès, à environ 1/2 mille à l'est de Saint-Alphonse. Extrait de Brown (1938, p.14) qui décrit la figure comme suit: "Les couches ont une attitude N11°E-49°E et sont renversées. Leur épaisseur est d'environ 1 pied. Le croquis étant un plan de surface de l'affleurement, on est donc en présence d'une coupe transversale des couches"/Granby Formation. Clay galls in sandstone, about 1/2 mile east of Saint-Alphonse. Taken from Brown (1938, p. 14) who presents the figure as follows: "The beds have an attitude of N11°E-49°E and are overturned. They are about 1 foot thick. The sketch is a plan of the surface of the outcrop and hence shows a section through the beds."

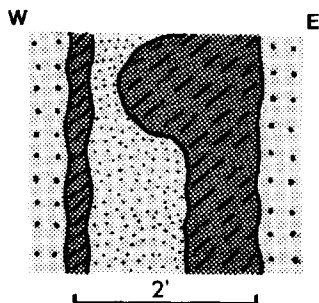
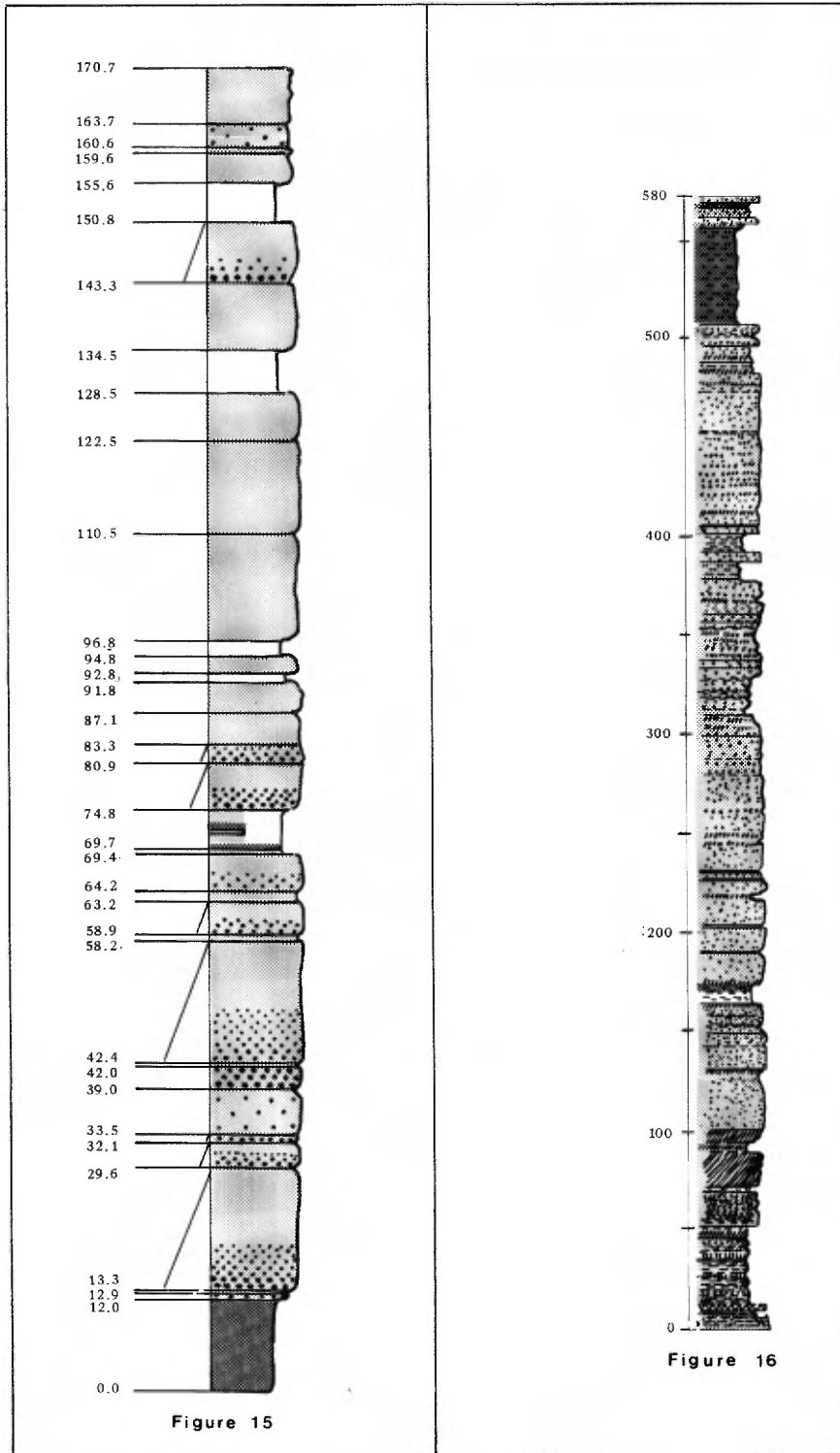


FIGURE 14 - Formation de Granby, à 1 1/2 mille au SSW de Saint-Alphonse et 1/2 mille au nord de la ligne de canton. Grès avec structures de remplissage. Les sommets, à regard vers l'est, coïncident avec les données sur le clivage/ Granby Formation, 1 1/2 miles SSW of Saint-Alphonse and 1/2 mile north of township line. Sandstone with cut and fill structure showing tops to east in harmony with bedding cleavage data.

Grès: ton clair /Sandstone: lighter shade.

FIGURE 15 - Coupe du grès de Granby, par Hofmann, à 1 1/2 mille au NNW du pont d'Adamsville (45°17'14"-72°49'15"). Flanc sud-est d'un anticlinal (170°, 35°). Voir Tableau 1 pour description. /Hofmann's section of Granby sandstone, 1 1/2 miles NNW of Adamsville bridge (45°17'14" - 72°49'15"). East limb of anticline (170°, 35°E). See Table 1 for description.

FIGURE 16 - Coupe de la formation de Granby, par Gold, aux coordonnées 45°20'30" et 72°45'30". Flanc sud-est d'un anticlinal plongeant au nord-est; la direction des lits varie de 30 à 50° et le pendage de 20 à 80°W. Voir tableau 2 pour description/Gold's section of Granby Formation, at coordinates 45°20'30" and 72°45'30". Southeast limb of northeast-plunging syncline; beds strike 30 to 50° and dip 20 to 80°W. See Table 2 for description.



TAB. 1 - COUPE DE LA FORMATION DE GRANBY (Hofmann)
SECTION OF GRANBY FORMATION (Hofmann)

Grès gris verdâtre, à grain moyen, s'altérant au chamois. SOMMET DE LA COUPE.	163.7-170.7	Sandstones, greenish gray, medium-grained, buff-weathering. TOP OF SECTION.
Grès gris à gris verdâtre, grains de quartz clair atteignant 2 mm.	160.6-163.7	Sandstone, gray to greenish gray, clear quartz grains up to 2 mm.
Grès gris verdâtre, à grain fin, s'altérant au chamois.	159.6-160.6	Sandstone, greenish gray, fine-grained, buff-weathering.
Grès gris verdâtre, de grain fin à moyen.	155.6-159.6	Sandstone, greenish gray, fine-to medium-grained.
Recouvert	150.8-155.6	Covered
Conglomérat de granules sur 0.8 pied, passant graduellement vers le haut à une subgrauwacke de grain moyen à grossier. Les 4 pieds du sommet sont un grès fin s'altérant au chamois.	143.3-150.8	Granule conglomerate for 0.8 foot, grading upward into gray, medium- to coarse-grained, subgraywacke. Top 4 feet are fine-grained, buff-weathering sandstone.
Grès gris à gris verdâtre, à grain moyen.	134.5-143.3	Sandstone, gray to greenish gray, medium-grained.
Recouvert. Vallée qui pourrait avoir été creusée dans du shale.	128.5-134.5	Covered. Valley, perhaps occupied by shale.
Grès gris verdâtre, à grain moyen, blanc antique et s'altérant au chamois. Plans de stratification distancés de 1 pouce à 2 pouces, révélés par l'altération différentielle.	122.5-128.5	Sandstone, greenish gray, medium-grained, off-white and buff-weathering, bedding planes 1 inch to 2 inches apart, shown by differential weathering.
Grès gris verdâtre, de grain fin à moyen avec quelques gros grains. Sommet d'une crête	110.5-122.5	Sandstone, greenish gray, fine- to medium-grained, with a few coarse grains. Top of ridge.
Grès gris verdâtre de grain fin à moyen (0.5-1 mm à 107 pieds) s'altérant au chamois; lit de 2 pieds à la base, le reste massif	96.8-110.5	Sandstone, greenish gray, fine- to medium-grained (0.5-1 mm at 107 feet), buff-weathering; 2 foot bed at base, remainder massive.
Recouvert	94.8-96.8	Covered
Grès gris verdâtre, à grain moyen (0.5 à 1 mm), s'altérant au chamois.	92.8-94.8	Sandstone, greenish gray, medium-grained (0.5-1 mm), buff-weathering.
Recouvert	91.8-92.8	Covered
Grès gris verdâtre, à grain moyen (0.5-1 mm), passablement équigranulaire, s'altérant au chamois; litage apparent en plusieurs endroits.	87.1-91.8	Sandstone, greenish gray, medium-grained (0.5-1 mm), fairly equigranular, buff-weathering; bedding apparent in several places.
Grès gris verdâtre, à grain uniformément moyen (0.5 à 1 mm), s'altérant au chamois	83.3-87.1	Sandstone, greenish gray, uniformly medium-grained (0.5-1 mm), buff-weathering.
Grès, séquence granoclassée; grains de 1.2 mm au sommet, de 2 mm à la base.	80.9-83.3	Sandstone, graded sequence; grains at top 1.2 mm, at bottom 2 mm.
Conglomérat à granules de quartz; grains de 0.5 mm dans les 3 pieds supérieurs, de 6-8 mm au bas; altération chamois, contact inférieur très net et ondulé, quelques fins grains noirs.	74.8-80.9	Quartz-granule conglomerate, grain size of 0.5 mm in upper 3 feet, 6-8 mm at bottom; buff-weathering, sharp lower contact, undulating, a few fine-grained black grains.

Recouvert en partie. Les affleurements latéraux montrent du grès gris verdâtre, de grain fin à moyen, s'altérant au chamois, quelque peu micacé. Couche de shale de 2 pouces à 71.4 pieds.	69.7-74.8	Covered in part. Lateral exposures show sandstone, greenish gray, fine- to medium-grained, weathering buff, somewhat micaceous. At 71.4 feet there is a shale layer 2 inches thick.
Shale gris verdâtre, contact inférieur graduel, avec quelques minces lentilles de grès finement grenu.	69.4-69.7	Shale, greenish gray, gradational lower contact, with some thin lenses of fine-grained sandstone.
Grès; le bas (0.7 pied) est à grain fin, s'altérant au chamois; au-dessus, les grains ont tous 2 mm de diamètre; le sommet (0.6 pied) est un grès fin s'altérant au chamois.	64.2-69.4	Sandstone; lower 0.7' fine-grained, buff-weathering; above that grains are all 2 mm in diameter; top 0.6' fine-grained sandstone, buff-weathering.
Recouvert.	63.2-64.2	Covered.
Grès gris verdâtre à gros grain (2 mm au bas, 1 mm au-dessus); la partie supérieure (0.5 pied) s'altère au chamois.	58.9-63.2	Sandstone, greenish gray, coarse-grained (2 mm below, 1 mm above), top 0.5 foot is buff-weathering.
Recouvert.	58.2-58.9	Covered.
Grès gris verdâtre, à gros grain dans la partie inférieure, à grain fin et s'altérant au chamois dans les 6 à 8 pieds supérieurs.	42.4-58.2	Sandstone, greenish gray, coarse-grained in lower part, fine-grained and buff-weathering in upper 6-8 feet.
Recouvert.	42.0-42.4	Covered.
Conglomérat à granules, grains surtout de quartz, quelques fragments de roche noire et quelques feldspaths blancs; granules et cailloux assez bien arrondis; dimension des grains assez constante, partout de 8 à 15 mm; séparations finement grenues s'altérant au chamois.	39.0-42.0	Granule conglomerate, grains mostly quartz, some black, fine-grained rock fragments and some white feldspars; granules and pebbles fairly well rounded; grain size fairly constant, 8-15 mm throughout; fine-grained, buff-weathering seams throughout.
Grès gris verdâtre pâle, à gros grain (1 à 2 mm), s'altérant au chamois; contact supérieur tranché mais ondulé.	33.5-39.0	Sandstone, light greenish gray, coarse-grained (1-2 mm), buff-weathering; top contact sharp but undulating.
Grès quartzeux, gris verdâtre, à grains assez arrondis; grains de 0.3 à 0.4 mm au sommet, de 0.8 mm à la base; contact tranché au sommet.	32.1-33.5	Quartz sandstone, greenish gray, grains fairly well rounded; grain size of 0.3-0.4 mm at top, 0.8 mm at base; contact distinct at top.
Conglomérat de granules de quartz, passant graduellement vers le haut à un grès à grain moyen; grains de 0.5 mm au sommet, de 7 à 10 mm au bas.	29.6-32.1	Quartz-granule conglomerate, grading upward into medium-grained sandstone; grain size of 0.2 mm at top, 8-10 mm at base.
Conglomérat de granules de quartz, litage granoclassé bien visible; grains de 0.2 mm au sommet; de 8 à 10 mm à la base. Les grains de quartz, accompagnés de feldspath et de roche noire finement grenue, sont assez bien arrondis à la base. Surface de base irrégulière. Les 2 pieds supérieurs sont vert foncé et d'altération au chamois; abondance de grains gris foncé avec éclat métallique.	13.3-29.6	Quartz-granule conglomerate, graded bedding well shown, grain size of 0.2 mm at top, 8-10 mm at base. At base grains fairly well rounded, quartz with feldspar and fine-grained black rock. Basal surface irregular. Top 2 feet are dark green, buff-weathering, with abundance of dark gray grains with metallic luster.
Grès gris foncé à gris verdâtre foncé, à grain moyen, micacé; lentilles pouvant atteindre 0.5 pied d'épaisseur.	12.9-13.3	Sandstone, dark gray to dark greenish gray, medium-grained, micaceous, lenticular, up to 0.5 foot thick.
Grès gris verdâtre, à gros grain, lenticulaire.	12.0-12.9	Sandstone, greenish gray, coarse-grained, lenticular.
Ardoise vert pâle assez homogène, laminations de litage. BASE DE LA COUPE.	0.0-12.0	Slate, light green, fairly homogeneous, bedding laminations present. BASE OF SECTION.

TAB. 2 - COUPE DE LA FORMATION DE GRANBY (GOLD)
SECTION OF THE GRANBY FORMATION (GOLD)

Sub-grauwacke à grain moyen. SOMMET DE LA COUPE.	577.0-580.5	Subgraywacke, medium-grained. TOP OF SECTION.
Siltstone.	576.0-577.0	Siltstone.
Sub-grauwacke à grain moyen, avec grès très grossier par endroits. Attitude: 25°, 7°W.	570.0-576.0	Subgraywacke, medium-grained, with local grits. Attitude: 25°, 7°W.
Ardoise verte.	566.8-570.0	Green slate.
Sub-grauwacke à grain fin, intercalations de siltstone et de grès à grain très fin.	563.8-566.8	Subgraywacke, fine-grained, intercalated with siltstone and very fine-grained sandstone.
Roche cachée; probablement de l'ardoise.	509.0-563.8	Rock concealed; probably slate.
Sub-grauwacke, de grain fin à moyen.	507.5-509.0	Subgraywacke, fine-to medium-grained.
Sub-grauwacke de grain fin à moyen, avec quelques cailloux d'ardoise. Contient environ 2% de fragments de feldspath. Attitude: 40°, 32°W.	505.0-507.5	Subgraywacke, fine-to medium-grained, with a few slate pebbles. Contains about 2% feldspar fragments. Attitude: 40°, 32°W.
Shale vert avec interstratifications irrégulières de lits de grès fin de 2 à 6 pouces d'épaisseur, plissés et boudinés.	504.0-505.0	Green shale, interbedded with fine-grained sandstone beds, irregular, 2 to 6 inches thick, folded and boudinaged.
Conglomérat à petits cailloux, peu consistant, passant graduellement vers le haut à une sub-grauwacke de grain fin à moyen, avec par endroits des lits de grès très grossier. Attitude: 40°, 26°W.	502.0-504.0	Small-pebble conglomerate, loosely packed, grading upward to fine-to medium-grained subgraywacke with local grit beds. Attitude: 40°, 26°W.
Siltstone gris verdâtre et grès très fin.	501.7-502.0	Siltstone, greenish gray, and sandstone, very fine-grained.
Sub-grauwacke, de grain fin à moyen.	499.4-501.7	Subgraywacke, fine-to medium-grained.
Siltstone.	499.2-499.4	Siltstone.
Sub-grauwacke, de grain fin à moyen.	497.4-499.2	Subgraywacke, fine-to medium-grained.
Grès feldspathique à grain fin, friable.	494.6-497.4	Sandstone, feldspathic, fine-grained, friable.
Sub-grauwacke à grain moyen.	492.6-494.6	Subgraywacke, medium-grained.
Graywacke à grain fin.	491.1-492.6	Graywacke, fine-grained.
Ardoise et siltstone.	490.1-491.1	Slate and siltstone.
Sub-grauwacke, de grain fin à moyen, s'altérant au chamôis. Visible sur une déclivité de pendage.	486.1-490.1	Subgraywacke, fine-to medium-grained, buff-weathering. Exposed on a dip slope.
Siltstone.	486.0-486.1	Siltstone.
Grès rougeâtre, feldspathique, de grain fin à moyen.	483.2-486.0	Sandstone, reddish, fine-to medium-grained, feldspathic.

Sub-grauwacke, de grain moyen à grossier, graveleux à la base.	477.2-483.2	Subgraywacke, medium-to coarse-grained, gritty near base.
Les 4.5 pieds inférieurs sont une grau- wacke à grain moyen, s'altérant au chamois. Ils sont recouverts par de la grau- wacke à gros grain et du grès très grossier peu consistant. Partout quelques fragments de shale.	466.2-477.2	Graywacke, medium-grained, buff-weathering in lower 4.5 feet; overlain by graywacke, coarse-grained, and loosely packed grits. A few shale fragments throughout.
Grès conglomératique, graveleux par en- droits, avec lentilles de grès couleur chamois, à grain fin. Les six pouces supérieurs sont du grès entrecroisé, gris pâle, de grain fin à moyen.	463.2-466.2	Sandstone, conglomeratic, gritty in places, with lenses of sandstone, buff, fine- grained. Upper 6 inches consist of a fine- to medium-grained, light gray, crossbedded sandstone.
Grès conglomératique passant graduelle- ment vers le haut à une sub-grauwacke finement grenue.	461.2-463.2	Sandstone, conglomeratic, grading upward into subgraywacke, fine-grained.
Ardoise.	461.1-461.2	Slate.
Grès graveleux passant graduellement vers le haut à du grès fin, feldspathi- que.	458.6-461.1	Sandstone, gritty, grading upward to sand- stone, fine-grained, feldspathic.
Idem.	456.1-458.6	Ditto.
Grès très grossiers peu consistants; par endroits conglomérat à petits cail- loux, avec grains de quartz, d'ardoise et de rares feldspath, de 5 à 10 mm de diamètre. Grossièrement lité, passant graduellement vers le haut à une grau- wacke de grain fin à moyen.	444.1-456.1	Mainly loosely packed grits; locally small- pebble conglomerate, with grains of quartz, slate, and rarely feldspar, 5-10 mm across. Crudely layered, grading upward to fine- to medium-grained graywacke.
A la base, 6 pouces de conglomérat à cailloux de quartz, peu consistant, passant graduellement vers le haut à une grau- wacke à grains fins à moyens.	441.6-444.1	At base 6 inches quartz-pebble conglomerate, loosely packed, grading upward to fine- and medium-grained graywacke.
Six pouces de grès graveleux passant graduellement vers le haut à une grau- wacke à grain fin.	438.6-441.6	Six inches of gritty sandstone grading up- ward to fine-grained graywacke.
Quatre pouces de grès graveleux passant graduellement vers le haut à une grau- wacke à grain fin.	436.6-438.6	Four inches of gritty sandstone grading up- ward to fine-grained graywacke.
Quatre pouces de conglomérat à cailloux de quartz, passant graduellement vers le haut à une grau- wacke à grain fin.	434.9-436.6	Four inches of quartz-pebble conglomera- te, grading upward to fine-grained gray- wacke.
Six pouces de conglomérat à cailloux de quartz, passant graduellement vers le haut à une grau- wacke à grain fin.	430.6-434.9	Six inches of quartz-pebble conglomerate, grading upward to fine-grained graywacke.
Douze pouces de conglomérat à cailloux de quartz, passant graduellement vers le haut à une grau- wacke grossière, dont 10% des grains sont de l'ardoise.	427.8-430.6	Twelve inches of quartz-pebble conglomerate grading upward into coarse-grained gray- wacke, of which 10% of the grains are slate.
Grès chamois, à grain moyen, passant gra- duellement vers le haut à un grès fin, avec de minces esquilles d'ardoise au sommets.	421.8-427.8	Sandstone, buff, medium-grained, grading upward to fine-grained, with thin slate pellets at top.
Siltstone.	421.7-421.8	Siltstone.

Conglomérat passant graduellement vers le haut à une sub-grauwacke à grain moyen, avec de rares lentilles d'ardoise atteignant 3 pouces de longueur	414.2-421.7	Conglomerate, grading upward to medium-grained subgraywacke, with rare slate lenses up to 3 inches long.
Grès dolomitique à grain moyen, entrecroisé.	413.9-414.2	Sandstone, dolomitic, medium-grained, crossbedded.
Conglomérat passant graduellement vers le haut à une sub-grauwacke à grain moyen, avec de rares fragments d'ardoise pouvant atteindre ½ pouce.	411.1-413.9	Conglomerate, grading upward to medium-grained subgraywacke, with rare slate fragments up to ½ inch.
Grès brun pâle, à grain très fin.	410.8-411.1	Sandstone, light brown, very fine-grained.
Conglomérat passant graduellement vers le haut à une sub-grauwacke à grain moyen; environ 3% de feldspath.	409.0-410.8	Conglomerate, grading upward to medium-grained subgraywacke; about 3% feldspar.
Ardoise verte se rétrécissant et disparaissant vers l'ouest.	400.5-409.0	Slate, green; wedges out toward west.
Grauwacke grossière s'altérant au chamois.	398.2-400.5	Graywacke, coarse-grained, buff-weathering.
Grès finement grenu.	398.0-398.2	Sandstone, fine-grained.
Grauwacke à gros grain, s'altérant au chamois.	397.2-398.0	Graywacke, coarse-grained, buff-weathering.
Grès feldspathique.	396.9-397.2	Sandstone, feldspathic.
Sub-grauwacke, de grain moyen à grossier.	395.6-396.9	Subgraywacke, medium- to coarse-grained.
Ardoise verte.	385.6-395.6	Slate, green.
Grauwacke à grain moyen, visible sur une déclivité de pendage.	379.1-385.6	Graywacke, medium-grained. Exposed on a dip slope.
Siltstone. Attitude: 45°, 30°W.	378.8-379.1	Siltstone. Attitude: 45°, 30°W.
Conglomérat à petits cailloux et sub-grauwacke à grain moyen.	377.5-378.8	Small-pebble conglomerate, and subgraywacke, medium-grained.
Grauwacke verte de grain fin à moyen. Visible sur une déclivité de pendage.	375.2-377.5	Graywacke, green, fine- to medium-grained. Exposed on a dip slope.
Siltstone.	375.1-375.2	Siltstone.
Sub-grauwacke, de grain moyen à grossier.	369.1-375.1	Subgraywacke, medium- to coarse-grained.
Ardoise, discontinue.	368.8-369.1	Slate, discontinuous.
Grauwacke à gros grain, s'altérant au chamois.	366.3-368.8	Graywacke, coarse-grained, buff-weathering.
Siltstone vert.	366.0-366.3	Siltstone, green.
Conglomérat à petits cailloux, avec 40% de gros grains de sable, et grauwacke grossière, graveleuse par endroits. Couche d'un pouce avec fragments de shale atteignant 1 pouce par ½ de pouce à environ 13 pouces au-dessus de la base. Couche de grès dolomitique de 3 pouces, entrecroisée, à 2.3 pieds au dessus de la base. Attitude: 45°, 33°W.	362.0-366.0	Small-pebble conglomerate, with 40% coarse sand grains, and graywacke, coarse-grained, gritty in places. A layer, 1 inch thick, with shale fragments up to 1 inch by ½ inch about 13 inches above base. A 3-inch dolomitic sandstone bed, crossbedded, lies 2.3 feet above base. Attitude: 45°, 33°W.

Grès très fin et siltstone entrecroisé par endroits. Rides de plage asymétriques parallèles à la direction, d'une longueur d'onde de 18 pouces et d'une amplitude de 6 pouces.	355.0-362.0	Sandstone, very fine-grained, and siltstone, crossbedded in places. Ripple-mark, asymmetrical, parallel to strike, wave length 18 inches, amplitude 6 inches.
Sub-grauwacke gris verdâtre, à grain fin, passant graduellement vers le haut à l'unité ci-dessus, entrecroisée par endroits.	352.5-355.0	Subgraywacke, greenish gray, fine-grained, grading upward into unit above, cross-bedded in places.
Ardoise.	352.0-352.5	Slate.
Conglomérat à petits cailloux, passant graduellement vers le haut à une sub-grauwacke à gros grains.	349.2-352.0	Small-pebble conglomerate, grading upward into subgraywacke, coarse-grained.
Siltstone. Visible sur une déclivité de pendage.	348.9-349.2	Siltstone. Exposed on a dip slope.
Grauwacke grossière avec des couches de grès dolomitique de 3 pouces à 6 pieds et à 9.8 pieds.	337.1-348.9	Graywacke, coarse-grained, with dolomitic 3-inch thick sandstone layers at 6 feet and 9.8 feet.
Siltstone vert.	336.8-337.1	Siltstone, green.
Sub-grauwacke à gros grains atteignant 8 mm de diamètre; couche massive.	329.8-336.8	Subgraywacke, coarse-grained, with grains up to 8 mm across; massive bed.
Ardoise verte et siltstone.	329.3-329.8	Green slate and siltstone.
Sub-grauwacke, de grain fin à moyen, avec de rares lentilles d'ardoise de 3 pouces par $\frac{1}{2}$ pouce.	325.8-329.3	Subgraywacke, fine- to medium-grained, with rare slate lenses 3 inches by $\frac{1}{2}$ inch.
Ardoise verte et siltstone.	324.5-325.8	Green slate and siltstone.
Grès feldspathique à grain moyen.	322.7-324.5	Sandstone, medium-grained, feldspathic.
Ardoise verte.	321.2-322.7	Green slate.
Grès fin avec lentilles de shale par endroits.	315.2-321.2	Sandstone, fine-grained, with shale lenses in places.
Sub-graywacke à grain très fin, clivage à meneaux.	314.4-315.2	Sub-graywacke, very fine-grained, mullion cleavage.
Siltstone.	313.6-314.4	Siltstone.
Sub-grauwacke verte à grain très fin, s'altérant au chamois.	312.3-313.6	Subgraywacke, green, very fine-grained, buff-weathering.
Siltstone.	311.8-312.3	Siltstone.
Grès chamois, à grain très fin.	311.3-311.8	Sandstone, buff, very fine-grained,
Grès très fin et siltstone brun pâle, clivage à meneaux.	310.8-311.3	Sandstone, very fine-grained, and siltstone, light brown, mullion cleavage.
Grès fin, couleur chamois.	310.0-310.8	Sandstone, buff, fine-grained.
Sub-grauwacke à grain moyen.	304.0-310.0	Subgraywacke, medium-grained
Sub-grauwacke à grain moyen, roche peu consistante.	298.0-304.0	Subgraywacke, medium-grained, loose rock.
Grès gris verdâtre, de grain fin à moyen, inéquigranulaire, avec lentilles riches en feldspath.	294.5-298.0	Sandstone, greenish gray, fine- to medium-grained, inequigranular, with feldspar-rich lenses.
Grauwacke très grossière, graveleuse par endroits, cailloux de quartz (80%) et de feldspath (10%); la dimension des grains diminue graduellement vers le haut.	288.5-294.5	Graywacke, very coarse-grained, gritty in places, pebbles 80% quartz, 10% feldspar, grain size diminishing upward.

Sub-grauwacke finement grenue, 3 pouces d'ardoise verte au sommet.	285.5-288.5	Subgraywacke, fine-grained; 3 inches of green slate at top.
Sub-grauwacke, de grain fin ou moyen. Attitude: 40°, 45°W.	283.5-285.5	Subgraywacke, fine-to medium-grained. Attitude: 40°, 45°W.
Sub-grauwacke finement grenue; passe graduellement à une roche très finement grenue vers le haut.	280.0-283.5	Subgraywacke, fine-grained, grading upward to very fine-grained.
Sub-grauwacke de grain fin à moyen.	271.0-280.0	Sub-graywacke. fine- to medium-grained.
Sub-grauwacke grossière, passant graduellement vers le haut à une roche de grain fin à moyen.	269.0-271.0	Subgraywacke, coarse-grained, grading upward to fine- to medium-grained.
Conglomérat à petits cailloux, passant graduellement vers le haut à un grès feldspathique de grain grossier à moyen avec quelques lentilles d'ardoise grise.	264.5-269.0	Small-pebble conglomerate, grading upward to coarse- to medium-grained feldspathic sandstone with a few lenses of gray slate.
Sub-grauwacke gris verdâtre, de grain moyen à grossier, inéqui-granulaire.	260.0-264.5	Subgraywacke, greenish gray, medium- to coarse-grained, inequigranular.
Grès feldspathique à grain moyen.	258.5-260.0	Sandstone, medium-grained, feldspathic.
Grès feldspathique de grain fin à moyen.	256.7-258.5	Sandstone, feldspathic, fine- to medium-grained.
Grau-wacke à grain fin avec de rares grains grossiers de quartz.	256.0-256.7	Graywacke, fine-grained, with rare coarse quartz grains.
Siltstone.	255.8-256.0	Siltstone.
Grès feldspathique, de grain fin à moyen	254.4-255.8	Sandstone, feldspathic, fine-to medium-grained.
Siltstone à stratification entrecroisée.	254.2-254.4	Siltstone, crossbedded.
Grès feldspathique, s'altérant au chamois, de grain moyen à grossier.	252.9-254.2	Sandstone, feldspathic, buff-weathering, medium- to coarse-grained.
Siltstone s'altérant au chamois.	252.6-252.9	Siltstone, buff-weathering.
Grès chamois, à grain moyen.	250.1-252.6	Sandstone, buff, medium-grained.
Grès feldspathique (10% de feldspath) passant graduellement à une sub-grauwacke à stratification entrecroisée.	246.3-250.1	Sandstone, feldspathic, 10% feldspar, grading into crossbedded subgraywacke,
Séparation d'ardoise.	246.2-246.3	Slate parting.
Grès arkosique chamois à grain fin; abondance de kaolin.	243.7-246.2	Sandstone, arkosic, buff, fine-grained; abundant kaolin.
Sub-grauwacke vert grisâtre, de grain fin à moyen. Attitude: 75°, 15°W.	239.2-243.7	Subgraywacke, grayish green, fine- to medium-grained. Attitude: 75°, 15°W.
Sub-grauwacke, de grain moyen à grossier, entrecroisée, plus grossière près de la base	238.0-239.2	Subgraywacke, medium- to coarse-grained, crossbedded, coarser near base.
Grau-wacke verdâtre, à grain fin, silteuse.	236.2-238.0	Graywacke, greenish, fine-grained, silty.
Discontinuité, probablement de l'ardoise.	235.2-236.2	Gap, probably slate.
Sub-grauwacke verte, à grain moyen; les 6 pouces supérieurs sont rougeâtres.	231.7-235.2	Subgraywacke, green, medium-grained, upper 6 inches reddish.
Discontinuité, probablement de l'ardoise	231.2-231.7	Gap, probably slate.

Sub-grauwacke verte, 6 pouces d'ardoise verte près du sommet.	225.7-231.2	Subgraywacke, green, 6 inches of green slate near top.
Grès gris verdâtre, à grain fin, silteux.	223.7-225.7	Sandstone, greenish gray, fine-grained, silty.
Siltstone vert.	223.5-223.7	Siltstone, green.
Sub-grauwacke à grain très fin ou fin.	222.7-223.5	Subgraywacke, very fine- to fine-grained.
Siltstone vert.	221.9-222.7	Siltstone, green.
Sub-grauwacke vert grisâtre, de grain fin à moyen.	218.3-221.9	Subgraywacke, very fine- to fine-grained.
Grauwacke chamois, de grain moyen à grossier	213.8-218.3	Graywacke, buff, medium- to coarse-grained.
Grauwacke rouge, de grain fin à moyen.	211.8-213.8	Graywacke, red, fine- to medium-grained.
Sub-grauwacke chamois.	202.8-211.8	Subgraywacke, buff.
Discontinuité, estimée à 2 pieds.	200.8-202.8	Gap, estimated 2 feet missing.
Sub-grauwacke de grain moyen à grossier. Deux lits, 6 pieds et 3.5 pieds.	189.5-200.8	Subgraywacke, light gray-green, medium- to coarse-grained. Two beds, 6 feet and 5.3 feet.
Sub-grauwacke de grain moyen à grossier. Deux lits, 3.5 pieds et 10 pieds. Attitude: 50°, 40°W. Faille, lacune stratigraphique possible.	176.0-189.5	Subgraywacke, light gray-green, medium- to coarse-grained. Two beds, 3.5 feet and 10 feet. Attitude: 50°, 40°W. Fault, possible stratigraphic break.
Ardoise verte.	170.0-176.0	Slate, green.
Ardoise rouge.	165.0-170.0	Slate, red.
Grès rouge, épaisseur de ½ pouce à 2 pouces, interstratifié avec du grès vert de ½ de pouce à 24 pouces, à grain fin ou moyen, inéquigranulaire, avec de minces lentilles d'ardoise rouge et de siltstone.	160.0-165.0	Sandstone, red, ½ inch to 2 inches thick, interbedded with green, ½ inch to 24 inches, fine- to medium-grained, inequigranular, with thin lenses of red slate and siltstone.
Comme ci-dessus, sans ardoise rouge ni siltstone.	151.0-160.0	As above, without red slate and siltstone.
Grès brun pâle, de grain moyen à grossier	147.0-151.0	Sandstone, light brown, medium- to coarse-grained.
Grès brun pâle à grain moyen.	143.3-147.0	Sandstone, light brown, medium-grained.
Grès couleur chamois à grain fin. Attitude: 50°, 33°W.	138.8-143.3	Sandstone, buff, fine-grained. Attitude: 50°, 33°W.
Grès chamois, à grain fin.	130.8-138.8	Sandstone, buff, medium-grained.
Grès très fin et siltstone.	129.1-130.8	Sandstone, very fine-grained, and siltstone.
Sub-grauwacke à grain fin. Déclivité de pendage.	124.6-129.1	Subgraywacke, fine-grained. Dip slope.
Sub-grauwacke gris verdâtre à grain moyen, inéquigranulaire; deux lits massifs de 12 et 13 pieds.	99.6-124.6	Subgraywacke, greenish-gray, medium-grained, inequigranular, two massive beds, 12 feet and 13 feet.
Siltstone rouge.	94.6-99.6	Siltstone, red.

Siltstone rouge entrecroisé et ardoise, en couches de 6 à 24 pouces d'épaisseur, passant graduellement à une ardoise verte au sommet. Attitude: 45°, 25°W. Clivage: 30°, 50°E.	73.0-94.6	Red siltstone, crossbedded, and slate, in beds 6 to 24 inches thick, grading into green slate at top. Attitude: 45°, 25°W. Cleavage: 30°, 50°E.
Ardoise et siltstone en lits granoclassés de 2 à 12 pouces, avec de rares lits de grès fin de 1/2 à 1 pouce d'épaisseur. Ardoise rouge près du sommet passant graduellement vers le haut à une ardoise verte. Le siltstone renferme de minces couches de magnétite.	55.0-73.0	Slate and siltstone in graded beds 2 to 12 inches thick, with rare fine-grained sandstone beds 1/2 to 1 inch thick. Red slate near top grading upward into green slate. Siltstone has thin magnetite layers.
Grès très fin, avec interstratifications de siltstone et de shale; couches de 2 à 6 pouces d'épaisseur.	15.0-55.0	Sandstone, very fine-grained, interbedded with siltstone and shale, beds 2 to 6 inches thick.
Sub-grauwacke à grain fin. Attitude: 45°, 80°W.	13.0-15.0	Subgraywacke, fine-grained. Attitude 45°, 80°W.
Grès très fin, entrecroisé, interstratifié avec un siltstone vert pâle. Couches verticales.	9.0-13.0	Sandstone, very fine-grained, crossbedded, interbedded with pale green siltstone. Bedding vertical.
Siltstone vert pâle. Attitude: 60°, 65°W.	8.6- 9.0	Pale green siltstone. Attitude: 60°, 65°W.
Ardoise verte.	3.6- 8.6	Green slate.
Sub-grauwacke finement grenue	2.3- 3.6	Subgraywacke, fine-grained.
Ardoise verte.	2.0- 2.3	Green slate.
Sub-grauwacke finement grenue. Attitude: 40°, 57°W.	1.3- 2.0	Subgraywacke, fine-grained. Attitude: 40°, 57°W.
Ardoise verte.	1.0- 1.3	Green slate.
Sub-grauwacke gris verdâtre, finement grenue, inéqui-granulaire. BASE DE LA COUPE.	0.0- 1.0	Subgraywacke, greenish gray, fine-grained, inequigranular. BOTTOM OF SECTION.

FORMATION DE MAWCOOK

L'ardoise de Mawcook et le grès de Granby sont deux formations bien distinctes l'une de l'autre. On ne rencontre nulle part de passage graduel d'une formation à l'autre. Il est cependant très fréquent de trouver des lentilles ou de minces lits d'ardoise dans le grès et moins fréquent de trouver du grès dans l'ardoise.

L'ardoise de Mawcook est la formation la plus répandue dans la région. Elle affleure abondamment au voisinage de Milton-Est, Sainte-Cécile et Mawcook, dans l'angle nord-est de la

MAWCOOK FORMATION

The Mawcook Slate and the Granby Sandstone Formations are quite distinct from each other. Nowhere was there found an intergradation from one formation into the other. It is, however, quite common to find lenses or thin beds of slate within the sandstone, and less commonly of sandstone within the slate.

The Mawcook slate is the most widespread formation within the area. In the extreme northeastern corner it is well exposed in the vicinities of Milton-Est, Sainte-Cécile, and Mawcook, and

région, pour se continuer avec incidence décroissante d'affleurements en directions sud et sud-ouest et occuper la partie centrale du "U" formé par le grès de Granby. Les affleurements sont peu abondants dans le reste de la région, sauf au voisinage de Papineau. Dans toutes ces localités, sauf à Milton-Est, une topographie aplanie marque la présence de la formation. Etant donné ce fait et la distribution des affleurements, il semble logique de supposer, dans l'aire d'affleurement du groupe de Shefford, que les régions accidentées sont probablement occupées par les grès de Granby et les régions aplanies, par l'ardoise de Mawcook. La coupe-type de cette formation se trouve dans le lit de la rivière Mawcook (fig. 17) sur une distance de 300 pieds en amont et en aval du pont du village de Mawcook.

CARACTERISTIQUES

Dans presque toute l'aire occupée par l'ardoise de Mawcook, la *couleur* des affleurements est d'un rouge brique brillant ou terne, teinté de pourpre en plusieurs endroits. Les surfaces fraîches sont d'ordinaire brillantes. On trouve aussi de l'ardoise d'un vert terne en lits minces ($\frac{1}{2}$ de pouce) ou épais (30 pieds) dans l'ardoise rouge. Ces couches vertes sont, dans la plupart des affleurements, les seuls indices de litage, en autant que la couleur ne soit pas due à l'altération de l'ardoise rouge le long des plans de diaclases. On note également des taches vertes de réduction dans plusieurs affleurements. Dans quelques cas, des couleurs rouge et verte peuvent être observées dans une même couche de shale. Il est peu probable que de tels changements soient des caractéristiques originelles du sédiment; il

continues with decreasing incidence of outcrop in southerly and south-southwesterly directions where it occupies the central part of the U-shape band of outcrops of the Granby sandstone. Elsewhere there are very few exposures save in the vicinity of Papineau where it outcrops extensively. In all these localities, except at Milton-Est, a flat topography accompanies the occurrence of this formation. Because of this and also because of areal distribution of the Shefford Group the hilly regions are most likely to be occupied by the Granby sandstone and the flat regions by the Mawcook slate. The type section for this formation is in the bed of Mawcook river (Figure 17) for 300 feet both upstream and downstream from the bridge at Mawcook village.

CHARACTERISTICS

Throughout almost all of the area allotted to the Mawcook slate the *color* of the outcropping rock is a bright to dull brick red, in many localities with a purplish tinge. Fresh surfaces usually have a glossy appearance. Less abundant is a dull green slate which occurs as thin ($\frac{1}{2}$ inch) to thick (30 feet) beds within the red slate. These green beds are in most outcrops the only indication of bedding, although one must be certain that the green color has not originated by alteration of the red slate along joint planes. In addition, green reduction spots occur in many outcrops. In a few cases red and green color changes can be seen along a single bed of shale. It is unlikely that such changes could be original characteristics of the sediment, and they are most likely secondary developments. Where sandstone layers are intercalated with the red

s'agit probablement de développements secondaires. Là où elles sont intercalées dans l'ardoise rouge, les couches de grès ont des contacts plus souvent vert grisâtre que rouges. En certains points, la couleur verte s'est apparemment développée sur un ou sur les deux murs des diaclases; ailleurs, elle peut se présenter en masses presque sphériques dépassant rarement un pouce de diamètre. La couleur verte peut par conséquent être due aux circonstances de la déposition primaire ou à l'altération secondaire causée par des phénomènes structuraux.

Dans la majorité des affleurements, le *litage* est difficile à distinguer. Les variations de couleurs sont rares dans la roche rouge. Les minces couches d'ardoise verte se détachent toutefois très distinctement sur le fond rouge et fournissent ainsi des indications sur le litage et la structure (figures 17, 18). Les intercalations de grès ou de siltstone fournissent le même genre de renseignement en quelques endroits (fig. 19). Les lits de carbonate, excessivement rares, aident également à ce point de vue.

Par-ci par-là, l'ardoise renferme suffisamment de *carbonate* pour faire effervescence sous l'action d'acide chlorhydrique à 5%. L'affleurement le plus accessible se trouve en bordure de la limite est de la région, à 200 pieds sur le côté nord du chemin qui part de Milton-Est. Cet affleurement, très considérable, est surtout de l'ardoise rouge mais il contient, près du chemin, trois pieds d'ardoise verte dans laquelle se trouvent cinq minces bandes de carbonate altérées sur toute leur longueur (fig. 20). Ces bandes sont nettement séparées de l'ardoise du côté est, mais leurs contacts sont graduels vers l'ouest. Elles mesurent de 1 pouce à 2 pouces de largeur.

slate both margins of the latter are more often grayish green than red. In some places the green color has obviously developed away from joint surfaces or both sides, and elsewhere it may occur as nearly spherical masses rarely more than one inch in diameter. The green color may, therefore, be due either to conditions of primary deposition or to secondary alteration controlled by structural phenomena.

In the majority of outcrops *bedding* is difficult to make out. There are rarely color variations within the red rock. Thin layers of green slate usually show prominently against the red background and provide clues to both bedding and structure (Figures 17, 18). In a few localities intercalated beds of sandstone or siltstone provide similar opportunities (Figure 19). The exceedingly rare carbonate beds also help in this respect.

In a few places beds with high enough *carbonate* content to effervesce freely with cold dilute (5%) hydrochloric acid have been found in the slate. The most easily accessible occurrence is very close to the eastern border of the area and on the north side of the road going east from Milton-Est, and about 200 feet from the road. The rock of this very extensive outcrop is largely red slate, but it contains, near the highway, a 3-foot band of green slate within which are five thin (1 inch to 2 inches) carbonate bands weathered recessively throughout their entire length (Figure 20). These thin bands are sharply set off from the slate on their east sides but show graded contacts toward the west.

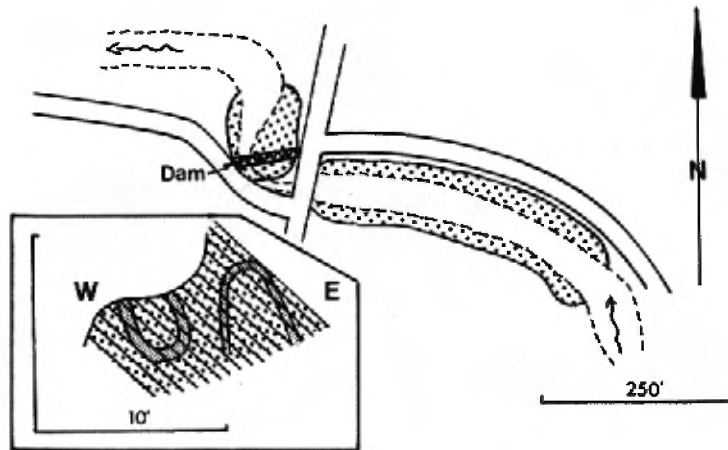


FIGURE 17 - Formation de Mawcook. Pont franchissant la rivière à Mawcook. Ardoise affleurant en amont et en aval du pont. Le médaillon montre la structure entre le pont et le barrage, sur les plans de diaclases. A noter que les axes de plis et le clivage ne coïncident pas. Vue vers le nord./Mawcook Formation. Bridge over river at Mawcook. Slate exposed above and below bridge. Inset shows structure between bridge and dam, on joint faces. Note that fold axes and cleavage do not coincide. Looking north.

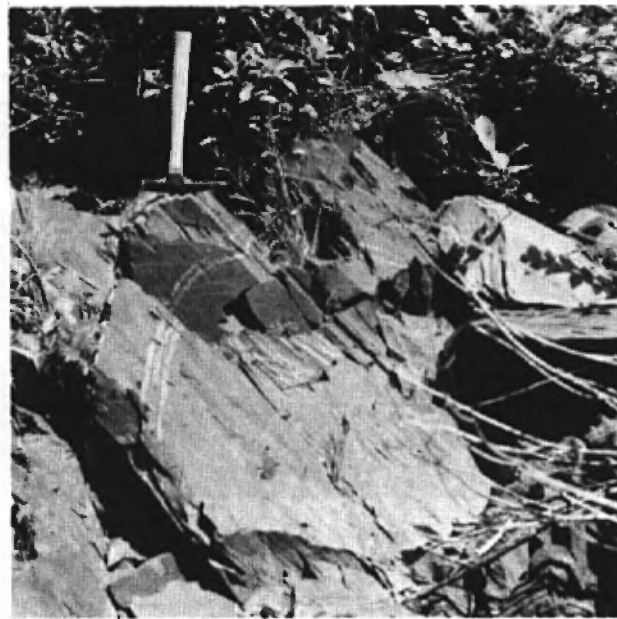


FIGURE 18 - Formation de Mawcook. Anticline dans l'ardoise rouge marqué par de minces lits verts. Barrage sur la rivière Mawcook à Mawcook. Vue vers le nord./Anticline in red slate, shown by thin green beds. Dam-site, Mawcook river at Mawcook. Looking north.

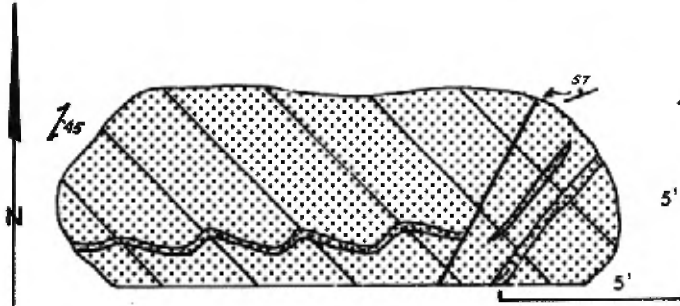


FIGURE 19 - Formation de Mawcook. A $1\frac{1}{2}$ mille à l'est de Canrobert, à mi-chemin entre deux routes est-ouest. Coupe verticale le long d'un plan de diaclase. Lit plissé de grès et autres lits de grès dans un contact faillé. Le clivage régional est présent dans tout l'affleurement. Mawcook Formation. $1\frac{1}{2}$ miles E of Canrobert, midway between two E-W roads. Vertical section along joint plane. Crenulated bed of sandstone, and other sandstone beds in faulted contact. Regional cleavage permeates the whole outcrop.

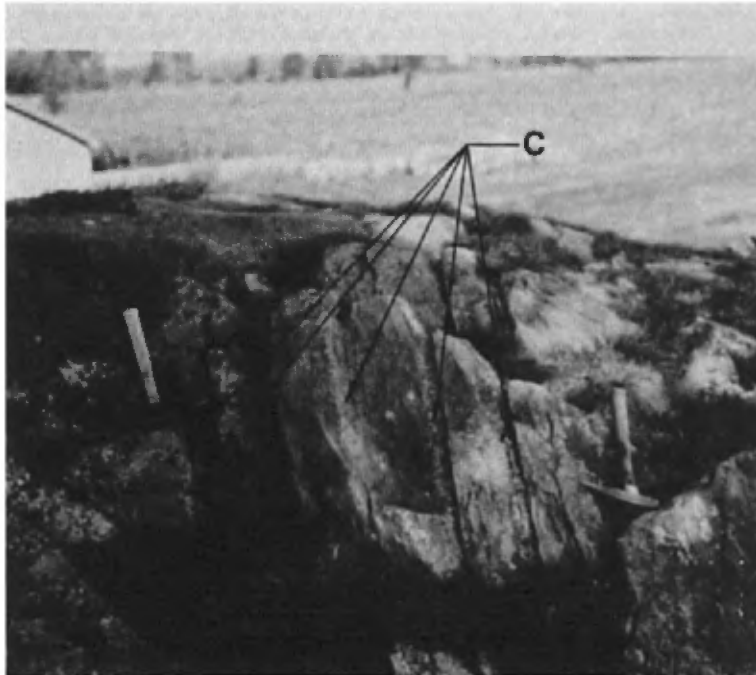


FIGURE 20 - Formation de Mawcook. A $\frac{1}{2}$ mille à l'est du carrefour de Milton-Est, au nord du chemin. Lits carbonatés (C) en retrait dans l'ardoise rouge de Mawcook. Les contacts sont nets sur la droite (est), graduels sur la gauche (ouest). Mawcook Formation. $\frac{1}{2}$ mile east of Milton-Est four corners, north of road. Recessed carbonate beds (C) in red slate. Contacts sharp on right (east side), gradational on left (west side).

MEMBRE DE BRANDY CREEK

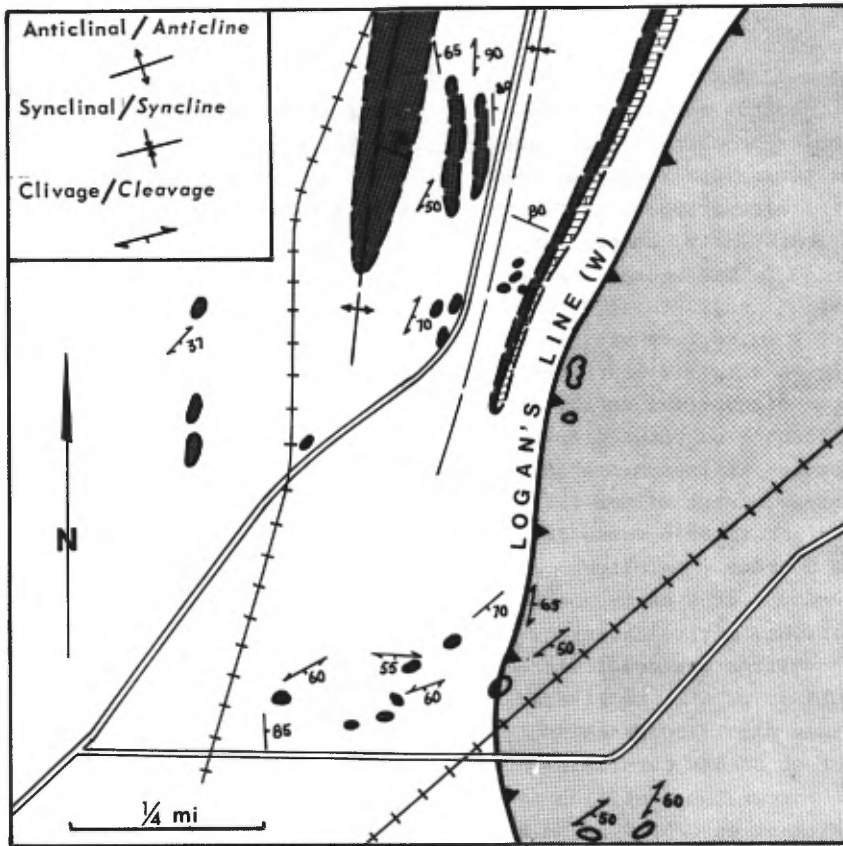
Les interlitations d'ardoise verte et gris verdâtre dans l'ardoise rouge ne sont ni suffisamment continues en direction ni assez épaisses pour constituer une unité cartographiable. Cependant, une unité distincte, comprenant une roche massive et siliceuse, d'apparence cherteuse, à grain fin et de couleur gris foncé à noire, est visible sur la route 1 près du ruisseau Brandy et s'étend de façon discontinue en direction sud-sud-ouest jusqu'à un point près de Magenta. De petits affleurements semblables se trouvent entre Milton-Est et Granby. La surface altérée varie de blanc verdâtre à crème. Le clivage est moins bien développé dans cette roche et, presque partout, mérite davantage le vieux terme d'argillite que celui d'ardoise (Clark, 1954, p. 6). Le litage est rendu visible par l'abondance de fines lentilles et bandes parallèles d'ardoise gris foncé; les lentilles (de 1 à 2 mm d'épaisseur et de 5 à 20 mm de longueur) sont probablement des débris de couches dérangées. Il y a par endroits quelques minces couches de grès. Un trait curieux de cette roche est sa tendance à se rompre en blocs rhomboïdes le long des plans de diaclases; ceci est peut-être dû à des facteurs structuraux plutôt qu'à des caractéristiques inhérentes.

L'affleurement le plus au sud de ce membre, à environ un mille au nord de Magenta, accuse une relation d'interlitage avec l'ardoise rouge normale de Mawcook.

BRANDY CREEK MEMBER

The green and greenish gray slate bands interbedded with the red slate are neither sufficiently continuous along their strike nor thick enough to constitute a mappable unit. However, a distinct unit, comprising a dark gray to black, fine-grained, siliceous, cherty-looking, massive rock can be seen on route 1 near Brandy creek and extends discontinuously south-southwestward almost as far as Magenta. Small patches of similar outcrops occur between Milton-Est and Granby. Cleavage is less well developed in this rock, and in most places it better deserves the old term argillite than slate (Clark, 1954, p.6). Bedding is shown by an abundance of fine parallel lenses and bands of dark gray slate; the lenses (1 to 2 mm thick, 5 to 20 mm long) are probably flakes of disrupted beds. A few thin sandstone beds occur in places. One peculiar feature of this rock is its tendency to break along joint planes into rhombohedral blocks; this may well be a result of structural factors rather than of inherent characteristics.

The southernmost outcrop of this member, about one mile north of Magenta, shows an interbedded relationship between it and the normal Mawcook red slate.



COMPLEXE DE SAINT-GERMAIN / SAINT-GERMAIN COMPLEX

Shale et ardoise gris pâle et foncé, avec de minces lits intercalés de siltstone calcaireux, calcaire gris foncé et brèche calcaireuse. Probablement du Lorraine.



Light and dark gray shale and slate, with thin intercalated beds of calcareous siltstone, dark gray limestone, and limestone breccia. Probably Lorraine.

Calcaire et brèche calcaireuse bleu-noir à grain fin. Shale calcaireux et calcaire argileux gris. Probablement du Trenton.



Fine-grained blue-black limestone and limestone breccia. Gray calcareous shale and shaly limestone. Probably Trenton.

Shale variant de gris foncé à noir. Pratiquement de l'Utica.



Dark gray to black shale. Presumably Utica.

GROUPE DE SHEFFORD / SHEFFORD GROUP

Ardoise vert olive, à nombreux clivage et très déformée.



Olive green slate, well cleaved and highly deformed.

FIGURE 21 - Géologie détaillée d'une aire au nord-est de Farnham/Detailed geology of an area northeast of Farnham.

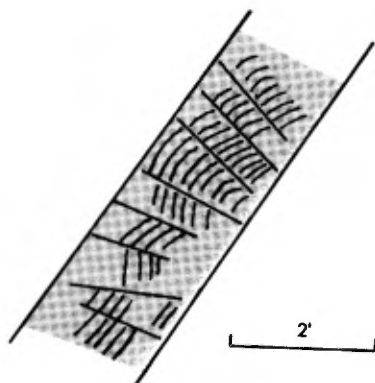


FIGURE 22 - Formation de Mawcook, membre d'ardoise vert-olive. A 1½ mille au NE du pont de la route qui franchit la rivière Yamaska à Farnham. Deux systèmes de diaclases, l'un parallèle au système régional des diaclases, l'autre parallèle au clivage régional. Le clivage est dérangé et plissé. *Mawcook Formation. Olive-green slate member. 1½ miles NE of highway bridge over Yamaska river at Farnham. Two joint systems, one parallel to regional joint system, the other parallel to the regional cleavage. The cleavage is disrupted and crenulated.*

MEMBRE D'ARDOISE VERT OLIVE

OLIVE GREEN SLATE MEMBER

Sur une étendue limitée à quelques milles carrés à 1 mille au nord-est de Farnham, on trouve des affleurements d'une ardoise vert olive, avec des bandes intercalées d'ardoise noire, qui diffère de toutes les ardoises vertes de la formation de Mawcook. Et cependant, la roche est si étroitement alliée spatialement aux ardoises adjacentes de Mawcook à l'est que nous devons en faire un membre de la formation. Ses affleurements sont illustrés sur la figure 21. L'ardoise vert olive possède un clivage ancien et un autre plus récent, et les deux ont été plissés (fig. 22); cette complexité structurale la lie plus étroitement au groupe de Shefford qu'aux complexes de Saint-Germain ou de Stanbridge. Etant donné qu'il n'est pas connu au-delà de cette superficie réduite et qu'il y a doute quant à sa position stratigraphique, ce membre demeure inconnu.

Limited to a few square miles in area, a mile or more northeast of Farnham, are exposures of an olive green slate with interbedded black slate bands differing from any of the green slate of the Mawcook Formation. Yet the rock is so closely allied spatially to the adjacent Mawcook slates to the east that it is here included as a member. Its occurrence is shown on Figure 21. The olive green slate possesses an early and a late cleavage, both of which have suffered folding (Figure 22); this structural complexity links it more closely to the Shefford group than to either the Saint-Germain or the Stanbridge complexes. Because it is not known beyond this small area, and because of slight doubts as to its stratigraphic position, this member is not named at present.

DOLOMIE DE DUNHAM

DUNHAM DOLOMITE

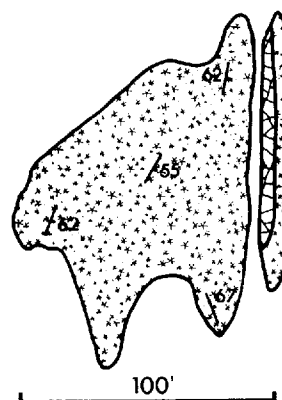
A deux milles au nord-est de Farnham et à mille pieds de la berge sud de la rivière Yamaska, on trouve, dans une aire du membre d'ardoise vert olive de la formation de Mawcook, une butte s'élevant à

Two miles northeast of Farnham, and a thousand feet from the south bank of the Yamaska river, there is within the area of the olive green slate member of the Mawcook Formation a prominent rock hill standing some 30 feet above the

environ 30 pieds au-dessus de la plaine environnante, composée entièrement de dolomie grise s'altérant en brun. Le litage, peu visible, ne se distingue que le long de la bordure nord-ouest grâce à de minces lits silteux et arénacés. Cette dolomie n'a aucune contrepartie ailleurs dans la région et on l'interprète comme étant un chevauchement isolé de la dolomie de Dunham, appartenant à la tranche d'Oak Hill et transportée ici par des forces tectoniques. La présence de minces veines de quartz (caractéristique de la dolomie de Dunham) rend plus plausible une telle corrélation (fig. 23).

level of the surrounding plain, composed entirely of brown-weathering gray dolomite. Bedding is obscure, and is plainly shown only along the northwestern margin by thin silty and sandy beds. It has no counterpart anywhere else in the area, and is interpreted as an isolated slice or thrust-block of Dunham dolomite, belonging to the Oak Hill slice, carried here tectonically. The presence of thin quartz veins (characteristic of the Dunham dolomite) makes such a correlation more likely (Figure 23).

FIGURE 23 - Dolomie de Dunham(?) - A 2 milles à l'ENE du pont de la route à Farnham et à 1000 pieds au sud de la grande courbe vers le nord de la rivière Yamaska. Gros bloc isolé de dolomie de (?) Dunham, long de 130 pieds. Le litage est peu discernable, mais consistant. Une zone de brèche de 3 pieds est visible le long de la bordure est. / *Dunham dolomite(?). 2 miles ENE of highway bridge at Farnham and 1000 feet south of the big northward bend of Yamaska river. Large isolated block of (?) Dunham dolomite, 130 feet long. Bedding is obscure but consistent. A 3-foot brecciated zone lies along the eastern margin.*



COMPLEXE DE STANBRIDGE

Un complexe d'ardoise gris foncé, accompagnée d'un peu de calcaire et intensément plissée, est bien dégagé dans l'angle sud-est de la région. Bien que séparés des roches du groupe de Shefford par seulement cent ou deux cents pieds à certain endroits, les affleurements du complexe de Stanbridge ne sont nulle part dégagés de façon à laisser voir le contact. Celui-ci suit la limite sud de la superficie de la grauwacke de Granby jusqu'à la rivière Yamaska Sud Est, puis oblique brusquement vers le sud pour traverser dans la région de Sutton où les roches du groupe de Shefford forment une étroite langue sur une couple de milles de distance.

STANBRIDGE COMPLEX

Well exposed in the southeastern corner of the area is a complex of tightly and complexly folded dark gray slates with minor amounts of limestone. Although in places only one or two hundred feet separate outcrops of the Stanbridge Complex from exposures of the rocks of the Shefford Group, nowhere can the two be seen in contact. Their mutual boundary follows the southern margin of the Granby graywacke area of outcrop as far as the Yamaska Sud Est river, then turns abruptly southward to cross into the Sutton area, into which the rocks of the Shefford Group pass as a narrow tongue for a couple of miles.

ARDOISE ET CALCAIRE

Le type dominant de roche est une ardoise noire et froissée qui, dans la plupart des affleurements, contient des bandes siliceuses s'altérant au brunâtre. Ces bandes sont, le plus souvent, les seuls moyens de déceler le litage. Le siltstone, presque toujours noir, rarement gris, accompagne l'ardoise dans plusieurs affleurements.

Les lits de carbonate sont rares sauf dans le coin sud-est de la région où ils constituent la moitié ou davantage de l'ensemble des affleurements. En surface fraîche, les carbonates sont gris moyen ou gris pâle, mais ils s'altèrent en gris foncé, généralement teinté de brun (fig. 24). La plupart des lits sont cristallins et laissent voir ici et là les contours d'un crinoïde en colonne. On y note de nombreux fragments d'ardoise noire de même que des fragments de calcaire dense; bien que ces fragments puissent être des unités sédimentaires, il est plus plausible qu'ils soient de nature structurale (figure 25). Le clivage est mal développé dans les couches de calcaire, mais il est présent partout dans les faciès ardoisier. Tout comme dans la région de Sutton, ces roches sont si intensément déformées, broyées et clivées qu'il semble impossible de séparer la masse en ses formations sédimentaires originelles ou d'en déchiffrer l'histoire structurale. Eakins (Clark et Eakins, 1968, p. 167) a décrit les complications tectoniques bien visibles dans le calcaire impur et le shale noir de la carrière Rioux (figure 2). Ces traits structuraux sont probablement typiques des roches du complexe de Stanbridge puisqu'on les observe partout dans les régions de Sutton et de Granby.

SLATE AND LIMESTONE

The dominant rock type is a crumpled black slate which in most outcrops carries thin brownish-weathering siliceous bands. The latter are, in the majority of exposures, the only means of determining bedding. Siltstone, almost always black, rarely gray, accompanies the slate in many outcrops.

Except in the extreme southeastern part of the area carbonate beds are rare. In that corner, however, they make up half or more of the bulk of the exposures. When fresh the carbonates are usually medium to light gray but weather dark gray with as a rule a brownish tint (Figure 24). Most beds are crystalline, here and there showing the outline of a crinoidal columnal. Fragments of black slate are common, as are also fragments of dense limestone; though these fragments might be sedimentary units they are more probably structural features (Figure 25). Cleavage is poorly developed in the limestone beds but is present everywhere in the slaty facies. As in the Sutton area these rocks are so intensely deformed, crushed, and cleaved that it seems impossible to separate the mass into its original sedimentary formations, or to unravel the structural history. Eakins (Clark & Eakins, 1968, p. 167) has described the structural complications beautifully shown in impure limestone and black shale of the Rioux quarry (Figure 2). These structural details are probably typical of the rocks of the Stanbridge Complex as it occurs throughout the Sutton and the Granby map-areas.

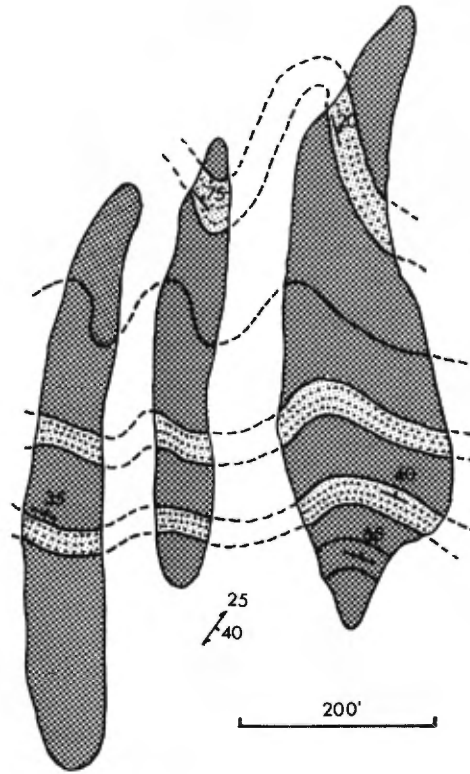


FIGURE 24 - Complexe de Stanbridge. A 2 milles au SE d'Adamsville et à $\frac{1}{4}$ de mille au nord de l'angle SE de la carte. Ardoise gris pâle et gris foncé finement litée (ton foncé) et couches de grès dolomitique d'une épaisseur maximale de 40 pieds. Le grès est plissé tel qu'illustré et s'altère au rouille./Stanbridge Complex. Two miles SE of Adamsville and $\frac{1}{4}$ mile N of SE corner of the map. Finely bedded light and dark gray slate (dark shade) and rusty weathering dolomitic sandstone beds up to 40 feet thick folded as shown.

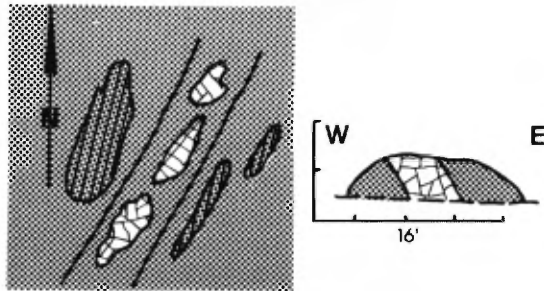


FIGURE 25 - Complexe de Stanbridge à $1\frac{1}{2}$ mille à l'ENE d'Adamsville et à $\frac{1}{4}$ de mille au sud du chemin conduisant à Shefford-Ouest. Petite butte avec bande de calcaire bréchiforme entre l'ardoise. Carte à gauche et coupe telle que vue à l'extrémité sud de l'affleurement sur la droite. Stanbridge Complex, at $1\frac{1}{2}$ miles ENE of Adamsville, and $\frac{1}{4}$ mile S of road to Shefford-Ouest. Low knoll with band of brecciated limestone between slate. Map on left, section as seen at south end of outcrop on right.

Dans les circonstances, on peut grouper tout ce développement sous le terme de "complexe de Stanbridge". L'emploi du terme "Stanbridge" n'implique aucunement une équivalence exclusive avec la formation de Stanbridge. Quant au mot "complexe", utilisé en accord avec les recommandations de l'*American Committee on Stratigraphic Nomenclature* (1961), il indique simplement l'impossibilité pour le moment d'établir une séquence formationnelle, tout en laissant prévoir qu'on pourra le faire un jour; le terme "complexe de Stanbridge" perdra alors sa raison d'être et sera remplacé par toute une série de termes stratigraphiques bien établis.

FORMATIONS DE L'AVANT-PAYS

SUCCESSION NORMALE DES BASSES TERRES

De la frontière internationale jusqu'à une douzaine de milles de la ville de Québec, la ligne de Logan sépare le terrain plissé des Appalaches des roches cambriennes et ordoviciennes, peu dérangées des Basses Terres du Saint-Laurent. Celles-ci forment un pli régional, le synclinal de Chambly-Fortierville, et n'ont généralement subi que peu de changements depuis leur consolidation. Elles consistent en plusieurs

In these circumstances it is admissible to lump the whole development together as the Stanbridge Complex. This use of the term Stanbridge in no way implies exclusive equivalency with the Stanbridge Formation, and the term Complex, used in harmony with the recommendations of the *American Committee on Stratigraphic Nomenclature* contained in the Stratigraphic Code (A.A.P.G., 1961) implies a present inability to achieve a formational sequence, but nevertheless foresees the prospect that such may eventually be identified, in which case the name Stanbridge Complex will lose its *raison d'être*, and will be replaced by a battery of well founded stratigraphic terms.

FORELAND FORMATIONS

NORMAL LOWLAND SUCCESSION

From the international border northward to within a dozen miles of Québec City, Logan's Line separates the Appalachian folded rock terrane from the Cambrian and Ordovician rocks of the largely unfolded Saint-Laurent Lowland. The latter occur in a regional fold, the Chambly-Fortierville syncline, and on the whole the rocks are little changed since consolidation. They consist of several groups as shown in the following

groupes tel qu'indiqué dans le tableau ci-après où ne sont mentionnées que les formations dont il est question dans le présent chapitre.

Table, in which only those formations referred to in this chapter are included.

ORDOVICIEN / ORDOVICIAN	
Groupes/Groups	Formations/Formations
RICHMOND	BÉCANCOUR PONTGRAVÉ
LORRAINE	
UTICA	
TRENTON	TÉTREAUVILLE
BLACK RIVER	LERAY LOWVILLE
CHAZY	

Dans l'aire de roches normales des Basses Terres, seuls les *shales Lorraine* peuvent être inclus dans la catégorie énumérée ci-dessus. On peut les voir le long de la rivière Yamaska au nord de Saint-Césaire. Leur pendage est plus prononcé que dans la plupart des autres roches des Basses Terres mais, pour le reste, elles sont normales.

Within our area of normal Lowland rocks only the *Lorraine shales* qualify for admission to the categories listed above. These rocks can be found along the Yamaska river, north of Saint-Césaire. They dip more steeply than do most of the Lowland rocks but are otherwise normal.

COMPLEXE DE SAINT-GERMAIN

SAINT-GERMAIN COMPLEX

Une étroite bande de roches sédimentaires déformées comprenant surtout des ardoises mais aussi de grandes étendues de calcaire occupe l'aire entre la ligne de Logan et une autre ligne, assez floue, entre un point à 2 milles à l'ouest de Saint-Pie et le coin sud-ouest de la région. Ces roches sont partout plissées et faillées. Les

A belt of deformed sedimentary rocks consisting largely of slates, with, however, extensive areas of limestone occupies a narrow area between Logan's Line and an indefinite boundary running from a point about 2 miles west of Saint-Pie to the southwestern corner of the area. Everywhere these rocks are folded and faulted, these distortions becoming

indices paléontologiques et lithologiques concordent pour nous assurer que ces roches sont en partie les équivalents des groupes de Chazy, Black River, Trenton, Utica, Lorraine et Richmond. Bien qu'il soit possible d'allouer certaines de ces roches au Trenton, au Lorraine, etc., un bon nombre ne se différencient pas et tombent dans le complexe de Saint-Germain, défini par Clark (1947) pour inclure les roches sédimentaires fortement plissées juste à l'ouest de la ligne de Logan et qui ont probablement été dérangées par les couches de chevauchement des Appalaches. C'est un terme tectonique, non stratigraphique, qui sert à désigner un complexe de roches sédimentaires tout près et à l'ouest de la ligne de Logan chaque fois qu'il s'avère impossible ou insatisfaisant de décomposer le complexe en formations identifiables. A mesure que progressera le travail d'identification, l'utilité du terme diminuera et éventuellement disparaîtra. Bien que la région de la carte ait connu beaucoup de progrès en ce sens, il est encore préférable de désigner toute cette bande de roche sous le nom de "complexe de Saint-Germain". Elle est ainsi désignée sur la carte mais sa séparation présumée en formations connues est ajoutée là où la chose est possible.

CALCAIRE CHAZY

Il existe, dans le complexe de Saint-Germain, de rares affleurements attribués provisoirement au Black River et au Chazy. Ceux du second groupe sont des calcaires cristallins contenant une grande quantité de grains de quartz bien

less marked westward. Paleontological and lithological evidences conspire to equate parts of these rocks with the Chazy, Black River, Trenton, Utica, Lorraine, and Richmond groups of the Lowland. Although it is possible to allocate parts of these disturbed beds to the Trenton, Lorraine, etc., much of the area cannot be so identified and differentiated, and as a consequence it falls within the definition of the Saint-Germain Complex. This name was given by Clark (1947) to include the strongly disturbed sedimentary rocks immediately west of Logan's Line, disturbed presumably by the overriding Appalachian slices. It is a structural not a stratigraphical term. It is a catch-all for a complex of sedimentary rocks close to and west of Logan's Line wherever it proves impossible or unsatisfactory to separate the complex into recognizable formations. As future work accomplishes such separation the usefulness of the term will diminish and ultimately it will disappear. Although much progress has been made here toward the delineation of separate formations, it is better to designate the entire belt the Saint-Germain Complex. On the geological map accompanying this report it is so shown, but its assumed separation into known formations has been added, where possible.

CHAZY LIMESTONE

There are rare occurrences within this Saint-Germain Complex provisionally identified as belonging to the Black River and the Chazy Groups. The latter are crystalline limestones containing a large number of well rounded and frosted

arrondis et dépolis, Dans les Basses Terres un tel phénomène est confiné aux formations de Beekmantown et de Chazy. Comme on ne note aucune dolomie dans ce secteur, il est donc raisonnable, lorsque des affleurements isolés ou des blocs de brèche comprennent jusqu'à 50% de grains de quartz, de présumer que ceux-ci appartiennent au groupe de Chazy. Ces roches se présentent de deux façons: 1) blocs dans les brèches calcaires près de la ligne Logan, surtout au voisinage de la carrière de Construction Saint-Paul Ltée, 2) affleurements de calcaire bréchiforme un peu à l'ouest de la principale bande de calcaire, à 1 mille au sud-sud-ouest de l'église de Canrobert. En terme de texture, la roche varie de presque dense à cristalline à grain moyen. Les grains de sable sont rarement assez abondants pour être en contact mais, dans certains cas, ils constituent jusqu'à 50% de la roche.

Nous n'avons trouvé que des traces de fossiles au cours de notre travail: colonnes de crinoïdes ou de cystides et fragments de brachiopodes pliés. Ami (1894, pp. 117-118) donne cependant une liste de fossiles du Chazy provenant d'un endroit à deux milles au sud d'Abbotsford, chemin du rang Papineau, Abbotsford, Québec. Cet endroit pourrait être le site de la carrière de Construction Saint-Paul. La liste de ces fossiles, abrégée et sous nomenclature plus moderne, est donnée au tableau 3. Toutes les espèces mentionnées dans ce tableau sont caractéristiques des roches du Chazy.

quartz grains. In the Lowland such a phenomenon is confined to the Chazy and Beekmantown formations. No dolomites are known in this area, and it is reasonable therefore, when isolated outcrops, or blocks in breccia, are found composed of up to 50% quartz grains, to assume that these rocks belong to the Chazy Group. Such rocks occur in two ways: 1) as blocks in the limestone breccias close to Logan's Line, particularly in the vicinity of the St. Paul Construction quarry, and 2) in a brecciated limestone outcrop somewhat west of the main limestone band, 1 mile south-southwest of Canrobert church. The rock texture ranges from almost dense to medium-grained crystalline. The sand grains are rarely so abundant as to be in contact, but in some cases make up 50% of the rock.

Traces of fossils - crinoid or cystid columnals and fragments of plicated brachiopods - were all that were found during the course of the present work. Ami (1894, pp. 117-118), however, gives a list of Chazy fossils, here abbreviated and given in more modern nomenclature (Table 3). The location, given as two miles south of Abbotsford, Papineau Range Road, Abbotsford, is possibly that of the St. Paul Construction quarry. All the species in the Table are characteristic of Chazy rocks.

TAB. 3 - FOSSILES CHAZY DANS LE COMPLEXE DE SAINT-GERMAIN
CHAZY FOSSILS IN THE SAINT-GERMAIN COMPLEX

<i>Streplelasma</i> sp.	<i>Raphistoma stamineum</i>
<i>Stictopora glomerata</i>	<i>Maclurea</i> sp.
<i>Leptaena incrassata</i>	<i>Asaphus canalis</i>
<i>Mimella borealis</i>	<i>Blastoidocrinus carchariaedens</i>
<i>Scenella montrealensis</i>	<i>Bolboporites americanus</i>

GROUPE DE BLACK RIVER

Quelques blocs de la brèche bien dégagée dans la carrière de Construction Saint-Paul sont composés d'un calcaire dense, couleur gorge-de-pigeon, qui renferme des tubes de 1 à 2 mm de diamètre remplis de calcite cristalline. Ce calcaire rappelle fortement les lits *Lowville* qui, presque partout dans les Basses Terres, sont caractérisés par la présence de *Phytopsis tubulosum*. Il est donc justifié, en raison de similitudes lithologiques et structurales, de classer ce calcaire dans le *Lowville*.

Les roches attribuées à la formation de *Leray* sont des calcaires massifs, denses et d'un gris moyen à pâle se présentant sous forme de blocs dans la brèche de la carrière de Saint-Paul Construction Ltée. A cause de la similitude lithologique avec certains calcaires *Trenton*, l'attribution de ces blocs à la formation de *Leray* repose sur une base incertaine et le groupe n'est pas représenté sur la carte. Le seul fossile trouvé dans ces roches est un nautiloïde rectiligne indistinct.

CALCAIRE TRENTON

De la limite nord de la carte jusqu'au voisinage de la rivière *Yamaska*, une bande de calcaire affleure de façon

BLACK RIVER GROUP

A few blocks in the breccia exposed in the vicinity of the St. Paul Construction quarry are of a dense, dove-gray limestone bearing tubes 1 to 2 mm in diameter filled with crystalline calcite. This is very suggestive of the "birdseye" limestone of *Lowville* age, which almost everywhere in the Saint-Laurent Lowland is characterized by the presence of *Phytopsis tubulosum*. The resemblance in both lithology and the tube-like structures justifies classifying these rocks as *Lowville* in age.

Some rocks are referred to the *Leray* Formation. They are medium to light gray, dense, massive limestones, and occur only as blocks in the breccia of the St. Paul Construction quarry. Because of the lithologic similarity to some of the *Trenton* limestones, reference of these blocks to the *Leray* Formation rests on insecure grounds, and the group is not entered on the geological map. The only fossil found in these rocks is an indistinct straight nautiloid.

TRENTON LIMESTONE

From the northern border of the map-area almost to *Yamaska* river there is within the Saint-Germain Complex a nearly

soutenue dans le complexe de Saint-Germain. Bien que quasi dépourvu de fossiles, presque tout ce calcaire se confond lithologiquement avec le calcaire Trenton des Basses Terres et, de plus, passe ici et là à un shale paléontologiquement identifiable avec l'Utica. En majeure partie, la roche est un calcaire argileux à grain très fin, variant de bleu-noir à gris foncé et s'altérant en gris pâle; elle se présente en couches de 1 pouce à 6 pouces séparées par une ardoise mince atteignant rarement $\frac{1}{4}$ de pouce. Dans plusieurs affleurements, le clivage masque le litage; ailleurs, la combinaison du clivage et du litage forme une pseudo-brèche. Il existe aussi, par toute la superficie d'affleurement, des couches cristallines lesquelles sont mieux pourvues de fossiles que les couches denses. Cette caractéristique lithologique nous permet d'attribuer ces roches au calcaire *Tétreauville* de Montréal. Une ou deux lames minces laissent voir une texture en boulettes. Il s'agit d'une matrice cristalline à grain fin contenant des boulettes noires arrondies dont la plupart ont un diamètre de 1 mm mais dont certaines ont un long diamètre de 2 mm.

Sur toute la longueur de l'affleurement, le calcaire garde une direction assez uniforme de 5° à 20°E. Ses pendages varient de l'horizontale à la verticale, avec pendages prononcés vers l'est. Le clivage suit généralement le litage; rares sont les déviations de la direction N5-20°E et des pendages prononcés vers l'est.

Ce calcaire a récemment été extrait en grande quantité par la compagnie Construction Saint-Paul Ltée à deux milles au sud d'Abbotsford. La carrière laisse voir un calcaire dense

continuous outcrop of limestone. Although practically unfossiliferous, almost all of this limestone is lithologically indistinguishable from Trenton limestones of the Lowland, and, moreover, is in places succeeded by shale paleontologically identifiable as Utica. For the most part the rock is a blue-black to dark gray, very fine-grained, argillaceous limestone, weathering light gray, in beds 1 inch to 6 inches thick which are separated by thin shale partings or interbeds rarely as much as $\frac{1}{4}$ inch thick. In many outcrops cleavage obscures the bedding; in others the combination of cleavage and bedding results in the formation of a pseudobreccia. Crystalline beds occur to a lesser extent throughout the area of outcrop, and are more likely to contain fossils than are the dense types. The development described is so similar in lithology to the *Tétreauville* limestone in Montréal that the beds here are referred to that formation. One or two thin sections show a pelletoidal texture, a fine-grained crystalline matrix holding rounded black pellets mostly 1 mm in diameter but some with a long diameter of 2 mm.

Throughout the length of outcrop the limestone preserves a fairly uniform strike of from 5° to 20°E. Its dips range from horizontal to vertical, with steep eastern dips common. Cleavage follows the bedding for the most part, but deviations from a strike of N5-20°E and a steep dip to the east are rare.

This limestone has recently been extensively quarried by St. Paul Construction Ltd. two miles south of Abbotsford. There, dense and crystalline limestone together with calcareous shale have been

et cristallin, accompagné de shale calcaireux, qui a été déformé par plissement et rendu bréchiforme. Il est sillonné de nombreuses veines de calcite, résultat sans doute de la déformation structurale près de la ligne de Logan (fig. 34).

Notre recherche de *fossiles* au cours du présent travail n'a pas été très fructueuse. Dans le calcaire dense, nous n'avons trouvé que des plaques colonnales de crinoïdes. La grande majorité des fossiles, ou fragments de fossiles, furent trouvés dans les couches cristallines, ainsi qu'il arrive dans la formation de Tétreauville du groupe de Trenton des Basses Terres. A un huitième de mille au nord-ouest de l'intersection du chemin Papineau (à 2 milles au sud d'Abbotsford) avec la voie ferrée du Pacifique Canadien, nous avons trouvé quelques fragments de fossiles dans une bande de calcaire arénacé de 12 pieds de large. Aucun fossile n'a pu être identifié spécifiquement ou génériquement. On y compte des gastéropodes, des pélecypodes, des trilobites et des ostracodes. A un demi-mille au nord de la même intersection et près de l'extrémité nord du groupe d'affleurements dans lequel se trouve la carrière de Construction Saint-Paul Ltée, nous avons noté des plaques colonnales de crinoïdes et de cystides de même qu'un pòlyprier. Nous y avons aussi noté des ostracodes lisses de même qu'à plusieurs endroits dans les environs. Nous donnons, au tableau 4, la liste des fossiles rapportés par Ami (1894, p. 143J), avec leurs noms modernisés. Le tableau comprend également la signalisation de la présence de chaque espèce dans les lits Lowville (Lw), Leray (Le), Rockland (Ro), Hull (Hu), Sherman Falls (SF), Cobourg (Co), Lorraine (Lo) et Richmond (Ri) du Québec, de l'Ontario et de l'état de New York.

deformed by folding and have also suffered strong brecciation. The limestone exposed in the quarry carries a very large amount of vein calcite, doubtless the result of the structural deformation close to Logan's Line (Figure 34).

Search for *fossils* during the course of the work was not well rewarded. In the dense type of limestone, fossils are restricted to crinoid columnals. The great majority of fossils, albeit fragments, were found in the crystalline beds. These are the conditions attending the occurrence of fossils in the Tétreauville Formation of the Trenton Group of the Lowland. One-eighth of a mile northwest of the intersection of Papineau road (2 miles south of Abbotsford) and the Canadian Pacific Railway track a few fragmentary fossils were found in a 12-foot wide band of sandy limestone. None was specifically or generically identifiable. Included were gastropods, pelecypods, trilobites, and ostracods. Half-a-mile north of the same intersection, and near the northern end of the group of outcrops in which the St. Paul Construction quarry is located, crinoid and cystid columnals were found, together with one horn coral. Smooth ostracods were found in several nearby places. Fossils reported by Ami (1894, p. 143J) are given in Table 4, with their names modernized. Against each species is given the known occurrence in Lowville (Lw), Leray (Le), Rockland (Ro), Hull (Hu), Sherman Fall (SF), Cobourg (Co), Lorraine (Lo), and Richmond (Ri) beds of Québec, Ontario, and New York. Every one of the species save *Gisonoceras schofieldi* is known from either the Sherman Fall or Cobourg horizons, or from both. It is therefore safe to say that the limestone from the vicinity of the St. Paul Construction quarry belongs to formations of Middle or Upper

Toutes ces espèces sauf *Geisonoceras schofieldi* se retrouvent dans le Sherman Fall ou le Cobourg ou des deux. On peut donc affirmer que le calcaire du voisinage de la carrière de Construction St-Paul Ltée appartient aux formations du Trenton moyen ou supérieur.

TAB. 4 - FOSSILES TRENTON DANS LE COMPLEXE DE SAINT-GERMAIN
TRENTON FOSSILS IN THE SAINT-GERMAIN COMPLEX.

	Rapportés ailleurs/Reported elsewhere							
	Lw	Le	Ro	Hu	SF	Co	Lo	Ri
<i>Prasopora selwyni</i>				x	x			
<i>Pachydictya acuta</i>							x	x
<i>Lingula riciniiformis</i>				x				
<i>Dalmanella rogata</i>	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Plectorthis plicatella</i>					x			
<i>Hesperorthis tricenaria</i>		x	x			x		
<i>Platystrophia amoena</i>	x	x		x	x	x		
<i>Rafinesquina alternata</i>		x	x		x	x	x	
<i>Sowerbyella sericea</i>	x	x	x		x	x	x	
<i>Geisonoceras schofieldi</i>				x				
<i>Spyroceras bilineatum</i>	x	x	x	x	x	x		
<i>Cryptolithus tessellatus</i>					x			
<i>Flexicalymene senaria</i>		x	x	x	x	x	x	
<i>Isotelus</i> sp., prob. <i>I. latus</i>		x		x		x		

SHALE UTICA

En bordure ouest de la bande de calcaire de Trenton se trouve une bande de shale noir à gris foncé, partiellement calcaireux, à textures fissiles et massives et s'altère au brun pâle. Localement, de minces lits (jusqu'à 3 pouces) de calcaire bleu-gris sont intercalés dans le shale. Le litage, indistinct, est indiqué ici et là par une alternance de minces lits (1 à 2 mm) gris moyen et gris foncé. On remarque de la pyrite dans plusieurs affleurements. Toutes ces caractéristiques indiquent une corrélation lithologique des shales avec les roches Utica des Basses Terres du Saint-Laurent.

UTICA SHALE

Flanking the Trenton limestone band on its western side is a band of black to dark gray shale, in part calcareous, both fissile and massive, and weathering light brown. Locally, thin beds (up to 3 inches) of blue-gray limestone are interbedded with the shale. In a few cases freshly broken surfaces yield an odor of petroleum. Bedding is indistinct, but in places is indicated by an alternation of thin (1 to 2 mm) medium and dark gray beds. Pyrite is present in many outcrops. All of these characteristics indicate a lithological correlation of the shales with Utica rocks of the Saint-Laurent Lowland.

Les fossiles se limitent à de rares graptolites et à des débris d'algues. Il semble qu'au moins une partie de ce shale noir attribué au groupe d'Utica est d'âge Trenton si l'on en juge par l'âge Normanskill de certains des graptolites.

GROUPE DE LORRAINE

La plus grande partie du complexe de Saint-Germain, de fait toute sa partie ouest, offre une similarité lithologique avec les couches du Lorraine des Basses Terres. Cependant, tout comme une partie du soi-disant Utica se révèle appartenir au Trenton sur la base d'indices paléontologiques, de même parties du soi-disant Lorraine appartiennent à l'Utica et au Trenton. Bien que la lithologie soit généralement un critère fiable pour faire la corrélation entre les formations, il existe parfois des exceptions. Par exemple, le siltstone arénacé en lits minces et sans stratification entrecroisée est un type lithologique particulier assez fréquent dans le Lorraine inférieur des Basses Terres; comme, cependant, le type rencontré dans la région contient des graptolites Normanskill, on doit le mettre en corrélation avec le Trenton. Néanmoins, sauf pour ces rares exceptions, il est raisonnable de conclure que le complexe de Saint-Germain est progressivement plus jeune en allant vers l'ouest et qu'il se fusionne avec les lits bien identifiés et peu dérangés du Lorraine sur le flanc est du synclinal de Chambly-Fortierville.

La plupart des affleurements appartenant supposément au Lorraine consistent en siltstone rubané ou non, massif, gris foncé ou noir, partiellement calcareux et s'altérant en partie

Fossils are restricted to graptolites which, however, are rare, and algal scrap. That some at least of this black shale attributed to the Utica Group may be of Trenton age is indicated by Normanskill age of some of the graptolites.

LORRAINE GROUP

By far the largest part of the Saint-Germain Complex, and in fact all of its western extent, bears lithologic similarity to the Lorraine beds of the Lowland. However, just as some of the so-called Utica turns out on paleontological evidence to be of Trenton age, so also some of the so-called Lorraine is of Utica and some of Trenton age. Though lithology is in general a reliable criterion upon which to base formational correlations, occasional exceptions are known. For instance, thin bedded sandy siltstone, not crossbedded, is a rare lithologic type, though common enough in the Lower Lorraine of the Lowland; however, here this type carries Normanskill graptolites and should properly be correlated with the Trenton. Nevertheless, save for such few exceptions, it is reasonable to conclude that the Saint-Germain Complex is progressively younger as one goes westward, until it merges into undoubted and little disturbed Lorraine beds of the east limb of the Chambly-Fortierville syncline.

Most of the supposedly Lorraine outcrops consist of dark gray to black, massive, banded or unbanded siltstone, in part calcareous, and in part rusty weathering. Lesser amounts are of dark

couleur rouille. On note également, mais en moindre quantité, du shale gris foncé à noir ainsi qu'un grès quartzueux à grains fins et clairs en quelques endroits. Des siltstones arénacés et des grès fins, à stratification entrecroisée, sont visibles ici et là. Les lits de calcaire sont inconnus mais environ un quart de tous les spécimens recueillis font effervescence en présence d'acide chlorhydrique à 5%.

Ces roches, en l'absence d'un trait brun et d'une odeur de pétrole, se situent en dehors de l'Utica. Les caractéristiques du grès - apparence massive, altération d'ordinaire en brun sur une épaisseur d'une fraction de pouce, et dureté générale - servent à les distinguer de toute autre unité reconnue du complexe de Saint-Germain. Certains affleurements près de la ligne de Logan sont disloqués à un point tel qu'il n'existe qu'une justification d'ordre physique très faible pour les inclure dans cette formation. Les seuls fossiles trouvés dans toutes les roches attribuées au Lorraine sont de mauvais graptolites et quelques vestiges d'algues d'un quart de pouce de largeur.

GROUPE DE RICHMOND

A un endroit seulement, soit à $\frac{1}{2}$ mille au nord de Darcy Corners (figure 26), trouve-t-on des roches qu'on peut dire appartenir au groupe de Richmond. Ce sont des shales rouges lithologiquement impossibles à distinguer de la formation de Bécancour (connue d'ordinaire sous le nom de Queenston). Il est impossible d'identifier avec certitude les formations auxquelles les roches contigues appartiennent;

gray to black shales, and in a few localities there is a clear, fine-grained quartz sandstone. In a few places there are crossbedded sandy siltstones and fine-grained sandstone. Limestone beds are unknown, but about one quarter of all specimens collected effervesce with cold dilute (5%) hydrochloric acid.

The lack of both a brown streak and a petroleum odor serve to set these rocks apart from those of Utica age. The massive looking sandstone, usually with the outside fraction of an inch weathered brown, and its general hardness, serve to separate it from any other recognized unit in the Saint-Germain Complex. Exposures close to Logan's Line are so much disturbed that the placing of some outcrops in this formation may have but slight physical justification. The only fossils found in any of the rocks assigned to the Lorraine are poor graptolites and some $\frac{1}{4}$ inch wide remains of algal stipes.

RICHMOND GROUP

At only one locality, $\frac{1}{2}$ mile north of Darcy Corners (Figure 26), are there any rocks that can be identified as belonging to the Richmond Group. These are red shales lithologically indistinguishable from the Bécancour formation (usually known as Queenston). It is impossible to be certain concerning the formations to which the contiguous rocks belong; some at least may belong to the Carmel Member of the Bécancour

certaines, à tout le moins, pourraient appartenir au membre de Carmel de la formation de Bécancour et d'autres à la formation de Pontgravé.

Formation, and some may belong to the Pontgravé Formation.

*
* *

On peut voir un exemple de la complexité structurale des roches du Saint-Germain dans le groupe d'affleurements mentionné au paragraphe précédent (figure 26). Le tableau 5 présente les corrélations possibles entre les types de roches affleurant à cet endroit et les formations reconnues dans la succession normale des Basses Terres. On ne peut qu'ébaucher les relations structurales. Certaines sont obtenues à partir de données de distribution, d'autres, particulièrement les failles, à partir d'indices sur le terrain. Bien qu'il soit ici possible de subdiviser le complexe de Saint-Germain en formation distinctes, leur échelle est si petite qu'il est impossible de les indiquer sur la carte à l'échelle de 1 mille au pouce qui accompagne ce rapport. De plus, nous n'avons trouvé aucun fossile autre que le siltstone contenant des algues.

An example of the complexity of structure of the Saint-Germain rocks is to be seen in the group of outcrops mentioned in the preceding paragraph (Figure 26). Suggested correlations between the rock types exposed in this area and the formations recognized in the normal Lowland succession are given in Table 5. Only sketchy structural relationships can be worked out, some from distributional data, others, particularly faults, from field evidence. Although it is possible to subdivide the Saint-Germain Complex into separate formations in this area, the scale is so small as to make mapping of those formations on a mile-to-one-inch map impossible. Moreover, no formational continuity was found to exist north or south of this restricted area. No fossils other than the alga-bearing siltstone were found there.



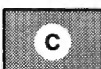

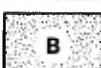
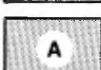
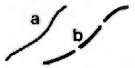






TAB. 5 - CORRELATION DES AFFLEUREMENTS DE DARCY CORNERS AVEC LES FORMATIONS DES BASSES TERRES / CORRELATION OF DARCY CORNERS EXPOSURES WITH THE LOWLAND FORMATIONS

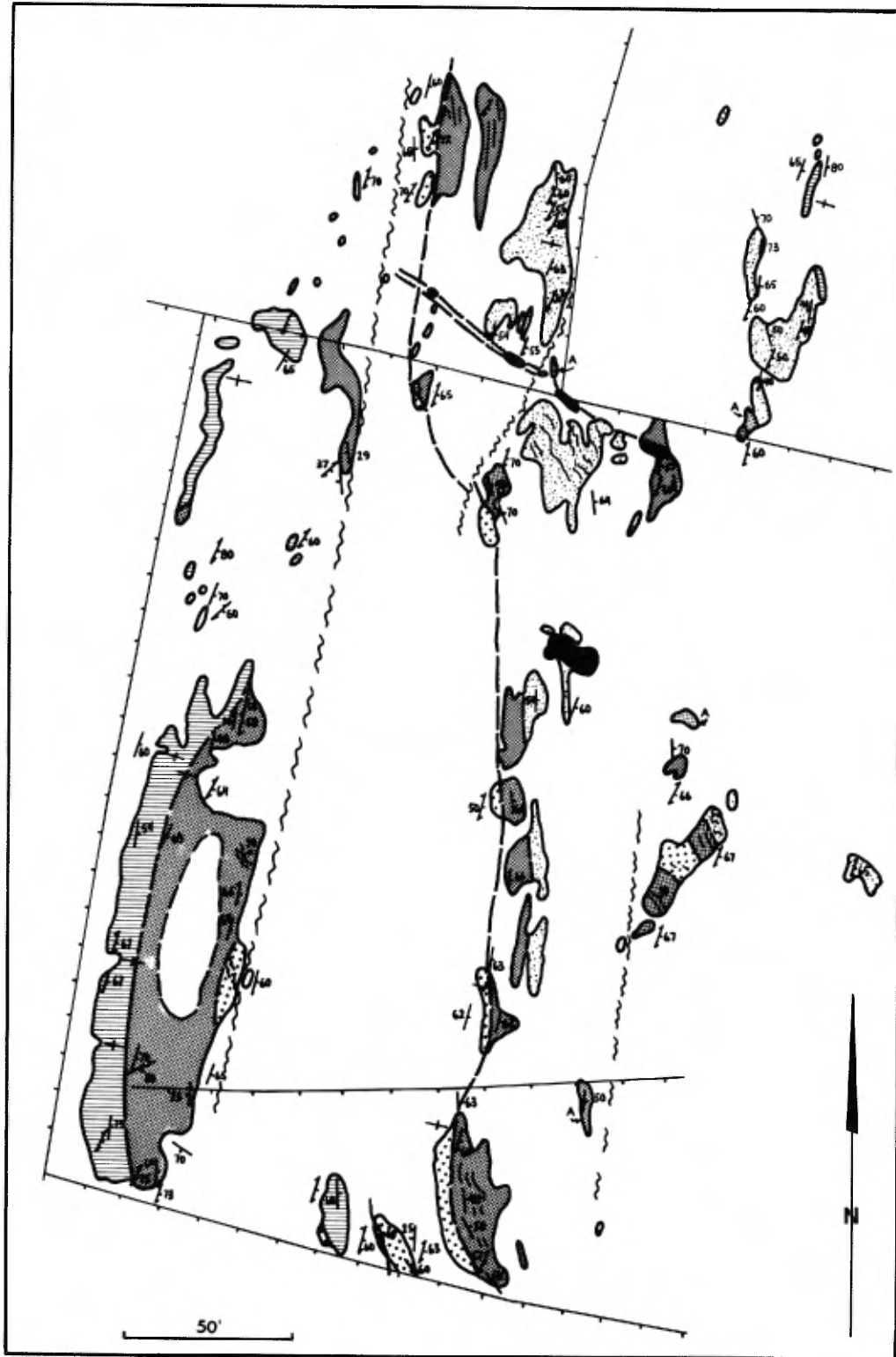
Unités (figure 26) <i>Units (Figure 26)</i>	Corrélation <i>Correlation</i>
D	Formation de Bécancour / <i>Bécancour Formation</i>
C	Membre de Carmel / <i>Carmel Member</i>
Ca	Formation de Pontgravé (lits supérieurs)
B	Formation de Pontgravé / <i>Pontgravé Formation</i>
A	Formation de Nicolet / <i>Nicolet Formation</i>

FIGURE 26 - Carte détaillée de l'affleurement du complexe de Saint-Germain à $\frac{1}{2}$ mille au nord-ouest de Darcy Corners / Detailed map of outcrop of Saint-Germain Complex, $\frac{1}{2}$ mile northwest of Darcy Corners.

LEGENDE

LEGEND

Dyke de roche trappéenne		Trap dike
Ardoise rouge (Richmond)		Red slate (Richmond)
Ardoise verte avec d'abondants lits de grès		Green slate with abundant sandstone beds
Ardoise verte avec de rares lits de grès		Green slate with few sandstone beds
Siltstone dense gris verdâtre, calcareux par endroits		Greenish gray dense siltstone, calcareous in places
Grès quartzeux gris pâle à grain fin		Light gray fine-grained quartz sandstone
Limite géologique: observée (a) présumée (b)		Geological boundary: a) observed b) inferred
a) Trace du litage b) Direction et pendage des lits		a) Trend of bedding b) Strike and dip of bedding
Direction et pendage du clivage		Strike and dip of cleavage
Plis d'étirement avec direction et degré du plongement		Drag folds, with direction and amount of plunge
Faïlle présumée		Inferred fault
Direction et pendage des diaclases régionales		Strike and dip of regional joints
Clôture		Fence



INTRUSIONS IGNEES

Les roches ignées se présentent de deux façons: d'abord, le pluton principal du mont Yamaska, puis un grand nombre de roches satellites, surtout des dykes, réparties par toute la région.

LE PLUTON DE YAMASKA

Il n'entrait pas dans les cadres du présent travail de mettre en carte ou d'étudier la masse principale du mont Yamaska. Cette tâche fut effectuée par Sunil Gandhi en 1961 et 1962. Néanmoins, il convient de donner ici un bref sommaire, extrait directement du rapport de Gandhi (1966, p. 101) et qui peut se traduire comme suit:

Le centre igné du mont Yamaska, d'une superficie d'environ 3.2 milles carrés, est un complexe de deux intrusions majeures, de deux intrusions mineures et de plusieurs dykes. La plus ancienne des deux intrusions majeures consiste en une série de roches anciennes, yamaskite-gabbro-akerite; la plus récente consiste en une série de roches plus jeunes, yamaskite-essexite. Deux petites intrusions sont composées de roche porphyrique à augite avec structure de coulée et de syénite à néphéline.

ROCHES SATELLITES

Les dykes sont beaucoup plus nombreux aux alentours qu'à l'intérieur du pluton. Ici encore, les remarques de Gandhi (1966, p. 107) sur les dykes à l'intérieur et au voisinage immédiat du pluton sont utiles. Elles peuvent se traduire comme suit:

IGNEOUS INTRUSIONS

Igneous rocks occur in two ways: first, as the main pluton of Yamaska mountain, and second, as a host of satellitic rocks, predominantly dikes, scattered over the area.

YAMASKA PLUTON

It was not within the scope of the present work to map or to study the main mass of Mount Yamaska. That operation was carried out by Sunil Gandhi in 1961 and 1962. Nevertheless, a short summary taken direct from Gandhi's report (1966, p. 101) is in order, and is given below.

"The igneous core of Mount Yamaska, about 3.2 square miles in area, is a complex of two major intrusions, two minor intrusions and several dykes. The older of the two major intrusions consists of the older yamaskite-gabbro-akerite rock series, and the younger major intrusion consists of the younger yamaskite-essexite rock series. Two minor intrusions are of the augite porphyritic rock with flow structure and nepheline syenite".

SATELLITIC ROCKS

Dikes are far more numerous in the surrounding country rock than in the pluton itself. Again, Gandhi's remarks (1966, p. 107) on the dikes found within and immediately adjacent to the pluton are useful.

Des dykes de composition variée sont présents dans le complexe igné. Ils sont plus nombreux dans les parties extérieures du complexe que dans la partie centrale. Les relations les uns aux autres, de même qu'avec les intrusions du complexe, sont pour la plupart incertaines. Ils sont divisés en quatre sous-groupes pour fins de description: (I) dykes de yamaskite, (II) dykes de couleur pâle, (III) dykes trachytiques de composition intermédiaire et (IV) dykes fortement porphyriques. Les dykes de yamaskite sont à grain fin, de couleur foncée et semblables en composition minérale aux yamaskites décrites plus haut. Les dykes pâles sont de grain fin à moyen et la majorité d'entre eux sont composés de bostonite, de syénite-aplite ou de syénite à néphéline. Les dykes trachytiques de composition intermédiaire contiennent des lattes bien développées de plagioclase et sont composés de diorite à hornblende; ils contiennent parfois de la néphéline. Les dykes fortement porphyriques contiennent des phénocristaux soit de plagioclase, soit de titanaugite et de néphéline.

Au cours du présent relevé, nous avons trouvé une centaine d'amas ignés hors des limites du pluton de Yamaska et de son auréole de cornéennes. Parmi ceux-ci, seulement trois s'apparentent à des filons-couches. De tous les amas satellites, la grande majorité (85) furent classés comme étant une variété quelconque de roche basique: lamprophyre à olivine, diabase amygdaloïdale et, puisqu'on n'envisageait pas l'identification de ces roches par lames minces, trappéenne ordinaire. Seulement 10 furent classés comme types acides (felsite et phonolite). Ils sont groupés pour la plupart à l'ouest et au sud du mont Yamaska et sont apparentés aux

"Dykes of various compositions occur in the igneous complex. They are more numerous in the outer parts of the complex, than in the central part. Their relationships with each other and with the intrusions of the complex are for the most part uncertain. They are divided into four subgroups for the purpose of description: (I) Yamaskite dikes, (II) light-coloured dikes, (III) trachytic dikes of intermediate composition, and (IV) strongly porphyritic dikes. The Yamaskite dikes are fine-grained, dark-coloured and similar in mineral composition to the yamaskites described above. The light-coloured dikes are fine to medium in grain size, and the majority of them are bostonite, syenite-aplite, or nepheline syenite in composition. The trachytic dykes of intermediate composition have well-developed laths of plagioclase, and are hornblende dioritic in composition, and may contain nepheline. The strongly porphyritic dikes contain phenocrysts of either plagioclase or titanaugite and nepheline".

During the present survey a hundred, more or less, igneous bodies were found in the country outside the limits of the Yamaska pluton and its hornfels collar. Of these only three qualified as sills. Of the total of satellitic bodies the great majority (85) were listed as some variety of basic rock - olivine lamprophyre, amygdaloidal diabase, and since thin section identification of these rocks was not contemplated, just plain trap. Only ten were listed as acidic types (felsite and phonolite). These were found mostly clustered west and south of Mount Yamaska, and are doubtless related to the minor amount of syenitic intrusives making up

intrusions mineures syénitiques qui constituent le pluton principal. Le mode d'affleurement des autres amas ne nous permet pas de savoir s'il s'agit de dykes ou de filons-couches.

On ne peut affirmer avec certitude lesquels de ces dykes "appartiennent" au mont Yamaska et lesquels "appartiennent" aux monts Shefford ou Brome. Ceux de la partie nord de la région sont probablement des satellites du mont Yamaska, tandis que les autres, particulièrement dans le quadrant sud-est de la région, pourraient fort bien être génétiquement reliés au mont Brome.

the main pluton. The state of exposure of the remainder did not allow their classification as either dikes or sills.

It cannot be claimed with certainty which of these "belong" to Mount Yamaska, and which "belong" to Shefford or Brome mountains. Those in the northern half of the area presumably owe allegiance to Mount Yamaska, whereas the remainder, particularly those in the southeastern quadrant of the area may well be genetically bound to Brome mountain.

TECTONIQUE* / STRUCTURAL GEOLOGY*

A première vue, la tectonique des roches stratifiées paléozoïques de la région semble assez simple; cependant, lorsqu'on s'arrête aux détails structuraux, on rencontre de sérieux problèmes dont plusieurs sont difficiles à résoudre. Un problème d'importance considérable résulte de la présente rareté des renseignements sur les relations entre les principaux groupes sédimentaires. Tout particulièrement, nous ne connaissons pas l'âge du groupe de Shefford et il y a de bonnes raisons pour supposer qu'il ne se trouve pas dans sa position originale de déposition, c'est-à-dire qu'il est allochtone, et que son transport s'est fait par un glissement gravitationnel. Nous ne sommes pas sûrs non

At first glance the structure of the Paleozoic stratified rocks of the area appears to be fairly straightforward; only when structural details are considered do a number of serious problems arise, many of which cannot be readily resolved. One problem of considerable importance arises out of the present paucity of information on the relationships between the major sedimentary groups. Specifically, we do not know the age of the Shefford Group, and there is good reason to suppose that it is not in its original position of deposition, i.e., that it is allochthonous; and, further, that it has been brought into its present position by gravitational sliding. Nor have we any assurance of the age of the

* Le premier paragraphe de ce chapitre est une modification du rapport de Eakins (1963) sur la région de Granby-Est.

* The first paragraph of this chapter is a modification of Eakins' report (1963) on Granby East area.

plus de l'âge des roches du complexe de Stanbridge, sauf qu'il est probablement de l'Ordovicien moyen ou supérieur et autochtone. Les réponses aux questions concernant l'âge et la position originale des unités structurales aideraient à résoudre les difficultés tectoniques. Réciproquement, les problèmes stratigraphiques des âges relatifs et la distribution des divers environnements de déposition, etc., pourraient être résolus si la tectonique était mieux comprise. Etant donné que nous n'avons pu consacrer beaucoup de temps à l'étude des principales relations des roches dans la région, il semble qu'on ne pourra progresser davantage vers la solution ultime de ces problèmes sans un travail très détaillé, une étude de même nature dans les régions avoisinantes et une assimilation des résultats de récentes synthèses régionales.

L'interrelation des quatre principaux groupes lithiques - pluton de Yamaska, complexe de Stanbridge, groupe de Shefford et formations de l'avant-pays (y compris le complexe de Saint-Germain) - dépend de l'examen et de l'évaluation des traits structuraux inhérents tels que plis, clivages, etc. Il n'y a pas d'arrangement structural commun à la région dans son ensemble. Chacune des trois subdivisions basées sur des données stratigraphiques se révèle être une unité plus ou moins harmonieuse tectoniquement ; de plus, il y a le mont Yamaska. En conséquence, les formations de l'avant-pays, le groupe de Shefford et le complexe de Stanbridge seront traités séparément.

rocks of the Stanbridge Complex, other than that they are probably Middle to Late Ordovician, and also are probably autochthonous. Answers to such questions concerning age and original position of the structural units would help to clarify the structural situation. Conversely, of course, the stratigraphic problems of relative ages and the distribution of various environments of deposition, etc., might well be largely solved if the structure were better understood. Because considerable time has not been spent in studying the major rock relationships in the Granby area, it seems that further advances toward an ultimate solution of these problems will likely be made by work of the most detailed nature, by related studies made elsewhere in nearby areas, and by assimilating the results of recent regional syntheses.

The interrelationships of the four main lithic groups - the Yamaska pluton, the Stanbridge Complex, the Shefford Group, and the Foreland formations (including the Saint-Germain Complex) - depend upon an examination and assessment of their inherent structural features such as folds, cleavage, etc. There is no structural pattern common to the entire Granby area. Instead, each of the three subdivisions made on stratigraphic grounds proves to be a more or less structurally harmonious unit, and in addition there is Yamaska mountain. Consequently the Foreland formations, the Shefford Group, and the Stanbridge Complex areas will be treated separately.

FORMATIONS DE L'AVANT-PAYS

Les terrains à l'ouest de la ligne de Logan consistent en roches sédimentaires dont la plupart, sauf quelques exceptions, peuvent être attribuées à des formations connues des Basses Terres. Nous avons déjà parlé de la constitution stratigraphique de ces roches qui appartiennent en partie au flanc est du synclinal de Chambly-Fortierville et en partie au complexe de Saint-Germain.

Le synclinal de Chambly-Fortierville domine les Basses Terres du Saint-Laurent et s'étend, en direction nord-est, de la frontière internationale jusqu'au voisinage de la ville de Québec. C'est un pli en forme de canoë dont le flanc ouest consiste en roches sédimentaires du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien à pendage léger ($\pm 20^\circ$) vers l'axe synclinal, au sud-est du fleuve Saint-Laurent. Le flanc oriental comprend la même série de strates mais le pendage, vers l'ouest, devient plus prononcé à mesure qu'on s'éloigne de l'axe. L'une des raisons de cette dissemblance entre les deux flancs du synclinal est que celui du côté oriental est accolé et parallèle au front des Appalaches et que la poussée causée par le tassement du géosynclinal appalachien au cours de l'orogénie taconique a présumément déformé ce flanc, transformant ce qui aurait été une succession normale de roches paléozoïques (comme dans le flanc ouest) en une complication de couches inclinées, plissées, renversées et, par endroits, empilées. Une érosion subséquente a mis à découvert les rebords nivelés de ces strates redressées.

Là où la déformation a été faible, il n'existe pas de problème d'identification

FORELAND FORMATIONS

The area west of Logan's Line consists of sedimentary rocks most of which can, with some reservations, be referred to known Lowland formations. The stratigraphic make-up of this area has already been treated. The rocks belong in part to the eastern limb of the Chambly-Fortierville syncline and in part to the Saint-Germain Complex.

The Chambly-Fortierville syncline is a structural feature dominating the Saint-Laurent Lowland, and extends from the international border northeastward to the vicinity of Québec City. It is a canoe-shaped fold, the western limb of which consists of Upper Cambrian and Ordovician sedimentary rocks which dip gently ($\pm 20^\circ$) toward the synclinal axis, the latter lying southeast of the Saint-Laurent river. The eastern limb consists of the same suite of strata which, however, dip westward toward the axis, the dips becoming steeper as the distance from the axis increases. One reason for the dissimilarity of the two limbs of the syncline is that the eastern limb lies close to and parallel to the front of the Appalachians, and it is presumed that the stress caused by the foreshortening of the Appalachian geosyncline during the Taconic orogeny deformed this east limb, transforming what otherwise would have been an orderly succession of Paleozoic rocks (as in the west limb) into a tilted, folded, overturned, and in places thrust-faulted complication. Subsequent erosion exposed the planed-off edges of these upturned strata.

Where the deformation was mild there is no problem in identifying the

des formations rocheuses mais, à mesure que les complications se multiplient vers l'est, on note des roches plissées, clivées, faillées et broyées et certaines d'entre elles ne peuvent être attribuées à une formation précise. De plus, il reste si peu de certaines unités lithologiques, qu'elles soient attribuées ou non à une formation, qu'il est impossible de les cartographier à une échelle raisonnable. C'est à ces roches, pour lesquelles il existe une confusion plus ou moins grande, que nous avons appliqué le terme de *complexe de Saint-Germain* (Clark, 1947, p. 15; Clark, 1964, p. 11).

Le complexe se manifeste par une bande d'affleurement partant des environs de la ville de Québec et s'étendant vers le sud jusqu'à Farnham et au-delà. Ainsi que le montre la carte de Houde et Clark (1962), la bande se trouve juste à l'ouest de la ligne de Logan. Il n'existe pas de démarcation simple entre les couches normales du synclinal Chambly-Fortierville et celles du complexe, ce qui implique subjectivité dans les distinctions. Rappelons encore que le complexe a une connotation structurale et non stratigraphique.

Dans la région de Granby, les affleurements sur la rivière Yamaska, au nord de Saint-Césaire, sont modérément déformés et sont aisément attribués au groupe de Lorraine des roches de l'avant-pays. Bien que plusieurs, sinon tous les affleurements plus à l'est puissent être attribués au Trenton, à l'Utica ou au Lorraine, il n'existe pas de succession bien ordonnée et toute détermination d'arrangement structural des diverses unités est douteuse. Ces conditions suffisent à identifier le complexe de Saint-Germain, lequel est ainsi indiqué sur la carte, même là

rock formations, but as complications increase toward the east there occur folded, cleaved, faulted, and crushed rocks, some of which cannot be distinguished as to formation. Moreover, any lithologic unit, formationally identified or not, may be preserved in so limited a fashion as to be virtually unmappable on any reasonable scale. To the rocks where this confusion, mild or strong, obtains, the term Saint-Germain Complex has been applied (Clark, 1947, p. 15; Clark, 1964, p. 11).

The Saint-Germain Complex occurs in a band of outcrop extending from the vicinity of Québec City southward to and beyond Farnham. As shown on Houde and Clark's map of the Québec Lowland (1962), it is from one to seven miles wide and lies immediately to the west of Logan's Line. No simple line of demarcation between the normal beds of the Chambly-Fortierville syncline and those of the Saint-Germain Complex exists. Such distinction is subjectively arrived at. It should be emphasized that the Saint-Germain Complex is a structural term of convenience, and not a stratigraphic unit.

In the Granby area the exposures along the Yamaska river north of Saint-Césaire are easily determined as belonging to the Lorraine Group of Foreland rocks, and they are only moderately deformed. Although exposures further east may in some, if not most, cases be referable to the Trenton, Utica, or Lorraine categories, no orderly succession occurs, and any determination of a structural arrangement of the various units is suspect. These conditions suffice to identify the Saint-Germain Complex, which on the map is indicated as such, even where it seems possible to separate it into

où il semble possible de le fractionner en unités stratigraphiques reconnues.

Tectoniquement, la déformation est intense, mais elle n'est pas accompagnée d'un métamorphisme marqué. Les calcaires ne sont pas marmorisés mais les lits originaux de shale sont tous clivés. La plupart des lits sont isoclinaux et renversés; en certains cas, ils se sont transformés en failles de chevauchement. Les affleurements sont en général petits, bas et allongés parallèlement à la direction régionale, si bien que, sauf sur la rivière Yamaska, à Farnham, il n'existe pas d'affleurement continu perpendiculairement à la direction.

Tel que mentionné précédemment, on peut identifier des affleurements du Lorraine, de l'Utica et du Trenton. Sur la carte, on voit que ces affleurements sont distribués le long de bandes vaguement orientées nord-sud, avec le Lorraine à l'ouest et le Trenton à l'est. Ce dernier est flanqué, à l'ouest et par endroits à l'est, par des bandes de roches attribuées à l'Utica. Un tel exposé de la distribution est une grossière simplification de la réalité puisque, en dedans de chacune des trois formations, il existe des affleurements des autres formations mais qui sont trop petits pour être indiqués sur la carte. Même là où le Trenton est flanqué sur les côtés est et ouest par l'Utica, on ne peut déceler de structure anticlinale sur les affleurements et il n'y a pas d'indices de failles directionnelles qui pourraient démontrer que ces bandes sont des nappes ou des blocs déplacés par des failles. Ainsi, malgré la possibilité de référer la majorité des affleurements à l'une des trois subdivisions stratigraphiques, aucun arrangement stratigraphique ou structural n'est satisfaisant et l'on est obligé de référer tout cet ensemble au complexe de Saint-Germain.

recognized stratigraphic units.

Structurally, the deformation is intense but is not accompanied by notable metamorphism. The limestones are not marmorized, but without exception original shale beds have been cleaved. Folds are for the most part isoclinal, overturned, and in some cases demonstrably developed into thrust faults. Outcrops are usually small, low, and elongated parallel to the regional strike, so that nowhere, save along the Yamaska river at Farnham, is there a continuous exposure of these rocks across the strike.

As shown earlier, recognizable exposures of Lorraine, Utica, and Trenton rocks can be made out. On the map these can be seen to lie along more or less north-south bands with the Lorraine to the west and the Trenton to the east. The latter is flanked on the west and in places also on the east by bands of rock referred to the Utica. Such a statement of distribution is a gross simplification, and within each of the three formational bands there are exposures of the other formations on too small a scale to be mapped. Even where the Trenton is flanked on both east and west sides by the Utica, no suggestion of an anticlinal structure can be gleaned from the exposures, nor is there any indication of strike-slip faults which might show these bands to be fault slices or blocks. Thus, in spite of an ability to refer the majority of the exposures to one of the three stratigraphic subdivisions no stratigraphic succession or structural pattern can be made out, and the reference of the whole mass to the Saint-Germain Complex is justified.

PLIS

Les roches sédimentaires ne sont nulle part en position horizontale. Le plissement est à son plus faible dans la partie ouest où, par exemple, sur la rivière Yamaska, au nord de Farnham, des pendages de 45° à l'est - parfois même de 20° - ont été notés (figure 27). Ailleurs, il est rare de trouver des pendages de moins de 60° comme d'en trouver vers l'ouest. Les directions se maintiennent généralement autour de N10°E. On note des petits plis ici et là, mais il n'y en a aucun de cartographiable ou d'importance régionale. L'aspect général est celui d'un système isoclinal mal développé et dérangé, avec plans axiaux à pendages prononcés vers l'est (fig. 28). Par endroits, certains plis ont été complètement renversés, de sorte que leurs plans axiaux sont horizontaux (figure 33).

FAILLES

Les failles transversales, décelées surtout par des anomalies de distribution, sont nombreuses et résultent de déplacements horizontaux pouvant atteindre près d'un mille. La plupart d'entre elles sont présumées d'après le déplacement de la bande de calcaire Trenton. Il est rarement possible de discerner des arrangements anormaux de distribution structurale entre le Lorraine et l'Utica. Ceci est dû, du moins en partie, à l'absence de fossiles qui empêche de distinguer l'Utica des shales noirs ou gris foncé du Lorraine. Au sud de la rivière Noire, la grande majorité des indices le long des failles transversales est à l'effet que la partie nord s'est déplacée vers l'ouest (fig. 29). Les failles sont nombreuses dans le calcaire Trenton de la carrière Construction Saint-Paul Ltée près de la ligne de Logan. La figure 30 illustre des petites failles dans le shale de Lorraine.

FOLDS

Nowhere do the sedimentary rocks preserve their original horizontality. Folding is least intense in the western part where, for instance, along Yamaska river north of Farnham dips of 45°E, and exceptionally as low as 20°E, have been recorded (Figure 27). Elsewhere dips of less than 60°E are rare as are also westerly dips. Strikes rarely vary more than a few degrees from N10°E. Small-scale folds can be identified here and there, but none of regional or mappable importance is known. The general appearance is that of an imperfectly developed and disturbed isoclinal fold system with axial planes dipping steeply to the east (Fig. 28). Locally some folds have been completely overturned so that the axial planes are horizontal as suggested by the horizontal cleavage in Figure 33.

FAULTS

Cross faults, based largely upon anomalies of distribution, are common, resulting in horizontal displacements of up to nearly one mile. Most of these are postulated upon the displacement of the band of Trenton limestone. Only rarely is it possible to show structurally anomalous distributional patterns between Lorraine and Utica rocks. The latter situation is due, in part at least, to the difficulty of separating, in the absence of fossils, Utica from black or dark gray Lorraine shales. South of Noire river the movement along these cross faults, hardly without exception, shows the northern part to have shifted westward (Figure 29). Faults are common in the Trenton limestone in the St. Paul Construction quarry near Logan's Line. Figure 30 shows small scale faults in Lorraine beds.

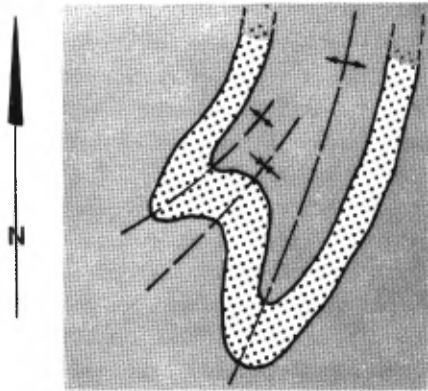


FIGURE 27 - Pli évasé dans la formation de Lorraine sur la berge orientale de la rivière Yamaska, à 1 mille au nord de la route 40, Farnham. Stratification révélée par des couches arénacées d'une épaisseur maximale de 1 pied. Carte en haut et interprétation structurale en bas. / *Splay fold in Lorraine Formation on east bank of Yamaska river, 1 mile north of route 40, Farnham. Bedding shown by sandy beds up to 1 foot thick. Map above and structural interpretation below.*

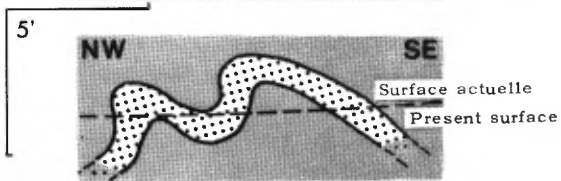


FIGURE 28 - Plissement de bandes siliceuses dans le complexe de Saint-Germain (probablement du shale Lorraine). Les axes des plis sont parallèles au clivage ardoisier. Le pendage des couches est de 80°W; celui du clivage est de 80°E. A ½ mille à l'ouest de Darcy Corners. / *Folded siliceous bands in Saint-Germain Complex (probably Lorraine shale). Fold axes are parallel to slaty cleavage. Bedding dips 80°W, cleavage 80°E. At ½ mile west of Darcy Corners.*

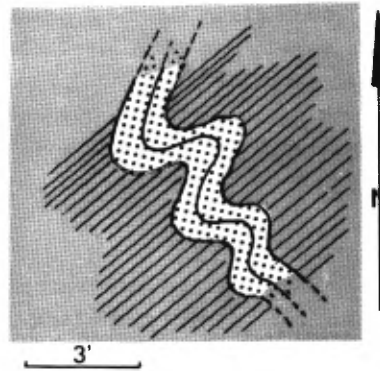
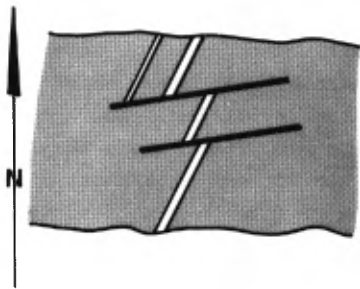


FIGURE 29 - Failles E-W recoupant des filons-couches dans le complexe de Saint-Germain, sur la rivière Yamaska, en aval du barrage inférieur, Farnham. Les filons ont 9 et 18 pouces d'épaisseur, avec un pendage de 20-35°E, et forment une crête sur le lit d'ardoise de la rivière. L'ardoise est cuite sur les deux côtés des filons. / *E-W faults cutting two sills in the Saint-Germain Complex, on Yamaska river, below lower dam, Farnham. The sills, 9 and 18 inches thick, dip 20-35°E and form a ridge on the slate floor of the river. The slate is baked hard on both sides of the sills.*



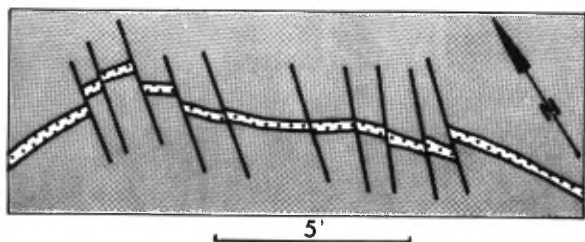


FIGURE 30 - Failles sub-parallèles recoupant 5 pouces de grès dans l'ardoise Lorraine. Berge orientale de la rivière Yamaska, à Brodeur. Les failles ne sont parallèles ni au clivage régional ni aux diaclases régionales importantes./Sub-parallel faults cutting a 5-inch band of sandstone in Lorraine slate. East bank of Yamaska river at Brodeur. The faults are not parallel to either regional cleavage or to regional major joints.

FIGURE 31 - Diaclase (120° , 80° S) dans le complexe de Saint-Germain (calcaire Trenton) à 1 mille au sud-est de Canrobert. Certains des plans de litages révélés par la diaclase sont gonflés au croisement des axes de plis et sont remplis de calcite./Joint face (120° , 80° S) in Saint-Germain Complex (Trenton limestone), 1 mile south-east of Canrobert. Some of the beds revealed by the cleavage are swollen where they cross the axis of a fold, and are filled with calcite.

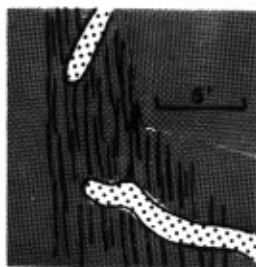
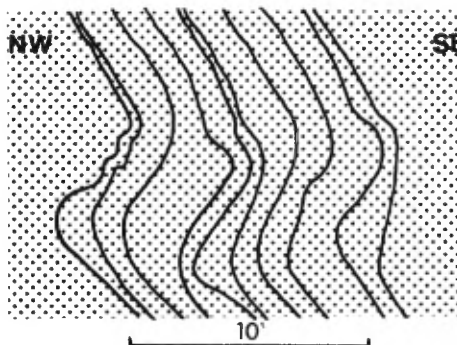


FIGURE 32 - Clivage (175° , 80° E) dans le complexe de Saint-Germain (presque certainement de l'Utica) à Emileville, à $\frac{1}{2}$ mille au sud du barrage sur la rivière Noire. Ardoise calcaireuse noire avec trait brun. Un lit de 6 pouces de grès fin s'altérant couleur orange est brisé en boudins irréguliers. L'ardoise contient des débris d'algues. Les coordonnées du litage sont 5° et 80° E./Cleavage (175° , 80° E) in Saint-Germain Complex (almost certainly Utica), at Emileville, $\frac{1}{2}$ mile south of dam across Noire river. Black calcareous slate with brown streak. One 6-inch bed of orange-weathering fine-grained sandstone broken into irregular boulders. Slate carries algal scrap. Bedding strikes 5° and dips 80° E.

On note de nombreux petits déplacements le long de failles de chevauchement à angles prononcés ou faibles. On note également de nombreux plans de faille, d'ordinaire bien polis, près de la ligne de Logan. Certains d'entre eux indiquent trois directions indépendantes de mouvement, le premier à angle prononcé et le dernier, presque dans le sens de la direction. Ces faibles poussées sont typiques de ce qu'on peut s'attendre à voir dans une zone de chevauchement imbriqué.

DIACLASES

Les diaclases sont nombreuses et n'ont pas encore été classifiées convenablement. On peut facilement distinguer deux types: premièrement, les diaclases appartenant à un système régional et qui ont une direction de 80° à 110° et un pendage prononcé au nord ou au sud (fig. 31); deuxièmement, des diaclases de tension, qui se développent parallèlement aux axes des plis et qui sont d'ordinaire remplies de quartz. Une étude approfondie de toutes les diaclases pourrait sans doute révéler d'autres systèmes apparentés aux structures majeures ou mineures et pourrait aider à élucider l'histoire géologique.

CLIVAGE

Le clivage ardoisier est bien développé dans presque toutes les roches de la région (fig. 28, 32). Sa direction varie de 0° à 20° E et son pendage de 70° à 80° E. A l'ouest du massif du mont Yamaska, on a pu noter quelques variations, mais ailleurs, c'est l'uniformité presque complète. Les relations entre le litage et le clivage indiquent des structures renversées dans à peu près la moitié des affleurements qui fournissent des données suffisantes.

Small displacements along high and low angle thrust faults are common throughout the area. Local fault planes, usually well slickensided, are especially numerous near Logan's Line. Some of these show three independent directions of movement, the first being steep and the last almost strike slip. These minor thrusts are typical of what one would expect in an imbricate thrust zone.

JOINTS

Joints are numerous, and as yet have not been adequately classified. Two types are readily recognized: first, those belonging to a regional joint system strike from 80° to 110° and dip steeply north or south (figure 31); and second, tensional joints which develop parallel to the axes of the folds and are commonly filled with quartz. A close study of all joints would doubtless reveal other systems related to major or minor structures, and could conceivably aid in the elucidation of the geological history.

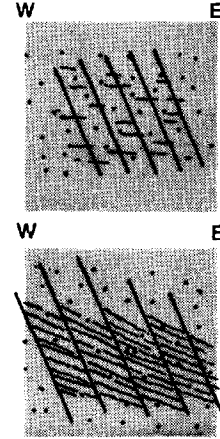
CLEAVAGE

With hardly an exception slaty cleavage is well developed in all of the rocks in this area (Figs. 28, 32). It strikes from 0° to 20° E and dips 70° to 80° E. West of the Yamaska massif a few aberrant values were encountered but elsewhere near uniformity prevails. Bedding-cleavage relationship indicates overturned structures in about one half of the exposures yielding appropriate data.

En quelques endroits, on peut reconnaître un second clivage dans les roches argileuses du complexe de Saint-Germain, surtout près de la ligne de Logan (figure 33).

A second cleavage is in a few places recognizable in the shaly rocks of the Saint-Germain Complex, especially close to Logan's Line (Figure 33).

FIGURE 33 - Coupes verticales dans le complexe de Saint-Germain (ardoise Lorraine?) à 1½ mille de la limite sud de la carte et à 2½ milles de la limite ouest. En haut: clivage horizontal anormal; les lits ont un pendage abrupt vers l'est. En bas: la même roche avec deux clivages; le plus ancien est E-W, le plus récent, abrupt vers l'est/Vertical sections in Saint-Germain Complex (Lorraine slate?) 1½ from south border of map and 2½ miles from west border. Above: abnormal horizontal cleavage; the bedding dips steeply to the east. Below: same rock with two cleavages, the earlier E-W, the later steep to east.



BRECHE

En plusieurs endroits juste à l'ouest de la ligne de Logan, on peut voir des affleurements de brèche ne contenant que des blocs de calcaire du Chazy, du Black River et du Trenton. Les affleurements de brèche comportent de nombreux miroirs de faille, particulièrement au voisinage de la carrière de Construction Saint-Paul Ltée, près de Papineau; ils montrent également des séparations de matériel noir et sont sillonnés de nombreuses veines de calcite (fig. 34). Les blocs ont des diamètres de 2 à 3 pieds. Ils ne présentent aucun arrangement remarquable et ne sont limités à aucun horizon stratigraphique particulier. Ils sont le résultat d'une fracturation considérable en profondeur, indiquée par la présence de fragments de calcaires Chazy et Black River dans des blocs appartenant majoritairement au Trenton. On sait que ces calcaires ne se manifestent pas dans les affleurements normaux de la région. Sur la rivière Yamaska, à Farnham (fig. 35), les

BRECCIA

At several places immediately west of Logan's Line there are exposures of breccia containing little else than blocks of limestone of Chazy, Black River, and Trenton ages. The breccia outcrops are strongly slickensided, particularly in the vicinity of the St. Paul Construction quarry near Papineau, seamed with black material, and prominently calcite-veined (Figure 34). In size the blocks range up to 2 or 3 feet across. There is no noticeable arrangement of the blocks, nor do they appear to be limited to any stratigraphic horizon. That they are the result of considerable fracturing in depth is indicated by the presence, among a majority of demonstrably Trenton blocks, of fragments of Chazy and Black River limestones, neither of which is known in normal outcrops. In the Yamaska river at Farnham (Figure 35) slate beds have been contorted to such an extent that they simulate a breccia. These breccias are attributed, in part at least, to tectonic movements along Logan's



FIGURE 34 - Calcaire (Trenton) bréchiforme et veiné de calcite dans le complexe de Saint-Germain. Carrière de Construction St-Paul Ltée, à 2 milles au sud d'Abbotsford/Brecciated and calcite-veined limestone (Trenton) in Saint-Germain Complex. Quarry operated by St. Paul Construction Ltd., 2 miles south of Abbotsford.

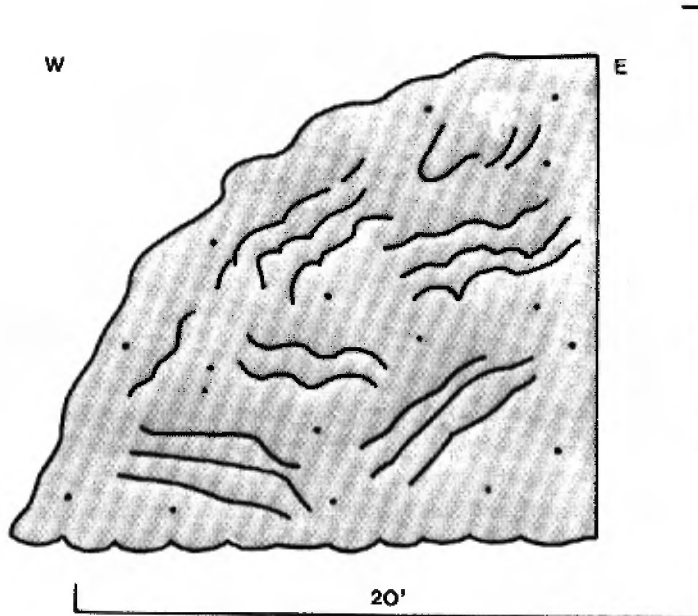


FIGURE 35 - Contorsions simulant une brèche dans l'ardoise gris foncé du complexe de Saint-Germain (probablement du Lorraine). Sur la rivière Yamaska, à quelques centaines de pieds à l'est du pont de la route, à Farnham./Contortions simulating a breccia in dark gray slate of the Saint-Germain Complex (probably Lorraine). Yamaska river, a few hundred feet east of highway bridge at Farnham.

lits d'ardoise ont été déformés à un point tel qu'ils ont l'apparence d'une brèche. Celle-ci est attribuée, en partie du moins, à des mouvements tectoniques le long de la ligne de Logan causés par le charriage des roches du groupe de Shefford sur les formations des Basses Terres.

Line caused by the overriding of the Shefford Group rocks on the Lowland terrane.

GRUPE DE SHEFFORD

Le grès de Granby est visible dans des centaines de petits affleurements isolés allongés parallèlement à leur direction; leur longueur dépasse rarement un demi-mille et leur largeur, un quart de mille. Ils sont séparés par des ardoises de Mawcook, du drift ou du sol arable (fig. 5). Dans tous les cas, les lits de calcaire sont plissés, mais non de façon isoclinale comme c'est le cas dans l'avant-pays adjacent. Les plis sont plutôt de la variété ouverte et leurs plans axiaux ont invariablement des pendages à l'est (figures 36, 37, 38). En certains cas, la structure d'un affleurement peut se continuer en direction jusqu'à l'affleurement suivant, ce qui est plus fréquent dans la partie sud de la région qu'ailleurs (fig. 3, 6); dans d'autres cas, des douzaines d'affleurements peuvent être apparentés à un point tel qu'ils peuvent indiquer la présence d'un anticlinal ou d'un synclinal plongeant (fig. 4, 5, 39). Nous n'avons pu relever que quelques failles mais la distribution des lithologies permet d'en supposer plusieurs autres (fig. 3, 8, 19, 38, 40-42). Les mêmes remarques concernant les diaclases dans le complexe de Saint-Germain s'appliquent ici. Le cliage affecte toutes les roches, particulièrement les ardoises de Mawcook et les ardoises interstratifiées dans les grès

SHEFFORD GROUP

The Granby sandstone is exposed in hundreds of small isolated outcrops elongated parallel to their strike, rarely more than half a mile long or a quarter of a mile wide, and separated by areas occupied by Mawcook slate, drift, or soil (Fig. 5). In every case the sandstone beds are folded, but not isoclinally so as in the adjacent foreland. Rather, the folds are of the open variety with the axial planes invariably dipping toward the east (Figures 36, 37, 38,). In some cases the structure of one outcrop can be continued strikewise along to the adjacent exposure; this is commoner in the southern part of the area than elsewhere (Figs. 3, 6). In other cases dozens of exposures may be so interrelated as to indicate a plunging anticline or syncline (Figs. 4, 5, 39). A few faults only have actually been seen though many can be reasonably inferred through distributional difficulties (Figs. 3, 8, 19, 38, 40-42). The same notes on joints given under Saint-Germain Complex hold true here. Cleavage infests all of the rocks, particularly the Mawcook slates and the interbedded slates of the Granby sandstones (Figs. 7, 9, 43, 44); the sandstone shows no slaty cleavage, but nearly every outcrop possesses poor fracture cleavage with the same attitude, approximately, as that of the slaty cleavage of nearby slaty beds.

FIGURE 36 - Grès de Granby avec bandes d'ardoise rouge(R) et verte(V). A 1½ mille à l'ENE de Saint-Alphonse et à 1¼ mille au nord de la ligne de comté. L'axe du pli est une continuation vers le sud de celui de la figure 39. Le long de la bordure ouest, à peu près rectiligne, se trouve une veine verticale, d'une puissance maximale de quatre pieds, qui comprend 90% de quartz blanc et 10% d'orthose. De l'ardoise fracturée, des bandes plissotées dans le clivage et des mini-failles le long de la veine portent à croire que celle-ci suit une faille. / *Granby sandstone with red(R) and green(V) slate bands. 1½ miles ENE of Saint-Alphonse; 1¼ miles north of township. The fold axis is a continuation southward of that of Figure 39. Along the nearly straight western margin there is a vertical quartz vein up to four feet thick composed of 90% white quartz, 10% orthoclase. Fractured slate, kink bands in cleavage, and minor faults along this vein make it likely that it follows a fault.*

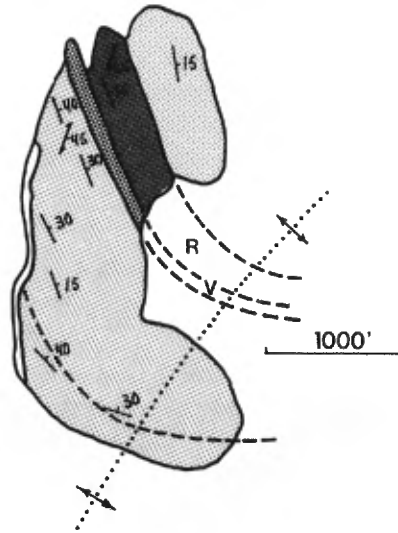


FIGURE 37 - Synclinal à plongement nord dans le grès de Granby. Pleinement visible, même sans couches de shale. A 1½ mille au NE de la gare de Brookport. / *Northward plunging syncline in Granby sandstone. Plainly shown without benefit of shale beds. 1½ miles NE of Brookport station.*

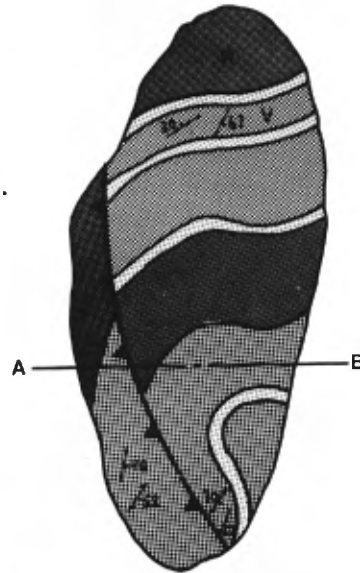
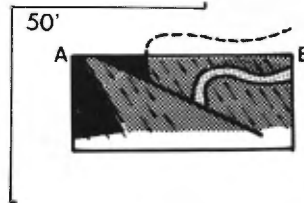


FIGURE 38 - Formation de Granby. A ½ mille au sud de la rivière Yamaska et à 1¼ mille au nord de Brookport. Ardoises rouges (R) et vertes (V) et siltstone vert plissés, et tronqués par une faille de chevauchement. / *Granby Formation. ½ mile south of Yamaska river, 1¼ miles north of Brookport. Red (R) and green (V) siltstone folded, overturned, and thrust faulted.*



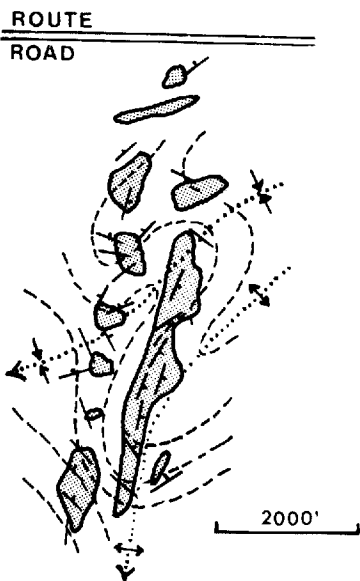


FIGURE 39 - Grès de Granby en plis compliqués plongeant vers le sud. Se continue vers le sud dans l'affleurement de la figure 36. La structure est incertaine. A 1½ mille à l'ENE de Saint-Alphonse et 1¼ mille au nord de la ligne de comté./Granby sandstone complicatedly folded with southerly plunges. Continued southward into outcrop of Figure 36. Structure at north end uncertain. 1½ miles ENE of Saint-Alphonse, 1¼ miles north of township line.

FIGURE 40 - Formation de Granby. A deux milles au NE de Canrobert, sur le côté sud d'un chemin est-ouest. Anticlinal à plongement vers le sud-ouest dans un grès calcaireux fin, mis en contact faillé avec du grès grossier normal qui le recouvre./Granby Formation. Two miles northeast of Canrobert, on the south side of an E-W road. Southwest plunging anticline in fine-grained calcareous sandstone, faulted against and overlain by normal coarse-grained sandstone.

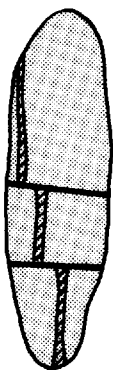
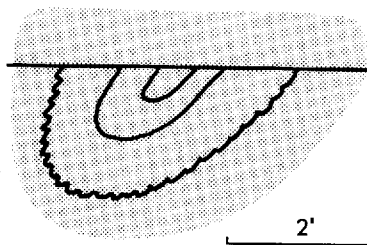


FIGURE 41 - Formation de Granby. A 2½ milles au SSE d'Abbotsford et ¼ mille au sud du chemin Papineau. Affleurement de grès avec couche faillée de grès argileux d'une épaisseur de 6 à 30 pouces le long de la crête. Le grès argileux possède un assez bon clivage mais le reste de l'affleurement n'en a pas./ Granby Formation. 2½ miles SSE of Abbotsford and ¼ mile south of Papineau road. Long outcrop of sandstone with faulted bed of shaly sandstone 6-30 inches thick along its crest. The latter is fairly well cleaved, the rest of the outcrop uncleaved.

FIGURE 42 - Formation de Mawcook. 1½ mille au SE de Mawcook et à 2000 pieds de l'angle sur la route no 1. Ardoise rouge (ton foncé) et grès vert recoupés par des failles à peu près parallèles les uns aux diaclases régionales (E-W) et les autres au clivage régional (N-S)/ *Mawcook Formation. 1½ miles SE of Mawcook and 2000 feet north of road corner on route No.1. Red slate (dark tone) with green sandstone cut by faults, one set approximately parallel to regional joints (E-W) and another set to regional cleavage (N-S).*

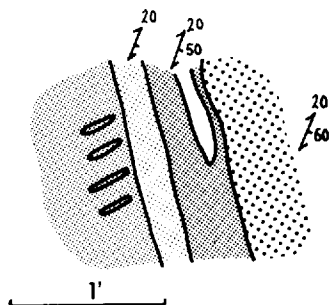
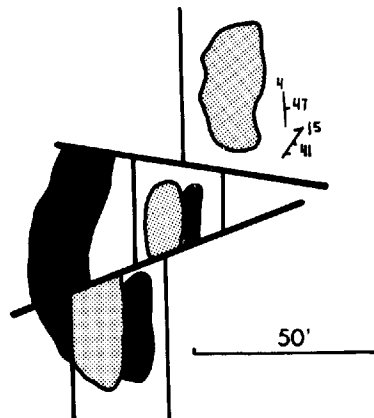


FIGURE 43 - Formation de Granby. A 2200 pieds au nord de la gare de Brookport. Détail d'un affleurement de grès montrant l'influence de la dimension des grains sur le développement du clivage. De gauche à droite: grès grossier avec des fissures de tension remplies de quartz; ardoise; siltstone argileux; grès à grain moyen./ *Granby Formation. 2200 feet north of Brookport station. Detail of exposure of sandstone to show the influence of grain size on development of cleavage. From left to right: coarse-grained sandstone with quartz-filled tension cracks; slate; shaly siltstone; medium-grained sandstone.*

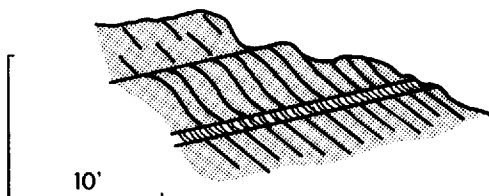


FIGURE 44 - Formation de Granby. A 1½ mille NW de Brookport et 2 milles NE de Ferndon. Grès avec clivage de fracture (coin gauche supérieur) et grès argileux à clivage sigmoïde./ *Granby Formation. 1½ miles NW of Brookport and 2 miles NE of Ferndon. Sandstone (upper left) with fracture cleavage, and shaly sandstone with sigmoidal cleavage.*

de Granby (fig. 7, 9, 43, 44); le grès n'est pas affecté par le clivage ardoisier, mais presque tous les affleurements ont de mauvais clivages de fracture avec la même attitude, approximativement, que celle du clivage ardoisier des lits avoisinants d'ardoise. La gradation des grains conduit à la formation d'un clivage sigmoïde (figure 44).

On n'a pas encore trouvé la limite entre les deux formations constituant le groupe de Shefford ou entre l'une ou l'autre de ces formations et les terrains limotrophes (voir la figure 45).

CLIVAGES ET PLIS DANS LA FORMATION DE MAWCOOK

Les lits d'ardoise n'ont nulle part gardé l'horizontalité du shale original sauf, évidemment, le long des axes des plis. Les plis entièrement à découvert sont rares dû en partie à l'éparpillement et à la petitesse des affleurements mais, partout où on en trouve, il y a coïncidence du clivage et du plan axial (fig. 19). L'identification des plis et autres structures dépend en grande partie de la présence dans l'ardoise rouge de minces (rarement plus que 5 cm) lits d'ardoise vert pâle.

Clivage

Le clivage ardoisier est bien développé partout, avec pendages vers l'est de 20° à 80°, bien que 60° soit l'angle prédominant. Un second clivage de glissement, à pendage général de 60° au nord-ouest, se rencontre également ici et là. Ses plans sont espacés de 1/8 de pouce à 3 pouces et sont parfois incurvés. Il est ordinairement cause de plissement dans le clivage ardoisier. Il est particulièrement bien développé dans la partie nord-est de la

Gradation of grain size leads to the formation of sigmoidal cleavage (Figure 44).

No boundaries have yet been found between the two formations making up the Shefford Group or between either of those formations and the bounding terranes (but see Figure 45).

CLEAVAGE AND FOLDS IN MAWCOOK FORMATION

Within this area the slate does not preserve the original horizontality of bedding of the parent shale, save, of course, along the axes of folds. Complete folds are rarely exposed, due in part to the scattered nature and small size of the outcrops, but wherever they do occur cleavage-axial plane coincidence usually obtains (Figure 19). Recognition of folds and other structures is dependent largely upon the presence in the red slate of thin (rarely more than 5 cm) beds of pale green slate.

Cleavage

Slaty cleavage is everywhere well developed with easterly dips at angles of from 20°E to 80°E, though 60°E is the rule. A second, or slip cleavage, which generally dips 60° to the northwest, is not everywhere developed. Slip cleavage planes are spaced 1/8 inch to 3 inches apart and may be curved. Commonly the early slaty cleavage is crenulated by this later slip cleavage. It is best developed in the northeastern part of area (Fig. 46). A spectacular case of chevron

région (fig. 46). Un cas spectaculaire de plis en chevrons dans le clivage ardoisier est illustré dans les figures 47 et 48.

Plis

Toutes les roches de la formation sont plissées et les axes des plis suivent d'ordinaire l'attitude des structures appalachiennes régionales, c'est-à-dire N10°-20°E. Presque tous les plans axiaux ont un pendage prononcé vers l'est. Sur une distance de 1½ mille le long du chemin entre Milton-Est et Sainte-Cécile-de-Milton, on a relevé huit axes de plis. La plupart ont une faible amplitude (fig. 19), 10 pieds au plus, et une courte longueur d'onde, 30 pieds au plus.

A cause de la rareté relative et de la discontinuité des affleurements, nous n'avons pu faire la synthèse régionale des plis. Dans l'angle extrême nord-est de la région et juste au nord du chemin se dirigeant vers l'est à partir de la croisée à Milton-Est, on note un gros affleurement d'ardoise rouge, avec des lits d'ardoise verte d'une épaisseur maximale de 3 pieds. Une mise en plan des pendages et des directions des lits et du clivage démontre que cet affleurement fait partie du flanc est d'un anticlinal plongeant au nord-est. De si gros plis sont rarement visibles, dû probablement aux faibles dimensions de la plupart des affleurements.

PLIS ET FAILLES DANS LA FORMATION DE GRANBY

En général, le grès n'est pas l'hôte de clivage ardoisier, mais on y voit un peu partout un clivage de fracture mal développé. Dans la plupart des affleurements, les interlits de

folds developed in the slaty cleavage is illustrated in Figures 47, 48.

Folds

The rocks of the entire formation are folded, and the axes of the folds usually follow the trend of the regional Appalachian structures, i.e., N10°-20°E. Nearly all axial planes dip steeply to the east. In a distance of 1½ miles along the road between Milton-Est and Sainte-Cécile-de-Milton eight fold axes have been recorded. Most of the folds in this slate are of small amplitude (Figure 19), up to 10 feet, and of short wave length, up to 30 feet.

Because of the relative scarcity and discontinuity of outcrop no regional synthesis of folds can be made out. In the extreme northeast corner of the area and immediately north of the road going east from Milton-Est crossroads there is a large outcrop of red slate, with green slate beds up to 3 feet thick. A plot of the dips and strikes of bedding and cleavage shows this outcrop to lie on the east limb of an anticline plunging to the northeast. Such large-scale folds are rarely seen, probably because of the small size of most of the outcrops.

FOLDS AND FAULTS IN GRANBY FORMATION

The sandstone has not in general been receptive to slaty cleavage but fracture cleavage is usually though poorly developed. In most outcrops interbeds of siltstone or slate possess slaty

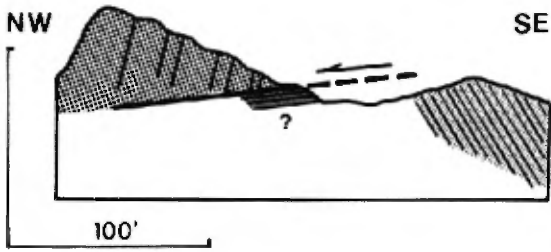


FIGURE 45 - Formation de Granby et complexe de Stanbridge / Granby Formation and Stanbridge Complex.

Grès de Granby à l'extrémité nord-ouest de la coupe; les couches et le clivage ont un pendage de 80°. Ce grès est recouvert d'environ 20 pieds d'ardoise gris verdâtre avec clivage de 5°W. Passé une discontinuité d'environ 50 pieds de mort-terrain, on trouve des ardoises de Stanbridge gris foncé à

clivage de 60°E. L'interprétation de la coupe implique que les ardoises intermédiaires reposent dans une zone de glissement de la nappe gravitationnelle du groupe de Shefford. A deux milles à l'ouest de Saint-Alphonse et à un mille au sud de l'autoroute. / Granby sandstone at northwest end of section with bedding and cleavage dipping 80°W is underlain by about 20 feet of greenish gray slate with cleavage dipping 5°W. Beyond a soil-covered gap of about 50 feet there are dark gray Stanbridge slates with cleavage dipping 60°E. The interpretive section implies that the intermediate slates lie in the glide zone of the Shefford Group gravity slide. Two miles west of Saint-Alphonse, 1 mile south of autoroute.



FIGURE 46 - Formation de Mawcook. Ardoise grise. A 1 mille à l'ESE du carrefour à 1 mille au sud de Milton-Est. Le litage n'est pas illustré. Clivage ancien à direction de 10°-15° et diaclases à espacement régulier d'environ 1 pouce à 2 pouces, de direction 90°-110°, suivant la direction régionale. Aussi des diaclases irrégulières de direction 150°-165°. / Mawcook Formation. Gray slate. One mile ESE of four corners 1 mile south of Milton-Est. Bedding is not shown. Early cleavage striking 10°-15°, and joints regularly spaced about 1 inch-2 inches apart, striking 90°-110°, following the regional joint trend; also irregular joints striking 150°-165°.

siltstone ou d'ardoise possèdent un clivage ardoisier, d'attitude à peu près similaire à celle du clivage de fracture. Là où les lits d'ardoise ou de siltstone ont une épaisseur de plus que quelques pouces, il y a probabilité de réfraction dans la direction du clivage, avec changement dans l'angle de pendage; celui-ci ne dépasse toutefois pas 10° (fig. 43 et 44).

L'étude de la structure du grès de Granby implique tout d'abord l'examen des structures inhérentes à la formation et, en second lieu, de la relation entre la formation du grès et les formations rocheuses sous-jacentes et adjacentes, c'est-à-dire les complexes de Stanbridge et de Saint-Germain. Il faut noter tout de suite que le grès de Granby, bien que froissé en petits plis, prend l'attitude générale d'un synclinal à plongement de 20° à 30° NNE.

Plis

Presque tous les affleurements, gros ou petits, sont plissés de façon plus ou moins complexe (fig. 3, 9-12, 36, 37). Les attitudes horizontales ou quasi horizontales sont rares. Dans certains groupes d'affleurements, les attitudes des couches sont généralement semblables: pendage d'environ 40° E par endroits et, dans les parties adjacentes du même affleurement, environ 70° . Ce sont des plis renversés vers l'ouest. Dans certains affleurements, on peut voir toute une série de ces plis (fig. 5); dans d'autres, il n'y en a qu'un seul. On peut considérer qu'il s'agit là de la structure typique de base. Les sommets stratigraphiques ne peuvent partout être identifiés mais, là où on peut le faire, ils aident à reconnaître la partie du pli renversé à laquelle appartient

cleavage, and the attitudes of slaty and fracture cleavages are much the same. Where the slate or siltstone beds are more than a few inches thick some refraction of the cleavage direction is likely to occur, involving a change in angle of dip of not more than 10° (Figures 43, 44).

A study of the structure of the Granby Formation involves first an examination of the structures inherent in the formation, and second the relationship between the sandstone formation and the rock formations which underlie it and lie adjacent to it, i.e., the Stanbridge Complex. It should be noted to begin with that the Granby Formation, though crumpled into minor folds, has the gross attitude of a syncline plunging from 20° to 30° NNE.

Folds

Almost every outcrop, room size or larger, shows its component strata to be bent into folds of greater or lesser complexity (Figures 3, 9-12, 36, 37). Horizontality or near horizontality is rare. In some groups of outcrops the attitudes of the beds are on the whole similar, consisting of strata dipping to the east in places $40^{\circ}\pm$, and in adjacent parts of the same outcrop at $70^{\circ}\pm$. These indicate folds overturned to the west. In some exposures a series of these folds can be seen (Figure 5), others hold only one such fold. This can be considered the typical unit structure. Stratigraphic tops are not everywhere identifiable but where they have been found they help to identify that part of an overturned fold to which the outcrop belongs. In most parts of the area the outcrops are elongated



FIGURE 47 - Ardoise de Mawcook. Elissement en chevrons du clivage. Le litage, à peine visible sur la face abrupte faisant face à la caméra, est à peu près parallèle à la limite inférieure de photographie. Sur le chemin sans issue de direction ouest, à 1¼ mille au SE de Mawcook, au nord du chemin./Mawcook slate. Chevron folding of cleavage. Bedding, very faintly seen on the steep front facing the camera, is roughly parallel to the lower boundary of the photograph. On blind road going west, 1¼ miles SE of Mawcook, north of road.



FIGURE 48 - Ardoise de Mawcook. Clivage ancien bien développé incliné à 40°-60° vers l'est, recou-
pé par de nombreuses bandes froissées à pendance prononcée vers l'ouest, ce qui donne un effet en chevrons spectaculaire. Milton-Est./Mawcook slate. Well developed early cleavage inclined 40-60° to the east, cut by numerous kink bands which dip steeply to the west, giving spectacular chevron effect. Milton-Est.

l'affleurement. Presque partout dans la région, les affleurements sont allongés et disposés parallèlement à environ 20° à l'est du nord, ce qui donne la structure illustrée aux figures 3 et 6. En certains endroits, les affleurements, au lieu d'être parallèles, montrent par leurs relations concentriques qu'ils font partie d'une unité plus grande plissée en un synclinal ou un anticlinal avec un plongement d'ordinaire au nord-est (mais voyez les figs 36 et 39). On a là de grands plis, appelés ici méga-structures, qui sont composés des structures unitaires que nous venons de décrire (voir la fig. 5). Sur les affleurements, particulièrement ceux dépourvus de prolongement linéaire ou de parallélisme, la structure peut être si compliquée qu'il est extrêmement difficile de l'interpréter. On peut en voir un exemple à la figure 39, où la roche est déformée comme s'il s'était agi d'une pâte et ne cadre pas avec la structure de base ou la méga-structure décrite ci-dessus.

Dans presque tous les cas, l'affleurement individuel est constitué de quelques dizaines de pieds de grès. Rarement peut-on en mesurer plus de 100 pieds dans un seul affleurement; ce n'est que par exception qu'on en a mesuré quelques centaines de pieds, comme par exemple dans l'affleurement où Hofmann a compilé sa coupe (fig. 15). Gold a établi la sienne (fig. 16) sur une méga-structure et ses données proviennent d'une douzaine d'affleurements distincts, mais tous structuralement apparentés (fig. 49). De façon idéale, il devrait être possible d'établir une coupe complète de cette formation de grès, mais les grands écarts entre les affleurements, le manque d'horizons repères et l'abondance des failles s'y opposent.

and occur in parallel alignment at about 20° east of north, making up the structure shown in Figures 3 and 6. In other parts the alignment may be obvious but instead of exhibiting parallelism they show by their concentric relationships that they form parts of a larger unit folded into a syncline or anticline which usually has developed a north-northeasterly plunge (but see Figures 36 and 39). These make up large scale folds, here called mega-structures, composed of the unit structures just described (see Figure 5). In outcrops, particularly those which lack linear extension and parallelism, the structure may be so complicated as to make interpretation exceedingly difficult. An example of this group is seen in Figure 39, where the rock appears to have been deformed as would have dough, and does not fit in with the unit structure or the mega-structure described above.

In almost all cases the individual exposure is made up of a few tens of feet in thickness of sandstone. Rarely can more than 100 feet be measured in any one outcrop, and under exceptional circumstances a few hundred feet can be measured, as in the outcrop whence Hofmann compiled his section (Figure 15). Gold's section (Figure 16) was worked out across one of the mega-structures and consists of data from a dozen separated exposures, all, however, structurally related (Figure 49). Ideally, it should be possible to work out a complete section of this sandstone formation, but wide gaps between outcrops, lack of horizon markers, and the abundance of faults prevent this.



FIGURE 49 - Formation de Granby. Crêtes de grès, dans lesquelles toutes les couches ont un léger pendage vers l'ouest (à gauche). Ces couches font partie du synclinal d'où on a tiré la coupe de Gold (figure 16, tableau 2). Vue vers le nord/Granby Formation. Ridges of sandstone, with beds dipping gently W (left). These beds are part of the syncline from which Gold's section was taken (Figure 16, Table 2). Looking north.

Les plis renversés, relativement petits (voir les figures 9 à 12) et les plans axiaux à pendages vers l'est d'environ 50° ne répondent pas à l'image d'une série de strates déformées par une force uniforme venant de l'est. Ils s'expliquent plutôt par écoulement plastique par gravité d'une séquence sédimentaire produisant, dans le cas des petits plis, un froissement et un empilement de la roche partout où se rencontre un obstacle à l'écoulement. Des chevauchements peu importants sont associés au cisaillement sur les flancs inférieurs des anticlinaux renversés (figure 38). Rien n'aurait empêché les coulées postérieures de chevaucher celles déjà en place et adhérant par friction aux roches sous-jacentes (dans le cas présent, le complexe de Stanbridge). On pourrait ainsi avoir une épaisseur considérable de nappes de charriage, inséparables les unes des autres à cause de l'absence de plans de failles reconnaissables, qui viendrait embrouiller à l'extrême une structure déjà compliquée. Les méga-structures pourraient bien être le résultat du plissement d'un complexe ainsi imbriqué, ou encore résulter de la déformation d'une seule section originale de grès. Le grand pli (fig. 49) d'où la coupe de Gold est tirée appartient probablement à cette dernière catégorie.

Failles

Malgré la grande superficie d'affleurement, on ne peut voir en fait que très peu de failles. Quelques-unes bien visibles sont illustrées dans les figures 5, 8, 40 et 41. D'autres, présumées d'après des anomalies dans les relations structurales, comprennent celles illustrées sur la figure 3. Toutes les failles mentionnées ici sont normales et verticales, ou presque. Les failles de

The relatively small overturned folds (see Figures 9 to 12) with axial planes dipping to the east at about 50° are not what one would expect in a series of strata deformed by uniform stress originating in the east. Rather they appear to be better explained as the result of plastic gravity flow of a sedimentary sequence causing, in the case of the small folds, crinkling and knuckling over of the rock wherever opposition to further flow was met. Minor thrusts are associated with shearing on the lower limb of overturned anticlines (Figure 38). There would be nothing to prevent later flows from overriding those already emplaced and frictionally adherent to their floor rock, here the Stanbridge Complex. In this way a considerable thickness of flow sheets could have been built up, which, because of the absence of obvious intervening fault planes, cannot be separated, and would immeasurably complicate an already complicated structure. The mega-structures could be the result of folding of such an imbricating complex, or could result from the deformation of a single original section of sandstone. The large fold (Figure 49) from which Gold's section was taken probably belongs to the latter class.

Faults

Very few faults, considering the large area of outcrop, can actually be seen. A few obvious faults are shown in Figures 5, 8, 40, 41. Others, deduced from anomalies in structural relationships, include those shown in Figure 3. All of the faults referred to above are normal faults and are vertical or nearly so. Thrust faults are still more rarely seen (Figure 38). The structure shown

chevauchements sont encore plus rarement visibles. La figure 38 en montre une. Les structures illustrées dans les figures 9, 11 et 12 sont toutes orientées de façon semblable et seraient des précurseurs potentiels de charriages. En l'absence de colonne stratigraphique normale ou d'horizons repères, on ne peut mesurer le mouvement le long des plans de faille, sauf pour quelques mesures sommaires sur les affleurements.

On a l'impression, après avoir examiné des vingtaines d'affleurements dans la partie est de la région, que plusieurs des anticlinaux renversés (fig.50) ont été recoupés par des failles verticales normales le long de leurs flancs ouest (fig.51). Cette impression est d'autant plus forte que ces parois verticales, d'une hauteur maximale de 60 pieds, n'ont aucune signification stratigraphique et que, en maintes occasions, on a trouvé de l'ardoise au pied de l'escarpement faisant face à l'ouest. Des charriages mineurs le long du rebord bousculé des plis correspondent, dans des cas particuliers, à des mouvements de quelques pouces.

COMPLEXE DE STANBRIDGE

Les roches de cette unité offrent peu d'occasions de généralisations sur leur tectonique. Nulle part est-il possible d'obtenir une image régionale du plissement, bien que les roches soient toutes inclinées, redressées, charriées et en général déformées à un point tel que, même dans un petit affleurement d'un acre ou moins, il est impossible de faire mieux que de noter les données structurales là où on le peut. Ceci est dû en partie à l'homogénéité presque complète des types de roches: shales gris foncé ou noirs qui constituent la grande

in Figures 9, 11 and 12 are all similarly oriented and are potential forerunners of thrusting. With no standard stratigraphic column, or horizon markers, no measurements of movement along fault planes can be made except the trifling measurements on outcrops.

One gets the impression after seeing scores of outcrops in the eastern part of the area that many of the overturned anticlines (Fig. 50) have been cut by vertical normal faults along their western face (Fig. 51). These latter, up to 60 feet high, have no stratigraphic significance, which, coupled with the oft repeated finding of slate at the foot of the vertical west-facing scarp, gives to the impression of faulting a reasonable degree of verisimilitude. Minor thrusting along the knuckled-over western edge of folds amounts in individual cases to movements of a few inches.

STANBRIDGE COMPLEX

The rocks of this unit offer very few opportunities for generalizations concerning structure. Nowhere can a regional pattern of folding be made out although the rocks are without exception tilted, upended, thrust, and generally so deformed that even in a small acre-size outcrop it may be quite impossible to do more than to record structural data wherever possible. This is partly because of the near homogeneity of the rock types, dark gray to black shale making up the great majority of exposures. Even where limestone, or more rarely sandstone,



FIGURE 50 - Anticlinal renversé dans le grès de Granby. A remarquer l'absence de clivage dans le lit de grès (se terminant en biseau sous le marteau) et le clivage de plan axial peu développé dans les couches de siltstone sus-jacentes et sous-jacentes. A 5/8 de mille au sud-est de Saint-Alphonse. / *Overturnd anticline in Granby sandstone. Note the absence of cleavage in the sandstone bed (pinching out below hammer), and the poorly developed axial plane cleavage. About 5/8 mile southeast of Saint-Alphonse.*



FIGURE 51 - Crête de grès de Granby, à face ouest abrupte probablement due à une faille longitudinale provoquée par le renversement des lits. Vue vers le nord-est. / *Ridge of Granby sandstone showing the steep western front due probably to a marginal longitudinal fault related to the knuckling over of the beds of the ridge. Looking northeast.*

majorité des affleurements. Même là où le calcaire, ou plus rarement le grès, accompagne l'ardoise, on ne peut en arriver à une idée des interrelations structurales.

On a tout de même pu obtenir un aperçu de la structure des roches de ce complexe en étudiant les parois de la carrière Rioux à Cowansville, à quelques milles au sud-est de la région (fig. 2). F.M.G. Williams y a méticuleusement mis en plan les surfaces planaires telles le litage, le clivage, les diaclases et les fractures; il a également noté les traits linéaires tels les intersections du clivage et du litage, les données du boudinage et les axes des plis. Tous ces éléments sont présents dans la région de Granby mais, parce qu'ils se trouvent surtout sur les surfaces altérées de petits affleurements, on ne peut en obtenir grand'chose. Lorsque l'auteur a dressé la carte de la région de Sutton en 1930 pour la Commission géologique du Canada (fig. 1), il n'a pu noter que quelques mauvais affleurements à l'emplacement de la carrière actuelle. Il y a donc raison d'espérer que, dans la région de Granby, une similarité de détails structuraux puisse être révélée par une ou plusieurs carrières situées à des endroits propices. Dans l'entre-temps, Williams nous a donné la seule description en trois dimensions d'une partie du complexe de Stanbridge et le résumé qui suit est en quelque sorte une description par transposition de la structure de cette unité telle qu'elle existe probablement dans la région de Granby.

CLIVAGE ET PLIS

Williams rapporte trois variétés de clivage: ardoisier, concentrique et oblique. Le premier, limité aux couches argileuses, est, bien entendu, parallèle

accompagne la schiste no general pattern can be worked out to show their structural interrelationships.

Insight into the structure of the rocks of this complex has been attained through a detailed study of the walls of the Rioux quarry at Cowansville, a few miles southeast of the map-area (Figure 2). There, F.M.G. Williams (1966) has meticulously plotted planar surfaces such as bedding, cleavage, joints, fractures, and such linear features as bedding-cleavage intersections, boudinage data, and fold axes. In the Granby area all of these features can be found, but because they occur for the most part on weathered surfaces of small outcrops not much can be done with them. When the Sutton map-area (Figure 1) was surveyed by the writer in 1930 for the Geological Survey of Canada only poor outcrops hardly worth recording were seen at the site of the present quarry. Hence there is reason to hope that in the Granby area a similarity of structural detail might be revealed by one or more strategically placed quarries. In the meantime Williams has given us the only 3-dimensional description of part of the Stanbridge Complex, and the précis following gives a vicarious account of the structure of that unit as it probably exists in the Granby area.

CLEAVAGE AND FOLDS

Williams records three varieties of cleavage in the Rioux quarry: slaty, concentric, and oblique. The first is restricted to argillaceous beds and is,

aux plans axiaux des plis. Le second se voit sur les faces opposées de lits calcaireux et argileux sur les flancs de plis et il est plus ou moins parallèle au litage. Quant au clivage oblique, c'est un développement tardif, ni général ni répandu dans la carrière, qui demeure confiné à des zones d'hétérogénéité marquée et de forte déformation.

Williams mentionne deux périodes de plissement. Il réfère les plis anciens à une déformation pénécontemporaine due à un glissement ou affaissement survenu après déposition d'une couverture très épaisse. Dans la plupart de ces anciens plis, ceux à direction nord-est montrent un renversement ou un glissement des lits supérieurs vers le nord ou l'ouest, ce qui porte à croire que c'était la direction de la pente lorsque survint le glissement. Les plis plus récents sont ouverts, redressés et à faible plongement; les variations dans l'amplitude et les longueurs d'onde sont contrôlées par l'épaisseur des couches compétentes de calcaire qui composent l'unité. Le peu, ou même, le manque de renversement de ces plis plus récents semble favoriser l'hypothèse d'une compression latérale et élimine celle d'un chevauchement. Ces conclusions, cependant, ne s'appliquent pas nécessairement ailleurs, comme par exemple dans la région de Granby.

Williams donne (ici en abrégé) la chronologie des événements structuraux qui auraient contribué à la tectonique observée dans la carrière Rioux. Subséquemment à la déposition des roches sédimentaires, il y aurait eu:

- A) Glissement et affaissement, peu après leur déposition, d'unités épaisses de sédiments saturés d'eau.
- B) Développement de diaclases remplies de calcite, de fissures de tension

of course, developed parallel to axial planes of folds; the second is found on the interfaces of calcareous and argillaceous beds on the limbs of folds and is more or less parallel to bedding; oblique cleavage is a late development, neither general nor extensive throughout the quarry, and is confined to zones of marked heterogeneity and strong deformation.

He records two periods of folding. Early folds are referred to penécontemporaneous deformation due to sliding or slumping occurring after a considerable cover had been deposited. In most of the early folds examined those with northeast trending axes show overturning or sliding of the upper beds toward the north or west, suggesting that this was the direction of the slope when sliding occurred. The late folds are open, upright, gently plunging, with variations in amplitude and wave lengths controlled by the thickness of component limestone layers. That little if any overturning of these late folds is present argues for lateral compression as a cause and rules out overthrusting. These conclusions concerning causal factors may or may not be operative elsewhere, e.g. in the Granby area.

Williams gives (here abbreviated) the sequence of structural events contributing to the present structure of the Rioux quarry, subsequent to the deposition of the sedimentary rocks, as follows:

- A) Sliding and slumping of thick units of water-saturated sediment shortly after deposition.
- B) Development of calcite-filled joints, quartz-filled tension

remplies de quartz, et de boudinage.

- C) Compression latérale normale aux axes des plis régionaux accompagnée de clivage ardoisier.
- D) Formation de zones de plissement affectant le clivage.
- E) Développement de diaclases transversales.

Nous sommes complètement d'accord avec Williams (1966, pp. 50-51) lorsqu'il déclare qu'il: *est peu probable que les affleurements naturels disponibles ailleurs dans le district puissent fournir une explication aussi complète de l'histoire des déformations. Ceux que nous avons examinés au voisinage de la carrière ne fournissaient que très peu d'informations: nous n'avons vu qu'un seul petit pli et nous n'avons pu mesurer son axe avec précision à cause de la surface plane.* (traduction).

COMMENTAIRES

Sans le déchiffrement accompli dans la carrière Rioux, les observations et spéculations quant à l'origine des structures dans la région de Granby seraient peu convaincantes. Bien qu'un affaissement ancien ait sans doute contribué au mélange noté dans les roches du Stanbridge (fig. 52) plusieurs des structures secondaires ont des petits plis à plans axiaux parallèles au clivage ardoisier (fig. 53). De plus, on note au moins deux directions de clivage ardoisier dans la région (fig. 55) et on peut reconnaître un plissement du clivage ardoisier dans les figures 54 et 55. Ceci implique une déformation subséquente à la compression latérale (stade C ci-dessous). Williams ne trouve

cracks, and boudinage.

- C) Lateral compression normal to the regional fold axes with the development of slaty cleavage.
- D) Formation of kink zones affecting the cleavage.
- E) Development of cross joints.

The writer could not agree more heartily with Williams statement (1966, pp. 50-51) that: *it is unlikely that the available natural surface outcrops elsewhere in the district would allow nearly as complete an explication of the deformational history. Those examined in the vicinity of the quarry were quite uninformative: only one small fold was observed and its axis could not be measured with certainty because of the flat surface.*

COMMENTS

Without the unraveling accomplished in the Rioux quarry any observations and speculations as to origin of the structures in the map-area would seem ineffective. Although early slumping doubtless contributed to the melange observed in the Stanbridge rocks (Figure 52), many of the minor structures show small folds with axial planes parallel to slaty cleavage (Figure 53). Moreover, at least two directions of slaty cleavage are noted in the map-area (Figure 55), and a folding of the slaty cleavage is recognized (figures 54 and 55). This implies a deformation subsequent to the lateral compression (stage C, above). Williams found nothing that needed the notion of

rien qui aurait nécessité la notion d'em-
pilement, par glissement, des formations
et il est possible, mais non probable, que
la nappe de Shefford n'ait pas recouvert
le site de Cowansville. Le chevauchement des
roches du Shefford n'a pas eu, croyons-nous,
d'effet profond sur la structure interne du
complexe de Stanbridge et l'on présume qu'il y a
eu une troisième période de déformation cau-
sée soit par une compression ou un chevauchement
taconique tardif, soit par un diastrophism acadien.

Bien que les occasions de re-
cueillir des données appropriées soient
extrêmement limitées dans la région
de Granby, rien n'indique que, comme à
Cowansville, certains des plis soient
ouverts, avec clivage vertical. Le cli-
vage principal a un pendage prononcé vers
l'est; lorsqu'on peut découvrir un cli-
vage subséquent, son pendage est prononcé
vers l'ouest (fig. 55).

formational oversliding, and it is pos-
sible, but not likely, that the Shefford
plate failed to cover the Cowansville
site. The actual oversliding of the Shef-
ford rocks is not thought to have had
profound effect upon the internal struc-
ture of the overridden Stanbridge Complex,
and a third period of deformation is pre-
sumed to have taken place, whether from a
late Taconic compression or thrusting, or
possibly from Acadian diastrophism.

Although opportunities for col-
lecting appropriate data are extremely
limited in the Granby area nothing has
turned up to indicate that here, as at
Cowansville, any of the folds were open
with vertical cleavage. The main cleav-
age dip is steep to the east; where a
subsequent cleavage can be found the dip
is steep to the west (Figure 55).

FIGURE 52 - Complexe de Stanbridge. A 1 mille à l'ouest de
Ferndon et $\frac{1}{4}$ de mille au sud de la route 104. Les contorsions
des couches sont rendues visibles par des bandes noires dans une
ardoise altérée couleur rouille. Le clivage est présent partout
dans les lits déformés. /Stanbridge Complex. One mile west of
Ferndon, $\frac{1}{4}$ mile south of route 104. Contortions in bedding
are shown up by black bands in rusty weathering slate. Cleavage
is persistent through the contorted beds.

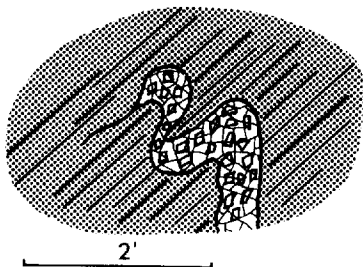
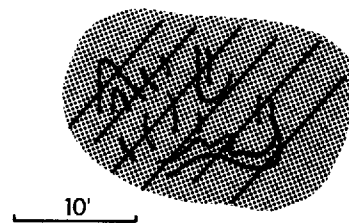
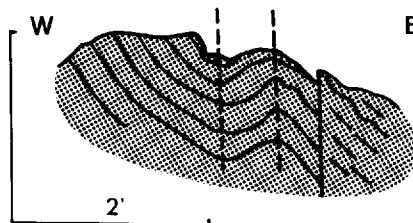


FIGURE 53 - Complexe de Stanbridge. A 1 mille au NNW d'Adams-
ville, sur le côté est du chemin nord-sud. Les lits siliceux
bréchiformes sont étroitement plissés et enclavés dans l'ardoise
clivée. /Stanbridge Complex. One mile NNW of Adamsville, on east
side of north-south road. Brecciated siliceous beds are tightly
folded and included in cleaved slate.

FIGURE 54 - Complexe de Stanbridge. Même localité que
pour la figure 53. Le clivage à cet endroit est plissé et
les axes des plis sont parallèles aux diaclases proéminentes.
/Stanbridge Complex. Same locality as Figure 53. The cleavage
here is folded, with fold axes parallel to prominent joints.



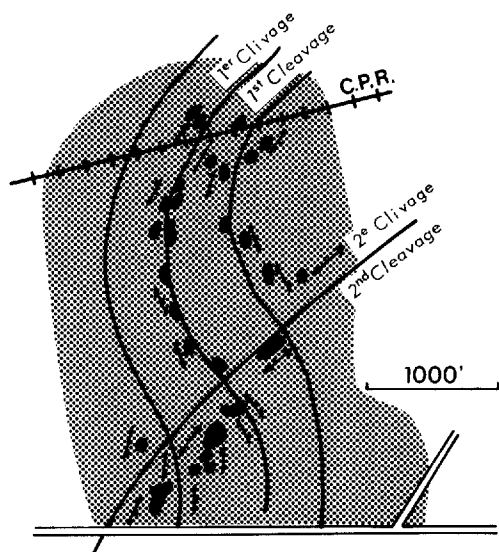


FIGURE 55 - Complexe de Stanbridge. Paturages au nord de la voie ferrée du C.P., à 1 mille à l'ouest de la traverse à niveau sur la route no 13. Le clivage ancien a été courbé tel qu'illustré. Le second clivage apparaît clairement dans les affleurements sud; son pendage est vers l'ouest. *Stanbridge Complex. Pastures north of C.P.R. track 1 mile west of crossing with route No. 13. Early cleavage in slates has been bent into curves as shown. Second cleavage is well shown in southern outcrops, and dips west.*

INTERRELATIONS

LE PLUTON DE YAMASKA

Bien que la géologie du mont Yamaska soit traitée séparément par Sunil Gandhi, on peut ici rappeler brièvement ses principales caractéristiques. Les roches ignées occupent une superficie de 3.2 milles carrés en forme de cercle irrégulier et sont entourées par une aureole de cornéennes d'une épaisseur maximale de 500 pieds. Elles ont remplacé, et non simplement déplacé, les roches sédimentaires locales puisque des bandes de celles-ci s'en rapprochent et les atteignent même sans que leur direction linéaire soit affectée; de plus, il n'y a pas d'indice, au niveau topographique actuel, qu'il y ait eu dommage des strates au cours de la mise en place des roches ignées. Aucun indice local ne nous permet de nous demander si le pluton n'a pas déjà supporté un volcan, donné naissance à un laccolithes ou s'est terminé vers le haut sous forme d'un culot souterrain; tout ce qu'on peut dire, c'est que les laccolithes, strictement parlant, ne devraient se développer que dans des roches sédimentaires, sans grande dévia-

RELATIONSHIPS

YAMASKA PLUTON

Although the geology of the Yamaska mountain is treated separately by Sunil Gandhi its main features can be briefly recorded here. The igneous rocks of the mountain occupy an area of 3.2 square miles, which is irregularly circular in shape and is surrounded by an aureole of hornfels up to 500 feet in width. That the igneous mass has replaced, not merely displaced, the local sedimentary rocks is shown by the fact that bands of the latter approach without disturbance to their linear direction and continue up to the igneous rock itself, nor is there evidence of upward doming of the surrounding rock at the present topographic level during the emplacement of the igneous rocks. Whether or not the pluton once supported a volcano, gave rise to a laccolith, or ended upward as a subsurface plug is not debatable from any local evidence, save that laccoliths, strictly speaking, should be developed only in sedimentary rocks with no great departure of their bedding from horizontality. Actual contacts are few, weathering having hidden most, but the

tion des strates de l'horizontale. Les contacts sont rarement visibles, l'altération les ayant presque tous voilés. La grande majorité des contacts réels ou rapprochés implique les roches du groupe de Shefford. Si nous acceptons un âge cambrien ancien pour ce groupe, nous pouvons alors, en l'absence d'autres critères, attribuer l'intrusion au Cambrien ancien ou à une période plus récente.

En autant que nous le sachions, aucun âge n'a été déterminé selon les méthodes K/Ar ou Pb/Sr pour les matériaux ou roches du mont Yamaska. Cependant, Faure et Hurley (1963, p. 49), se basant sur le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de la yamaskite, ont conclu que celle-ci et les autres roches intrusives montérégiennes sont issues d'un réservoir magmatique commun il y a 115 millions (± 25) d'années. Ceci situerait les intrusions au Crétacé ancien.

COMPLEXES DE SAINT-GERMAIN ET DE STANBRIDGE

Les roches des complexes de Saint-Germain et de Stanbridge appartiennent toutes à des strates de l'Ordovicien déposées, respectivement, sur le plateau continental et sur le miogéosynclinal adjacent au géosynclinal des Appalaches. Pendant toute cette partie de la période ordovicienne représentée ici, elles furent déposées en formations continues dans une mer continue, tout en étant, évidemment, assujetties à des variations de faciès et à des

great majority of actual contacts or close approaches is with rocks of the Shefford Group. If we accept an Early Cambrian age for this latter group then, if no other criterion were available, we could date the intrusion as Early Cambrian or later.

There is, as far as we know, no K/Ar or Pb/Sr isotope dating of any mineral or rock from Yamaska mountain. However, Faure and Hurley (1963, p. 49), on the basis of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio of yamaskite concluded that the yamaskite and other Monteregeian intrusives were derived from a common magma reservoir 115 \pm 25 million years ago. This dates the intrusion as Early Cretaceous.

SAINT-GERMAIN AND STANBRIDGE COMPLEXES

The rocks of the Saint-Germain and the Stanbridge Complexes belong wholly to Ordovician strata deposited respectively on the continental shelf and the miogéosyncline adjacent to the Appalachian géosyncline. Throughout that part of the Ordovician Period represented here they were deposited as continuous formations in a continuous sea, subject of course to facies variations and diastemata. In Late Ordovician time those parts which had been deposited in the miogéosyncline

diasthèmes. Au cours de l'Ordovicien supérieur, les parties déposées dans miogéosynclinal furent prises dans l'orogène taconique, de même que les dépôts eugéosynclinaux plus à l'est. Les pressions engendrées latéralement s'exercèrent sur le miogéosynclinal mais les dépôts du plateau continental, bien que tassés, demeurèrent suffisamment éloignés du lieu principal de pression pour éviter un décollement; ils ont cependant été bousculés et chevauchés par les lits plissés du miogéosynclinal, ce qui a produit des isoclinaux mais peu de couches brisées ou froissées. Ces roches du plateau continental, ou de l'avant-pays, constituent ce que nous appelons maintenant le complexe de Saint-Germain et les roches du miogéosynclinal, le complexe de Stanbridge.

Bien que la totalité des deux colonnes sédimentaires dans les deux localités couvre à peu près les mêmes espaces de temps, des différences lithologiques caractérisent les deux types. Les roches du plateau continental, déposées dans une eau assez claire et peu profonde, comprennent, au moins jusqu'à la fin du Trenton, une assez grande quantité de calcaire. Le faciès du miogéosynclinal, plus près de la source des sédiments géosynclinaux, contient relativement peu de calcaire et est constitué en grande partie de dépôts vaseux. C'est ainsi qu'on peut mettre en corrélation le complexe de Saint-Germain ici et là avec les formations normales de l'avant-pays, alors qu'une telle corrélation est virtuellement impossible entre les roches du Stanbridge et les types normaux de l'avant-pays.

Dans le secteur Bedford-Philipsburg de la région de Sutton (Eakins, 1964; Clark et Eakins, 1968, p. 165), la poussée taconique porta au niveau topographique actuel les

were folded during the Taconic orogeny along with eugeosynclinal deposits further east. The stresses engendered by the lateral pressures were communicated to the miogeosyncline, but the shelf deposits, though foreshortened, were far enough away from the seat of pressures to avoid *décollement*, with the result that the miogeosynclinal folded beds were shoved first against and later shingled over them, folding them isoclinally, but only here and there crushing or crumpling them. These shelf, or foreland, rocks are what we now call the Saint-Germain Complex, and the miogeosynclinal rocks became the Stanbridge Complex.

Although the totality of the two sedimentary columns in the two localities covered much the same time spans, lithologic differences characterize the two types. The shelf rocks were deposited in fairly clear, not very deep water, and contain, at least up to the close of Trenton time, a fair amount of limestone. The miogeosynclinal facies, nearer the source of geosynclinal sediments, contains relatively little limestone, and is made up largely of mud deposits. Hence, the Saint-Germain can be correlated here and there with normal foreland formations, whereas such correlation is virtually impossible between Stanbridge rocks and the normal foreland types.

In the Bedford-Philipsburg region of the Sutton map-area (Eakins, 1964; Clark and Eakins, 1968, p.165) Late Ordovician (Taconic) thrusting brought up to the present topographic level Lower

roches carbonatées de l'Ordovicien inférieur (et possiblement du Cambrien supérieur) et, à ce niveau, les poussa par dessus les shales noirs de Saint-Germain. Ces carbonates, qui se rattachent au Beekmantown et peut-être aussi au Chazy, s'enfoncent de plus en plus sous la surface en direction nord, jusqu'à reposer, dans la région de Granby, à des centaines, ou même à des milliers de pieds en profondeur et se voir recouvertes par les ardoises incompetentes du complexe de Stanbridge. Le point de déposition des carbonates se déplaça ensuite vers l'ouest, de sorte que, à l'Ordovicien supérieur, on ne note virtuellement aucun carbonate dans le miogéosynclinal, tandis qu'il continue de s'en déposer, bien qu'en faible quantité, dans la sédimentation de l'avant-pays (y compris le site d'origine des roches Saint-Germain).

La séparation de chevauchement entre les deux complexes est entièrement recouverte par des roches du groupe de Shefford. Le contact serait sans doute difficile à reconnaître car il impliquerait des masses de roche ardoisienne lithologiquement apparentées, en contact structural compliqué. Les différences maintenant évidentes entre les roches du Saint-Germain et du Stanbridge relèvent de la séparation des deux masses par le glissement du Shefford.

GROUPE DE SHEFFORD ET COMPLEXE DE STANBRIDGE

Les deux unités rocheuses sont en contact sur une ligne d'environ 12 milles de long et, pourtant, ce n'est qu'en un ou deux endroits que leurs affleurements se rapprochent à quelques pieds les uns des autres. A l'un

Ordovician (and possibly Upper Cambrian) carbonate rocks and at this level has thrust them over the Saint-Germain black shales. These Beekmantown, and possibly also Chazy, carbonates fall farther and farther beneath the surface as they are traced northward, until in the Granby area, they rest hundreds, or even thousands of feet underground, and are covered by the incompetent slates of the Stanbridge Complex. The locus of carbonate deposition shifted westward so that by Late Ordovician time virtually no carbonates were deposited in the miogeosyncline, whereas carbonates remained a weak but persistent feature of foreland (including the site of origin of Saint-Germain rocks) sedimentation.

The thrust separation between the rocks of the two complexes is wholly covered by rocks of the Shefford Group. Doubtless the contact would be difficult to recognize, for it would involve slaty rock masses, lithologically related, in complicated structural contact. Such obvious differences as are now seen between the Saint-Germain and the Stanbridge rocks stem from the separation of the present masses one from the other by the overriding slide of Shefford rocks.

SHEFFORD GROUP AND STANBRIDGE COMPLEX

The two rock units are in contact along a line some 12 miles in length, yet in but one or two places do their outcrops occur within a few feet of each other. At one of these close approaches (Figure 45) the relationship is not

de ces endroits (fig. 45), l'apparement n'est pas tellement évident, mais on réalise aisément que les roches du Shefford et du Stanbridge ont des attitudes tout à fait différentes. Le Shefford (grès de Granby) a un litage et un clivage à pendage de 80°W, direction opposée à celle du clivage du Stanbridge (60°E). De plus, le clivage, extrêmement rare, à pendage ouest dans le grès de Granby révèle une condition qui diffère de celle qui prévaut dans le reste de la formation. Tout juste sous le grès de Granby, il existe quelques dizaines de pieds d'ardoise gris verdâtre dans laquelle on ne décèle aucun litage mais où le clivage a un pendage vers l'ouest - la même direction que celui du grès - mais à un angle de 5°. On ne sait au juste où situer cette ardoise. Ce genre d'ardoise gris verdâtre est abondant dans le groupe de Shefford, mais l'est moins dans le complexe de Stanbridge. Il serait intéressant de pouvoir en identifier la source mais cela ne changerait pas notre interprétation à l'effet que nous avons ici la zone de glissement des roches du Shefford dans leur déplacement vers l'ouest. Un tel glissement nécessite évidemment la présence d'une surface ou zone à faible friction. Une ardoise du Shefford, ou bien du groupe sous-jacent de Stanbridge, remplirait cette condition. A cause de la variabilité beaucoup plus grande dans la constitution lithologique des roches du Shefford, nous y rattachons l'ardoise gris verdâtre de la zone de glissement, mais ce point n'est pas important.

Zen (1968, pp. 64,65) favorise l'hypothèse d'un glissement par gravité pour expliquer le rapprochement des deux unités rocheuses et leurs relations actuelles: *Près de Granby, Québec, la suite shale-grawacke du "Sillery", lithologiquement semblable à la séquence*

convincingly clear, but it is apparent that the Shefford and the Stanbridge rocks have quite different attitudes. The Shefford (Granby sandstone) has bedding and cleavage dipping 80°W, an opposite direction from that of the cleavage of the Stanbridge (60°E). Moreover, the extremely rare west-dipping cleavage in the Granby sandstone announces a condition at variance with the general situation pervading the rest of the Granby Formation. Immediately underlying the Granby sandstone there are a few tens of feet of greenish-gray slate, in which no bedding was recognized, but in which the cleavage dips westward, the same direction as that of the sandstone, but at an angle of 5°. The correct allocation of this slate is doubtful. Slate of this color is common in the Shefford Group, less so in the Stanbridge Complex. If the source of this slate could be identified, it would be interesting, but would not change our consideration that we have here the actual glide zone along which the Shefford rocks slid westward. Sliding would of course necessitate a surface, or zone, of low frictional value. Either a slate from the overriding Shefford rocks, or from the underlying Stanbridge Group would fulfill this requirement. Because of the far greater variability in the lithologic make-up of the Shefford rocks the latter is favored as the parent of the greenish-gray glide-zone slate, but the point is not important.

Zen (1968, pp. 64-65) favored gravity sliding as a means of bringing the two rock units together into their present relationship. *Near Granby, Québec, the Cambro-Ordovician "Sillery" shale-graywacke suite, lithostratigraphically like the Taconic sequence, rests*

taconique, repose sur des shales noirs de l'Ordovicien moyen et contient des zones chaotiques du type wildflysh...

La description faite par Korn et Martin de la déformation de la série Dassic des monts Naukluft en Afrique du Sud-Ouest (1969, p.1067) s'accorde étroitement avec nos observations du groupe de Shefford, particulièrement le grand dérangement de la dolomie sus-jacente de Dassic: *le mouvement de ces anticlinaux faisant face au sud sur la dolomie Unconformity peut être assimilé à la vague déferlant sur une plage à eaux peu profondes.* A noter que l'unité dolomitique n'a pas été affectée par le glissement, condition à peine possible si celui-ci avait été provoqué par une compression.

Henderson (1958) a soumis des arguments en faveur d'une plaque de chevauchement à l'origine des masses taconiques et plus septentrionales déplacées au cours de l'Ordovicien moyen supérieur. Il croit que cette plaque fut partiellement érodée et recouverte par des sédiments de l'Ordovicien moyen et supérieur et qu'elle fut reprise dans un chevauchement et faillée au cours des orogénies taconique et acadienne, contribuant ainsi à l'oblitération et au camouflage des indices. Aucune série compliquée d'événements n'est ici justifiée.

Le long d'une bonne partie du contact parallèle à la rivière Yamaska Nord, les roches du Stanbridge présentent une pente au nord-ouest et leur niveau supérieur peut se trouver à 80 pieds au-dessus de l'aire de crêtes de grès de Granby. Bien que ce dernier soit de toute évidence beaucoup plus résistant que les roches du Stanbridge, il est probable que, sur cette ligne NE-SW, les deux

upon Middle Ordovician black shales containing wildflysh-type chaotic zones...

Korn and Martin's description of the deformation of the Dassic Series of the Naukluft Mountains of South West Africa (1959, p. 1067) tallies closely with our observations on the Shefford Group, particularly the great disruption of the overlying Dassic dolomite. *The movement of these south-facing anticlines over the Unconformity dolomite may be likened to surf overriding a shallow beach.* The overridden Unconformity thin dolomite is undisturbed, a condition hardly possible where the sliding is activated by compression.

Henderson (1958) has produced arguments favoring an Early Middle Ordovician thrust plate giving rise to the Taconic and more northerly displaced rock masses. He believes that this thrust plate was partly eroded and covered by Middle and Upper Ordovician sediments, to be still later thrust and faulted in the Taconic and Acadian orogenies, thus contributing to the concealing and disguising of the evidence. No such complicated sequence of events is called for here.

Along a good part of the contact paralleling the Yamaska Nord river the Stanbridge rocks present a northwesterly facing slope whose upper level may be as much as 80 feet above the ridge-dotted area of Granby sandstone below. Because the latter should by all counts be far more resistant than the Stanbridge rocks it is likely that along this northeast-southwest course the two units are separated

unités sont séparées par une faille normale passant près de Granby, d'où son nom (figures 2 et 5). L'élévation topographique sur le côté sud-est de la dislocation est plus prononcée à environ 1 mille à l'est de la limite orientale de la région, où elle atteint environ 200 pieds. Le problème ici est de savoir si l'on doit considérer l'escarpement comme un escarpement de faille ou un escarpement de ligne de faille, ou le résultat de quelque autre événement géologique. S'il s'agit d'un escarpement de faille, la supposition que les roches du Shefford aient chevauché le Stanbridge doit alors être abandonnée. Etant donné qu'une telle discontinuité topographique n'existe nulle part ailleurs le long du contact, nous nous tournons naturellement vers l'hypothèse d'un escarpement de ligne de faille, résultant d'un caprice d'érosion encore inconnu. Bien entendu, on s'attend à ce que le grès dur, bien cimenté, résiste mieux à l'intempérisme et à l'érosion que l'ardoise relativement plus tendre et en partie calcareuse. Reste toujours naturellement la possibilité que ce contact oriental se trouve sur la trace d'une faille normale, avec déplacement vers le haut du côté oriental. Il se peut aussi que, localement, un chevauchement postérieur à ceux de l'orogénie taconique ait poussé les ardoises dans une position supérieure. Aucune de ces possibilités ne trouve cependant d'appui dans ce que nous savons de l'histoire de cette région, qui exclut les effets diastrophiques aux temps post-paléozoïques. Par conséquent, il se serait écoulé assez de temps pour l'élimination de toute couche élevée d'ardoise jusqu'au niveau du grès de Granby et probablement plus bas. Que cet escarpement de contact NE-SW se soit pas directement relié à d'anciens événements tectoniques est indiqué par l'absence d'un escarpement sur toute la longueur du contact E-W au sud de la rivière Yamaska.

by a normal fault passing close to Granby, (Figs. 2,5) whence the fault takes its name. The topographic rise on the south-east side of the dislocation is more prominent a mile or so east of the eastern boundary of this area than it is within it, and amounts there to approximately 200 feet. The problem here is whether the escarpment is to be considered a fault scarp or a fault-line scarp, or the result of some other geologic feature. If the escarpment is a fault scarp then the supposition that the Shefford rocks have overridden the Stanbridge must be abandoned. Because no such topographic break occurs elsewhere along the contact we naturally turn to the possibility that we are dealing here with a fault-line scarp, developed by some vagary of erosion not at present understood. Certainly one would expect the hard, well cemented sandstone to resist weathering and erosion better than the relatively softer, in part calcareous, slate. There is of course the possibility that this eastern contact lies along the trace of a normal fault on which the eastern side moved up, or even that locally a thrust, later than those which accompanied the Taconic orogeny, pushed the slates up into a superior position. Neither of these two last possibilities has any backing from our knowledge of the historical geology of this region from which we would not expect any diastrophic effects in post-Paleozoic time. Hence there would have been time enough to remove any high-standing slate terrane to and probably below the level of the contiguous Granby sandstone. That this northeast-southwest contact scarp is not directly related to old tectonic events is indicated by the absence of a scarp throughout the east-west extent of the contact south of the Yamaska river.

Si nous acceptons une équivalence d'âge pour les roches du Shefford et du Charny (près de la ville de Québec), nous situons ainsi le Shefford au Cambrien et nous expliquons les roches ordoviciennes à l'ouest, au sud et à l'est par une vaste série renversée de roches sédimentaires, ou encore par des écailles de chevauchement. Il n'existe nulle part de justification, aussi bien dans les roches du Shefford que dans celles de l'Ordovicien qui les bordent, d'un renversement régional et les roches du Shefford doivent conséquemment être considérées comme une unité allochtone. Théoriquement, ainsi qu'en témoigne le plissement isoclinal dans les roches du Saint-Germain, là où elles sont recouvertes par des chevauchements appalachiens, une écaille de chevauchement ne devrait pas avoir produit un broyage aussi intense et intime que celui noté dans le Stanbridge. Egalement, le passage par glissement gravitationnel des roches du Shefford sur celles du Stanbridge ne devrait se traduire que par un simple dérangement superficiel de celles-ci. Si on identifie le complexe de Stanbridge à une écaille de chevauchement qui, après avoir été comprimée horizontalement et peut-être même surmontée par une ou plusieurs autres écailles, aurait été rapidement érodée, on peut alors invoquer l'incompétence des strates à prédominance argileuse pour expliquer le dérangement des structures originelles avant l'arrivée de l'allochtone sheffordien.

Bien que ce ne soit en partie qu'une hypothèse, l'interface entre le groupe de Shefford et le complexe de Stanbridge serait le plan de glissement d'un terrain sur l'autre sous l'influence de la pesanteur. Un autre mécanisme de glissement a été proposé par Cady, (1969,p.45).

If we accept the age equivalency of the Shefford and the Charny (near Québec City) rocks, then an Early Cambrian age is established for the Shefford, and because on the west, south, and east there lies rocks of Ordovician age we might here be dealing with a vast overturned section of sedimentary rocks, or the result of thrust slicing. No justification of regional overturning exists anywhere within either the Shefford rocks or the Ordovician rocks which border them, and therefore the former must have reached their present position and relationship to the Saint-Germain and Stanbridge rocks as an allochthon. Theoretically a thrust slice should not have caused such intense and intimate crushing as exists in the Stanbridge, witness the isoclinal folding in the Saint-Germain rocks where overridden by Appalachian thrust slices, nor would the passage of the Shefford allochthon over the Stanbridge Complex by gravity sliding have resulted in more than superficial disruption of the latter. If one considers the Stanbridge Complex to be a thrust sheet, stressed horizontally, and possibly overridden by one or more thrust sheets, soon to be removed by erosion, the incompetency of the dominantly argillaceous strata would allow the complete observed disruption of all original structures before the advent of the Shefford allochthon.

Admittedly in part hypothetical, the interface between the Shefford Group and the Stanbridge Complex is interpreted as the surface of sliding of the one terrane over the other under the influence of gravity. An alternative mechanism of sliding, involving the floating of an

Il implique flottement d'un allochtone par pression de porosité fluide dans les roches sous-jacentes, mais dépend encore d'une base pélitique *qui facilita probablement le mouvement de l'allochtone.*

Nous sommes ici en face de deux événements tectoniques de première grandeur. Tout d'abord, l'orogénie taconique au cours de laquelle des roches marines et probablement non-marines de l'Ordovicien, déposées dans ce qu'on appelle généralement la région miogéosynclinale, furent tassées et projetées par-dessus leurs équivalents ouest du plateau continental au cours du premier stade de l'épisode taconique. Ensuite, après érosion probable du relief de cette aire orogénique et à un moment donné (fin de l'Ordovicien ou début du Silurien) dans le cours du soulèvement continu de la région géosynclinale à l'est, décollement de grès et shales (groupe de Shefford) de leur base et glissement sur la paléopente à regard vers l'ouest pour s'arrêter au pied des montagnes et s'empiler là où on peut les voir aujourd'hui, bien qu'ils se soient probablement étendus à quelques milles plus à l'ouest. Les effets de ce glissement sur les roches sous-jacentes du Stanbridge et de l'avant-pays, qui avaient antérieurement été déformées, fut une intensification de la déformation sur quelques dizaines ou vingtaines de pieds sous le plan de glissement. Aucune poussée horizontale n'est envisagée ici; seul est considéré l'effet de chevauchement d'une masse de roche sur une autre.

On ne peut déterminer la distance impliquée dans ce déplacement. On parle cependant aujourd'hui de quelques

allochthon by fluid pore pressure in the underlying rocks, but still depending upon a pelitic base *that probably eased movement of the overriding allochthon* is given by Cady (1969, p. 45).

There are here recorded two tectonic events of the first magnitude. First, the Taconic orogeny in which marine and and probably non-marine rocks of Ordovician ages deposited in what is generally called the miogéosynclinal area were crumpled and thrust over their western shelf equivalents in the first stage of the Taconic episode. Erosion probably reduced this early mountain-built region to one of low relief, and at the end of the Ordovician or early in the Silurian Period sustained uplift of the geosynclinal area to the east reached a point where scarcely consolidated sandstone and shale accumulation (Shefford Group) achieved *décollement* from its erstwhile underpinning and slid down the gentle westward paleoslope coming to rest at the foot of the mountains and piling up much where we see it today, although it probably once extended a few miles farther west. The effects of this slide upon the underlying Stanbridge rocks, which had earlier been deformed, was an intensification of that deformation limited to a few tens or scores of feet in depth below the glide plane. No horizontal shove is envisaged here, only the overriding effect of one rock mass over another.

How long such a journey was we cannot determine; current fashion dictates a distance of a few tens or scores

dizaines ou vingtaines de milles. Le dé-
valemment le long de la pente ne présente
que peu de problèmes. Il faut toutefois noter
que, lorsqu'elle atteignit l'avant-
pays relativement horizontal, la masse
fut freinée par la friction, s'empilant
sans uniformité structurale appa-
rente et laissant la sorte de mélange
que nous voyons maintenant dans le
groupe de Shefford. Que les complica-
tions se soient produites de cette façon
ou non, il n'y a rien à l'encontre de
cette origine. Le glissement gravita-
tionnel est de plus en plus mis de
l'avant au Canada pour expliquer la tec-
tonique des Appalaches, et cette théorie
pourrait fort bien s'appliquer ici.

La bande de grès de Granby inten-
sément déformée à l'est de Canrobert
pourrait être un développement de grès
supra-Mawcook, ou pourrait s'expliquer
tectoniquement comme étant reliée à un
grand pli qui, commençant à une couple
de milles à l'est (en arrière) de la par-
tie avant de la masse immobilisée, s'est
renversé et rupturé pour recouvrir en partie les
ardoises de Mawcook à l'ouest. Ceci im-
plique le concept d'un chevauchement di-
rectionnel, du mont Yamaska jusqu'à
Magenta. Dans la partie nord de la ré-
gion, cette plaque de chevauchement fut
poussée vers l'ouest de façon à couvrir
toutes les ardoises de Mawcook et recou-
vre maintenant les roches déformées du
complexe de Saint-Germain.

of miles. Downslope movement offers few
problems, but when the travelling mass
reached the relatively flat foreland,
ground friction would tend to overcome
gravitational pull and the moving mass
would pile up without apparent uniformity
of structural response, creating the sort
of *mélange* we now see in the Shefford
Group. Whether or not the complications
arose in this way, there is nothing to
deny such an origin. Gravity sliding is
becoming more and more recognized as one
of the prime factors in Appalachian tec-
tonics in Canada, and here we may see a
further example to confirm this recogni-
tion.

The intensely contorted irregular
band of Granby sandstone east of Canrobert
could be either a supra-Mawcook sandstone
development, or could be tectonically
explained as the result of a large fold
developing a couple of miles east (behind)
of the forward edge of the stalled slide,
knuckling over, rupturing, and in part
overriding the Mawcook slates to the west.
This involves the concept of a strikewise
thrust from Mount Yamaska south to Magenta.
In the northern part of the area this
thrust plate was pushed westward so as to
cover all existing Mawcook slates and now
overlies contorted rocks of the Saint-
Germain Complex.

GEOLOGIE ECONOMIQUE / ECONOMIC GEOLOGY

Les principales substances de valeur économique de la région sont le sable, le gravier et le calcaire, tous utilisés comme matériaux de routes ou agrégats de béton. Les autres ressources possibles sont l'ardoise de Mawcook, le grès de Granby et la roche ignée du mont Yamaska, lesquels ont été utilisés dans le passé comme matériaux de construction. On ne connaît aucun minerai métallique dans la région et l'on n'a décelé aucune venue de pétrole ou de gaz naturel.

Malgré de vagues rumeurs, on n'a pas découvert de minéraux métalliques de valeur économique. Le relevé détaillé de Bancroft (1915) des gisements de cuivre dans les Cantons de l'Est ne mentionne aucune venue dans les limites de la région. Par contre Waddington (1969, pp. 160-161, 252-253) cite quatre localités où l'on a rapporté des sulfures de cuivre, sans importance toutefois.

The chief rock products of economic value in this area are sand, gravel, and limestone, all of which are used as road materials or as concrete aggregate. Other possible resources are the Mawcook slate, the Granby sandstone, and the igneous rock of Mount Yamaska, all of which have in earlier times been used as building materials. No metallic ores are known in the area, nor are there any reported occurrences of petroleum or natural gas.

In spite of vague rumors no economically valuable metallic minerals have been found. Bancroft's exhaustive survey (1915) of copper deposits in the Eastern Townships fails to mention a single occurrence within the borders of this area. On the other hand, Waddington (1969, pp.160-161, 252-253) cites four localities where sulphides of copper have been reported. None of these is of significance.

	Canton <i>Township</i>	Rang <i>Range</i>	Lot <i>Lot</i>	
Minerai de cuivre à 4½ milles au nord de Saint-Alphonse.	Granby	VI	18	Copper ore, 4½ miles north of Saint-Alphonse.
De la chalcopryrite et de la chalcosine pauvrement disséminées dans des veines éparses de quartz dans une ardoise rouge et verte. Rivière Mawcook au village de Mawcook.	Granby	X	17	Chalcopryrite and chalcocite thinly disseminated in straggling veins of quartz in red and green slate. Mawcook river at Mawcook village.
Bornite dans une ardoise rouge à 1 mille au sud de Sainte-Cécile-de-Milton.	Milton	I	13	Bornite in red slate, 1 mile south of Sainte-Cécile-de-Milton.
De la chalcopryrite et de la bornite accompagnées de galène dans de l'ardoise noire à 1 mille au sud-ouest de Sainte-Cécile-de-Milton.	Milton	II	13	Chalcopryrite and bornite with galena in black slate, 1 mile southwest of Sainte-Cécile-de-Milton.

SABLE ET GRAVIER

Bien que de petites carrières aient été ouvertes ici et là pour ces matériaux, presque tous les besoins locaux sont aujourd'hui satisfaits par l'exploitation de grandes quantités de ces produits déposés immédiatement après le post-glaciaire autour de la pente sud-est du mont Yamaska. Le sable va dans le mélange asphaltique et le gravier est utilisé pour la construction et la réparation des routes.

Un autre dépôt, constitué surtout de sable, est exploité à environ deux milles à l'ouest de Mawcook. Ce dépôt est sans aucun doute relié génétiquement au dépôt du mont Yamaska en tant que partie d'une nappe de sédiments post-glaciaires marins et non-marins répandus entre la montagne et le ruisseau Brandy au nord de la route 1. Il est probable qu'une prospection bien conduite dans ce secteur de cinq milles carrés permettrait de trouver d'autres dépôts de sable de même qualité.

CALCAIRE

Il n'y a présentement qu'une seule carrière de calcaire en production. C'est celle de Construction Saint-Paul Ltée sur le côté nord du chemin Papineau et à un mille au sud-est de Darcy Corners. La roche, exploitée pour le concassé, est en partie du calcaire pur, en partie du calcaire argileux et en partie du shale calcaireux. Les quelques fossiles qui y ont été trouvés démontrent qu'elle appartient au groupe des formations de Trenton. Une partie de la roche exploitée est une brèche de blocs

SAND AND GRAVEL

Although small pits have been opened here and there for these materials, practically all of the local needs today are taken care of by the exploitation of vast amounts of these products deposited in immediately post-glacial time around the southeast slope of Mount Yamaska. The sand fraction goes into the making of asphalt-mix, and the gravel is used for road building and repair.

One other deposit, chiefly of sand, is being worked about 2 miles west of Mawcook. This is obviously genetically related to the Mount Yamaska deposit as part of an apron of post-glacial marine and non-marine sediments spread out between the mountain and Brandy creek north of route 1. It is likely that almost anywhere in this five square mile area similar good sand would be found by intelligent prospecting.

LIMESTONE

At present there is only one quarry producing crushed limestone rock, operated by St. Paul Construction Ltd. on the north side of Papineau road and one mile southeast of Darcy Corners. The rock is in part pure limestone, in part argillaceous limestone, and in part a calcareous shale. The few fossils found therein show that the rock belongs to the Trenton Group of formations. Part of the rock quarried is a breccia of limestone blocks, a few of which are of Chazy and Black River ages. Deformation of the limestone

de calcaire, dont quelques-uns sont d'âges Chazy et Black River. La déformation du calcaire a été accompagnée par l'apparition d'une multitude de veines de calcite, dont certaines atteignent une épaisseur de 6 pouces (fig. 34). Ces veines hausseraient la valeur de la roche si on l'utilisait pour le terrazo, car les granules blanches offrirait une variation agréable. N'étaient les limites imposées par les lignes de lots qui limitent la carrière, il n'y a aucun doute que celle-ci pourrait être agrandie presque indéfiniment.

On pourrait exploiter des carrières n'importe où dans la bande d'affleurement des roches du Trenton, en tenant compte aussi bien de la quantité que de la qualité de la roche. Cependant, à moins qu'on ne construise un réseau routier adéquat ou qu'il surgisse une demande accrue pour agrégats de béton, la carrière de Construction Saint-Paul Ltée est probablement en mesure de répondre à elle seule à tous les besoins prévisibles en pierre concassée.

Ce calcaire est utilisé depuis près d'un siècle. Ells (1897, p. 102) rapporte qu'on trouve des fours à chaux dans le rang de Papineau, au sud de la montagne d'Yamaska, où se rencontre le calcaire foncé du Trenton, et dans le rang de Casimir, L'Ange-Gardien, à plusieurs milles plus au sud, dans de semblables roches calcarifères.

On pourrait utiliser le calcaire du complexe de Stanbridge dans l'angle sud-est de la région pour la pierre concassée mais il faudrait d'abord procéder à un relevé minutieux pour trouver un dépôt suffisamment important de roche donnant satisfaction.

has been accompanied by the formation of a multitude of calcite veins, some of which are 6 inches thick (Figure 34). These would enhance the value of the stone if it were used for terrazo, for the white granules would provide a pleasing variation. Save for the limitations caused by lot lines bounding the quarry, there is no reason to doubt that it could be expanded almost indefinitely.

In any other part of the belt of outcrop of Trenton rocks, quarries could be developed successfully, as far as amount and satisfactory nature of the rock were concerned. However, unless a more vigorous program of road building or a stepped-up demand for concrete aggregate ensues, the St. Paul Construction quarry is probably in a position to supply all foreseeable demands for crushed rock.

This limestone has been used for nearly a century. Ells (1896, p.90) stated that *lime-kilns are found in the Papineau range south of Yamaska mountain, where the dark limestone of the Trenton occurs, and in the Casimir range, L'Ange-Gardien, several miles further south, in similar lime rocks.*

Limestone beds of the Stanbridge Complex in the southeastern corner of the map-area could well be utilized for crushed rock, but careful surveying would be required to map out a suitably large deposit of satisfactory stone.

ARDOISE

On a tenté à diverses périodes d'exploiter la formation d'ardoise de Mawcook. Ells (1896, p. 90) mentionne des carrières abandonnées entre Granby et Abbotsford, référence probable à une localité à 2 milles à l'ouest de Granby maintenant connue sous le nom de Quarry Hill. On y produisit de l'ardoise rouge et verte jusqu'aux premières années du vingtième siècle mais, par suite de la mauvaise qualité du produit, les carrières furent abandonnées. Parks (1914, p. 246) donne quelques détails concernant deux carrières abandonnées dans cette région. En 1932, on expédia à Montréal quelques wagons de cette ardoise pour être utilisée comme pigments à peinture (R.A. Brown, communication personnelle).

PIERRE À BATIR

Ells (1897, p. 100) rapporte que *des blocs de syénite provenant de la montagne Yamaska extraits d'une carrière exploitée sur le versant nord-ouest* furent utilisés à Montréal pour le pavage des rues. La carrière est encore accessible, mais elle est complètement envahie par la végétation. Parks (1914, pp. 180-182) mentionne l'utilisation de cette roche, maintenant appelée akérite, pour l'érection de piliers de ponts de chemins de fer et pour édifices locaux, tels l'église de Saint-Césaire.

La plupart des roches sédimentaires ont été soumises à un clivage intense et sont impropres à la construction. Seul le grès de Granby demeure suffisamment massif pour être extrait en blocs. Cependant, la rareté des plans de diaclase convenables, la dureté de la roche et le coût élevé du produit contreviennent à son utilisation pour la construction.

SLATE

At various times attempts have been made to exploit the Mawcook Slate Formation. Ells (1896, p. 90) mentions abandoned quarries between Granby and Abbotsford, probably referring to a locality 2 miles west of Granby now known as Quarry Hill. Red and green slate was produced there well into the present century, but because of poor quality of the product the quarries were soon abandoned. Parks (1914, p.246) gives a few details concerning two abandoned quarries in this area. In 1932 a few carloads of this slate were sent to Montréal for use as a paint pigment (R.A. Brown, personal communication).

BUILDING STONE

Ells (1896, pp. 88-89) stated that *blocks from the syenite rocks of Yamaska Mountain taken from a quarry on the north-west flank* were once used in Montréal as paving blocks. The quarry is still accessible, but completely overgrown. Parks (1914, p. 180-182) records the use of this rock, now called akérite, for railway bridge piers, and for local buildings, including the Saint-Césaire church.

Most of the sedimentary rocks have been too thoroughly cleaved to admit of use as building materials. Only the Granby sandstone remains massive enough to be quarried into blocks. However, the rarity of convenient splitting planes, the hardness of the rock, and the high cost of the product all prevent its consideration for this purpose today.

REFERENCES/REFERENCES

L'astérisque à la suite d'un millésime de publication signale l'existence d'une traduction
The asterisk following a publication date indicates the existence of a translation.

A.A.P.G.

- (1961) * - *Code of stratigraphic nomenclature*; American Committee on Stratigraphic Nomenclature; published in the Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists; volume 45, no. 5, pages 645-665.

AMI, H.M.

- (1894) * - *Preliminary list of organic remains occurring in the various geological formations comprised in the southwest quarter-sheet map of the Eastern Townships of the Province of Quebec*; Geological Survey Canada; annual report for 1894, volume 7, part J, pages 113-157.

BANCROFT, J.A.

- (1915) * - *The copper deposits of the Eastern Townships of the Province of Quebec*; Ministère de la Colonisation, des Mines et des Pêcheries, Québec.

BROWN, R.A.

- (1936) *The geology of a portion of the Granby sheet, Quebec*; McGill University; M.Sc. thesis, unpublished.

BURT, F.A.

- (1930) - *Origin and significance of clay galls*; Pan-American Geologist; volume 53, no. 2, pages 105-110.

CADY, W.M.

- (1960) - *Stratigraphy and geotectonic relationships in Northern Vermont and Southern Quebec*; Bulletin of the Geological Society of America; volume 71, pages 531-576.

- (1968) - *Taconic setting and mechanism of the Taconic slide*; American Journal of Science; volume 266, pages 563-578.

- (1969) - *Regional tectonic synthesis of northwestern New England and adjacent Quebec*; Geological Society of America, memoir 120.

CLARK, T.H.

- (1930) - *Geology of the Sutton map-area, Quebec*; Geological Survey of Canada, manuscript report.

- (1934) - *Structure and stratigraphy of Southern Quebec*; Geological Society of America Bulletin; volume 45, pages 1-20.

- (1947) * - *Summary report on the St. Lawrence Lowlands south of the St. Lawrence river*; Ministère des Mines, Québec; preliminary report 204.

- (1951) - *New light on Logan's Line*; Royal Society of Canada; Transactions, volume 45, section 4, pages 11-22.

- (1954) - *Shale: a study in nomenclature*; Royal Society of Canada; Transactions, volume 48, pages 1-7.

- (1955) * - *Geology of Saint-Jean - Beloeil area*; Ministère des Richesses naturelles, Québec; geological report 66.

- (1964) * - *Geology of Saint-Hyacinthe (West Half)*; Ministère des Richesses naturelles, Québec; geological report 101.

- (1965) * - *Geology of the Châteauguay area*; Ministère des Richesses naturelles, Québec; geological report 212.

CLARK, T.H. - EAKINS, P.R.

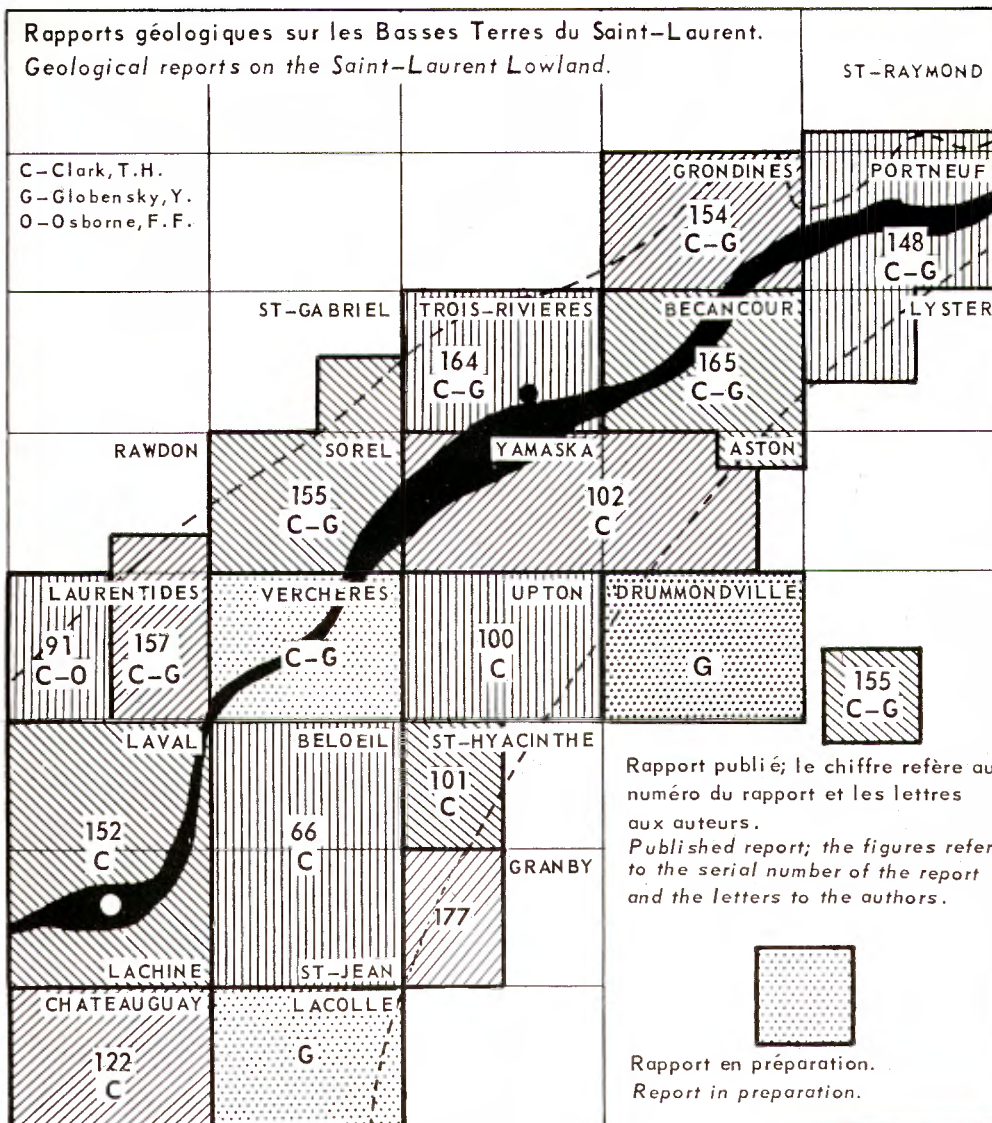
- (1968) - *The Stratigraphy and Structure of the Sutton area of Southern Quebec*; Studies of Appalachian geology, northern and maritime; E-an Zen et al. editors, chapter 12, John Wiley & Sons, N.Y.

- CLARK, T.H. - MCGERRIGLE, H.W.
(1932). - *Geology of the Lacolle quadrangle, Quebec*; Geological Survey of Canada; manuscript report.
- DONATH, F.A.
(1970) - *Some information squeezed out of rocks*; American Scientist, January-February, pages 54-72.
- DRESSER, J.A.
(1911) - *On the slate industry in Southern Quebec*; Canadian Mining Journal; volume 32, pages 584-590.
- EAKINS, P.R.
(1963) - *Shefford map-area, (Granby East map-area) Shefford and Brome Counties, Eastern Townships*; ministère des Richesses naturelles, Québec, DP 187.
(1964) - *Sutton map-area, Quebec*; Geological Survey of Canada; paper 63-64.
- ELLS, R.W.
(1896)* - *Report on a portion of the Province of Quebec comprised in the southwest sheet of the Eastern Townships map (Montreal sheet)*; Geological Survey of Canada; annual report for the year 1894; volume 7, part J.
- FAESSLER, C.
(1962)* - *Analyses of rocks of the Province of Québec*; Ministère des Richesses naturelles, Québec; geological report 103.
- FAURE, G. - HURLEY, P.M.
(1963) - *The isotopic composition of oceanic and continental basalts*; Journal of Petrology; volume 4, no. 1, pages 31-50.
- GANDHI, S.
(1966) - *Igneous petrology of Mount Yamaska, Quebec*; McGill University; Ph.D. thesis.
- HENDERSON, W.R.S.
(1958) - *"Blountian" allochthone in the Appalachians of Quebec*; Alberta Society of Petroleum Geologists; volume 6, pages 120-128.
- HOUE, M. - CLARK, T.H.
(1961) - *Geological map of St. Lawrence Lowlands*; Ministère des Richesses naturelles, Québec; map 1407.
- KORN, H. - MARTIN, H.
(1959) - *Gravity tectonics in the Naukluft mountains of South West Africa*; Geological Society of America Bulletin; volume 70, pages 1047-1077.
- LESPERANCE, P.
1963* - *Geology of Saint-Hyacinthe (East half)*; Ministère des Richesses naturelles, Québec; preliminary report 496.
- LOGAN, W.E.
(1849)* - *On the geology of the country on the south side of the St. Lawrence from Montreal and Lake Champlain to the Chaudière river, Quebec*; Geological Survey of Canada; report of progress for the year 1847-48, volume 5, pages 5-92.
(1863)* - *Geological Survey of Canada; Report of Progress from to commencement to 1863*; Geological Survey of Canada; report of progress series, no. 50.
- MELIHERCSIK, S.J.
(1954) - *A history of the formation names in the Quebec Group with special reference to the Charny Formation*; Le Naturaliste Canadien; volume 81, no. 8-9, pages 165-180.
- OSBORNE, F.F.
(1956) - *Geology near Quebec City*; Le Naturaliste Canadien; volume 83, pages 157-223.
- PARKS, W.A.
(1914)* - *Report on the building and ornamental stones of Canada; volume 3, Province of Quebec*; Canada Mines Branch; publication 279.

- PETTIJOHN, F.J.
(1957) - *Sedimentary rocks*. 2nd edition. Harper's Geoscience Series. N.Y.
- POOLE, W.H.
(1967) - *Tectonic evolution of the Appalachian region of Canada*; Geological Association of Canada; special paper 4, pages 9-51.
- RASETTI, F.
(1946) - *Cambrian and Early Ordovician stratigraphy of the lower St. Lawrence valley*; Bulletin of the Geological Society of America; volume 57, pages 687-706.
- SELWYN, A.R.C.
(1879)* - *Report of observations on the stratigraphy of the Quebec Group and the older crystalline rocks of Canada*; Geological Survey of Canada; report of progress for the year 1877-78; part A, pages 1-15.
- TWENHOFEL, W.H.
(1932) - *Treatise on sedimentation*; the Williams and Wilkins Company; second edition, pages 692-693.
- WADDINGTON, G.W.
(1969)* - *Copper in Quebec*; ministère des Richesses naturelles, Québec; special paper 4.
- WILLIAMS, F.M.G.
(1966) - *Structural studies in the Rioux quarry, Cowansville, Quebec*; McGill University; M.Sc. thesis
- YOUNG, G.A.
(1906) - *The geology and petrology of Mount Yamaska*; Geological Survey of Canada; annual report for the year 1904; volume XVI, part H, pages 1-43.
- ZEN, E-AN
(1968) - *Middle Ordovician gravity slides along Logan' Line*; Geological Society of America; Northeastern Section; 1968 program, pages 64-65, abstract.



Rapports géologiques sur les Basses Terres du Saint-Laurent.
 Geological reports on the Saint-Laurent Lowland.



PRÉPARÉ PAR LE SERVICE DE REVISION TECHNIQUE POUR:
 L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
 PREPARED BY THE TECHNICAL REVISION SERVICE FOR:
 QUÉBEC OFFICIAL PUBLISHER