SOQ-02475

RAPPORT GEOLOGIQUE DE LA REGION DE NICOLET PAR C HUBERT - RAPPORT #2475

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



License

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

Énergie et Ressources naturelles
Québec

RAPPORT GEOLOGIQUE DE LA REGION DE NICOLET

PAR C. HUBERT

2475
Exp. 1

RAPPORT GEOLOGIQUE DE LA REGION DE NICOLET

par C. Hubert

TABLE DES MATIERES

	Page
Principales conclusions	i
Recommandations	ii
Introduction	1
Vue d'ensemble de la géologie de la région de Nicolet	1
Description des unités	5
Groupe de Sillery	5
Distribution	5
Structure interne	5
Stratigraphie	6
Contexte régional et corrélation	7
Séquence flyschoide allochtone dans l'écaille de Saint-Joachim	8
Distribution	8
Structure interne	9
Stratigraphie interne	12
Age et corrélation	20
Séquence autochtone et parautochtone du monoclinal	21
Distribution	21
Structure interne	21
Stratigraphie interne	27
Age et corrélation	34
Séquence régressive autochtone du synclinal	34
Distribution	34
Structure et stratigraphie interne	35
Analyse stratigraphique	38
Modèle tectonique	42
Possibilités pétrolières	44
Références citées	47

Confidentiel

CONFIDENTIEL

TABLEAUX

I- Tableau des unités stratigraphiques 18

II- Tableau des corrélations entre les roches des Basses Terres du Saint-Laurent et les séquences parautochtones et allochtones des Appalaches 39

FIGURES

1- Relations stratigraphiques des brèches et de l'allochtone de Sillery avec la séquence du faciès de mudstone-grès-dolomie 18

2- Systèmes de failles du flysch 26

3- Systèmes de diaclases du flysch 28

4- Systèmes de diaclases de la séquence régressive 36

5- Photos

PLANCHES

Tectonic profiles along Nicolet River
Becancour River
St. François River
Pontgrave River

Geological map, Nicolet Area 1/50,000

Geological maps 1/20,000:

31 H 15 NE
31 I 1 NE
31 I 1 NW
31 I 1 SW
31 I 2 SW
31 I 2 SE
31 I 2 NE

APPENDICES

1- Rapport préliminaire

2- Etude pétrographique des échantillons

PRINCIPALES CONCLUSIONS

1- Les roches de la région de Nicolet possèdent une tectonique relativement simple consistant, du NW vers le SE, d'un synclinal suivi d'un grand flanc monoclinal plissé et faillé, puis d'une zone d'écailles à pendage SE mais imbriquées vers le NW.

2- Les roches du "Complexe de Saint-Germain" de Clark appartiennent à une séquence de flysch terrigène-calcaire et elles sont de même âge que les carbonates et les shales des Groupes de Black River, de Trenton, d'Utica, de Lorraine et la base de la Formation de Bécancour des Basses Terres du Saint-Laurent.

3- Les couches du flysch s'interdigitent avec une partie et elles transgressent vers le NW sur les carbonates des Groupes de Black River et de Trenton.

4- Le développement du faciès flysch sur les carbonates de la plateforme des Basses Terres du Saint-Laurent coincïde avec l'élévation et la dénudation d'une chaîne de montagnes dans le secteur W des Appalaches, lors de l'orogenèse Taconique, à l'Ordovicien moyen et supérieur.

5- Les roches de la partie inférieure du flysch sont riches en matière organique et elles sont considérées comme d'excellentes roches-mères pour les hydrocarbures.

6- Aucune lithologie, du moins en surface, ne peut constituer un réservoir à pétrole dans les roches que nous avons examinées.

7- Certaines structures anticlinales sur le grand flanc monoclinal plissé et faillé, possèdent une fermeture suffisante pour les considérer comme pièges susceptibles de renfermer des nappes commerciales de gaz ou d'huile.

RECOMMANDATIONS

Faisant suite à nos travaux dans la région de Nicolet, nous recommandons d'effectuer les projets suivants:

1- De poursuivre le levé géologique des roches "du Complexe de Saint-Germain" vers le SW, dans les régions de Saint-Hyacinthe et de Lacolle, pour compléter l'étude de la lithostratigraphie de ces régions et examiner les relations qui existent entre les roches des écailles de Saint-Dominique et de Highgate Springs et celles du flysch.

2- D'effectuer un relevé systématique des couches de shales et de mudstones du flysch de la région de Nicolet pour y découvrir des Hystricosphères afin de zoner ce faciès.

3- D'effectuer une étude systématique des faunes à trilobites indigènes et allochtones dans les couches de mudstones et de coquina-gréseuses du flysch de la région de Nicolet afin d'établir avec plus de précision les corrélations entre les roches du flysch et les carbonates du Groupe de Trenton.

4- D'élaborer une étude pétrographique détaillée des coquina-gréseuses du flysch de la région de Nicolet dans le but d'identifier systématiquement les matériaux carbonatés que ces couches renferment, et d'y découvrir

tout patron sédimentologique susceptible d'être intéressant.

5- D'élaborer un levé sismique dont les sections devraient être parallèles aux profils tectoniques couvrant le grand flanc monoclinal plissé et faillé de la région de Nicolet, en vue d'obtenir plus d'informations pour compléter les profils tectoniques, particulièrement en profondeur.

6- De commencer une étude systématique des réservoirs carbonatés, en particulier les grès et/ou les dolomies de la Formation de Beekmantown et les carbonates du Chazy, de la plateforme des Basses Terres du Saint-Laurent.

RAPPORT GEOLOGIQUE DE LA REGION DE NICOLET

INTRODUCTION

Le présent rapport résume les grandes lignes de la géologie et les principales conclusions du travail accompli au cours de la saison 1971 dans la région de Nicolet pour le compte de SOQUIP. Il y eut 52 jours de travail dont 46 jours à effectuer un relevé géologique des deux rives des rivières de Bécancour, Nicolet, Pontgravé, et la berge E de la rivière Saint-François et 6 jours, dont 4 jours de pluie, à compiler les divers renseignements obtenus. La superficie de la région couverte est approximativement 400 milles carrés englobant le territoire délimité par la rivière de Bécancour au NE , la rive S du fleuve Saint-Laurent au NW la rivière de Saint-Francois au SW , et la route transcanadienne No 20 au SE.

Les objectifs de ce levé géologique sont de définir les unités lithologiques, les unités biostratigraphiques, et le style tectonique des roches du "Complexe de Saint-Germain", de même que de relier ces unités à celles des Basses Terres du Saint-Laurent et de comprendre les relations structurales, stratigraphiques et sédimentologiques qui existent entre les roches de ces deux régions. Eventuellement, il s'agit d'évaluer les possibilités gazifères et pétrolières de la région limitrophe des Basses Terres du Saint-Laurent et Appalaches.

Vue d'ensemble de la géologie de la région de Nicolet

Les roches de la région de Nicolet forment dans leur ensemble un grand synclinorium d'orientation N50°E, à fond presque plat, et dont le flanc SE est intensément plissé et faillé, et qui est suivi au S de deux

écailles imbriquées vers le NW . . Un relevé de la polarité des strates de même que de l'ensemble des plis parasites et des plis asymétriques de second ordre (longueur d'onde de 2000 à 4000 pieds) démontrent, hors de tout doute, qu'une grande partie des roches du "Complexe de Saint-Germain" forment, dans leur ensemble, un grand flanc monoclinal ayant une polarité vers le NW NW . Ce monoclinal est intensément cisaillé par un grand nombre de failles inverses qui ont eu pour effet soit de répéter, soit d'omettre des parties de séquences stratigraphiques, présentes dans cette structure. Plusieurs failles inverses sont localisées dans les charnières de plis parasites; elles correspondent à des plans de décollement reliés à ces petites structures plissées sur le flanc du monoclinal.

La polarité des strates et les plis parasites dans les deux écailles rencontrées au S du monoclinal, démontrent que les roches constituant ces écailles ont une polarité vers le S . Ces roches ayant chevauché vers le NW ne sont plus rattachées en concordance stratigraphique avec celles du synclinorium.

Considérant les relations particulières existant entre la stratigraphie et la tectonique dans la région de Nicolet, il nous est possible de diviser les assises rocheuses de ce territoire en quatre grandes unités lithostratigraphiques distinctes. Ces quatre grandes divisions de même que leurs subdivisions internes sont montrées dans le tableau des formations et elles sont discutées dans la section traitant de la description des unités. Ces quatre unités lithostratigraphiques se présentent successivement du S vers le N dans cette région et elles coincident avec les grandes divisions tectoniques comme suit:

1 - Une séquence allochtone de provenance appalachienne correspondant à l'écaille ou klippe du Groupe de Sillery. Il s'agit d'une séquence flyschoide composée de mudstones rouges alternant avec des termes gréseux et conglomératiques. Age Cambrien inférieur et moyen.

2 - Une séquence allochtone de provenance du milieu de transition entre les Basses Terres du Saint-Laurent et les Appalaches, observée dans l'écaille de Saint-Joachim. Il s'agit ici de séquences flyschoides néoautochtones et wildflysch, i.e. un assemblage constitué par des séquences stratigraphiques normales de mudstones noirs interstratifiés avec des grès lithiques, des grès dolomitiques, et des dolomies arénacées qui alternent avec des niveaux de brèches wildflysch. Age Ordovicien moyen moyen.

3 - Une séquence flysch en partie autochtone et en partie parautochtone, ces derniers éléments étant de dérivation interne, constituant le flanc sud du synclinorium. C'est une séquence composée de mudstone gris-verdâtre et de grès quartzeux, de grès feldspathiques, grès lithiques et coquina. La partie supérieure de cette unité consiste en un terme de mudstone bigarré montrant des structures d'éboulement. Age Ordovicien moyen supérieur et Ordovicien supérieur.

4 - Une séquence régressive autochtone localisée dans la fosse du synclinorium. Cette séquence est composée de mudstones arénacés rouges avec quelques rares bancs de grès quartzeux, grès feldspathiques et grès lithiques. Age Ordovicien supérieur.

TABLEAU DES UNITES STRATIGRAPHIQUES

		SYNCLINAL DE NICOLET	SEQUENCE PARAUTOCHTONE DU MONOCLINAL	SEQUENCE ALLOCHTONE DE L'ECAILLE DE SAINT-JOACHIM	SEQUENCE ALLOCHTONE DU KLIPPE DE SILLERY
ORDOVICIEN	Supérieur	Mudstone arénacé rouge, quelques bancs de grès. Mudstone bigarré. Mudstone gris-verdâtre interstratifié avec bancs de coquina-grèseuse	Mudstone gris-verdâtre interstratifié avec des bancs de coquina-gréseuse		
	Moyen		Mudstone gris-verdâtre interstratifié avec des lamelles arénacées		
	Inférieur		Mudstone noir interstratifié avec des grès dolomitiques et des dolomies arénacées et des grès lithiques.	Mudstone noir interstratifié avec des grès dolomotiques et des dolomies arénacées et des grès lithiques. Brèches à trois niveaux distinct. Faille	
CAMBRIEN	Supérieur				
	Moyen				
	Inférieur				Mudstones rouges et verts avec des termes grèseux.

DESCRIPTION DES UNITES

GROUPE DE SILLERY

Distribution

Les mudstones rouges avec les termes ardoisiers du Groupe de Sillery sont rencontrés exclusivement au S de la région de Nicolet. Les affleurements sont discontinus et de petites dimensions, mais dans leur ensemble ils forment une bande orientée N50°E que l'on peut tracer assez facilement d'une rivière à l'autre, à la hauteur des villages de Sainte-Brigitte-des-Saults, Saint-Léonard d'Aston et Daveluyville, tous situés à quelques milles au N de la route transcanadienne No 20.

Structure interne

Les roches forment une séquence homoclinale faisant face vers le SE , atteignant dans la région que nous avons cartographiée, une puissance de plus de 1000 pieds. Le pendage moyen des couches est de 25 degrés vers le SE . Nous avons relevé quelques plis parasites de faibles amplitudes et quelques failles transversales mais généralement la tectonique de ces roches est simple et monotone. Un seul clivage ardoisier traverse les mudstones; celui-ci est orienté à N50°E, son pendage est très abrupt. L'intersection de ce clivage avec les couches détermine une lination qui est parallèle aux axes des plis parasites. Cette linéation orientée à N50°E, plonge parfois vers le NE , parfois vers le SW ; dans tous les cas, la plongée est moindre que 20 degrés. Le renversement des plongées de la lination est en accord et propre aux plis parasites en S et Z observés dans les roches du Groupe de Sillery.

Stratigraphie

Les assises du Groupe de Sillery dans la région de Nicolet consistent en une séquence cyclique dans laquelle les mudstones rouges se présentent en une suite de couches superposées formant des niveaux, de 25 à 250 pieds d'épaisseur, qui alternent avec des termes essentiellement composés de grès, atteignant une puissance de 50 pieds. Les couches de mudstones rouges ont de 3 à 15 pieds d'épaisseur; elles sont presque toujours massives mais parfois, elles montrent des signes de coulées en masse tels que des lits contournés, des lits boudinés, et un cisaillement interne pré-tectonique (photo #1). Il s'agit d'argilites silteuses, interprétées par analogie avec d'autres sédiments analogues du Sillery qui ont été étudiés en détail dans les régions du Bas du Fleuve Saint-Laurent, (Hubert, Lajoie et Léonard, 1970; Chagnon, 1971) comme étant des sédiments pélitiques rouges, d'origine continentale, resédimentés rapidement en milieu marin au pied d'une plateforme continentale, (le glacis de la fosse appalachienne), et dans lesquelles on rencontre, à intervalles irréguliers, des séquences de turbidites gréseuses.

Dans la région de Nicolet, nous avons relevé trois termes gréseux intercalés dans les mudstones rouges du Sillery (photo #2). Ces termes gréseux sont eux-mêmes composés d'une alternance de bancs de grès et de couches de mudstones gris et verts. Ces dernières couches de mudstones ont de 2 à 8 pouces d'épaisseur et elles ne montrent aucun trait sédimentologique particulier. Les bancs de grès ont de 3 à 8 pieds d'épaisseur; ceux-ci montrent en général un granoclassement assez pauvre, souligné par une plus grande abondance de galets de quartz à la base du lit et par une décroissance dans la taille des éléments sablonneux vers le sommet du banc. Il s'agit de

grès grossiers, immatures, dont les éléments sablonneux sont angulés et sertis dans une matrice argileuse constituant entre 10 et 50% de la roche. Ces grès sont composés en proportion à peu près égale de quartz et de feldspath (orthose, microcline, perthite, albite, oligoclase) et moins de 5% de fragments de roches (pélites et granites-gneiss), de biotite, de minéraux opaques, et de minéraux lourds (grenat, zircon, tourmaline, leucoxène). Ces wackes arkosiques ont tous une teinte gris-verdâtre en cassure fraîche. De tels assemblages gréseux dans le Sillery ont été interprétés par Hubert en 1965, Hubert et al. en 1970, comme étant des séquences à turbitites proximales telles que définies par Walker en 1965.

Contexte régional et corrélation

Les assises du Groupe de Sillery dans la région de Nicolet font partie soit d'une écaille, soit d'un klippe recouvrant les roches flyschoides d'âge Ordovicien moyen moyen. Notre cartographie ayant été limitée à la bordure N (un mille de largeur)dans cette bande de roches, nous ne pouvons dire à partir de nos propres informations, s'il s'agit d'une écaille ou d'un klippe. Toutefois, des considérations régionales favorisent la dernière hypothèse, car Clark (1970) dans sa carte de la région de Granby, Globensky (1969) dans ses cartes sur la région de Drummondville, et St-Julien (1970) dans sa carte sur la région de Québec, ont tous observé que les assises du Sillery forment un klippe entouré aussi bien à l'avant qu'à l'arrière par des roches de même nature et de même age i.e. une séquence flyschoide à mudstones noirs et grès dolomitiques associés avec des brèches de type wildflysch. Etant donné la continuité stratigraphique des assises du Sillery d'une part et le contexte géologique dans lequel celles-ci sont rencontrées d'autre part, il apparaît raisonnable de conclure que les assises du Sillery de la région

de Nicolet font partie du front de ce klippe s'étendant entre les régions de Granby et de Québec.

Le temps de la mise en place du klippe de Sillery dans le milieu pélitique transitoire entre les Appalaches et les Basses Terres du Saint-Laurent couvre l'intervalle entre l'Ordovicien moyen moyen et l'Ordovicien moyen supérieur (voir discussion sur la signification des brèches wildflysch dans la description de la prochaine unité).

Nous attribuons généralement les roches du Groupe de Sillery au Cambrien inférieur et moyen (Hubert, 1965; Hubert et al., 1970; St-Julien 1970). Il n'existe aucune lithologie connuequi serait équivalente ou contemporaine au Sillery dans le bassin des Basses Terres du Saint-Laurent du Québec.

SEQUENCE FLYSCHOIDE ALLOCHTHONE DANS L'ECAILLE DE SAINT-JOACHIM

Distribution

Les assises de cette unité formées par des mudstones, des grès, des dolomies et des brèches, affleurent en bordure N du Klippe de Sillery où elles forment une bande d'un mille de largeur, orientée N50°E, s'étendant entre les sillages de Saint-Joachim et de Daveluyville. Les affleurements sont épars et peu nombreux dans le lit des rivières de Pontgravé, de Nicolet, et de Bécancour, et de plus, ils ne se disposent pas en ligne droite avec ceux de même nature, qui ont été observés sur la berge E de la rivière de Saint-François. A cette dernière localité, les affleurements sont rencontrés à un mille plus au S que ceux de la bande principale; nous supposons l'existence d'une faille transversale dans la partie SW du territoire pour expliquer cette anomalie dans la distribution de l'unité près de la rivière Saint-François. Les meilleures coupes des roches de cette unité

sont localisées dans le lit des rivières de Béeancour et de Saint-François.

Structure interne

Les assises composées des mudstones noirs interstratifiés avec les grès et les dolomies possèdent une tectonique relativement simple par opposition à celles constituées par les niveaux de brèches. En effet, les premiers assemblages montrent qu'une seule phase de plissement tandis que les deuxièmes en montrent deux, dont une, la phase précoce, correspond à une phase de plissement syn-sédimentaire.

Les plis observés dans les assmeblages de mudstones-grès-dolomies ont des longueurs d'onde comprises entre 100 et 1000 pieds. Ce sont des plis asymétriques, en forme de S et Z, qui sont disposés en échelon pour former des séries de plis parasites dans une séquence essentiellement monoclinale. Le plongement de ces plis est vers le N dans le cas des plis en forme de S et vers le S pour ceux en forme de Z. Les mudstones et, à un degré moindre, les grès et les dolomies, sont hachurés par un clivage ardoisier (photo#3). L'orientation de ce clivage correspond aux plans axiaux des plis parasites. Le clivage, orienté à N50°E, est un peu plus abrupt que les couches; celles-ci ont un pendage moyen de 70 degrés vers le SE. L'intersection du clivage et des couches déterminent une linéation conforme avec l'axe des plis parasites. Cette linéation plonge faiblement soit vers le N, soit vers le S, en accord avec les plis auxquels elle est associée; dans tous les cas, la plongée est moindre que 20 degrés. Les diaclases sont bien developpées dans les bancs de grès et de dolomies mais rares dans les couches de mudstones (photos 4 et 5). Ces diaclases sont presque toujours disposés perpendiculairement aux plans des couches. Elles peuvent être regroupées en trois réseaux principaux comme suit:

1- un premier réseau à pendage abrupt, 75 degrés et plus, orienté à E50°S, correspond au plan "ac" des plis parasites. L'espacement varie entre 20 et 40 pouces.

2- deux autres réseaux ayant la même orientation, N50°E, mais dont les pendages sont à l'opposé, respectivement 10 degrés vers le SE et 30 degrés ver le NW. La ligne d'intersection des plans de ces deux réseaux correspond à l'axe "b" des plis parasites. L'espacement des diaclases dans chaque réseau est irrégulier.

Les contacts inférieurs entre les niveaux de brèches et les assemblages de mudstones-grès-dolomies sont presque toujours faillés. Les contacts supérieurs entre ces mêmes groupes de lithologies apparaissent discordants. Les niveaux de brèches intercalés dans la séquence homoclinale de mudstone apparaissent alors comme des éléments étrangers dans celle-ci.

Deux styles tectoniques distincts peuvent être levés dans les brèches: une phase précoce de plis couchés et de boudins,et une autre, tardive celle-là, qui consiste en une série de plis parasites disposés en échelon. Les plis de cette dernière phase sont de même style que les plis asymétriques observés dans les assises des mudstones-grès-dolomies et il est raisonnable de croire qu'ils se sont formés en même temps que ces derniers lors de l'orogenèse qui a affecté toutes les roches de cette partie des Appalaches vers la fin de l'Ordovicien supérieur. Etant donné que les caractéristiques géométriques de ces plis tardifs sont de même nature et d'un même ordre de grandeur que ceux décrits pour les assemblages de mudstones-grès-dolomies, il n'y a pas lieu de répéter ici leurs descriptions. Mentionnons toutefois qu'un clivage ardoisier est très bien développé dans les brèches et que celui-ci correspond

aux plans axiaux des plis asymétriques tardifs. Ce clivage est orienté à N50°E comme celui rencontré dans les mudstones, mais son pendage est plus variable que dans cette dernière lithologie.

Les plis couchés et les boudins observés dans les éléments olistolithes et les blocs des brèches doivent être nécessairement antérieurs aux plis parasites de la deuxième phase de plissement puisqu'ils sont replissés par ces derniers. La superposition de ces deux systèmes de plis dans les grands olistolithes produisent des figures d'interférence en croissant semblables au type 2 des patrons de superposition des plis, établis par Ramsay en 1967. La matrice argileuse des brèches montre également une tectonique de fluage excessivement complexe (photo #6) qui est replissée par des plis parasites tardifs.

Les plis couchés sont de dimension très variable; certains ont une longeur d'onde de moins d'une dizaine de pieds, d'autres peuvent être observés et tracés sur des distances de plusieurs centaines de pieds (photo #7). Toutefois, ce sont des plis isolés et discontinus car, pour la plupart d'entre eux, ils ne peuvent être suivis hors de l'olistolithe ou du bloc, là où ils ont été observés, étant donné la discontinuité très marquée existant entre le type de déformation des olistolithes et la tectonique de fluage de la matrice argilacée. Aucune schistosité ou clivage n'est associé aux plis couchés.

Les axes des plis couchés se distribuent suivant deux positions préférentielles reliées à leurs emplacements par rapport aux flancs des plis parasites de la deuxième phase de plissement. Sur les flancs N des plis parasites, les linéations "b" des plis couchés sont verticales et sur les flancs S de ces mêmes plis, elles sont orientées à E30°S et elles plongent à 65 degrés vers le SE. La distribution et l'orientation des linéations "b" des plis couchés, en relation avec les plis parasites, démontrent qu'originellement,

c'est-à-dire avant la deuxième phase de plissement, les axes des plis couchés devaient être orientés approximativement NW-SE. Il faut aussi conclure que les deux phases de plissement dans les brèches sont orthogonales l'une par rapport à l'autre.

Les boudins sont de plus petite dimension que les plis couchés et ils sont formés de bouts de lits enroulés sur eux-mêmes, définissant des corps étrangers en forme de boules et de saucissons dans la matrice argileuse (photo #8). Les grands axes de ces boudins se distribuent comme les linéations "b" des plis couchés et, de fait, leur sont parallèles sur chacun des flancs des plis parasites.

La tectonique interne de la matrice argileuse des brèches est excessivement complexe. Aux endroits où nous pouvons observer des laminations dans ces argiles (voir phto #6), nous remarquons une structure de fluage plutôt que des vrais plis qui seraient comparables à ceux décrits pour les olistolithes. Il y a presque toujours des continuités entre cette structure de la matrice et la tectonique des olistolithes et des boudins.

Le contact supérieur des niveaux de brèches est discordant car les couches sus-jacentes de mudstones reposent en continuité stratigraphique et elles touchent successivement des olistolithes divers, des boudins et la matrice argilacée.

Stratigraphie interne

Cette unité se compose de trois termes de mudstones-grès-dolomies séparés et surmontés par des niveaux de brèches. Le terme inférieur de mudstone atteint une puissance de 1200 pieds et il est le plus important des trois. Le terme médian a une épaisseur de 150 pieds seulement, tandis que le terme supérieur atteint une puissance de 300 pieds . La puissance du niveau

inférieur des brèches est de 220 pieds; celle du niveau médian de 570 pieds, celle du niveau supérieur est de 2000 pieds. Vu que les roches constituant les trois termes de mudstones interstratifiés avec les grès et les dolomies sont semblables, nous les décrirons conjointement; il en sera différent pour les trois niveaux de brèches car les blocs que renferment celles-ci ne sont pas toujours de même composition dans les trois niveaux.

Les mudstones noirs interstratifiés avec les grès et les dolomies se présentent en couches régulières de moins de 8 pouces d'épaisseur. Ces mudstones sont nettement sablonneux et tous sont calcareux. Ils semblent a priori assez riches en matières organiques et, lorsqu'ils sont fraîchement brisés, il s'en dégage une odeur fétide indiquant qu'il y reste encore des hydrocarbures gazeux. Ce sont les seuls lits sources pouvant fournir une quantité appréciable d'hydrocarbures que nous ayons rencontrés dans cette partie-là de la région.

Les bancs de grès et de dolomies sont disposés à intervalles irréguliers dans les mudstones; à certains endroits l'espacement entre les lits varie entre 8 pouces et 30 pieds (photo #9) mais, généralement, cet espacement est plus grand, atteignant 50, et même 100 pieds entre les couches. Les bancs ont une épaisseur moyenne de 4 pouces; tous montrent les mêmes caractères physiques et ces roches ne diffèrent entre elles que dans leur composition minéralogique. La majorité des bancs montrent successivement, dans chaque couche, une partie inférieure granoclassée, surmontée de laminations parallèles et suivies vers le sommet de stratifications entrecroisées. La partie inférieure et granoclassée des bancs est mince, d'un demi-pouce d'épaisseur, et elle consiste en des grès à grains grossiers et moyens. Ces grès se composent principalement de grains arrondis, de quartz et ils contiennent entre 10 et 50

pourcent de fragments de roches. Ce sont surtout des fragments de pélites vertes et noires accompagnés occasionnellement de fragments de calcaire gris. La partie supérieure des bancs est composée soit de microgrès dolomitique, soit de dolomie arénacée. Les proportions entre les quantités de quartz, de fragments de roches et de dolomite déterminent le nom donné à ces roches. Les structures internes des ces bancs de grès et de dolomies montrent, sans équivoque, que ces roches sont des turbitites. La présence de divers fragments de roches sédimentaires indique également que des faciès pélitiques et carbonatés ont été érodés et que ces matériaux ont été incorporés aux turbitites. La semelle de plusieurs bancs de grès aussi bien que de dolomies est couverte de sillons d'érosion, de cannelures et de flûtes. La direction d'apport, donnée par les flûtes, démontre que les matériaux des turbitites venaient de l'E.

Certaines diaclases dans les bancs de dolomies consistent en des fractures ouvertes qui ont été partiellement remplies par de la dolomite et quelques crystaux de quartz. Le remplissage de ces fractures s'est effectué à partir des parois extérieures et, dans plusieurs cas, il correspond à la formation de géodes aplaties et allongées dans le sens de la cassure (photo #5). Plusieurs géodes renferment des matériaux bitumineux, anthroxylite ?, ce qui laisse suposer qu'à un certain moment, ces roches ont été saturées en hydrocarbures. Ce type particulier de fractures est rencontré exclusivement dans les bancs de dolomies grèseuses de la rivière de Saint-François, juste en amont de Saint-Joachim.

Le premier niveau de brèches comprend des blocs de grès dolomitiques, de dolomies arénacées et de mudstones noirs (photo #10). Ces trois types de lithologies forment plus de 99 poucent des blocs observés dans cette

brèche et il est raisonnable de penser, vu la grande similitude entre les lithologies de ces blocs et celles constituant le terme inférieur de mudstone-grès-dolomies, qu'ils proviennent effectivement de cet horizon stratigraphique. Nous avons relevé également dans cette brèche, quelques olistolithes de calcaire rubanné qui n'ont pas de contrepartie dans le terme inférieur de mudstone, (photo #11). Il s'agit d'un calcaire micritique légèrement argileux et dolomitique, en couches de 1 pouce d'épaisseur, qui alterne avec des pélites noires et vertes, légèrement calcareuses, en lits de moins de 2 pouces d'épaisseur. Nous ne connaissons pas le lieu d'origine, ni l'âge de ces blocs de calcaire rubanné car aucune lithologie semblable à celle-ci n'est connue dans les roches appalachiennes de cette région.

Le deuxième niveau de brèches est composé en grande partie lui aussi de blocs de grès dolomitiques, de dolomies arénacées et de mudstones noirs, mais il comprend également près de 25 pourcent d'olistolithes de chert, d'agglomérat et roches volcaniques, de même que des mudstones noirs pyrifères (photo #12). Comme pour le premier niveau de brèche, il est raisonnable de penser que les grès dolomitiques, les dolomies arénacées et les mudstones noirs sont dérivés localement à partir du terme médian des mudstones-grès-dolomies mais pour les cherts, les agglomérats et roches volcaniques, et les mudstones noirs pyrifères, nous devons supposer un lieu d'origine plus éloigné. Trois récoltes de graptolites ont été prelevées dans des olistolithes de mudstones pyrifères associés aux cherts et aux agglomérats, mais ces collections n'ont pas encore été examinées par un spécialiste, expert en cette faune. Un examen rapide de cette faune de graptolites par l'auteur ainsi que la nature même de ces roches permettent toutefois de dire que ces lithologies sont d'âge Ordovicien moyen, appartenant à l'étage du Normanskill, et qu'elles provien-

nent très probablement du milieu appalachien. De tels cherts, agglomérats, roches volcaniques et mudstones pyrifères nous sont effectivement connus et ont été cartographiés dans les écailles cambro-ordoviciennes des Appalaches du Québec.

Le troisième niveau de brèches est assez différent des deux précédents. En premier lieu, ce troisième niveau n'est pas surmonté par un assemblage non-dérangé de mudstone noir interstratifié avec des grès et des dolomies comme dans les deux premiers cas, mais il est recouvert par des mudstones rouges et verts accompagnés par des termes grèseux du Groupe de Sillery. Deuxièmement, un fort pourcentage des olistolithes de cette brèche est de même nature et de même composition que les roches sus-jacentes du klippe de Sillery tandis que dans les deux autres brèches, la majorité des blocs était de même composition que les roches sous-jacentes à ces niveaux. Enfin, les olistolithes de cette brèche sont généralement de très grandes dimensions comparativement à ceux observés dans les deux brèches précédentes.

Les olistolithes composés de mudstones rouges et verts alternant avec des termes grèseux, constituent plus de 70 pourcent de cette brèche et tous semblent être dérivés des roches sus-jacentes du Groupe de Sillery. D'ailleurs, ces olistolithes sont rencontrés surtout dans les parties médiane et supérieure de la brèche et il se présente même des cas où il nous a été difficile de tracer le contact entre la brèche proprement dite et les roches appartenant au klippe de Sillery, car il semble exister une gradation complète entre les deux assemblages. Tous les matériaux broyés et montrant une tectonique polyphasée ont été placés et classifiés comme brèche.

D'autres olistolithes sont composés de chert, d'agglomérat, de roches volcaniques et de mudstones pyrifères noirs. Ces éléments forment environ 15 pourcent des fragments de la brèche et ils sont semblables aux

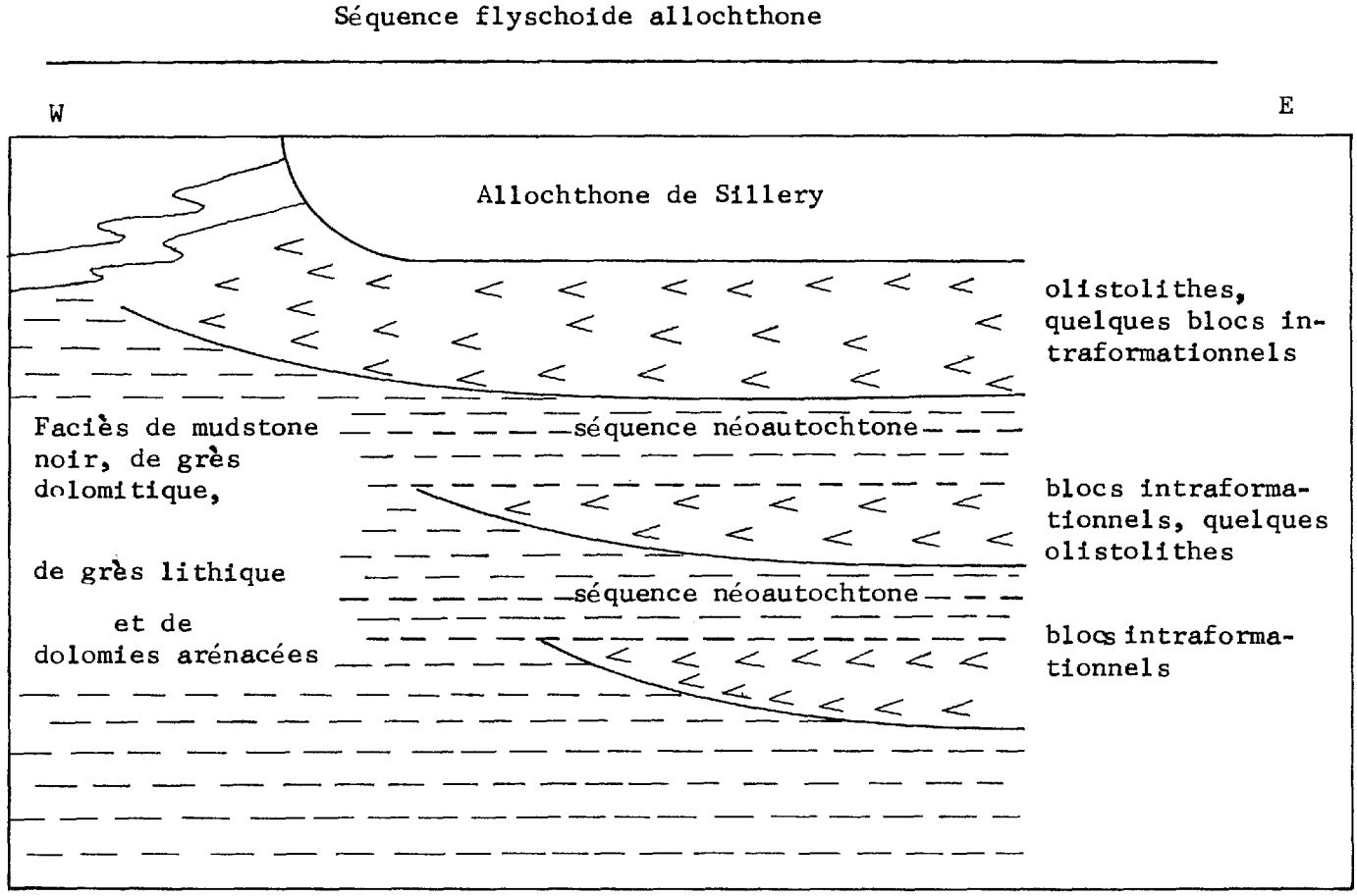
blocs exotiques décrits dans le deuxième niveau de brèche. En conséquence, on peut raisonnablement supposer qu'ils sont de même âge et qu'ils proviennent du même milieu appalachien que les précédents.

D'autres olistolithes de grande dimension sont constitués de mudstones dolomitiques verts et noirs interstratifiés avec des bancs de calcaire micritique gris. Ces blocs forment 5 pourcent des fragments de la brèche. Ils n'ont pas de contrepartie dans les roches des Basses Terres du Saint-Laurent ou dans les roches des Appalaches de la région de Nicolet. Toutefois, des faciès de mudstones dolomitiques verts et noirs interstratifiés avec des calcaires sont connus dans la région de Québec, où ils ont été cartographiés comme des roches appartenant au Groupe de Lévis, d'âge Ordovicien inférieur (St-Julien, 1970, Hubert, 1970). Vu la similitude des lithologies de ces olistolithes et celles du Groupe de Lévis, nous attribuons provisoirement ces blocs aux roches de ce groupe. Aucun fossile ne fut prélevé dans ces olistolithes.

Enfin, le dernier groupe de blocs, environ 5 pourcent, comprend des fragments de grès dolomitiques, de dolomies arénacées et de mudstones noirs semblables à ceux qui ont été précédemment dans les deux premières brèches. Nous pensons que ces éléments sont dérivés localement des roches sous-jacentes à ce niveau de brèche et qu'ils sont contemporains avec ces roches-là.

En résumé, la séquence flyschoïde allochthone de cette unité se compose de trois termes stratigraphiques non-dérangés alternant avec des niveaux de brèches. Ces derniers niveaux montrent une phase précoce de déformation qui est absente dans les termes non-dérangés. Les deux brèches inférieures renferment essentiellement des blocs intraformationnels tandis que la brèche supérieure contient surtout des olistolithes dérivés des roches

sus-jacentes. Les contacts inférieurs de ces brèches sont faillés; les contacts supérieurs sont discordants mais ils sont recouverts par des termes stratigraphiques non-dérangés. Ces observations et leur implications géologiques sont reportées sur le diagramme I.



FigureI - Relations stratigraphiques des brèches et de l'allochthone de Sillery avec la séquence du faciès de mudstone-grès-dolomie.

La nature des éléments intraformationnels et exotiques dans les brèches, leur tectonique interne, leur situation géologique dans le faciès de mudstone démontrent que ces brèches sont des glissements sédimentaires dans ce milieu et qu'elles sont génétiquement reliées à la mise en place du klippe de Sillery qui se trouve effectivement au-dessus de ce faciès. Dans un tel schéma, les deux brèches inférieures seraient des "brèches de poussée", formées à l'avant de l'allochthone par le rabotage d'une partie des sédiments non-consolidés, mais déjà accumulés et par le déferlement de ces matériaux vers l'avant-pays. Ce serait principalement pour cette raison que les deux premiers niveaux de brèches renferment peu d'olistolithes mais contiennent un grand nombre de blocs intraformationnels. La brèche supérieure immédiatement sous le klippe de Sillery, serait, par opposition, visualisée comme une "brèche de traction" car elle contient principalement des olistolithes de même composition que les roches de l'allochthone. La variation systématique dans le contenu des olistolithes des brèches du premier au troisième niveau indique également que lors de la formation de la première brèche, l'allochthone devait être plus éloigné que lors du développement de la deuxième et qu'enfin, celui-ci devait être directement au-dessus lorsque la troisème s'est formée. Le fait qu'il y ait trois niveaux de brèches et que celles-ci soient séparées par des termes non-dérangés de mudstones démontre aussi clairement que l'allochthone s'est effectivement mis en place par mouvements et glissements successifs, échelonnés sur une certaine période de temps. Les termes de mudstones compris entre le premier, le deuxième et le troisième niveau de brèches sont donc interprétés comme étant des séquences néoauthochthones accumulées lors des périodes d'arrêt entre les glissements successifs de l'allochthone.

Age et corrélation

Neuf collections de graptolites ont été prélevées dans les assemblages non-dérangés de mudstones interstratifiés avec les grès et les dolomies. Ces collections se répartissent comme suit: quatre proviennent du terme inférieur de mudstone, trois du terme médian, et deux ont été prélevées dans le terme supérieur. Ces fossiles ne sont pas encore identifiés.

Sur des bases purement lithologiques, nous attribuons provisoirement les roches de cette unité aux étages du Normanskill et du Canajoharie de l'Ordovicien moyen car, de fait, elles ressemblent beaucoup aux roches de mêmes âges qui ont été identifiées comme telles dans la région de Québec (St-Julien, 1970), dans l'Etat de New York (E-an Zen, 1968) et dans la partie occidentale de Terre Neuve (Williams, 1969 , et Stevens, R.K., communication personnelle, 1970).

Si l'assignation des roches de cette unité aux étages du Normanskill et du Canajoharie est exacte, nous pouvons de plus mettre en évidence les relations qui doivent exister entre ces lithologies et celles considérées de même âge dans les Basses Terres du Saint-Laurent. Riva en 1969 et Bergström en 1971 ont démontré respectivement, avec l'aide des graptolites et des conodontes, que les étages du Normanskill et du Canajoharie des faciès à graptolites d'une part, doivent être mis en corrélation avec les étages Black River - Trenton inférieur et Trenton moyen et supérieur des faciès coquilliers d'autre part. Il s'en suit donc nécessairement que les roches de cette séquence flyschoïde sont corrélatives avec les carbonates du Groupe de Trenton et peut-être même avec ceux du Groupe de Black River des Basses Terres du Saint-Laurent.

Le temps de mise en place du klippe de Sillery dans le faciès tran-

sitionnel de mudstone entre les Basses Terres du Saint-Laurent et les Appalaches couvre donc les étages du Normanskill et du Canajoharie de l'Ordovicien moyen.

SEQUENCE AUTOCHTONE ET PARAUTOCHTONE DU MONOCLINAL

Distribution

Les roches autochtones et parautochtones du flysch forment une bande de direction NE-SW s'étendant en diagonale à travers le centre de la région de Nicolet entre les rives des rivières de St-François et de Bécancour. Cette bande, orientée N50°E, couvre une superficie de plus de 135 milles carrés. Elle comprend en totalité ou en partie les roches que T.H. Clark avait nommé dans son rapport géologique sur cette région, le Complexe de Saint-Germain, le Groupe de Lorraine, la Formation de Pontgravé et la base de la Formation de Bécancour.

Les affleurements sont nombreux et généralement de bonne qualité sur les berges et dans le lit de chacune des quatres rivières que nous avons visitées. Les meilleures coupes sont situées respectivement sur la berge E de la rivière de Saint-François juste en aval de Saint-Joachim et sur les deux berges de la rivière de Nicolet à partir d'un point localisé à un mille en amont du village de Sainte-Monique. La partie supérieure de cette dernière coupe fut déjà examinée en très grand détail par Foerste (1916), Clark (1964) et Globensky (rapport inédit).

Structure interne

Dans leur ensemble, les assises de cette unité montrent une tectonique qui devient de plus en plus compliquée au fur et à mesure que l'on suit

celle-ci du NW vers le SE à l'intérieur de la bande du flysch. Nous pouvons diviser arbitrairement la tectonique de cette bande en trois segments pour fins de description. Dans le premier segment, situé au NW de la bande, les couches ont un pendage moyen de 35 degrés vers le NW et la polarité des couches est également dans cette direction (photo #13). Les roches de ce premier segment forment donc un monoclinal incliné vers le NW. Toutefois, cette première séquence stratigraphique ne peut être continue car, en trois endroits sur cette structure, les couches sont coupées par des failles contraires c'est-à-dire que le pendage de ces failles est de sens opposé à celui des couches. Il existe donc des omissions de strates même si, à première vue, les roches de ce premier segment sont toutes inclinées dans le même sens et que la polarité des couches reste toujours la même.

Dans le deuxième segment correspondant au centre de cette bande, les couches deviennent plus abruptes avec des pendages de 75 degrés vers le NW. Les roches sont plissées en de grandes flexures asymétriques déjetées vers le NW (photo #14). Ces plis sont ouverts mais ils sont typiquement inégaux car le flanc SE est court relativement à l'autre flanc. La polarité de l'assemblage de ce deuxième segment, basée sur les structures sédimentaires des couches et sur l'ensemble des plis asymétriques, indique que les roches de ce segment ont une polarité généralisée vers le NW. Les couches et les plis sont souvent coupés par des failles contraires, quelquefois conformes, et comme pour le premier segment, cette séquence stratigraphique comprend plusieurs omissions de strates vu que la polarité des couches reste essentiellement vers le NW.

Dans le troisième segment comprenant la partie SE de la bande, les couches sont nettement renversées avec des pendages de 75 degrés vers le SE.

Les roches forment des plis serrés et déversés vers le NW. Encore ici, ce sont des plis inégaux car le flanc SE est excessivement court par rapport à l'autre flanc (photo #15). La polarité des couches et de l'ensemble des plis asymétriques de ce segment indique aussi que les roches de cet assemblage possèdent une polarité généralisée vers le NW. Presque tous les plis de ce segment sont faillés. Ces failles sont conformes car elles ont un pendage qui est moindre mais qui est dans le même sens que celui des couches. Etant donné que les couches sont renversées, ces failles ont pour effet d'omettre des strates dans une séquence stratigraphique dont la polarité est essentiellement vers le NW.

Vu les résultats obtenus ci-haut, nous pouvons énoncer, de fait, que les roches de la bande du flysch forment dans leur ensemble une séquence homoclinale correspondante à un grand flanc monoclinal complexe, incliné vers le NW. Cette séquence ne peut être une véritable séquence stratigraphique car en maints endroits elle est faillée et elle comprend des omissions de strates. Toutefois, les couches de cette séquence sont conformes, ce qui implique que,de la base vers le sommet,les couches doivent être de plus en plus jeunes sur le flanc du monoclinal. Il s'ensuit donc que les roches au SE de la bande du flysch sont stratigraphiquement plus vieilles et, par conséquent, qu'elles doivent être placées sous celles du centre de la bande et que, successivement, ces dernières sont également plus vieilles et qu'elles doivent être placées sous celles de la partie NW de la bande du flych.

Les plis inégaux du grand flanc monoclinal sont de deux types: les plis parasites possédant une longueur d'onde de moins de 200 pieds et les plis asymétriques de second ordre dont la longueur d'onde est comprise entre 2000 et 4000 pieds. Les plis parasites se regroupent successivement

en série de plis en forme de S et de Z, ces dernières séries plissées constituant les flancs des plis asymétriques de second ordre. Lex axes de tous ces plis sont orientés à N50°E et ils plongent faiblement soit vers le N soit vers le S; quelques-uns sont à double plongée. Tous ont une plongée moindre que 15 degrés. Ce sont des plis mixtes (Donath et Parker, 1964) dont les caractéristiques géométriques se rapprochent sensiblement de celles des plis concentriques. En effet, ces plis ont des rayons de courbure variable indiquant que leur centre de courbure doit être fixe. Les couches compétentes présentent une épaisseur orthogonale constante tout le long des arcs de courbure. Les couches incompétentes présentent elles aussi une épaisseur orthogonale constante mais,localement comme dans les endroits hors des limites des rayons de courbure, les roches ont flué des flancs vers les charnières des plis. Seules les couches incompétentes montrent un clivage ardoisier dont les plans sont espacés d'un pouce (photo #14). Dans chacun des cas où nous avons pu le vérifier, ces plis sont limités par des surfaces de décollement (faille longitudinale) aussi bien que par des failles transversales.

De toutes les failles relevées sur le flanc du monoclinal, certaines ont des séparations assez courtes, de l'ordre d'une dizaine à une centaine de pieds, et celles-ci sont génétiquement reliées aux plis parasitiques auxquels elles sont associées (photo #16). D'autres failles ont des séparations telles que nous ne pouvons les évaluer (photo #17). Ces dernières, étant plus importantes, sont peut-être reliées aux plis asymétriques de second ordre ou bien elles sont tout simplement de grandes failles longitudinales entièrement indépendantes des séquences plissées. Les attitudes des plans de failles, indépendamment de leur ordre de grandeur sont les mêmes sur tout

le flanc monoclinal (voir figure 2). Ces attitudes se répartissent en deux réseaux très distincts: le premier système est orienté à N50°E et le second est à S55°E. Le pendage des plans de failles du premier système est très variable; quelques failles sont horizontales, plusieurs sont faiblement inclinées, d'autres sont très abruptes. Il faut noter ici que ces plans de failles sont inclinés aussi souvent vers le NW que vers le SE. Cette observation n'est pas surprenante car une grande partie de ces failles sont localisées dans les charnières de plis asymétriques sur un monoclinal incliné vers le NW. Dans ce contexte, plusieurs plans de failles de ce réseau sont nettement des failles de chevauchement reliées aux décollements observés dans les charnières de plis, d'autres plans du même réseau sont des avancées en profondeur (underthrust).

Le pendage des plans de failles du deuxième système est toujours très abrupt avec des angles plus grands que 60 degrés. Les plans sont inclinés soit vers le NE soit vers le SW mais le plus souvent, ils sont verticaux. Ce deuxième réseau de failles correspond à un système de failles transversales et elles sont génétiquement reliées aux failles de chevauchement et d'avancée en profondeur que nous avons mentionné ci-haut. En maints endroits dans les roches du flysch, nous avons observé que les failles transversales se butent contre et limitent de fait l'étendue latérale des failles longitudinales; la rencontre de ces deux systèmes de failles déterminent des blocs dans la séquence conforme du monoclinal.

Les diaclases sont omniprésentes dans les roches du flysch. Les fractures sont généralement plus espacées dans les roches compétentes que dans les roches incompétentes; l'espacement entre les fractures est irrégulier, variant entre 1 et 24 pouces. Ces fractures peuvent être regroupées

14.1.7

Flysch - Systèmes de failles

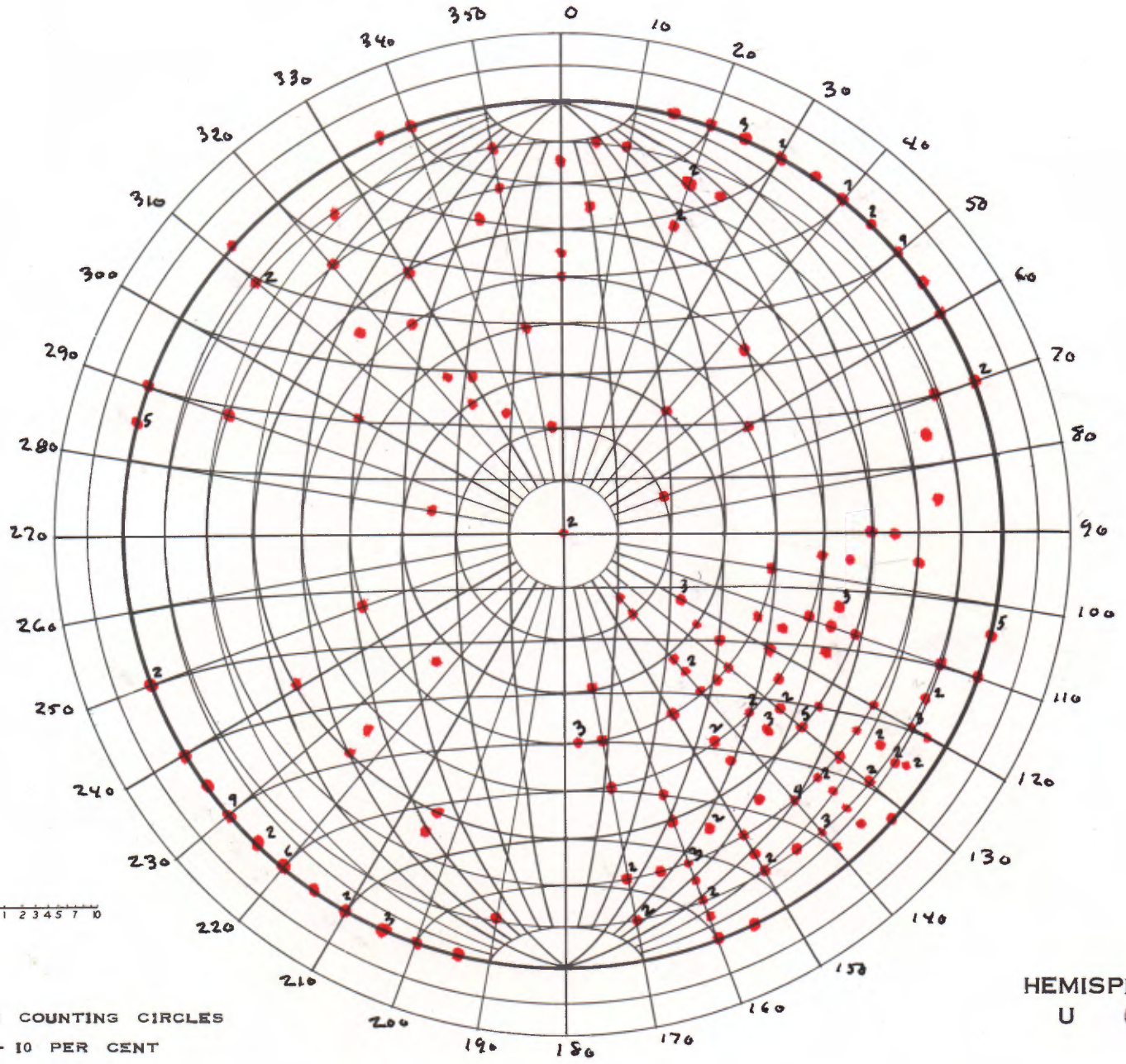
RN-326

LAMBERT EQUAL AREA
PLOT BY F. F. OSBORNE

LOCALITY { Riv. Bécancour
Riv. Nicolet
Riv. Pont Gravé
Riv. St François

NUMBER

DATE



RADII COUNTING CIRCLES
1 – 10 PER CENT

HEMISPHERE
U (L)

PLANAR STRUCTURES
- BEDS
- JOINTS
- DYKES
- VEINS
- LAYERS
- SCHIST
- MINERAL

Failles : 193

AXES
- LINEATION
- AXES OF FOLDS
- AXES OF CRINKLES

MINERAL

Figure 2.

en deux réseaux principaux dont les orientations sont identiques à celles des failles (figure 3). Les plans du premier réseau sont orientés à N 50°E, ceux du deuxième sont à S50°E; les pendages sont abrupts dans les deux cas. Le deuxième système de diaclases correspond au plan ac des plis parasites et des plis asymétriques de second ordre.

Stratigraphie interne

Les roches du flysch sont difficiles à diviser sur une base purement lithologique, v.g. Logan (1849), Foerste (1916), Clark (1964), et Globensky (rapport indédit), car ces roches sont constituées essentiellement de mudstones interstratifiés avec des grès dont les rapports varient peu de la base au sommet de l'assemblage. Ces roches sont de couleur uniforme et elles ne renferment aucun horizon-repère. Il est alors difficile d'établir les corrélations entre les séquences des blocs plissés et faillés d'une même coupe et encore plus difficile de corréler les coupes stratigraphiques du flysch d'une rivière à l'autre.

Le seul critère lithologique qui nous apparaît logique et significatif pour diviser les roches du flysch est basé sur un regroupement naturel de couches successives qui montrent les mêmes caractéristiques et alors les mêmes implications sédimentologiques pour les lithologies. Comme il le sera démontré plus loin, certains grès interstratifiés avec les mudstones sont des turbidites proximales, d'autres sont des turbidites distales. Ce critère nous permettra de reconnaître des suites de turbidites proximales et des suites de turbidites distales dans l'assemblage du flysch qui, théoriquement, devraient refléter des conditions sédimentologiques particulières, non pas seulement pour une couche donnée, mais pour tout un ensemble ou un paquet de couches. Les turbidites proximales et distales sont définies ici dans le

14.1.7

Flysch – Systèmes de diaclases.

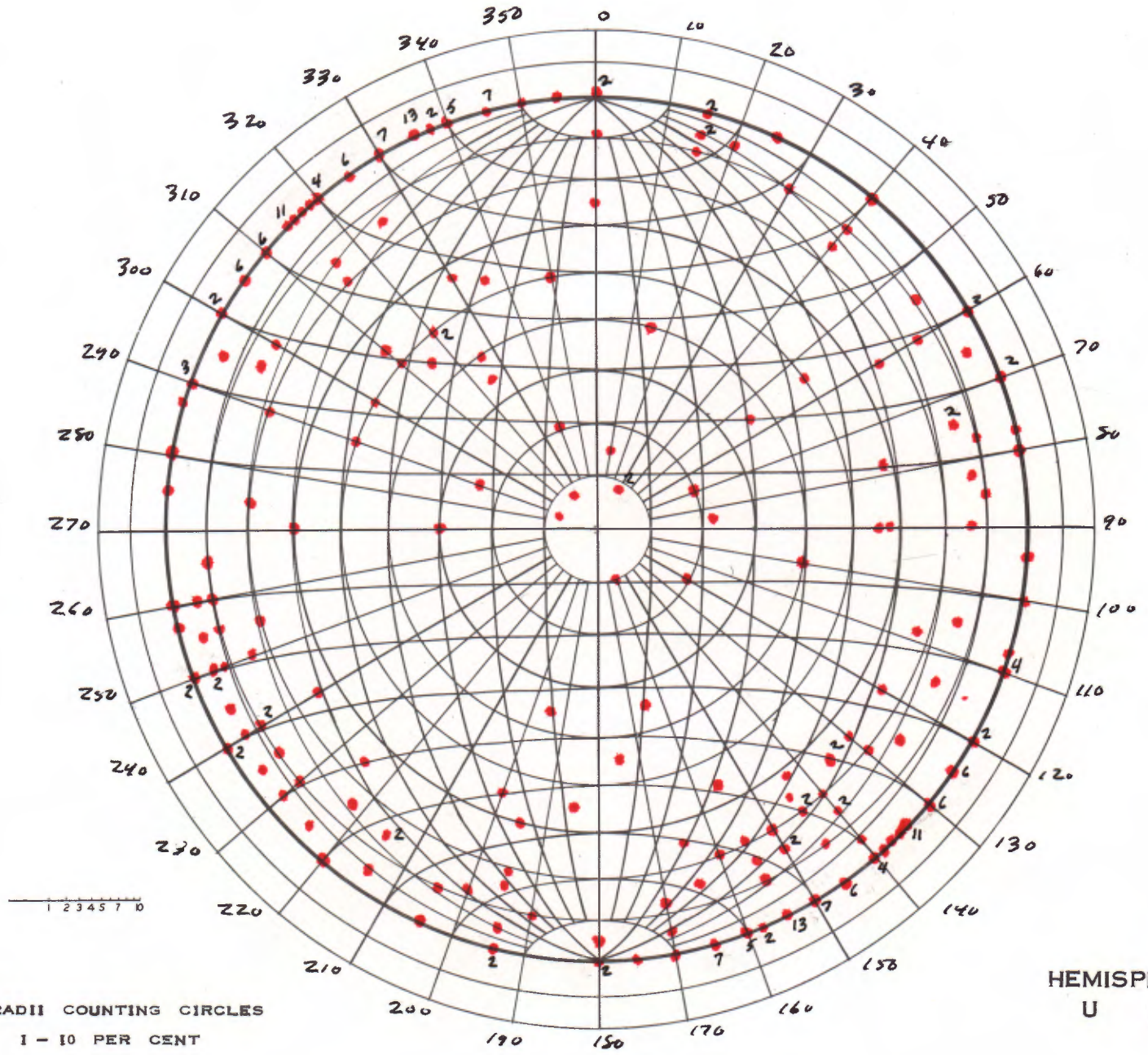
RN-326

LAMBERT EQUAL AREA
PLOT BY F. F. OSBORNE

LOCALITY { Riv. Bécancour / Riv. Nicolet / Riv. Pontgravé / Riv. St. François

NUMBER

DATE



RADII COUNTING CIRCLES
1 – 10 PER CENT

HEMISPHERE
U (L)

PLANAR STRUCTURES
- BEDS
- (JOINTS) 222
- DYKES
- VEINS
- LAYERS
- SCHIST
- MINERAL

AXES
- LINEATION
- AXES OF FOLDS
- AXES OF CRINKLES

MINERAL

Figure 3

sens de Walker (1967), c'est-à-dire qu'un assemblage de turbidites proximales regroupe des bancs dans lesquels une division granoclassée, la division "a", apparaît presque toujours à la base des couches tandis qu'un assemblage de turbidites distales renferme des couches où cette division est absente. Les autres divisions telles que les laminations parallèles "b", les laminations entrecroisées "c" et les laminations parallèles "d" du modèle de Bouma (1962), peuvent être présentes ou absentes dans une couche de turbidite proximale mais au moins une de ces divisions, généralement c'est deux ou trois, doivent être présentes dans une couche de turbidite distale. Les divisions énumérées ci-haut apparaissenttoujours dans leur ordre successif si elles sont toutes ou en partie présentes dans une couche de turbidite, c'est-à-dire qu'elles sont superposées comme suit: a-b-c-d; b-c-d, c-d,d. En utilisant ce critère mentionné ci-haut nous pouvons diviser les roches du flysch de la région de Nicolet en trois unités lithologiques distinctes qui sont dans l'ordre habituel comme suit:

Membre supérieur: des mudstones bigarrés

Membre médian: des mudstones gris-verdâtres interstratifiés avec des bancs granoclassés de coquina-gréseuse.

Membre inférieur: des mudstones gris-verdâtres interstratifiés avec des lamelles arénacées.

La puissance des membres inférieur et médian correspond à une épaisseur minimale car la séquence de chacun de ces membres est coupée par des failles contraires et conformes, l'effet des failles étant d'omettre des strates dans chaque séquence respectivement. La puissance minimale du membre

inférieur du flysch est de 4500 pieds dans la section de la rivière de Saint-François; celle du membre médian est de 3280 pieds dans la partie supérieure de la coupe de la rivière de Nicolet. L'épaisseur du membre supérieur du flysch est variable et comprise entre 50 et 580 pieds.

Le membre inférieur est constitué d'une suite monotone de mudstones interstratifiés avec des lamelles arénacées dans laquelle on rencontre à intervalle irrégulier et généralement espacé, quelques bancs de grès dolomitiques (photo #18). L'épaisseur moyenne des couches de mudstones est de un demi-pouce. Ce sont des mudstones sablonneux, non-calcareux; leur couleur est gris-verdâtre. Les lamelles arénacées sont également très minces, moins d'un pouce d'épaisseur, mais celles-ci montrent une, quelquefois deux, le plus souvent trois divisions internes (photo #19). Ces divisions sont superposées les unes sur les autres et elles apparaissent dans l'ordre, de la base au sommet de la lamelle, comme suit: des laminations parallèles, des laminations entrecroisées et d'autres laminations parallèles. La présence et l'ordre de superposition systématique des structures sédimentaires que nous venons d'énumérer pour chacune de ces lamelles arénacées indiquent que ces lamelles de grès sont des turbidites distales telles que Walker les a définies en 1965. Ces grès sont composés de grains angulés de quartz et de feldspath, sertis dans une matrice argileuse et légèrement calcareuse. Les bancs de grès dolomitiques montrent les mêmes divisions internes et ils sont de même composition que les lamelles arénacées déjà décrites, ne se différenciant de ces dernières que par une plus grandeépaisseur des couches et aussi par le fait qu'un grand nombre d'entre eux portent à leur semelle des structures sédimentaires telles que des flûtes et des cannelures. Les bancs de grès dolomitiques ont généralement

6 pouces d'épaisseur; quelques rares lits atteignent une puissance de 20 pouces. Ce sont des turbidites distales au même titre que les lamelles arénacées.

Un relevé sommaire d'une centaine de mesures de paléocourants prises sur les flûtes et les laminations entrecroisées des lamelles et des bancs de grès suggère que tous les matériaux arénacés du membre inférieur provenaient de l'E.

Le membre médian du flysch se compose lui aussi d'une séquence de mudstone interstratifiés avec des bancs de grès, mais contrairement aux grès de l'unité inférieure qui se présentent en couches minces et non-granoclassées et qui ne contiennent pas de matériaux fossilifères, ceux-ci sont en bancs épais, nettement granoclassés et ils sont riches en débris de fossiles (photos # 20, 21, 22 et 23). La présence systématique du granoclassement et de matériaux fossilifères dans les grès sert de critère de base pour différencier ces grès de ceux du membre inférieur. Le contact entre le membre inférieur et le membre médian est gradationnel car il se fait sur un intervalle de 500 pieds. Ce contact fut tracé sous le premier lit d'un paquet de couches dans lequel on remarque, pour chacune des couches, les deux critères énumérés ci-haut.

Les mudstones du membre médian se présentent en couches dont la puissance est comprise entre 1 et 12 pouces. Ces mudstones sont également gris-verdâtre et ils ressemblent à ceux que nous avons décrits pour le membre inférieur. Les bancs de grès interstratifiés avec les mudstones ont une puissance comprise entre 3 et 22 pouces, la majorité d'entre eux ayant près de 6 pouces d'épaisseur. Certains bancs sont lenticulaires, ces derniers sont plus minces que les précédents. Presque tous les bancs de grès montrent une division granoclassée à la base du lit, surmontée dans l'ordre

habituel par une ou plusieurs des divisions suivantes: des laminations parallèles, des laminations entrecroisées et des laminations parallèles (photos #21 et 22). La semelle de plusieurs bancs est couverte de flûtes, de cannelures ou de petits chenaux d'érosion (photos #23 et 24). La direction d'apport des matériaux constituant ces bancs de grès, donnée par la direction des flûtes et des laminations entrecroisées, est du S.

Les grès du membre médian du flysch sont les seuls qui ont la particularité de contenir un fort pourcentage de matériaux fossilifères. Etant de grande taille, ces matériaux ont nettement tendance à se concentrer dans la partie inférieure, granoclassée des bancs (photos #21 et 22). L'épaisseur de cette division granoclassée, riche en débris de fossile, varie d'un banc à l'autre, constituant dans certains lits moins de 50, dans d'autres plus de 50 pourcent du banc et, conséquemment, il en va de même pour la composition de la roche, certaines d'entre elles sont des grès tandis que d'autres sont des calcaires. Pour fin de description et aussi pour rendre le fait que ces roches sont des turbidites gréseuses renfermant un fort pourcentage de débris de fossiles, nous les avons appelées des coquina-gréseuses indépendamment de la proportion réelle de matériaux carbonatés qu'elles contiennent.

Les matériaux carbonatés sont essentiellement des fragments anguleux et arrondis de coquillages de fossiles. Ce sont des matériaux dont la taille moyenne et le degré d'émoussé semblent variés systématiquement de la base au sommet du membre. Dans la partie basale, la taille moyenne des matériaux organiques est d'un quart de pouce de diamètre, les fossiles sont brisés et les fragments sont angulés; dans la partie sommitale, la taille moyenne des mêmes matériaux est près d'un pouce de diamètre, les coquillages sont peu brisés et souvent ils sont complets. Par ordre d'abondance, les principaux

groupes de fossiles se répartissent comme suit:

très abondants: brachiopodes, trilobites, crinoides

communs: pélécypodes, gastéropodes, bryozoaires

rares: coraux, céphalopodes, algues.

Certains groupes de fossiles sont rencontrés à tous les niveaux du membre médian du flysch, c'est le cas des brachiopodes, des trilobites et des crinoides; d'autres apparaissent en abondance seulement vers la partie médiane du membre, ce sont les bryozoaires et les pélécypodes; enfin, un dernier groupe est rencontré presque exclusivement sur le sommet du membre, il s'agit des gastéropodes. La répartition des divers groupes de fossiles n'a pas été étudiée en détail lors de notre relevé géologique dans cette région et nous pensons qu'une telle étude devrait être effectuée.

Les matériaux fossilifères sont liés ensemble par du grès qui est en tout point semblable au grès de la partie supérieure des bancs. Il s'agit d'un grès à grains moyens liés ensemble par une matrice argilo-calcareuse. La fraction terrigène grossière consiste presque entièrement en du quartz.

Le membre supérieur du flysch comprend exclusivement des mudstones bigarrés de couleur verte et rouge. Cette unité repose en concordance sur la précédente; le contact entre les deux est net. Excepté pour la couleur, ces mudstones apparaissent à première vue homogènes, sans trace de litage. Toutefois, un examen plus approfondi révèle que cette roche se désagrège par endroits en forme de boules (photos #25), ailleurs en blocs le long de surfaces plus ou moins planes qui ne sont pas parallèles au plan de litage basal (photo #26). Les faces des boules aussi bien que les surfaces planaires portent une multitude de stries de glissement (photo #27). Il s'agit sûrement ici de structures syn-sédimentaires comparables à celles des cou-

lées d'argile et effectivement nous interprétons ce niveau supérieur du flysch comme étant une brèche d'écoulement. Les mudstones de cette brèche ne sont pas calcareux.

Age et corrélation

Nous avons levé 134 gîtes fossilifères dans les roches du flysch; plus du tiers des collections proviennent du membre inférieur, les autres collections ayant été prélevées dans la partie médiane. Le membre supérieur du flysch n'est pas fossilifère. Ces nombreuses collections de fossiles, représentant des faunes coquillières et des faunes à graptolites, ne sont pas encore identifiées et, par conséquent, il est urgent qu'elles soient examinées par des experts paléontologues pour vérifier les travaux lithostratigraphiques que nous avons effectués dans la région de Nicolet.

En se basant sur les travaux paléontologiques antérieurs de Foerste (1916) et de Clark (1964), nous attribuons provisoirement les roches du membre inférieur du flysch aux étages du Canajoharie et de l'Utica de l'Ordovicien moyen, et les roches des membres médian et supérieur aux étages d'Eden, de Maysville et de Richmond de l'Ordovicien supérieur. Dans ce contexte, le membre inférieur du flysch est mis en corrélation avec les carbonates des parties médiane et supérieure du Groupe de Trenton et les shales organiques de la Formation de l'Utica des Basses Terres du Saint-Laurent, et successivement, le membre médian du flysch est corrélatif avec les roches du Groupe de Lorraine et la Formation de Pontgravé appartenant à cette même séquence.

SEQUENCE REGRESSIVE AUTOCHTONE DU SYNCLINAL

Distribution

Les mudstones arénacés rouges interstratifiés avec des bancs de

grès de cette unité sont rencontrés exclusivement au N de la région de Nicolet. Les affleurements sont discontinus, mais dans leur ensemble, ils forment une bande orientée N50°E que l'on peut tracer assez facilement entre la bande du flysch et le fleuve de Saint-Laurent. Les meilleures coupes de cette unité sont situées dans les tronçons inférieurs des rivières de Saint-François et de Nicolet.

Structure et stratigraphie interne

Les roches de cette unité forment un grand synclinal à fond presque plat, orienté N50°E. Le pendage des couches de chacun des flancs de cette structure est inférieur à 15 degrés. Sur la rivière de Saint-François, les roches de la partie inférieure de l'unité sont plissées et faillées sur le flanc S du synclinal. Il s'agit ici d'un grand pli monoclinal incliné vers le NW. Les roches de l'unité et la structure monoclinale se termine brusquement vers le SW contre une faille transversale. Cette faille est responsable de la juxtaposition des roches du flysch contre les mudstones arénacés rouges que nous avons rencontrés dans cette coupe.

Aucun clivage ardoisier ne peut être observé dans les mudstones. Par contre, les diaclases y sont bien développées et leurs orientations correspondent exactement à celles que nous avons levées pour les roches du flysch (comparez les figures 3 et 4).

La section de la rivière de Nicolet est très incomplète mais, étant une section monoclinale, elle peut servir de section type pour décrire les roches de cette unité. La puissance de la séquence de mudstones rouges est d'au moins 900 pieds dans cette coupe. La séquence est uniforme de la base au sommet et elle consiste en des mudstones rouges en couches dont l'épaisseur est comprise entre 2 et 24 pouces, alternant avec des bancs de

14.1.7 Fm. Riv. Bécancour - Systèmes de diaclases

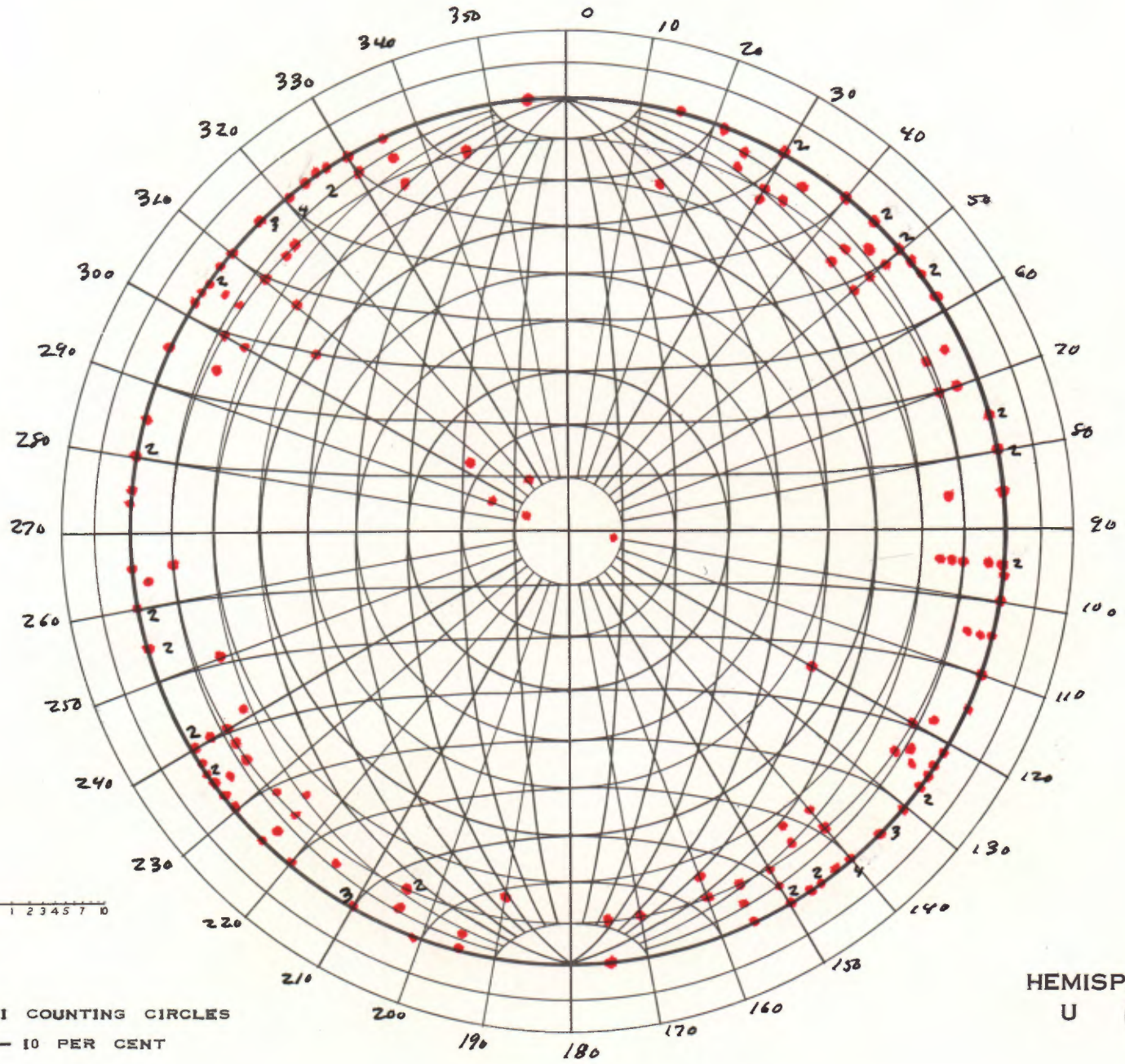
RN-326

LAMBERT EQUAL AREA
PLOT BY F. F. OSBORNE

LOCALITY { Baieville / Riv. Nicolet / Riv. Pont Gravé / Riv. St. François

NUMBER

DATE



RADII COUNTING CIRCLES
1 – 10 PER CENT

HEMISPHERE
U (L)

PLANAR STRUCTURES
- BEDS
- (JOINTS) 125
- DYKES
- VEINS
- LAYERS
- SCHIST
- MINERAL

AXES
- LINEATION
- AXES OF FOLDS
- AXES OF CRINKLES

MINERAL

Figure 4

grès de moins de 2 pouces d'épaisseur (photo #28). Les mudstones sont nettement arénacés; ils sont riches en hématite et en gypse. Plusieurs couches laissent voir des craquelures de dessication (photo #29). Les grès sont à grains fins ou moyens; ils sont composés de quartz, de feldspath, de fragments de pélites et, fréquemment, renferment un fort pourcentage de crystaux ou de pseudomorphes de gypse (photo #30). Les minces bancs de grès montrent des laminations parallèles ou entrecroisées de même que des rides d'oscillation et de courants. La présence et la fréquence des craquelures de dessication et l'abondance du gypse dans les mudstones et les grès de cette unité indiquent clairement que ces roches appartiennent à une séquence régressive.

Aucun fossile fut récolté dans ces roches et, comme Clark (1964), nous attribuons celles-ci à l'étage du Richmond de l'Ordovicien supérieur. Cette unité correspond en grande partie à la Formation de Bécancour définie par Clark en 1964.

ANALYSE STRATIGRAPHIQUE

Les travaux que nous avons effectués dans la région de Nicolet mettent en lumière des changements marqués dans les lithologies et dans la puissance des unités entre les roches de l'Ordovicien moyen et supérieur des Basses Terres du Saint-Laurent d'une part, et celles du milieu de transition appartenant aux Appalaches, d'autre part. Nous avons montré, en effet, qu'une partie de la série des carbonates et shales des Basses Terres doit passer latéralement vers le SE, sur une distance d'une dizaine de milles, à un assemblage de flysch terrigène-calcaire. Le développement du faciès flysch dans la zone de transition entre les Basses Terres et les Appalaches coïncide avec une augmentation nette dans la puissance des unités contemporaines de ce secteur car celle-ci, qui était de 3000 pieds dans la série de carbonates-shales des puits de Laduboro à Baieville, augmente à plus de 12,800 pieds dans l'assemblage du flysch. Il faut noter également que le faciès du flysch transgresse durant l'Ordovicien moyen moyen, du SE vers le NW, sur les carbonates des Basses Terres du Saint-Laurent. Dans la zone de transition, le flysch repose partout sur une séquence de carbonates et de grès d'âge Ordovicien inférieur et moyen inférieur. Les relations stratigraphiques entre les roches des Basses Terres du Saint-Laurent et celles du flysch dans les écailles parautochtones et allochtones de la zone de transition sont montrées dans le tableau II.

Les informations stratigraphiques et sédimentologiques que nous avons présentement nous permettent de concevoir deux modèles de bassins sédimentaires pour les roches de la région de Nicolet. Nous ne pouvons dire à ce stade-ci lequel de ces deux modèles est les plus véridique et il

nous manque trop d'informations stratigraphiques et sismiques pour faire un choix judicieux. Les deux modèles se ressemblent, tout au moins durant les époques du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien inférieur et moyen inférieur, et ils ne se différencient l'un de l'autre que durant les époques de l'Ordovicien moyen moyen et moyen supérieur. Les deux modèles demandent une base semblable et exigent le développement d'une très grande plateforme stable en bordure d'un craton où s'accumulent des grès, des carbonates et des shales d'âge Cambrien supérieur et Ordovicien inférieur et moyen inférieur. Dans la région de Nicolet, ces roches accumulées sur une plateforme stable, sont représentées par les grès de Postdam, les dolomies et les grès de la Formation de Beekmantown, et les calcaires du Chazy. Du début de l'Ordovicien moyen moyen jusqu'à la fin de l'Ordovicien moyen supérieur, la stabilité tectonique du milieu change drastiquement car la partie SE de la plateforme doit s'enfoncer rapidement pour recevoir quelques 12,800 pieds de sédiments de type flysch tandis que des carbonates s'accumulent lentement dans la partie NW. Cette subsidence peut s'expliquer par deux mécanismes différents: 1) un taux de subsidence beaucoup plus grand dans la partie SE de la plateforme que dans la partie NW, donnant comme résultat une surface dont le profil dessine un grand arc convexe vers le haut ou 2), le développement d'un réseau de failles normales synsédimentaires dont le jeu permet de créer des fossés de type graben sur la partie SE de la plateforme, constituant ainsi une surface en escalier. Selon la première hypothèse, les roches du flysch se rattachent et elles s'interdigitent avec les carbonates des Groupes de Black River et de Trenton des Basses Terres du Saint-Laurent. La puissance des roches contemporaines de ces faciès augmente graduellement du NW vers le SE, en fonction du taux de subsidence de la plateforme instable. Selon la deuxième hypo-

thèse, les roches du flysch s'empilent rapidement dans les fossés tandis que les carbonates des Groupes de Black River et du Trenton s'accumulent lentement sur les hauts-fonds et à la périphérie du bassin. Même si ces deux faciès sont contemporains, les roches du flysch ne se rattachent pas directement aux carbonates de la plateforme à l'exception de certains endroits où, après le remplissage d'un ou de plusieurs fossés, les roches du flysch pourraient s'interdigiter avec les carbonates. La puissance des faciès accumulés à un endroit donné sur la plateforme est proportionnelle au rejet incliné des failles normales et elle est caractérisée par des accroissements considérables dans l'épaisseur des formations en des points situés de part et d'autre de ces failles.

Il est important de noter que l'instabilité tectonique et l'enfoncement de la plateforme du Saint-Laurent en bordure W des Appalaches coïncide avec l'élévation et la dénudation d'une partie du géosynclinal appalachien, les Monts Taconiques, durant l'Ordovicien moyen et supérieur. Ces phénomènes sont suggérés par la nature terrigène des roches de la séquence flyschoïde et du flysch de la zone de transition entre les Appalaches et les Basses Terres du Saint-Laurent. Nous avons en effet montré que, durant l'époque de l'Ordovicien moyen moyen, les matériaux de la partie inférieure du flysch et de la séquence flyschoïde proviennent de l'E, et que cette dernière séquence renferme trois brèches de glissement ainsi que l'allochtone de Sillery. Tous ces matériaux proviennent du milieu appalachien et ils se sont accumulés dans l'axe d'une fosse située en bordure W des Monts Taconiques. Les matériaux plus grossiers et riches en fragments de carbonates de la partie médiane du flysch, provenant du SE et du S, ont comblé la fosse et, éventuellement, ils ont débordé celle-ci pour couvrir égale-

ment les carbonates de la plateforme durant l'Ordovicien moyen supérieur et supérieur. Finalement, le tout se termine par un épisode d'autodestruction des couches nouvellement accumulées tel que le suggèrent les coulées d'argiles du membre supérieur du flysch et la séquence régressive de mudstones arénacés rouges d'âge Ordovicien supérieur.

MODELE TECTONIQUE

Les grands éléments tectoniques que nous avons décrits dans les roches de la région de Nicolet, successivement du NW vers le SE, un grand synclinal plat, suivi par un grand flanc nomoclinal plissé et faillé, ensuite une série d'écailles imbriquées, cadrent parfaitement avec la notion d'une zone de piedmont en bordure de la chaîne appalachienne au Québec. Cette zone de piedmont ressemble en plusieurs points à celle décrite par plusieurs auteurs dont Rodgers (1970) pour les Appalaches du Sud. Dans ce contexte, les roches du grand synclinal des Basses Terres du Saint-Laurent étant autochtones et situées sur la plateforme stable, correspondent assez bien aux roches du Plateau appalachien des Appalaches du Sud. Les roches du grand flanc monoclinal plissé et faillé forment, dans leur ensemble, une structure comparable à celle du Great Valley de la Pennsylvanie car les couches du monoclinal, qui étaient faiblement inclinées en bordure du synclinal, se renversent complètement contre la zone des écailles. Ces roches sont en partie autochtones et en partie parautochtones. Enfin, la série d'écailles imbriquées regroupent les roches allochtones et cette zone se compare

assez bien avec celle du Valley and Ridge des Etats de Virginie.

Le style des plis et la nature des failles que nous avons décrits dans les roches de la région de Nicolet exigent que ces éléments tectoniques soient limités en profondeur par une grande zone de décollement. Sur le flanc S du synclinal de Nicolet, le plan de décollement est situé près ou dans la partie supérieure du flysch, c'est-à-dire dans des roches datées comme Ordovicien supérieur (voir les coupes des rivières de Nicolet et de Saint-François). A la bordure SE du premier segment que nous avons décrit sur le flanc monoclinal plissé et faillé, le plan de décollement doit nécessairement passer sous les roches de la partie médiane du flysch et, conséquemment, il doit se situer dans les roches datées comme Ordovicien moyen supérieur. Enfin, le plan de décollement doit également passer sous les roches les plus vieilles de l'écaille de Saint-Joachim car celles-ci sont impliquées dans le chevauchement c'est-à-dire, qu'il doit se situer ici dans des roches datées comme Ordovicien moyen moyen. On remarque donc que, du NW vers le SE, le plan de décollement change systématiquement de niveau stratigraphique et qu'il utilise des niveaux de plus en plus profonds pour chacune des trois grandes structures identifiées dans cette région. Ce comportement du plan de décollement dans les roches du flysch de la région de Nicolet est très important pour la construction des profils tectoniques car, chaque fois que celui-ci change de niveau stratigraphique pour utiliser un niveau plus profond, nous pouvons déduire qu'au moins une partie des roches de ce niveau plus profond sont impliquées dans un chevauchement. Vu que les affleurements du flysch de la région de Nicolet consistent surtout en des bouts de section constitués de roches semblables et difficiles

à rattacher les uns aux autres, nous avons utilisé le principe énoncé ci-haut pour construire nos profils tectoniques et pour montrer sous forme schématique la tectonique de cette région.

Les roches des Basses Terres du Saint-Laurent et de la zone limitrophe entre celles-ci et les Appalaches ont tout probablement été plissées et faillées lors de l'orogénie Taconique qui a affecté les roches du secteur W appalachien durant l'Ordovicien moyen et supérieur. Il faut donc conclure que les principaux pièges structuraux que l'on pourrait rencontrer dans cette région, sont précoces et qu'ils se sont formés peu de temps après la sédimentation du flysch.

POSSIBILITES PETROLIERES

Les roches de la région de Nicolet offrent un espoir mitigé, du moins en surface, au point de vue de la géologie du pétrole, car les roches perméables, que l'on pourrait considérer comme réservoirs saturés en hydrocarbures, sont rares dans les assises que nous avons examinées. Il est encourageant de noter, toutefois, que les roches-mères, c'est-à-dire celles qui sont les plus riches en matière organique, sont rencontrées à la base du flysch aussi bien dans l'écaille de Saint-Joachim au SE que dans le synclinal de Nicolet au NW. Vu que les roches-mères sont situées à la base du flysch et que ce faciès transgresse, du SE vers le NW, sur les carbonates des Groupes de Black River et de Trenton, on peut raisonnablement supposer que les roches riches en matière organique s'interdigitent avec et qu'elles couvrent toute la plateforme formée par les carbonates d'âge Ordovicien moyen moyen. Etant donné que les carbonates, les roches riches en matière organique et celles du flysch sont

toutes impliquées dans des chevauchements sur le grand flanc monoclinal de la région de Nicolet, il est probable qu'en certains endroits le long de cette grande structure, les "réservoirs carbonatés de la plateforme" aient chevauché sur les lits-sources, créant possiblement des structures favorables à la migration verticale des hydrocarbures dans ces réservoirs. On peut raisonnablement supposer aussi une migration latérale précoce des hydrocarbures, des roches-mères situées au SE à leur équivalent latéral sur la plateforme, les carbonates des Groupes de Black River et de Trenton au NW.

Une grande structure anticlinale en bordure du synclinal de Nicolet possède une fermeture suffisante au contact inférieur du membre médian du flysch pour être considérée comme un excellent piège. Cette structure fut déjà prospectée d'ailleurs par la South Shore Oil Lands Limited, puits N^{os} 1 et 2, (Deblois, 1959). Il existe d'autres structures semblables sur le grand flanc monoclinal de la région de Nicolet mais, pour aucune de celles-ci, nous ne connaissons la fermeture probable pour un niveau stratigraphique particulier.

Plusieurs lithologies du flysch contiennent des hydrocarbures gazeux et bitumineux mais aucune d'entre elles ne peut être considérée comme des réservoirs de grandes étendues. C'est le cas des coquina-gréseuses, des mudstones noirs et des grès dolomitiques qui, lorsqu'ils sont fraîchement brisés, donnent une odeur fétide en laissant échapper des gaz. Ces lithologies se présentent en bancs de quelques pouces d'épaisseur, séparés les uns des autres par de minces couches de pélites imperméables, et elles ne peuvent être, par ce fait, considérées comme de bons réservoirs. Dans des conditions favorables, comme celles pouvant existées dans les zones cisaillées des chevauchements, ces lithologies seraient

fracturées et possiblement perméables (perméabilité de fracture), les rendant alors fort intéressantes comme réservoirs. Nous pouvons faire le même raisonnement pour les carbonates de la plateforme des Basses Terres du Saint-Laurent car ces roches, comme celles du flysch, se présentent en bancs minces séparés par des couches argileuses et elles sont impliquées, elles aussi, dans les chevauchements.

REFERENCES CITEES

Bergstrom, S.M. (1971): Correlation of the North Atlantic Middle and Upper Ordovician Conodont Zonation with the Graptolite Succession; in Colloque Ordovicien-Silurien, Brest, Sept. 71, Mém. BRGM N° 73, pp. 177-198.

Chagnon, A. (1971): Sédimentologie des claystones rouges et verts du faciès flysch des Appalaches du Québec; thèse de M.Sc. non-publiée, Un. de Montréal, 101 p.

Clark, T.H. (1964): Rapport géologique de la Région de Yamaska-Aston; M.R.N. Qué., Rapp. Géol. N° 102, 208 p.

Clark, T.H. (1970): Carte géologique de la Région de Granby; M.R.N. Qué., carte non-publiée.

Deblois, R. (1959): Renseignements concernant les puits forés pour le gaz et le pétrole dans la région des Basses-Terres du Saint-Laurent; Min. des Mines, Qué., S-49.

Foerste, A.F. (1916): Upper Ordovician Formations of Ontario and Quebec; Com. Géol. Can., Mem. 83.

Globensky, Y. (1969): Cartes géologiques de la région de Drummondville; M.R.N. Qué., Rapp. géol. N^{os} 569-570.

Hubert, C. (1965): Stratigraphy of the Quebec Complex in the l'Islet-Kamouraska area, Quebec; thèse de Ph.D., Univ. McGill, Montréal.

Hubert, C., Lajoie, J. et Léonard, M.A. (1970): Deep sea sediments in the Lower Paleozoic Quebec Supergroup; Geol. Assoc. Can., Spec. Pap. N^{O} 7, pp. 103-125.

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 Chaudiere River, Quebec; Geol. Surv. Can. Prog. Rept. 1847-48, pp. 5-92.

Ramsay, J. (1967): Folding and Fracturing of Rocks; McGraw Hill, Toronto, 555 p.

Riva, J. (1969): Middle and Upper Ordovician Graptolite Faunas of St. Lawrence Lowlands of Quebec, and of Anticosti Island; in North Atlantic-Geology and Continental Drift, ed. by Kay, AAPG Mem. 12, pp. 513-556.

St-Julien, P. (1970): Carte Géologique de la région de Québec; M.R.N. Québec, carte non-publiée.

Walker, R. (1965): The Origin and Significance of the Internal Sedimentary Structures of Turbidites; Yorkshire Geol. Soc., Proc., Vol. 35, pp. 1-32.

Walker, R. (1967): Turbidite Sedimentary Structures and their Relationship to proximal and distal Depositional Environments; J. Sed. Pet., Vol. 37, pp. 25-43.

Williams, H. (1969): Pre-Carboniferous Development of Newfoundland Appalachians. in North Atlantic Geology and Continental Drift. Ed. by Kay, AAPG. Mem. 12, pp. 32-58.

Zen, E-an, (1968): Nature of the Ordovician Orogeny in the Taconic Area; in Studies of Appalachian Geology. Ed. by Zen, White, Hadley and Thompson, John Wiley & Sons, Toronto.

Rodgers, J. (1970): The Tectonics of the Appalachians; John Wiley & Sons, Toronto.

PHOTOS

Photo # 1



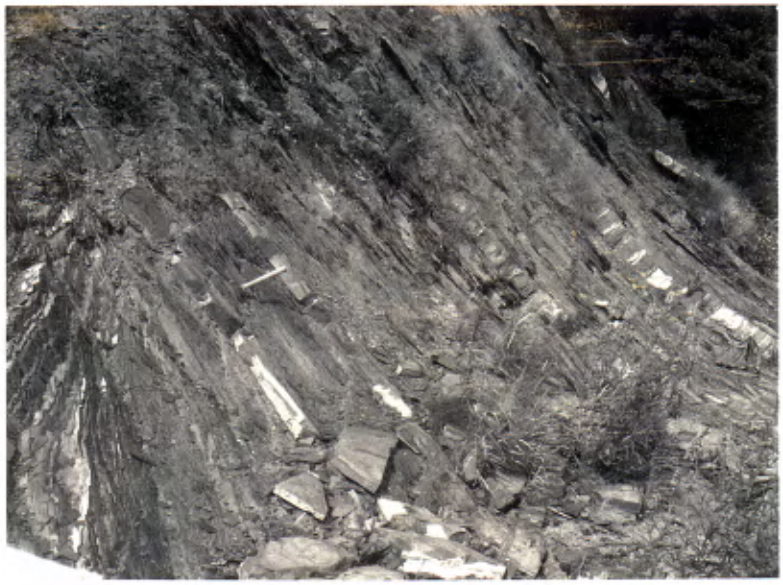
Lits contournés et boudinés dans les argilites du Groupe de Sillery, Rivière de Nicolet.

Photo # 2



Termes gréseux intercalés dans les mudstones rouges du Groupe de Sillery, Rivière de Nicolet.

Photo # 3



Mudstones noirs interstratifiés avec des bancs de grès dolomitiques et de dolomies arénacées. Rivière de Saint-François.

Photo # 4



Diaclases ouvertes et remplies par de la dolomite dans les bancs de grès dolomitiques. Rivière de Saint-François.

Photo # 5



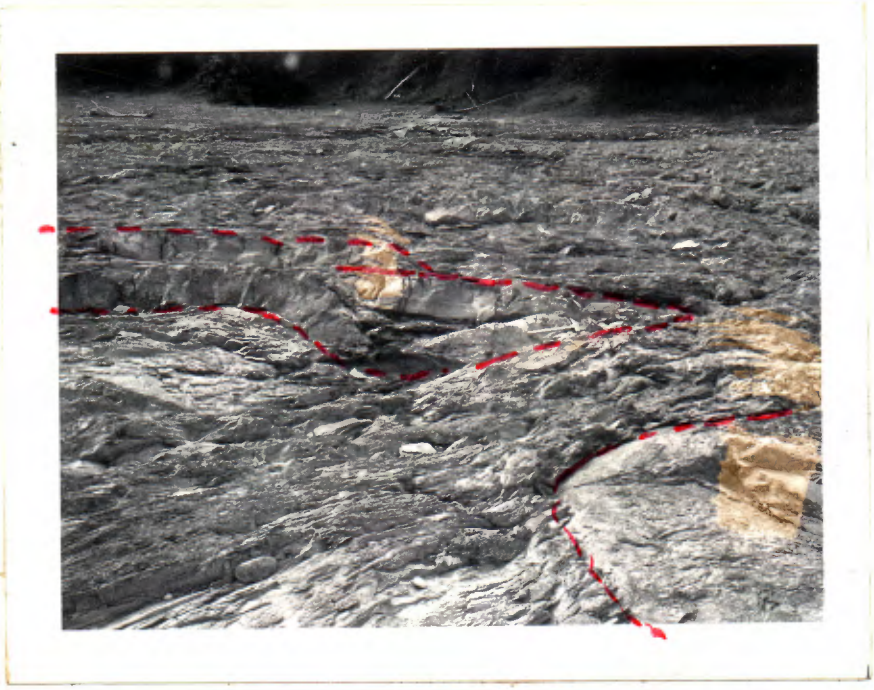
Géodes allongées dans le plan des diaclases. Certaines de ces géodes renferment de la matière bitumineuse noire. Rivière de Saint-François.

Photo # 6



Structure fluidale de la matrice argilacée. Rivière de Bécancour.

Photo # 7



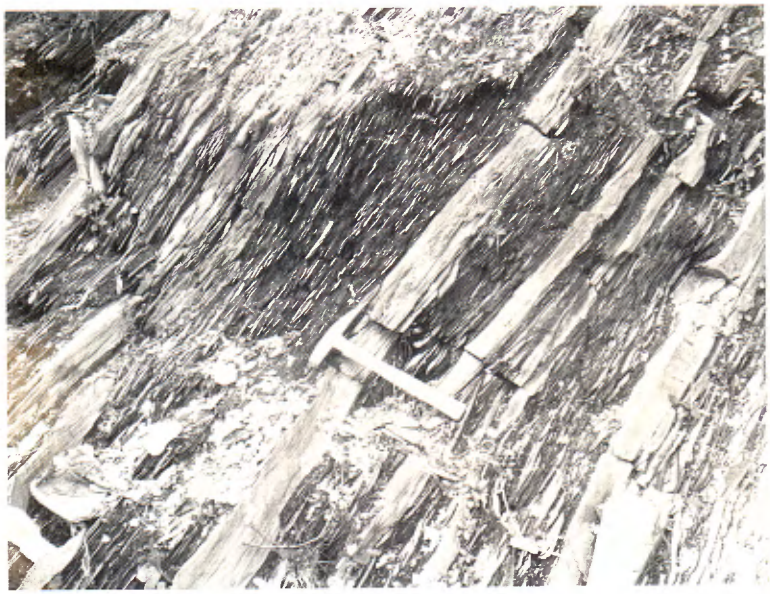
Plis couchés dont l'axe descend dans la même direction que le pendage des couches. Notez que le clivage ardoisier recoupe les deux flancs des plis couchés. Rivière de Bécancour.

Photo # 8



Grands boudins constitués de grès identiques aux grès de Sillery dans une matrice argileuse noire. Rivière de Sainte-Brigitte-des-Saults.

Photo # 9



Bancs de grès et de dolomies intercalés dans des mudstones noirs. Rivière de Bécancour.

Photo # 10



Blocs de grès dolomitiques et de dolomies arénacées dans le premier niveau de brèches de la séquence flyschoide. Rivière de Bécancour.

Photo # 11



Olistolithe de calcaire rubanné dans le premier niveau des brèches de la séquence flyschoide. Rivière de Bécancour.

Photo # 12



Blocs et olistolithes de grès dolomitiques, de dolomies, cherts et agglomérats (en avant-plan à droite) dans le deuxième niveau de brèches de la séquence flyschoide. Rivière de Bécancour.

Photo # 13



Vue vers le SW du segment simple du grand flanc monoclinal plissé et faillé. Rivière de Nicolet.

Photo # 14



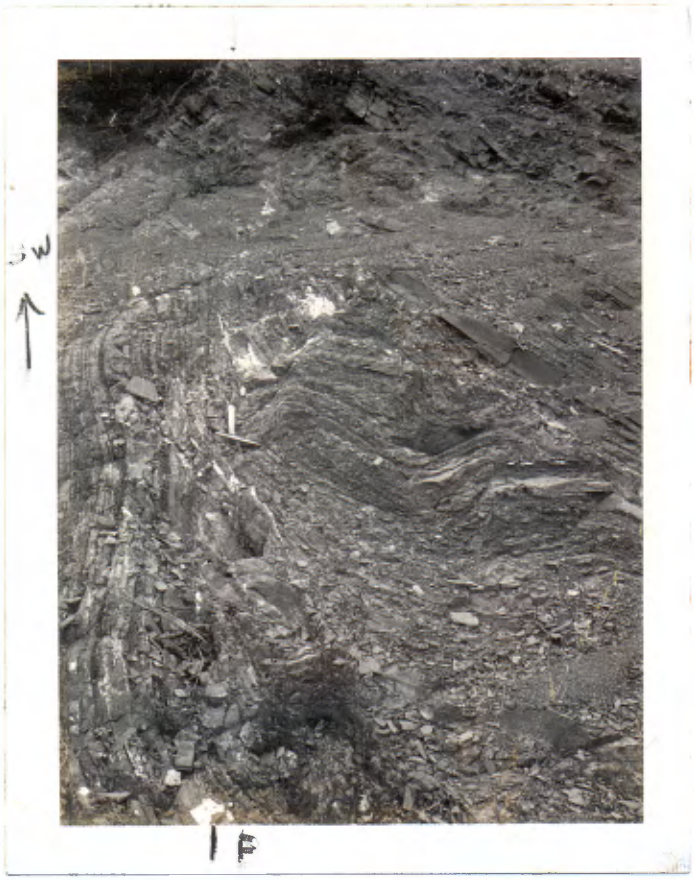
Charnière d'un grand pli asymétrique du grand flanc monoclinal plissé et faillé. Rivière de Nicolet.

Photo # 15



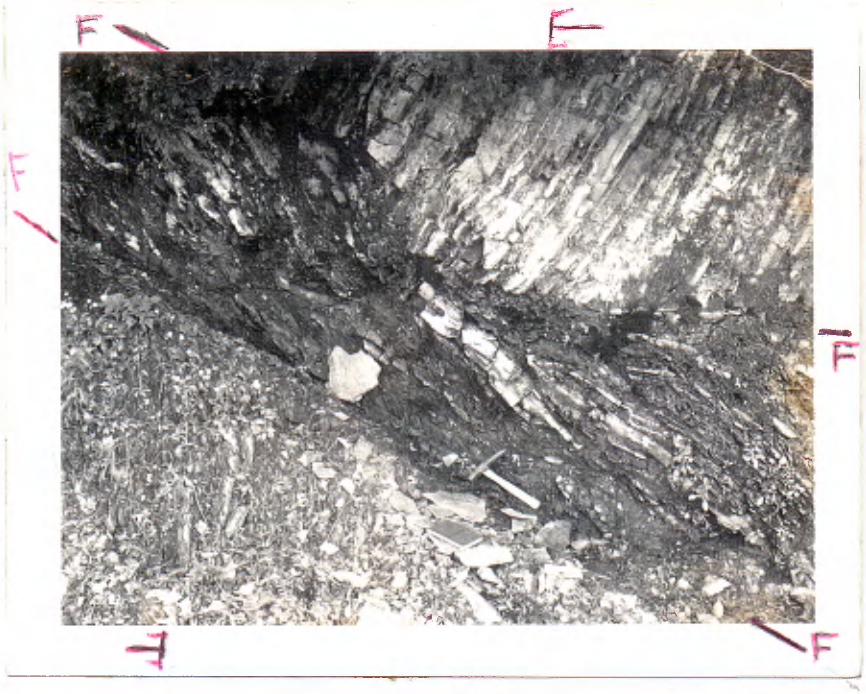
Plis parasite asymétrique dont le flanc court est faillé. Séquence renversée de la partie SE du flanc monoclinal. Rivière de Saint-François.

Photo # 16



Faille longitudinale dans la charnière d'un pli parasite. Rivière de Nicolet.

Photo # 17



Faille longitudinale majeure. Notez que la polarité des strates du toit est à l'opposé de celle du plancher. Rivière de Saint-François.

Photo # 18



Membre inférieur du flych: mudstones alternant avec des lamelles arénacées (couleur foncée et pâle respectivement). Rivière de Nicolet.

Photo # 19



Membre inférieur du flysch, détail de la photo # 18.

Photo # 20



Membre médian du flysch: mudstones interstratifiés avec des bancs de coquina-gréseuses. Rivière de Nicolet.

Photo # 21



Membre médian du flysch: vue approchée des bancs granoclassés de coquina-gréseuses. Rivière de Nicolet.

Photo # 22



Membre médian du flysch: vue approchée d'un banc granoclassé de coquina-gréseuses. Rivière de Nicolet.

Photo # 23



Membre médian du flysch: excellentes flûtes sur la semelle des bancs de coquina-gréseuses. Rivière de Nicolet.

Photo # 24



Membre médian du flysch: notez l'irrégularité de la semelle inférieure des bancs de coquina-gréseuses, ces structures correspondent à des cannelures et à de petits chenaux d'érosion dont les axes sont orientés perpendiculairement à la photo. Rivière de Nicolet.

Photo # 25



Membre supérieur du flysch: désagrégation en boules du mudstone bigarré. Rivière de Saint-François.

Photo # 26



Membre supérieur du flysch: désagrégation en blocs le long de plans non-parallèles au litage. Rivière de Saint-François.

Photo # 27



Membre supérieur du flysch: séries de glissement sur les plans mentionnés à la photo # 26. Rivière de Saint-François.

Photo # 28



Séquence régressive autochtone: mudstone arénacé rouge alternant avec des grès en couches très minces. Rivière de Nicolet.

Photo # 29



Excellentes craquelures de dessication dans les couches de mudstones arénacés rouges. Rivière de Saint-François.

Photo # 30



Crystaux et pseudomorphes de gypse dans les minces bancs de grès interstratifiés avec les mudstones arénacés rouges. Rivière de Nicolet.

RAPPORT PRELIMINAIRE DE LA GEOLOGIE DE LA REGION DE NICOLET

Tectonique

Les roches de la région forment dans leur ensemble un fond synclinaire d'orientation NSOE, à fond presque plat, et dont le flanc sud-est est intensément plissé et faillé et qui est suivi au sud par la superposition de trois écailles imbriqués vers le nord-ouest. Un relevé de la porosité des strates de même que l'ensemble des plis porosites et des plis asymétriques de second ordre (longueur d'onde de 2000 à 4000 pieds) démontrent hors de tout doute qu'une grande partie des roches du "Complexe de Saint-Germain" promet, dans leur ensemble, un grand flanc homoclinal ayant une porosité sur le nord-ouest. Cet homoclinal est intensément cisaillé par un grand nombre de failles inverses qui ont pour effet soit de répéter, soit d'arrêter des parties de séquences stratigraphiques présentes dans cette structure. Plusieurs failles inverses sont localisées dans les charnières des plis, elles correspondent à des plans de décollement reliés aux structures plissées de cet homoclinal.

La porosité des strates et les plis porosites dans les trois écailles situées au sud de l'homoclinal démontrent que les roches constituant ces écailles ont une porosité généralisée vers le sud et de fait ces roches ne sont plus rattachées en correspondance stratigraphique avec celles du synclinalium et de son flanc homoclinal.

Les plis parosites et les plis de second ordre sont asymétriques ayant respectivement des longueurs d'onde entre 2 et 15 pieds d'une part, et de 2000 à 4000 pieds d'autre part. Ce sont des plis mixtes, montrant surtout une forte ressemblance avec les plis concentriques. Les couches compétences préservent une épaisseur orthogonale constante dans la charnière, mais certaines des couches incompétentes ont fluées dans les crêtes anticlinales ou fosses synclinales. Tous les plis montrent des plans de décollement lorsque les surfaces plissées sont situées hors du rayon de conebure des plis.

...

Les plis pacosites s'intègrent pour former des plis de second ordre ayant une plus grande longueur d'onde. Ces derniers s'emboitent eux-mêmes pour former de grands flancs homoclinals. Les axes de ces plis sont d'orientation N50°E; la plongée est tantôt vers le nord-est, tantôt vers le sud-est. Certains plis ont une double plongée et forment successivement de petites structures en dômes et bassins.

Les failles sont regroupées en deux groupes, les failles inverses reliées aux plans de décollement des structures plissées et les failles transversales. Les failles inverses de l'Homoclinal ont généralement des séparations courtes et elles forment une série d'écailles parauthothones dans le "Complexe de Saint-Germain". Dans les écailles de Saint-Joachim, du wildfysch et du klippe de Silleux, ce sont de grandes failles de chevauchement responsable de la juxtaposition de faciès de milieu éloigné sur les roches du flysch. Les failles inverses ont généralement une orientation assez constante dans toutes les régions; celles-ci sont orientées entre N10°E et N60°E, leur pendage est généralement élevé, 80° vers le Sud; certains par contre n'ont qu'un pendage de 20°, aussi vers le Sud.

Les failles transversales sont généralement reliées aux failles inverses des structures plissées et fréquemment, elles s'intègrent et disparaissent dans ces dernières. Il s'agit donc de failles nettement reliés à des décollements. On y a relevé deux groupes distincts, un premier groupe très commun, d'orientation N20°E. Leur pendage est le plus souvent vertical. Les diaclases sont très communes dans tous les groupes de roches de la région. Partout elles se regroupent en système correspondant avec les structures plissées. Les sets les plus communs sont les diaclases du plan AC, orientés N140°, et celles qui sont parallèles à l'axe b des structures plissées, d'orientation N55°E et à pendage variable. Toutes les diaclases sont fermées et étanches excepté pour celles de l'écaille de Saint-Joachim. Dans ce dernier cas, les diaclases sont ouvertes, de 1 à 2 pouces, et elles sont en partie remplies par de la calcite et un peu de quartz, de même que par une matière alsaplétique, anthoxylite. La porosité et la perméabilité semblent assez élevés dans ces diaclases, car des géodes de 2 à 12 pouces de longueur sont communes. Malheureusement, ces diaclases se terminent abruptement à la base et au sommet des couches compétentes et elles ne se prolongent pas dans les couches incompétentes.

...

Les seules roches de la région de Nicolet qui montrent un bonclinage ardoisier sont celles des écailles de Saint-Joachim, du wildflysch et du Silleux. Nous n'avons observé aucun clinage dans les roches du "complexe de Saint-Germain", par contre la fissilité parallèle aux couches est nettement développée dans les mudstones.

Stratigraphie

Nous avons divisé les assises rocheuses de la région de Nicolet en quatre grandes unités lithostratigraphiques distinctes. Ces quatre grandes divisions de même que leurs subdivisions internes sont données dans le tableau des opérations. Ces unités se présentent successivement du Sud vers le Nord et elles sont, dans l'ordre habituel comme suit:

1.- Klippe du Groupe de Silleux - Séquence allochthone de provenance appalachienne. Une séquence flyschaide composée de mudstones rouges et alternant avec des termes glèseux et conglomératiques. Age cambro-ordovicien inférieur.

2.- Ecaille de Saint-Joachim et wildflysch. Séquence allochthone de provenance du milieu de transition entre les Basses Terres du Saint-Laurent et les Appalaches. Une séquence flyschoide néo-autochthone et wildflysch; il s'agit d'une séquence stratigraphique normale de mudstone noirs interstratifiés avec des grès lithiques, des grès dolomitiques, et des dolomies ar.bac.esm qyu akterbe avec des niveaux de brèches wildflysch. Age ordovicien moyen.

3.- Séquence en partie autochthone et en partie parautochthone, ces divers éléments étant divisés d'un milieu moins éloigné que les précédents. Une séquence flysch composée de mudstone gris verdâtre interstratifié avec des bancs classés d'une coquinoide à la base à un grès fin au sommet. puissance de 2,000 pieds de grès et de coquine. Cette séquence peut se diviser en quatre parties comme suit:

...

a) des mudstones ligallée montrent des structures d'éboulement; de 50 à 1000 pieds d'épaisseur;

b) faciès à coquinoides - des mudstones gris - rudâtre interstratifié avec des bancs classés d'une coquinoide à la base à un grès laminé au sommet. Puissance de 2100 pieds;

c) faciès à tribidites distales - des mudstones gris - rudâtres, interstratifiés avec des lamelles alénacées minces, de 2,000 à 4,000 pieds. d'épaisseur dépendant des répétitions qui pourront y être relevées;

d) faciès à tribidites grise - dolomitiques - des mudstones gris interstratifiés avec des bancs de grès lithiques et des grès dolomitiques. Les grès se présentant irrégulièrement dans la séquence, plus de 3,000 pieds d'épaisseur?
Age ordovicien moyen supérieur et ordovicien supérieur.

4.- Séquences régressive autochthone. Séquence de mudstone avec spendonoephe de gypse, puissance de plus de 1,000 pieds.
Age ordovicien supérieur.

Considérations stratigraphiques

1.- Il n'y a pas de carbonate de plateforme affleurant dans le "Complexe de Saint-Germain".

2.- Le "Trenton moyen et supérieur" des étages Coboney et Sheeman Falls sont représentés par un flysch à mudstone mais et grès dolomitiques et des brèches au sud de la région.

3.- Il est probable que le trenton inférieur, le Chegy et le Beck mentionne soient sous la forme des écailles car on peut retrouver des lithologies ressemblant aux assises de ces formations dans les blocs des brèches wildflysch dans le sud de la région de Nicolet.

...

Considérations sédimentologiques

Le mode du remplissage du flysch peut être cinder en deux parties. Tout le flysch inférieur fut affecté longitudinalement à l'axe de la fosse de sédimentation, tandis que le flysch supérieur, le faciès à coquinoides, l'a été transversalement.

Il y eut à l'ordovicien supérieur, un débouchement des sédiments de la fosse flysch que les carbonates de la plateforme de type Trenton autrement que comme blocs dans le wildflysch qui se présente en bordure sud du complexe.

Nous pensons avoir découvert un moyen physique assez simple pour nous localiser à l'intérieur du flysch. Nous utilisons des relyonthomogrammes basées sur la présence de coquina que l'on rencontre en grande profusion à divers niveaux stratigraphiques de ce flysch. Ces coquinas se présentent presque toujours à la base de lits de grès transclassés et elles représentent surement l'apport soudain et périodique de matériaux carbonatés dans cette séquence de turbédites. Les coquinas devraient être assez facile à observer dans les chips de forage, et je pense qu'avec cette tectonique, il sera assez facile de corréler les roches du flysch d'un puits à un autre et de savoir où nous en sommes dans le bassin.

Les déterminations paléontologiques faites sur les roches du Lorraine posent un problème aigu. Il est en effet remarquable de noter que presque tous les fossiles identifiés par T.H. Clark et d'autres paléontologues proviennent des coquinas. Ces fossiles sont évidemment allochthones et c'est pour cette raison je pense que l'on retrouve les mêmes fossiles sur plusieurs centaines de pieds d'épaisseur. D'autres part, nous avons noté une deuxième faune, indigène celle-là, qui consiste en des trilobites et brachiopodes seulement, et qui se rencontrent presqu'exclusivement dans les mudstones et shales interstratifiés avec les turbidites. Ces fossiles autochthones sont des plus intéressants, et devraient fournir de précieux renseignements pour la biostratigraphie.

Bien à toi,

Claude.

ETUDE PETROGRAPHIQUE DES ECHANTILLONS

Les 40 échantillons qui ont été étudiés jusqu'à date proviennent en majorité de la rivière Bécancour (de la localité-type du membre de Breault jusqu'au Wildflysch). Le reste provient surtout de la molasse qui affleure à Baieville et sur les trois autres rivières.

L'ensemble se divise en trois groupes homogènes, à savoir:

- La Molasse (Fm. Riv. Bécancour)
- Le Flysch
- L'écaille de St-Joachim

Le Flysch lui-même a été redivisé en deux parties: les grès et les coquinas, et ceci pour donner une idée plus précise de la roche de fond propre aux grès et aux coquinas. En effet, dans les deux parties, la partie gréseuse est identique tant dans sa texture que dans sa minérologie. Quant à la quantité de fossiles il n'y a pas de bris marqués: la transition est continue.

Pour chaque groupe des tableaux synoptiques ont été fait afin de donner une meilleure idée de l'homogénéité et/ou de la variance à l'intérieur de chaque groupe. Un examen mégascopique et microscopique synthétique, suit ces tableaux.

Chaque échantillon a été étudié en lame mince et en surface polie. La classification de Gilbert ('55) a servi pour les grès, tandis que celle de Dunkan était utilisée pour les coquinas.

ECHANTILLONS GROUPES PAR RIVIERE, DU NORD AU SUD

/. Bécancour:	H 77-46	Riv. Nicolet:	H 27-8
	H 77-45		
	H 77-44		H 72-27
	H 77-43		H 72-26
	H 77-42		H 72-25
	H 77-41		H 72-23
	H 77-40		
	H 77-39	Riv. Pontgravé:	H 13-3
	H 77-38		H 13-5
	H 78-48	Riv. St-François:	H 51-12
	H 78-49		H 53-13
	H 78-50		
	H 78-51	Baieville:	H 1-1
	H 78-52		H 9-
	H 78-53		
	H 76-37		
	H 76-36		
	H 65-15		
	H 65-16		
	H 65-17		
	H 67-19		
	H 68-22		
	H 71-22		
	H 73-28		
	H 73-29		
	H 73-30		
	H 73-31		
	H 73-32		
	H 73-33		

REGROUPEMENTS PROPOSES

Molasse:	H 27-8
	H 13-3
	H 13-5
	H 1-1
	H 9-
Flysch-Grès:	H 78-50
	H 78-53
	H 65-16
	H 65-17
	H 67-19
	H 68-22
	H 72-26
	H 72-23
	H 51-12
Coquina:	H 77-46
	H 77-45
	H 77-44
	H 77-43
	H 77-42
	H 77-41
	H 77-40
	H 77-39
	H 77-38
	H 78-48
	H 78-49
	H 78-51
	H 78-52
	H 76-37
	H 76-36
	H 65-15
Coquina:	H 72-27
	H 72-25
	H 53-13
Ecaille de St-Joachim:	H 71-22
	H 73-28
	H 73-29
	H 73-30
	H 73-31
	H 73-32
	H 73-33

TABLEAU SYNOPTIQUE

- Molasse (Fm. Riv. Bécancour) -

Propriétés du Grain et de la Roche

	No. echant.	Diamètre mm.	X mm.	Rn	Tri	% Terrigène	% Matrice / Nature	Ciment
	H1-1	.06/.5	.2	.2/.3	Mauvais	95	25 argile brun-vert	$Ca(O_3(SiO_2)$
	H9-	.05/.2	.09	.2/.3	"	98	85 "	$CaCO_3$
	H13-3	.08/.8	.5	.5/.9	"	95	15 " + Fe_2O_3	"
	H13-5	.06/.5	.25	.3/.6	Mauv.Moy.	90	5 argile	"
	H27-8	.06/.6	.3	.3/.9	"	95	10 argile	$CaCO_3(SiO_2)$
Moy.		.06/.5	.25	.3/.6	Mauvais	95	15 argile	$CaCO_3$

% Relatifs des éléments de la Fraction Principale

Quartz	Fgts shale	Plagioclases + ft. alcalins	fgts calcite	Apatite	Séricite	Opaques	Glav-conic	Chlorite
80	5	10	5	Tr	Tr	Tr	-	-
70	20	5	Tr	-	Tr	1	Tr	-
75	5	15	-	-	Tr	Tr	-	Tr
85	5	10	-	-	-	Tr	Tr	-
90	Tr	5/10	-	-	-	-	-	-
80	5	10	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr

Moy.

Examen Mégascopique: Grès, à grain moyen - grossier, de couleur gris-gris-vert, vert, rouge. Laminations parallèles fréquentes, mais la couleur verte recoupe la stratification ou se présente en sphère au sein du grès rouge. Présence de pseudomirphes de gypse. Fragments de mudstone vert à la base des lits parfois. Le quartz y est abondant (80%). La quantité d'argile y est assez variable, mais toujours présente.

Examen en lame mince: Grès à grain moyen, argileux, très légèrement calcareux; texturalement et minérologiquement immature. Il montre une bonne diversité tant au point de vue du nombre des constituants que de leurs diverses proportions au travers de la lame. Généralement c'est un wacke feldspathique, mais peut aussi être une arénite quartzifère ou un wacke lithique; il y a donc de bonnes variations d'un échantillon à un autre. Dans certains cas des grains semblent avoir été "digérés". Les plagioclases sont généralement bien altérés (épidote, calcite, séricite) quoiqu'on puisse en trouver des spécimens assez frais; certains montrent des macles corelées. Les feldspaths alcalins corthose, microcline sont kaolinisés. Le quartz montre une exstinetion roulante et possède des inclusions (opaques, zircon) et des trainées de tuffes; certains grains ont des contours rongés. Les fragments de shale sont brun - brun-vert et il se pourrait qu'une partie soit de la biotite très altérée. Les fragments dentelés de calcite sont argileux. La matrice est une argile brun-vert, cryptogrenue, elle moule parfois les grains et se présente souvent en bandes parallèles. La calcite forme une crypto grenue avec argile. Les plages sont dentelées et donne un aspect "fluidal" autour des grains; s'interdigitte avec certains grains.

TABLEAU SYNOPTIQUE

Flysch - Grès

No. échant.	X mm.	$\bar{X}$ mm.	Rn	Tri	Terrigène %	Matrice % / Nature	Ciment
H51-12	.06/.6	.2	.3/.5	Mauvais	95	20 - argile brun	$CaCO_3$
H65-16	.03/.1	.05	.2/.3	Moyen	90	20 - "	"
H65-17	.05/.3	.15	.2/.4	Mauvais	95	20 - "	"
H67-19	.01/.15	.04	.2/.3	"	95	15/20 - "	"
H68-22	-	.03	.2/.3	Moyen	95	60 - "	"
H72-23	.04/.1	.07	.2/.4	Mauvais	97	10/15 - "	"+(S_1O_2)
H72-26	.04/.15	.07	.2/.4	"	90	10 - "	"
H78-50	.02/.15	.1	.2/.4	"	95	25 - "	"
H73-53	.03/.2	.07	.2/.4	"	95	15 - "	"
-	.02/.6	.08	.2/4	Mauv-Moy.	95	15 - argile	$CaCO_3$

% Relatifs des éléments de la partie principale

Quartz	Fgts shale	Plagioclases+ Fn alcalins	Fgts Calcite	Apatite	Séricite (Muscovité)	Opaques	Glavconic	Chlorite	Biotite	Zircon
90	-	5/10	Tr	Tr	Tr	-	-	Tr	-	-
75	10	10/15	-	-	Tr	-	Tr	Tr	-	-
80	5	5/10	Tr	Tr	Tr	-	Tr	-	-	-
85	10	<5	-	-	-	Tr	Tr	-	-	-
65	30	5	-	-	-	-	-	-	-	-
75	5	10/15	-	Tr	1	1	Tr	-	Tr	Tr
80	3	10	-	Tr	1	1	Tr	Tr	2	-
85	5	5/10	-	-	-	-	-	Tr	1	-
80	8	<10	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr

Description Mégascopique: Grès argileux, à grain très fin, de couleur gris-moyen à gris foncé en surface fraiche et de grès moyen à brun-pâle au chamois selon la quantité d'argile ou de dolomie présente. Très légèrement à légèrement calcareux. Les grès présentent aussi des parties de la séquence de sauma tel, Ta-l, Ta-c, Tl, Tl-c, Tc. L'argile, la dolomie et les opaques se regroupèrent dans ardoises de ces laminations parallèles ou entrecroisées.

Examen en lame mince: Grès argileux, à grain très fin, pouvant passer à un silto argileux, très légèrement calcareux. Immaturité texturale et minéralogique.

Se présente comme un amas désordonné de grains angulés et mal triés avec des grains altérés de séricite, biotite et fragments de shale qui ont été brisés, plissotés dans tous les sens. Dans cet amas il y a de petites plages de calcite microgrenu, poccilitique, et "fluidale" sur le bord des grains, ses contours sont irréguliers et elle s'infiltre entre les grains terrigènes. Le tout donne un aspect troublé et sale.

Les quartz montrent une extinction roulante et quelques inclusions et des trainées de bulles. Les fragments de shale sont brun foncé - brun-vert. Les plagioclases sont, en général, très altérés (épidote, calcite), ardoises modes sont courbées, il y a des grains qui semblent avoir été plus ou moins "digérés" par la calcite intersticillé.

Les feldspath alcalins sont koalinisés.

La chlorite montre quelques inclusions opaques.

Ce sont des wacke quartzo-feldspathique, très légèrement calcareux.

TABLEAU SYNOPTIQUE

Flysch - Coquina

Propriétés du grain et de la roche

No. échant.	X mm.	$\bar{X}$ mm.	Rn	Tri	Terrigène %	Matrice %	Nature	Ciment
H53-13	.03/.15	.07	.2/.3	Moyen	80	5	Argile	Calcite
H65-15	.02/.15	.08	.3/.4	Mauvais	95	20	"	"
H71-25	.06/.12	.08	.2/.4	"-Moy.	90	15	"	"
H72-27	.03/.2	.06	.2/.3	"	95	5/10	"	"
H76-36	.02/.15	.07	.2/.4	Mauvais	90	15	"	"
H77-38	.02/.15	.06	.3/.4	"	95	10/15	"	"
H77-39	.02/.15	.06	.2/.4	Moyen	95	15	"	"
H77-40	.02/.15	.06	.2/.3	Mauvais	95	10	"	"
H77-41	.06/.25	.1	.3/.4	"	95	20	"	"
H77-42	.03/.3	.07	.2/.4	"	>95	10	"	"
H77-43	.03/.2	.1	.2/.4	"	>95	5/10	"	"
H77-44	.02/.15	.08	.2/.4	"	85	10/15	"	"
H77-45	.04/.2	.09	.2/.4	"	95	10	"	"
H77-46	.02/.12	.04	.2/.4	"	98	<5	"	"
H78-48	.04/.25	.1	.2/.3	Moyen	70	1	"	"
H78-49	.02/.15	.08	.2/.4	Mauvais	97	5	"	"
H78-51	.02/.15	.08	.2/.4	"	95	10	"	"
H78-52	.04/.2	.1	.2/.4	"	90	20	"	"
H76-37	.02/.15	.06	.2/.4	"	95	15	"	"
Moy. -	.02/.25	.08	.2/.4	Mauv-Moy.	90/95	10	Argile	Calcite

CARACTERISTIQUES DE LA FRACTION FOSSILE

No. échant.	X mm.	X mm.	Tri	% Foss.								
H53-13	.3/8	4/5	Mauvais	95	5	85	-	10	-	-	-	-
H65-15	.5/20	7	"-moy.	80	15	75	-	5	-	5	-	-
H71-25	-	-	-	Tr	-	-	100	-	-	-	-	-
H72-27	.4/4	1	Mauvais	75	70	30	-	Tr	-	-	-	Tr
H76-36	.5/8	2/3	"	35	75	25	-	-	Tr	-	-	-
H77-38	.5/15	3	"	55	75	15	-	<5	-	5	-	-
H77-39	.5/5	1.5	Moyen	25	75	25	-	Tr	Tr	-	-	-
H77-40	.5/6	2/3	Mauvais	60	65	Tr	-	5	30	Tr	-	-
H77-41	-	-	-	1	75	25	-	-	-	-	-	-
H77-42	.5/5	2	"	60	65	15	-	5	15	-	-	Tr
H77-43	.4/10	2/3	"	60	75	Tr	-	10	15	-	-	-
H77-44	1/10	6	"	1/20	50	5	30	15	-	-	Tr	1
H77-45	1/30	8	"-moy.	40	Tr	-	100	-	-	-	-	-
H77-46	.3/10	3/4	Mauvais	80	60	5	-	25	-	3	5	2
H78-48	.5/8	3/4	"	25	70	-	10	15	-	-	5	Tr
H78-49	.5/8	3	"-moy.	75	80	10	-	5	-	5	-	Tr
H78-51	.3/4	1.5	Mauvais	25	80	20	-	Tr	-	-	-	-
H78-52	-	-	-	1/2	100	-	-	-	-	-	-	-
H76-37	.5/6	2/3	"	25	55	35	-	-	Tr	-	10	-
Moy. -	.3/30	3	Mauvais	50	65	20	Tr	8/9	5	1/2	1/2	Tr

Légende - échinodermes
Brachiopodes
Bivalve
Coraux
Gastéropodes
Céphalopodes
Bryozoaires
Trilobites

Description Mégascopique: Grès argileux, à grain fin, légèrement fossilifère (wacke feldspathique) à calcaire fossilier arénacé microgrenu (wackestones, packstones avec quelques grainstones). Généralement calcareux. Couleur gris-vert à gris-brun en surface fraiche et brun-pâle ou chamois en surface altérée. On retrouve la plus grande partie des fossiles dans la partie Ta des lits de grès. A l'intérieur d'un lit, il peut y avoir un classement selon les groupes: , (,), (,), . La base de ces lits est dominée par la présence de fragments d'échinodermes. En général les fossiles sont brisés et arrondis parfois; le degré de fracturation et d'usure diminue en allant vers le sommet du lit.
Fractures ouvertes remplies plus ou moins complètement par de la calcite.

Examen en lame mince: La roche de fond llc la partie gréseuse, montre la même texture que les grès du Flysch; les pourcentages relatifs de leurs différents éléments sont conservés. En général, la calcite se présente de la même façon que pour les grès sauf qu'on rencontre plus souvent de belles plages uniformes disséminées dans la lame. La quantité de fossiles est très variable selon qu'on ait une coupe à la base du lit ou à sa partie sommitale. Il existe un classement à la fois dans la quantité des fossiles présents et dans la nature de ces fossiles. (cf examen mégascopique). Les échinodermes sont les plus abondants (65%) et forment avec les brachiopodes environ 85% de tous les fossiles.
Les échinodermes sont très brisés et parfois bien arrondis (plaques et fragments d'isocales); certains fragments ont des opaques incorporés dans leur masse. Les brachiopodes et les bivalves peuvent être très brisés à la base, ils ont alors toutes les orientations; plus on monte plus ils sont conservés et parallèles au litage.

Les brachiopodes contiennent parfois des opaques dans les pores de leur coquille:

On retrouve aussi des opaques dans la coquille des céphalopodes; certains de ces céphalopodes ont eu une recristallisation dans leur centre.

TABLEAU SYNOPTIQUE

- Ecaille de St-Joachim -

No. échant.	X mm.	$\bar{X}$ mm.	Rn	Tri	% Terrigène
H71-22	-	.01	.2/.4	bon	10
H73-28	.02/.1	.05	.3	Moyen	10/15
H73-29	-	.01	.2/.4	"	1
H73-30	.01/.05	.02	.3/.4	"	10/15
H73-31	-	.04	.2/.4	"	1
H73-32	.03/.05	.04	.3	bon	20
H73-33	-	.04	.2/.3	"	20
Moy.	-	<.05	.03	.3	Moy-bon	10

Quartz	Fgts shale	Plagioclases+ ft. alcalins	Séricite	Opaques	Argile
40	-	-	-	-	60
80	-	-	-	-	20
80	5	5	Tr	-	10
-	-	-	-	-	100
30	-	-	-	Tr	70
-	-	-	-	-	100
10	-	-	-	-	90
Moy. 35	<1%	<1%	Tr	Tr	60

Description Mégascopique: Calcaire microcristallin, argileux, gris-moyen en surface fraiche et de gris-moyen à brun pâle en surface altérée, tout dépendant de la quantité d'argile présente. Il montre de fines laminations parallèles ou entrecroisées.
L'argile et le silt en plus d'être disséminés dans presque toute la roche se concentre surtout dans les laminations.
Certains niveaux dans ce calcaire contiennent très peu de terrigène et ont une couleur gris-pâle - blanc; ces niveaux n'ont que quelques mm d'épaisseur.
On y rencontre aussi de nombreuses fractures ouvertes remplies plus ou moins complètement par localité.

Examen en lame mince: Calcaire crypto-cristallin, argileux. L'argile est à la fois disséminé dans tout le calcaire et concentrée dans certaines laminations. Cet argile est brun-foncé. La fraction silteuse se présente en bandes ou en paquets.
Dans cette masse de calcaire cryptocristallin, on peut voir des "phénocristaux" de calcite ayant jusqu'à.1 mm de diamètre.
Il existe aussi, dans certains échantillons, des bandes de calcaire peu argileuse où les grains de calcite atteignent .02/.05 mm de diamètre.
La calcite des fractures se présente en belles plages uniformes; certaines de ces fractures sont remplies par de la dolomie.