

1992TS781

GEOLOGIE DES FORMATIONS QUATERNAIRES DE LA REGION DU LAC ST-PIERRE

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

FICHE DESCRIPTIVE DE DOSSIER

UT x.x.x- Imprimer une fiche

P IM FIC.PRG

Numéro du dossier	:	1992TS781	Code gouvernemental:	0025 ()
Nom du dossier	:	RAPPORT DES TRAVAUX / 1986PG781, 1987PG787, 1987PG788		
Informations supp.	:			
Grande-catégorie	:	PERM	Permis	
Catégorie	:	TS	Rapport statutaire	
Sous-catégorie	:	G	Général	
Intervenant	:	M.Lamothe (pour Intragaz)	Actif (O/N)	: 0
Archivé ou Indexé ¹	:		Numéro de GM ² :	
Date d'indexation ³	:	/ /	Classeur	: 6
Date pré-archivage ³	:	/ /	Tiroir	: 0
No pré-archivage	:	0	Boite	: 0

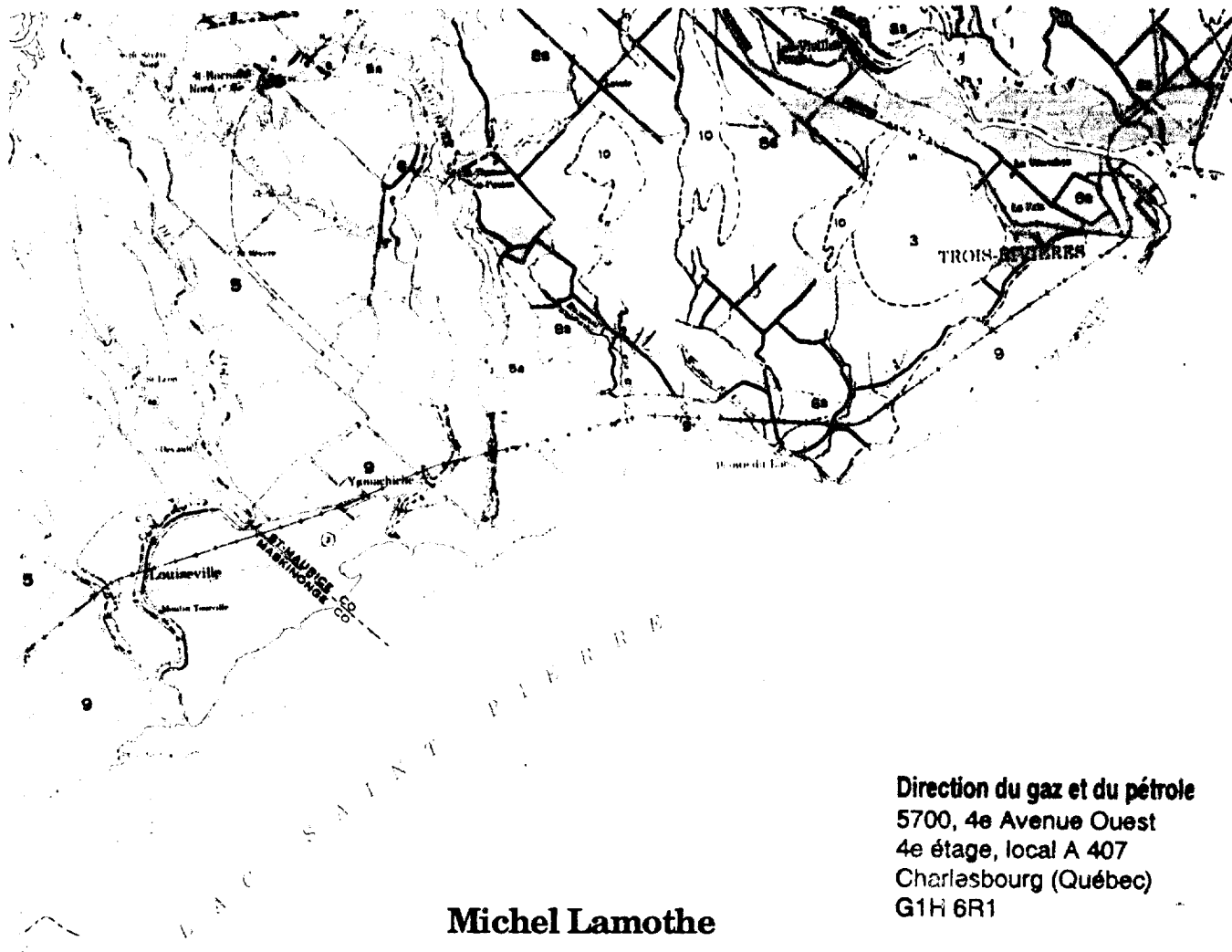
Groupe Exploration

29/08/97

Légende:

- 1 A: Archivé; I: Indexé.
- 2 Le numéro de GM correspond au numéro tel que spécifié par le Secteur des mines.
- 3 Format de la date: AA/MM/JJ.

GÉOLOGIE DES FORMATIONS QUATÉRNAIRES DE LA RÉGION DU LAC SAINT-PIERRE



Direction du gaz et du pétrole
5700, 4e Avenue Ouest
4e étage, local A 407
Charlesbourg (Québec)
G1H 6R1

Michel Lamothe

géologue-consultant
3701 St-André
Montréal
H2L 3V6

Rapport présenté à:
M. Yves Duchaine
Intragaz Inc.
3550 rue Cherbourg, bureau 205
Trois-Rivières Ouest
G8Y 6S6

Montréal, le 1er février 1993

Plan du rapport**Liste des Figures et Annexes****Introduction**

- 1 Objectifs de l'étude et plan du rapport
- 3 Remerciements
- 4 Localisation de la région à l'étude
- 4 Méthodologie

Première partie: Stratigraphie des dépôts quaternaires de la région du Lac Saint-Pierre

- 6 Les bassins sédimentaires et la superposition stratigraphique dans la partie centrale des basses terres
- 14 Le Quaternaire de la région du Lac St-Pierre
- 17 Sédimentologie et paléogéographie de la séquence quaternaire de Pointe du Lac
- 20 Modèle hypothétique pour la genèse du réservoir de Pointe du Lac
- 23 Micropaléontologie des sédiments non-glaciaires
- 27 Superposition physique et extension latérale des séquences quaternaires autour du Lac Saint-Pierre

Deuxième partie: Étude régionale statistique: Isocontours de la structure du roc et isopaque des dépôts meubles de la région du Lac Saint-Pierre

- 34 Généralités
 - Traitement des données: Production des cartes de contours
- 37 Étape préliminaire
- 38 Interpolation des données
- 40 Cartes régionales d'isocontours de la structure du substratum rocheux et d'isopaques des dépôts meubles.
- 44 Structure du substratum rocheux de la région de Louiseville
- 47 Structure du substratum rocheux de la région de Sorel

Conclusion

- 50 Evaluation du potentiel régional de recéler des structures équivalentes à celle de Pointe du Lac
- 52 Recommandations de travaux futurs

Références**Annexes**

LISTE DES FIGURES

- Figure 1. Le contexte géologique du réservoir de Pointe du Lac
- Figure 2. Localisation des puits et forages. Les lettres correspondent aux extrémités des coupes géologiques.
- Figure 3. Topographie du substratum rocheux (Prévôt, 1972) et zones d'affleurement des sédiments antérieurs au Till de Gentilly dans la partie centrale des basses terres du Saint-Laurent (Lamothe, 1985, 1989)
- Figure 4. Interprétation de la structure à l'est de Trois-Rivières et paléotopographie de la surface précambrienne reconstituée en utilisant le sommet du Beekmantown comme unité horizontale (Clark et Globensky, 1976). Le bloc surélevé contrôle probablement la position de la Crête de St-Wenceslas.
- Figure 5. Coupe géologique dans la région de St-Pierre les Becquets (Lamothe, 1989). Les sédiments laminés avec concrétions sont les Varves de Deschaillons.
- Figure 6. Succession stratigraphique dans la partie centrale des basses terres du Saint-Laurent (Lamothe, 1989).
- Figure 7. Une des trois hypothèses de position stratigraphique de l'unité marine de l'"Argile de la Pérade" telles que suggérées par Ferland et Occhietti (1990).
- Figure 8. Succession stratigraphique à la coupe des Vieilles-Forges (Occhietti, 1979). Besré et Occhietti (1990) suggèrent maintenant que ce sont plutôt les Rythmites du St-Maurice qui surmontent les sédiments organiques.
- Figure 9. Succession stratigraphique et sédimentologie des unités quaternaires à la coupe de Pierreville (Lamothe, 1985).
- Figure 10. Fossiles découverts dans les déblais de forages de gaz et pétrole. A) mollusque: *Portlandia arctica* ; d=2 mm; Soquip Consulgaz #2, 40-45 m. B) **Arthropode** sans assignation de genre et d'espèce; d=4 mm; Bald Mountain New Miller #1 Berthierville; 300-310 pi., peut ne pas être *in situ*. C) ostracode: *Candona cf subtriangulata*; d=100 µm; base des Varves de Deschaillons, carotte fournie par Intragaz; l'individu du bas a les valves

jointives. D) foraminifère: *Elphidium excavatum*, morphotype C; d= 200 µm; Laduboro-Verchères St-Pierre #11 Pointe du Lac 270-280 pi.

- Figure 11. Modèle hypothétique suggéré pour expliquer la genèse des principales caractéristiques du réservoir inférieur. T1 et T2 correspondent à des événements d'âge paléozoïque; T3 et T4 représentent des environnements quaternaires.
- Figure 12. Limite du front glaciaire et distribution minimale des Varves de Deschailons dans la partie centrale des Basses Terres du Saint-Laurent au début de la dernière glaciation, il y a environ 80 000 ans (Lamothe et al., 1992).
- Figure 13. Sommaire des résultats de l'analyse micropaléontologique. Les sites de St-Barnabé-Nord, St-Etienne des Grès et Marchand sont des sites décrits par Guilbault (1993, sous presse).
- Figure 14. Légende des profils géologiques et équivalence des unités lithostratigraphiques citées dans le texte.
- Figure 15. Coupe géologique au nord du littoral du Lac St.Pierre; la localisation des points A et B est précisée sur la figure 2. La bande au bas du profil représente la surface couverte par la coupe.
- Figure 16. Coupe géologique à travers les Iles de Sorel; la localisation des points C et D est précisée sur la figure 2. La bande au bas du profil représente la surface couverte par la coupe.
- Figure 17. Coupe géologique au sud du littoral du Lac St.Pierre; la localisation des points E et F est précisée sur la figure 2. La bande au bas du profil représente la surface couverte par la coupe.
- Figure 18. Carte de distribution de l'ensemble des forages utilisés pour les cartes d'isocontours
- Figure 19. Cartes de distribution des forages, par banque de données individuelles.
- Figure 20. Variogrammes de l'élévation du socle et de l'épaisseur de dépôts meubles.

Géologie des dépôts meubles de la région du Lac Saint-Pierre

- Figure 21. Carte d'isocontours de l'élévation du roc pour la région du Lac Saint-Pierre.
- Figure 22. Carte d'isopaques des dépôts quaternaires de la région du Lac St-Pierre.
- Figure 23. Vue vers le NE isométrique tridimensionnelle de l'épaisseur des dépôts meubles (A) et de l'élévation du roc (B). Remarquer la netteté de la cuvette principale et la remontée du socle vers la Crête de St-Wenceslas.
- Figure 24. Carte d'isocontours de l'élévation du roc, région de Louiseville-Pointe du Lac
- Figure 25. Carte de la variance d'estimation pour l'élévation du roc, région de Louiseville-Pointe du Lac
- Figure 26. Carte d'isocontours de l'élévation du roc, région de Sorel
- Figure 27. Carte de la variance d'estimation pour l'élévation du roc, région de Sorel
- Figure 28. Localisation des régions pouvant receler des structures semblables à celle de Pointe du Lac.

LISTE DES ANNEXES

- Annexe I: Résultats de l'analyse micropaléontologique
- Annexe II: Liste des puits retenus pour le traitement des données

INTRODUCTION

Objectifs de l'étude et plan du rapport

Ce rapport présente les résultats d'une étude géologique exploratoire, commandée par Intragaz Inc., dans le cadre de ses activités d'exploration pour la mise en évidence de futurs réservoirs de stockage de gaz naturel. Intragaz exploite présentement un champ de stockage de gaz, le réservoir de Pointe du Lac, d'une dimension approximative de 3 km de long par 1 km de large. Ce réservoir est compris dans une unité de sables et graviers d'une épaisseur d'une dizaine de mètres, localisés sur une crête structurale de Shales de l'Utica (Bolduc et Duchaine, 1992). Le contexte géologique de ce réservoir est présenté sur la figure 1. L'origine de la structure antiforme est inconnue mais elle pourrait résulter d'un phénomène de recul de rupture de pente d'un relief originellement lié à la faille de Pointe du Lac. Le piège de gaz est assuré par une couche imperméable constituée de sédiments fins et laminés d'origine glaciolacustre. Ces détails seront à considérer dans le contexte de l'extension possible des unités et de la localisation d'autres structures antifformes imperméables. Il existe à Pointe du Lac un aquifère supérieur localisé à l'intérieur d'autres sédiments granulaires nonglaciaires. Ceux-ci sont stratigraphiquement plus jeunes que les sédiments glaciolacustres mentionnés plus haut, mais situés sous les argiles de la Mer de Champlain, qui jouent ici le rôle de sédiments imperméables.

Quoique le réservoir de Pointe du Lac ait déjà été exploité d'une façon artisanale pour le gaz naturel dérivé des roches sous-jacentes, ce réservoir est maintenant utilisé à des fins de stockage pour du gaz provenant de l'Ouest canadien. Notre étude est réalisée afin d'optimiser la possibilité de trouver dans le sous-sol de la région du Lac Saint-Pierre d'autres sites potentiels de réservoir naturel.

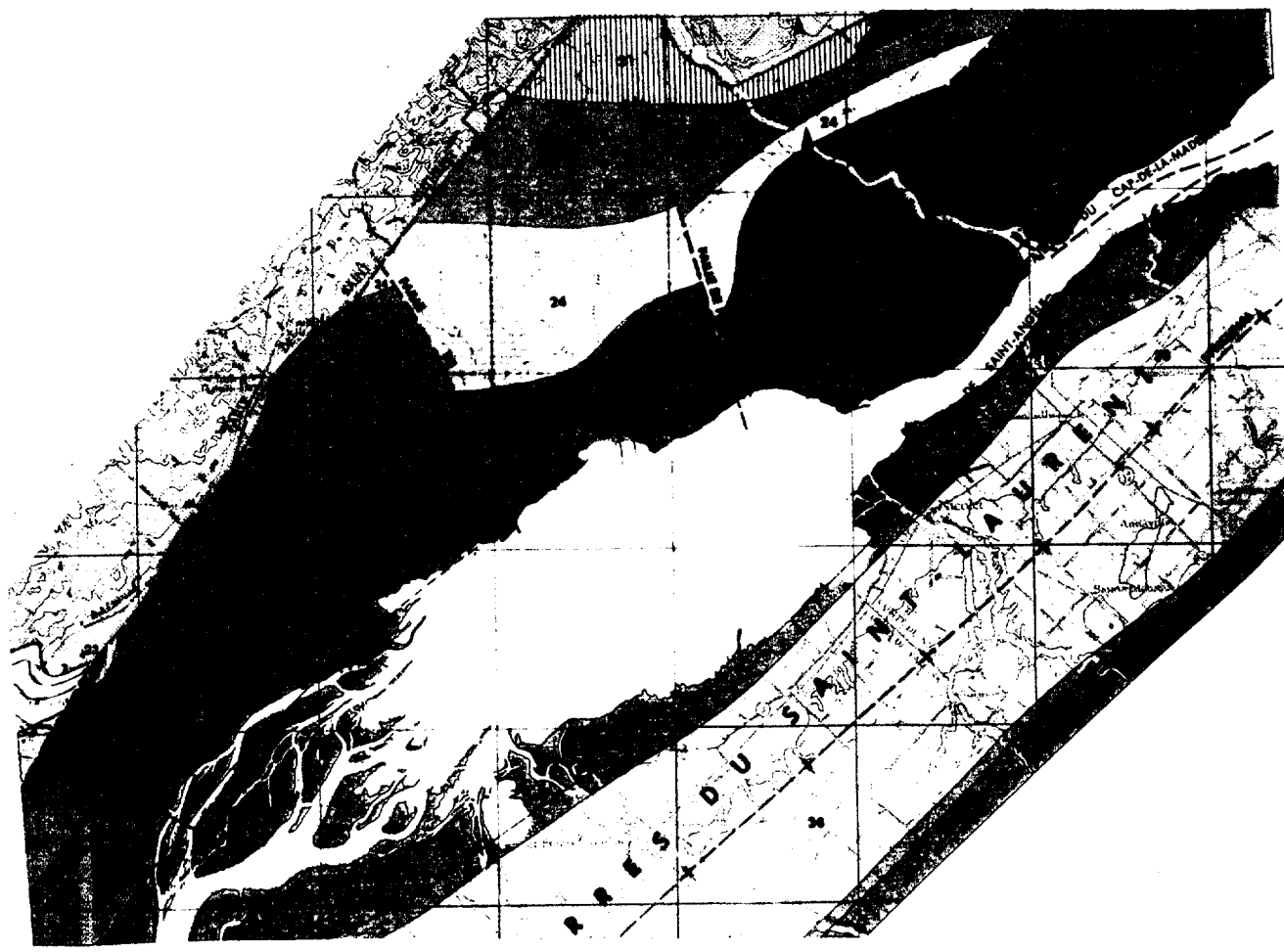
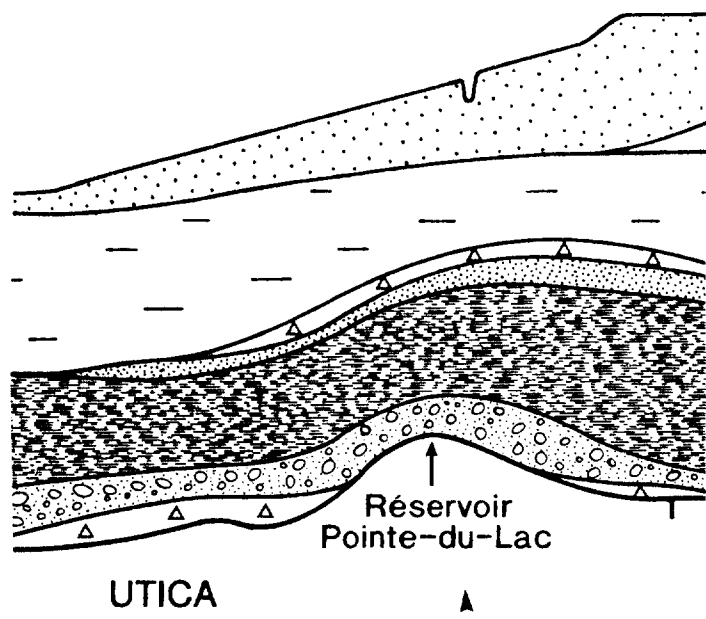


Figure 1. Le contexte géologique du réservoir de Pointe du Lac

Ce rapport présente deux parties. La première partie traite de la stratigraphie et de la sédimentologie des sédiments quaternaires de la région, en insistant particulièrement sur la partie inférieure de la séquence. Un modèle de mise en place du réservoir est présenté et l'extension latérale des unités est discutée. La deuxième partie présente les résultats d'une étude statistique régionale réalisée à partir d'une banque de données originellement fournie par Intragaz. Après correction, cette banque de données nous a permis d'établir des cartes d'isocontours du substratum rocheux et d'isopaques des dépôts meubles. Deux régions ont été analysées d'une façon plus détaillée, soient la région de Louiseville Pointe du Lac et celle de Sorel. En conclusion de ce rapport, nous discutons du potentiel régional de recéler des structures équivalentes à celles de Pointe du Lac et proposons une série de travaux de nature à préciser les cibles d'exploration future.

Remerciements

L'auteur tient à remercier les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude. Marie-Josée Duquette s'est chargée de la recherche bibliographique, de la correction de banque de données et m'a assisté dans l'analyse lithologique des déblais de forage. Jacques Gilbert du ministère Energie et Ressources Québec (MERQ) et l'équipe de la carothèque nous ont grandement facilité l'accès aux déblais de forages de gaz et pétrole archivés. Le Dr Jean-Pierre Guilbault a réalisé pour notre compte un rapport traitant du contenu micropaléontologique des déblais de forage. Le Dr Claude Belhumeur s'est occupé du traitement des données et a produit les cartes régionales de contours discutées dans la deuxième partie du rapport. Certains dessins, en particulier ceux des profils géologiques, ont été réalisés par Michèle Laithier, cartographe de l'UQAM. François Hardy et Martin Daigneault, étudiants de l'UQAM ont contribué aux montages d'une partie des figures. Certains de ces travaux ont pu être réalisés à l'intérieur des murs du groupe de recherche en géologie appliquée (GEOTERAP) du département des sciences de la terre de l'UQAM, où l'auteur est professeur-chercheur. L'auteur tient à remercier Yves Duchaine, de la compagnie Intragaz Inc, pour l'aide apportée tout au long de cette étude.

Localisation de la région à l'étude

La région d'intérêt est limitée par les latitudes 46°00' à 46°30' et les longitudes 72°30' à 73°15' (Fig. 2). Elle est donc toute incluse dans la partie inférieure de la carte de Trois-Rivières au 1:250 000 (NTS 31-I). Les limites de la carte présentée sur la figure 2 sont légèrement plus étendues et correspondent à celles utilisées pour le traitement des données de forage. Physiographiquement, le centre de la région est occupé par la dépression du Lac Saint-Pierre, un bassin lacustre localisé dans le cours moyen du Fleuve Saint-Laurent, à la limite amont extrême des marées de l'Atlantique. On retrouve dans cette région certains des principaux affluents du fleuve, soient la Rivière Saint-Maurice, la Rivière du Loup, la Yamachiche, la Nicolet, la Saint-François et la Yamaska. La géologie de cette région a été décrite dans les rapports géologiques du ministère Energie et Ressources (Québec) par Clark (1964), Clark et Globensky (1976a, b, et c) et Globensky (1987).

Méthodologie

La première partie de cette étude a été réalisée à partir d'une recherche bibliographique auxquelles se sont ajoutées des données inédites de l'auteur ce qui nous a permis de décrire les aspects importants de la géologie des dépôts meubles de la région du Lac Saint-Pierre. Les profils géologiques ont bénéficié de l'analyse de déblais de certains forages de gaz et pétrole archivés au MERQ. Vingt-trois échantillons provenant de ces déblais, de poids inférieur à 10 g, ont été tamisés et les grains de taille supérieure à 63 µm ont été examinés afin d'y découvrir foraminifères, ostracodes, fragments de mollusques et matière organique. Une revue exhaustive des descriptions de forages régionaux a servi de base à la deuxième partie de cette étude. Ceux-ci proviennent de campagnes d'exploration pour le gaz et pétrole (banque GAZ), d'études sismiques de réfraction (banque SIS), de puits d'eau (banque EAU), d'études géotechniques (banque GT), de forages de la section quaternaire du MERQ (banque QT), et d'études conduites par le ministère fédéral des Transports (banque FT). Les banques originellement fournies renfermaient un total de 1066 puits dont 739 ont servi à l'élaboration des cartes décrites en fin de rapport.

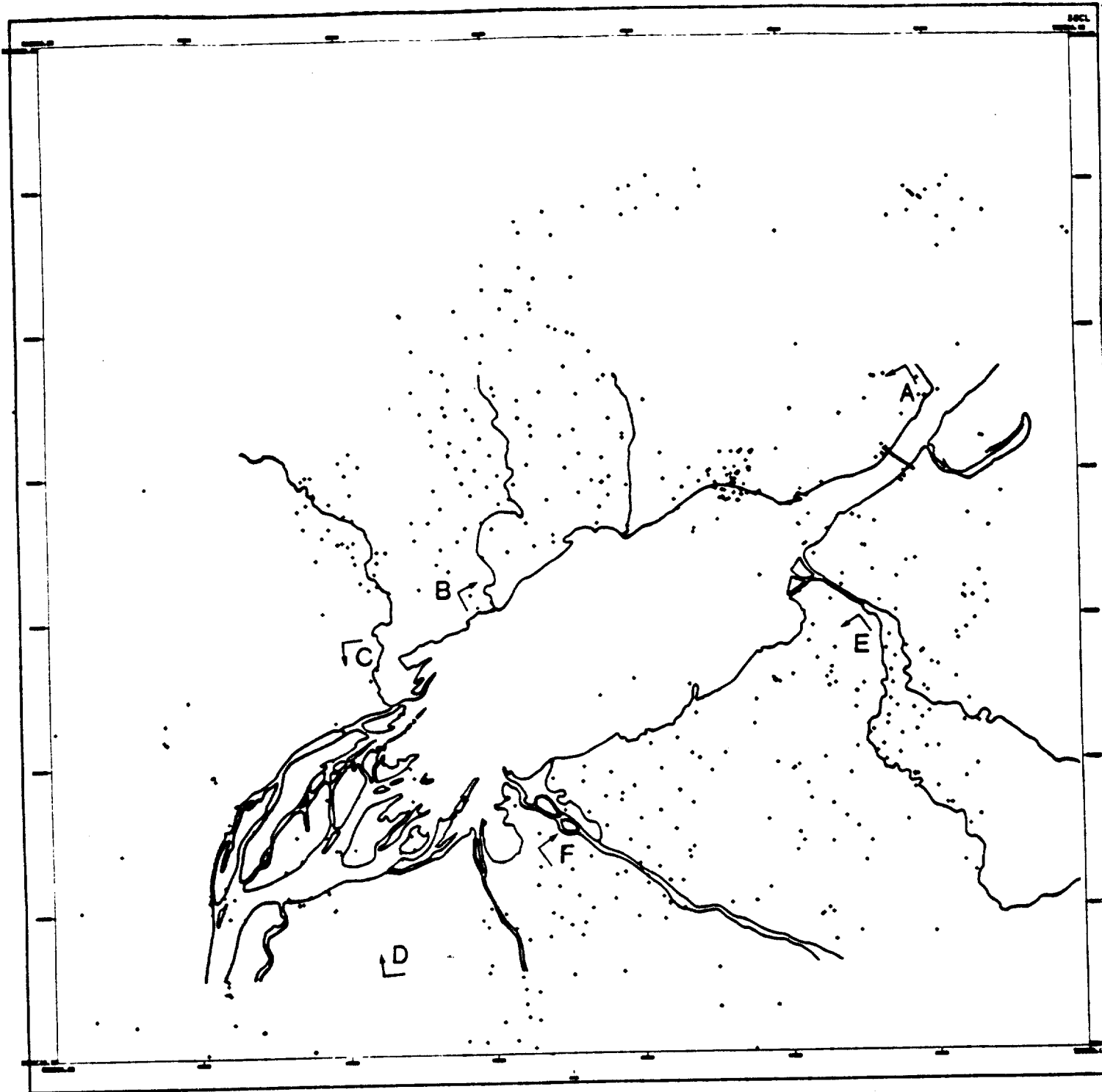


Figure 2. Localisation des puits et forages. Les lettres correspondent aux extrémités des coupes géologiques.

PREMIÈRE PARTIE:**STRATIGRAPHIE DES DÉPÔTS QUATERNAIRES DE LA RÉGION DU LAC SAINT-PIERRE*****Les bassins sédimentaires et la superposition stratigraphique dans la partie centrale des basses terres du Saint-Laurent***

La dépression du Lac St-Pierre est localisée sur le flanc nord-ouest d'un large synclinorium (Chambly-Fortierville; Fig. 1; Globensky, 1987). La forme générale de la dépression (Fig. 3) semble parallèle à la distribution des roches du Lorraine, qui sont probablement plus sensibles à l'érosion. La carte de l'élévation du substratum rocheux présenté sur la figure 3 est basée sur une carte confectionnée à partir de puits d'eau forés avant 1972. Cette carte a été établie à l'échelle de l'ensemble des basses-terres du Saint-Laurent et publiée par Prévôt (1972). Une partie de la morphologie du substratum rocheux doit être contrôlée par des jeux de faille normale dont celles de Pointe du Lac et celle de Louiseville. Les failles de Sainte-Angèle et du Cap de la Madeleine (Clark et Globensky, 1976c) (Fig. 4) sont en fait responsables de la présence d'une arche positive qui traverse la partie centrale des basses-terres le long d'un axe NW-SE et que nous avons appelé la Crête de Saint-Wenceslas (Lamothe, 1985). Celle-ci segmente le bassin principal en deux sous-bassins appelés le Bassin de Yamachiche et le Bassin de Batiscan. Des axes positifs de deuxième ordre y sont visibles comme celui de la région de Champlain et celui de Pointe du Lac. Entre ces arches, les dépressions peuvent être relativement profondes et l'épaisseur de la séquence quaternaire y atteindre des valeurs de la centaine de mètres.

Pour des raisons géologiques mais aussi historiques, la superposition des formations d'âge quaternaire dans les basses terres du Saint-Laurent a été établie dans la région de Saint-Pierre les Becquets par Gadd (1955) et ensuite étendue à l'échelle des basses-terres (Gadd, 1971). Le modèle stratigraphique de Gadd (1971) était basé sur l'existence de deux tills, donc, de deux avancées

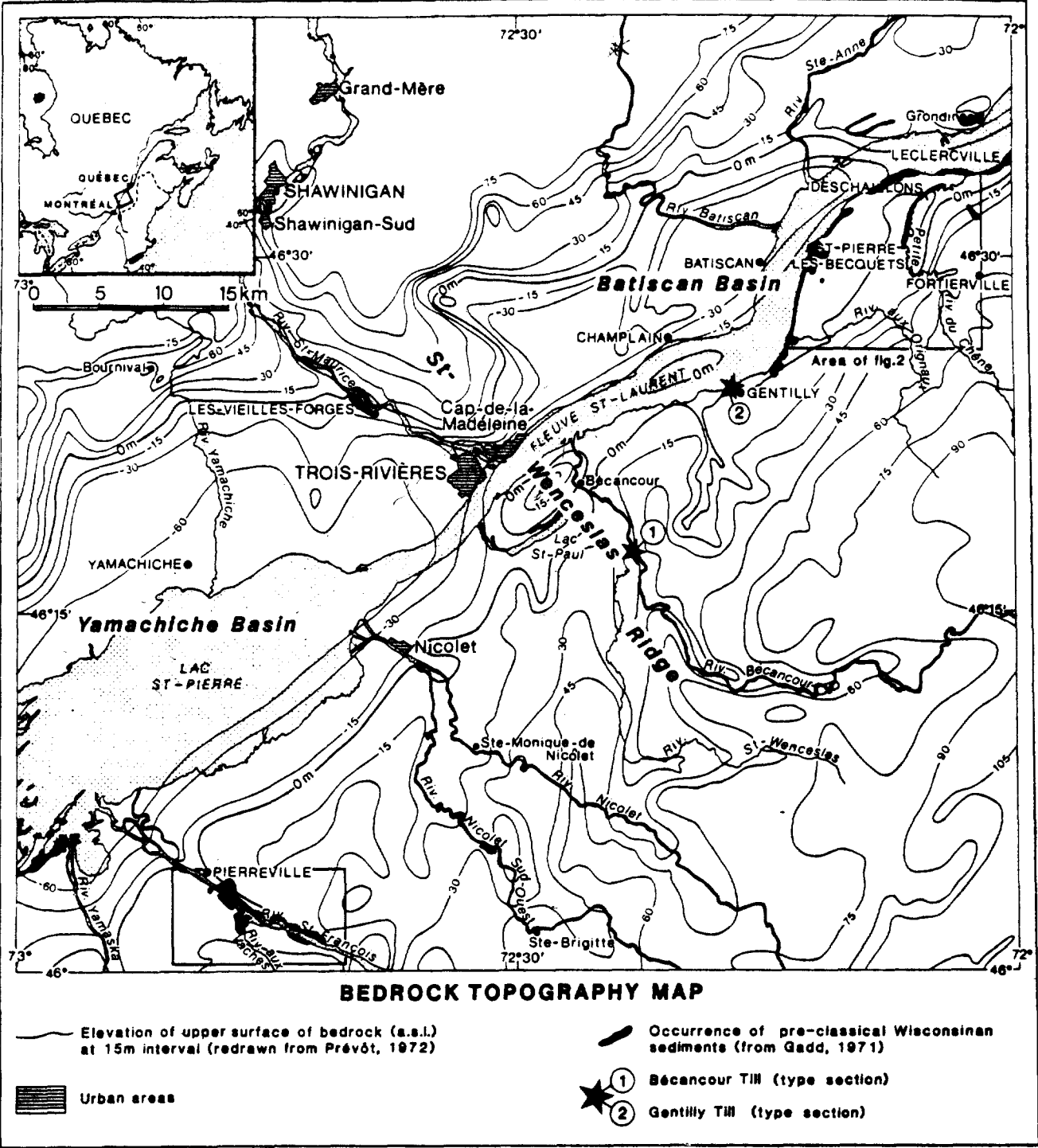


Figure 3. Topographie du substratum rocheux (Prévôt, 1972) et zones d'affleurement des sédiments antérieurs au Till de Gentilly dans la partie centrale des basses terres du Saint-Laurent (Lamothe, 1985, 1989)

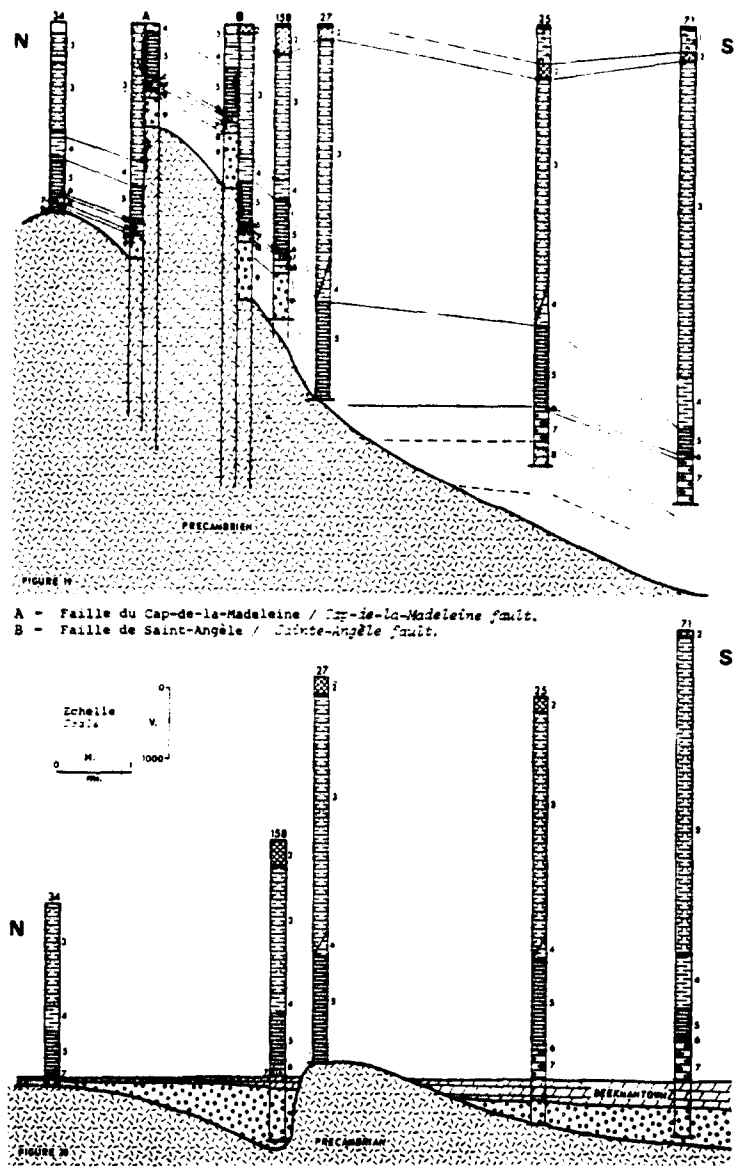


Figure 4. Interprétation de la structure à l'est de Trois-Rivières et paléotopographie de la surface précambrienne reconstituée en utilisant le sommet du Beekmantown comme unité horizontale (Clark et Globensky, 1976). Le bloc surélevé contrôle probablement la position de la Crête de St-Wenceslas.

glaciaires et celui-ci a introduit dans la nomenclature stratigraphique les termes Till de Bécancour, Varves de Pierreville, Sédiments de Saint-Pierre, Varves de Deschaillons, Till de Gentilly et sédiments de la Mer de Champlain. A la fin des années 70, Occhietti (1979) complète la cartographie de Gadd et Karrow (1959) et de Gadd (1971) pour la région de Trois-Rivières. Ces travaux ainsi que nos travaux (Lamothe, 1985, 1989; Lamothe et Huntley, 1988) et ceux de Ferland et Occhietti (1990) ont considérablement étayé notre connaissance de la superposition physique des unités, l'âge des différents événements géologiques correspondants et la nature des changements climatiques du dernier cycle glaciaire.

Un nouveau cadre stratigraphique a donc émergé vers la fin des années 1980 (Lamothe, 1989). La superposition stratigraphique de la région de St-Pierre les Becquets a alors été établie à partir d'observations menées le long des terrasses naturelles du Saint-Laurent et aussi grâce à une série de forages à récupération complète que nous avons réalisés durant l'hiver 1986-87. Cette superposition est présentée sur les figures 5 et 6. On notera la ressemblance avec la succession présente à Pointe du Lac. Elle démontre la séquence suivante d'événements:

1. **Glaciation d'âge illinoien (> 135 000 ans) et sédimentation du Till de Bécancour.**
2. **Déglaciation à la fin de l'Illinoien et sédimentation de varves.**
3. **Réinstallation du drainage fluvial normal et sédimentation des Sables de Lotbinière. Ces sables devraient dater de la fin de l'Interglaciaire sangamonien.**
4. **Naissance d'une calotte de glace sur les Appalaches et sur la partie centrale du Québec. La croissance de ces calottes aurait permis le blocage du drainage normal du Saint-Laurent, détourné alors vers les Etats-Unis (Fig. 12) et la création d'un grand lac glaciaire au fond duquel se déposent des sédiments silteux et argileux finement laminés, les Varves de Deschaillons. Celles-ci sont surmontées, dans la région de Saint-Pierre les Becquets d'un till (le Till de Lévrard). L'extension de ce till semble limitée puisqu'il n'a pas été observé sur les coupes de Pierreville et des Vieilles Forges.**
5. **Retrait glaciaire, réinstallation du système fluvial normal et fossilisation de sédiments très riches en matière organique, des tourbes entre autres, dans la région de Saint-Pierre les Becquets, Les Vieilles Forges et Pierreville. Le contenu pollinique de ces tourbes démontre (Terasmae, 1958; Matthews, 1987) que le climat est encore relativement**

frais, autrement dit, que la forêt qui occupe les basses terres est boréale. Ces sédiments appartiennent donc à un interstade et sont collectivement regroupés sous le nom de **Sédiments de Saint-Pierre**.

6. Nouvelle avancée glaciaire; barrage glaciolacustre et sédimentation de varves préGentilly; Besré et Occhietti (1990) suggèrent d'appeler ces varves les Rythmites du Saint-Maurice. Au maximum de la glaciation est déposé le Till de Gentilly.

7. Déglaciation finale et invasion de la Mer de Champlain. Eventuellement, le relèvement isostatique isole le bassin d'eau situé dans les basses terres, de l'océan Atlantique, ce qui provoque l'émergence d'un lac appelé le Lac à Lampsilis. Le développement du système fluvial moderne est atteint lorsque ce lac se réduit au Lac Saint-Pierre actuel, il y a environ 5 000 ans.

Depuis la publication de cette synthèse (Lamothe, 1989), des sables riches en matière organique démontrant qu'un climat au moins aussi chaud qu'aujourd'hui avait alors cours, ont été retrouvés à Pointe-Fortune (Anderson *et al.*, 1990). Ces sables sont probablement équivalents de la partie inférieure des Sables de Lotbinière. D'autre part, des sédiments marins datés à >35 000 ans ont été retrouvés par Ferland et Occhietti (1990) dans la région de Sainte-Anne de la Pérade. La position stratigraphique de ces sédiments est cependant problématique. Ferland et Occhietti (1990; Fig. 7) les corrèlent avec la base des Sédiments de Saint-Pierre. Cependant, une "certaine logique" voudrait que ces sédiments marins anciens aient été déposés pendant une période de déglaciation globale, soit à la fin de l'Illinoien. Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin puisque cette discussion pourra être élaborée grâce aux découvertes paléontologiques faites lors de l'examen des déblais de forage.

Peu importe la nomenclature, présentée sur les figures citées, il semble acquis que la superposition physique des unités dans la région en est une relativement simple. On rencontre généralement, de bas en haut, une succession de : Till-Argile-Silt-Sable-Argile-Till-Sable-Argile- Silt-Till-Argile-Silt-Sable (voir Fig. 14). Cette séquence est répétitive et suggère une oscillation régulière entre des environnements contrôlés climatiquement. Cette séquence n'est pas sans rappeler celle des cyclothèmes, bien connus dans l'industrie du charbon.

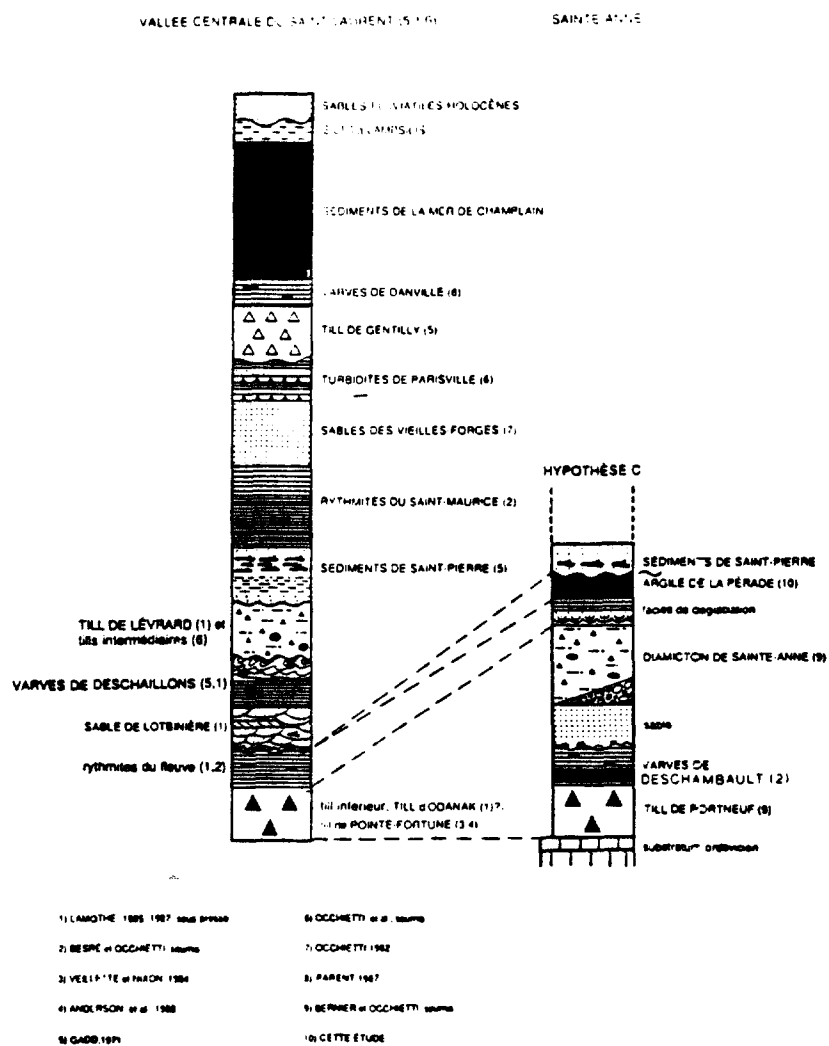


Figure 7. Une des trois hypothèses de position stratigraphique de l'unité marine de l'"Argile de la Pérade" telles que suggérées par Ferland et Occhietti (1990).

Le Quaternaire de la région du Lac St-Pierre

La stratigraphie des dépôts quaternaires de la région du Lac Saint-Pierre reflète une partie à tout le moins de l'ensemble de la séquence régionale. La dépression du lac Saint-Pierre représente le centre du Bassin de Yamachiche, un piège à sédiments particulièrement efficace. Cependant, il ne faut pas oublier que ces séquences sont continentales et qu'elles ont donc des extensions latérales limitées à cause de la prépondérance de l'érosion. Deux coupes sont importantes dans la région et leur localisation peut être trouvée sur la figure frontispice du rapport. Ces coupes sont illustrées sur les figures 8 et 9. Les faits importants à signaler sont les suivants:

1. La coupe des Vieilles-Forges montre des rythmites préGentilly surmontant les tourbes de St-Pierre et des sables d'origine probablement proglaciaire (Karrow, 1957; Occhiatti, 1982). Ces unités sont appelées respectivement les Rythmites du Saint-Maurice (Besré et Occhiatti, 1990) et les Sables des Vieilles Forges (Occhiatti, 1982).
2. La coupe de Pierreville montre des varves (les Varves de Pierreville; Gadd, 1971; Lamothe, 1985) qui sont maintenant corrélées avec les Varves de Deschaillons. Les rythmites qui surmontent les Sédiments de Saint-Pierre correspondent fort probablement aux Rythmites du Saint-Maurice. Une caractéristique de ces sédiments est la grande richesse de matière organique remaniée des Sédiments de Saint-Pierre sous-jacents. Ceci implique que les Varves de Pierreville, équivalentes aux Varves de Deschaillons, se retrouvent dans la subsurface de la région de Trois-Rivières.
3. L'unité sédimentaire importante de la région, aussi bien au point de vue couverture de surface que volumétriquement, est absente de ces coupes. Il s'agit évidemment des sédiments de la Mer de Champlain.

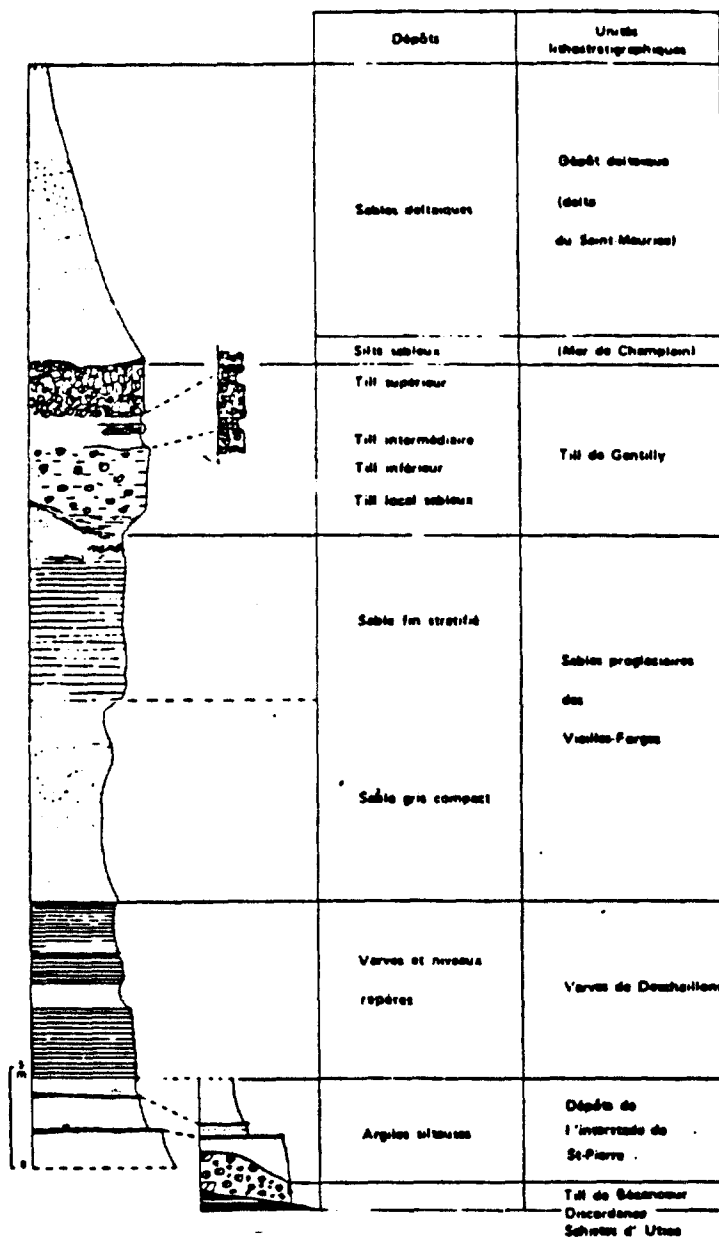


Figure 8. Succession stratigraphique à la coupe des Vieilles-Forges (Occhiatti, 1979). Besré et Occhiatti (1990) suggèrent maintenant que ce sont plutôt les Rythmites du St-Maurice qui surmontent les sédiments organiques.

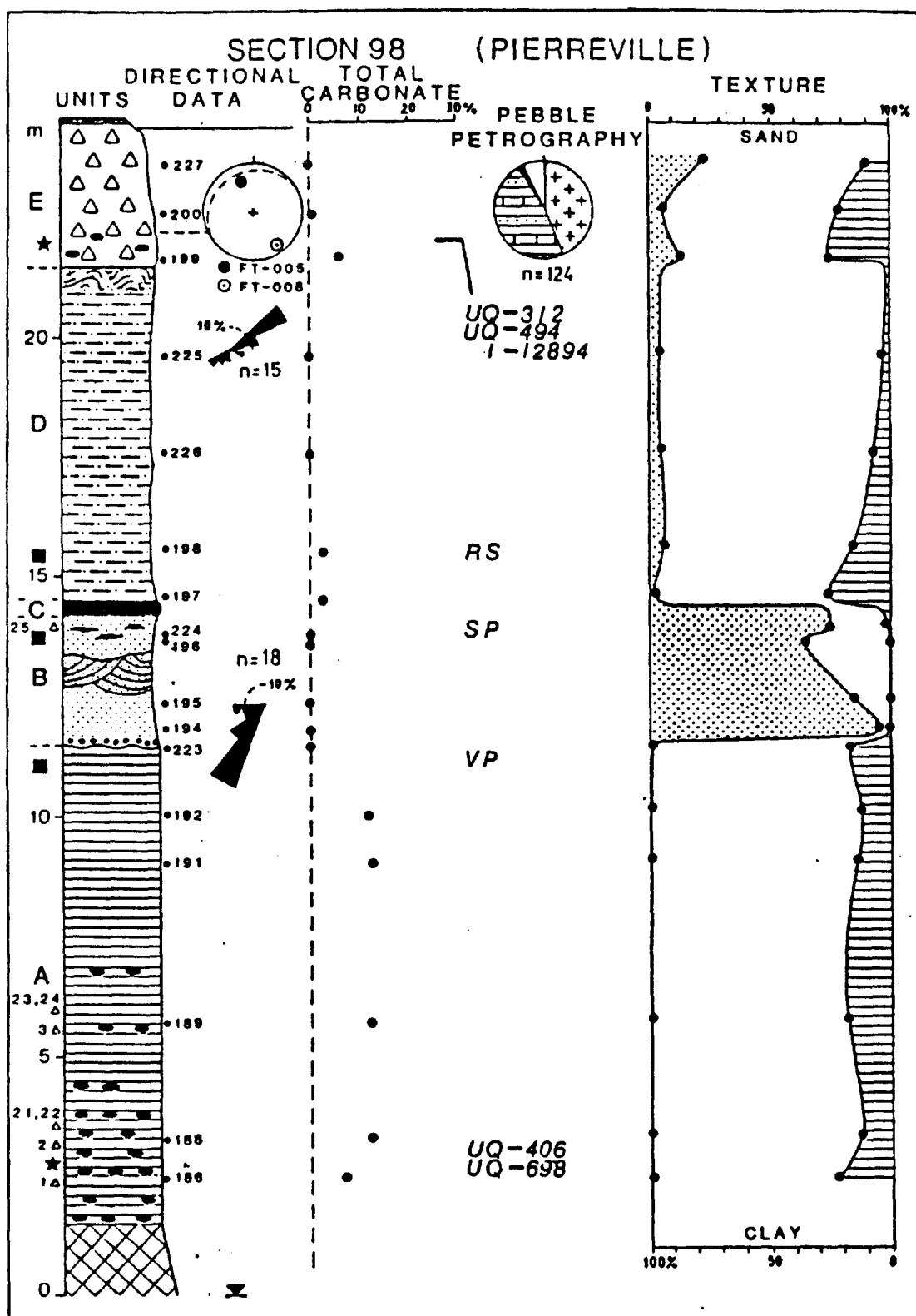


Figure 9. Succession stratigraphique et sédimentologie des unités quaternaires à la coupe de Pierreville (Lamothe, 1985).

Sédimentologie et paléogéographie de la séquence quaternaire de Pointe du Lac

Dans la région de Pointe du Lac, les travaux d'Intragaz (Bolduc et Duchaine, 1992) et l'analyse par l'auteur de déblais de forages réalisés dans les années 50 et 60 pour la recherche de gaz et pétrole et ceux, récents, de Soquip-Consulgaz pour Intragaz, nous permettent de présenter une description de la série de Pointe du Lac (voir la superposition sur la Fig. 14). La description originale de la partie quaternaire des forages de séries A et B a souvent été réalisée par un nombre restreint de géologues consultants (e.g. T.H. Clark, P. Simard, J. G. Sproule...), ce qui nous a grandement aidé dans l'interprétation ultérieure des descriptions originales. Certains aspects lithologiques et/ou sédimentologiques sont présentés dans cette section. Ces caractères nous aident à assigner les sédiments à des unités stratigraphiques particulières.

a) Les déblais retrouvés au contact du roc contiennent des sables et des graviers de natures lithologiques très variées. Ils représentent peut-être un till de base qui peut être raisonnablement assigné au Till de Bécancour. Il serait très surprenant que ce till soit absent de l'ensemble du bassin.

b) La présence de fragments de mollusques, de rares spécimens de foraminifères et de matière organique (bois, arthropode, etc.; Fig. 10) dans une matrice de sable plus ou moins bien trié suggère que l'unité sus-jacente a été mise en place dans un bassin lacustre ou marin, probablement au pied d'un delta nourri par des eaux de fonte glaciaire ou tout simplement par les eaux de ruissellement d'un réseau de drainage ressemblant au réseau moderne. Quoiqu'aucune structure sédimentaire puisse être observée, il est peu raisonnable de croire que cette unité puisse représenter un faciès d'eau peu profonde, de nature littorale, étant donné qu'elle est retrouvée à des profondeurs de l'ordre de -60 à -120m (asl).

c) Les sédiments fins sus-jacents, considérés comme les Rythmites du Saint-Maurice dans les travaux antérieurs, représentent probablement un faciès latéral des Varves de Deschaillons. L'observation visuelle d'une section de

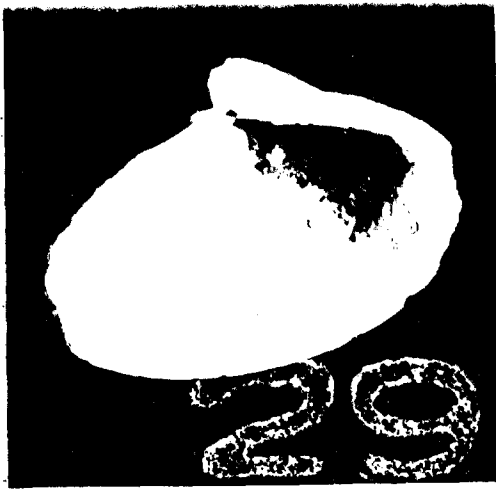


Figure 10. Fossiles découverts dans les déblais de forages de gaz et pétrole.
 A) mollusque: *Portlandia arctica* ; d=2 mm; Soquip Consulgaz #2, 40-45 m.. B) **Arthropode** sans assignation de genre et d'espèce; d=4 mm; Bald Mountain New Miller #1 Berthierville; 300-310 pi., peut ne pas être in situ. C) ostracode: *Candona cf. subtriangulata*; d=100 μ m; base des Varves de Deschailions, carotte fournie par Intragaz; l'individu du bas a les valves jointives. D) foraminifère: *Elphidium excavatum*, morphotype C; d= 200 μ m; Laduboro-Verchères St-Pierre #11 Pointe du Lac 270-280 pi.

carotte qui nous a été gracieusement fournie par Yves Duchaine d'Intragaz a permis d'observer les laminations fines typiques des environnements glaciolacustres, la présence d'une quantité importante de carbonates, et un minéral bleuâtre à blanc qui est probablement de la vivianite. Il est toujours possible que ces minéraux bleus observés puissent être d'origine anthropique. La vivianite est un minéral retrouvé parfois à la base des Varves de Deschaillons. Ces sédiments sont aussi généralement azoïques si ce n'est de la présence d'ostracodes typiques de ces environnements glaciolacustres, des *Candona subtriangulata* (Fig. 10), retrouvés dans l'échantillon de carotte. Au point de vue minéralogique, les sédiments glaciolacustres des basses terres du Saint-Laurent sont constitués d'une grande proportion de minéraux silicatés dérivés de roches du Grenville, essentiellement feldspath, quartz, hornblende, mica (Lamothe, 1985). Les seuls minéraux dits d'argile au sens minéralogique sont des illites, résultat de la dégradation mécanique des micas, et des chlorites, probablement dérivés des sédiments clastiques de la plate-forme du Saint-Laurent, surtout de l'Utica, du Lorraine et du Queenston. La quantité de carbonates (surtout calcite, un peu de dolomite) avoisine les 10-12%. La porosité des Varves de Pierreville et de Deschaillons est de l'ordre de 30% et leur perméabilité est très faible.

d) L'unité sableuse qui surmonte les Varves de Deschaillons n'est représentée que par des déblais. Il est donc difficile de déterminer son faciès. Ce sont des sables et parfois de graviers qui semblent bien triés. Dans ces sédiments, on retrouve occasionnellement des fragments de bois ainsi que des fragments de fossiles. Il est fort probable que ces fragments puissent être dérivés d'unités plus jeunes telles que les sédiments de la Mer de Champlain. Cette unité représente aussi un aquifère dont l'extension latérale semble limitée. Il est fort possible que l'unité et donc l'aquifère, soit tronquée par une surface d'érosion développée par des eaux sousglaciaires ou proglaciaires reliées à l'englaciation de Gentilly.

e) Quoique la dernière unité imperméable puisse être constituée de Rythmites du Saint-Maurice et/ou de Till de Gentilly, on croit généralement qu'elle est constituée de sédiments fins déposés dans le bassin champlainien. Cette unité est parfois qualifiée d'argile molle, ce qui la distingue des unités

déjà citées. Ces dernières unités, en particulier les varves inférieures, ont en général des compacités significativement plus élevées, ayant été sous 2 à 3 km de glace pendant quelques dizaines de milliers d'années. L'unité champlainienne passe vers le haut à des sédiments lacustres du Lac à Lampsilis qui, progressivement, devient le Lac St-Pierre.

Modèle hypothétique pour la genèse du réservoir de Pointe du Lac

La suite des événements responsables de la sédimentation de la séquence inférieure de Pointe du Lac, réservoir et structure captante, est illustrée sur la Figure 11. Ce modèle représente une hypothèse qui est selon nous plausible. D'autres scénarios pourraient être envisagés.

Les étapes majeures sont les suivantes. Au temps T1, une faille normale d'âge inconnu, probablement au Paléozoïque inférieur, provoque l'apparition d'un relief de quelques centaines de mètres. Durant T2, l'érosion fait reculer ce relief progressivement et lentement. L'érosion est plus efficace lorsque le sousbassement est constitué de roches du Lorraine. Au temps T3, à la suite d'une glaciation qui a laissé des lambeaux de till dans les dépressions, des sables d'âge interglaciaire (130 à 100 000 ans) d'origine prodeltaïque sont déposés au fond du bassin. L'antiforme structural joue le rôle d'un haut fond sur lequel s'accrochent des lentilles sableuses. Ce phénomène a déjà été documenté pour des accumulations subaquatiques dans la Mer de Champlain (Burbidge et Rust, 1988). Ces sables remanient des sédiments organiques et marins et moulent la morphologie locale. Peu après (entre 100 000 et 80 000 ans), au temps T4, un changement climatique majeur provoque l'apparition d'une calotte glaciaire dont la croissance cause le blocage du drainage normal du fleuve Saint-Laurent (Fig. 12). Des sédiments originant de conduits sousglaciaires sont entraînés dans le bassin glaciolacustre par des courants de densité au fond du lac mais une partie de ceux-ci, les plus fins, sont continuellement brassés dans la colonne d'eau par turbulence et ne peuvent se déposer que durant les périodes calmes, en particulier en hiver, période durant laquelle il n'y a aucune arrivée d'eau de fonte glaciaire dans

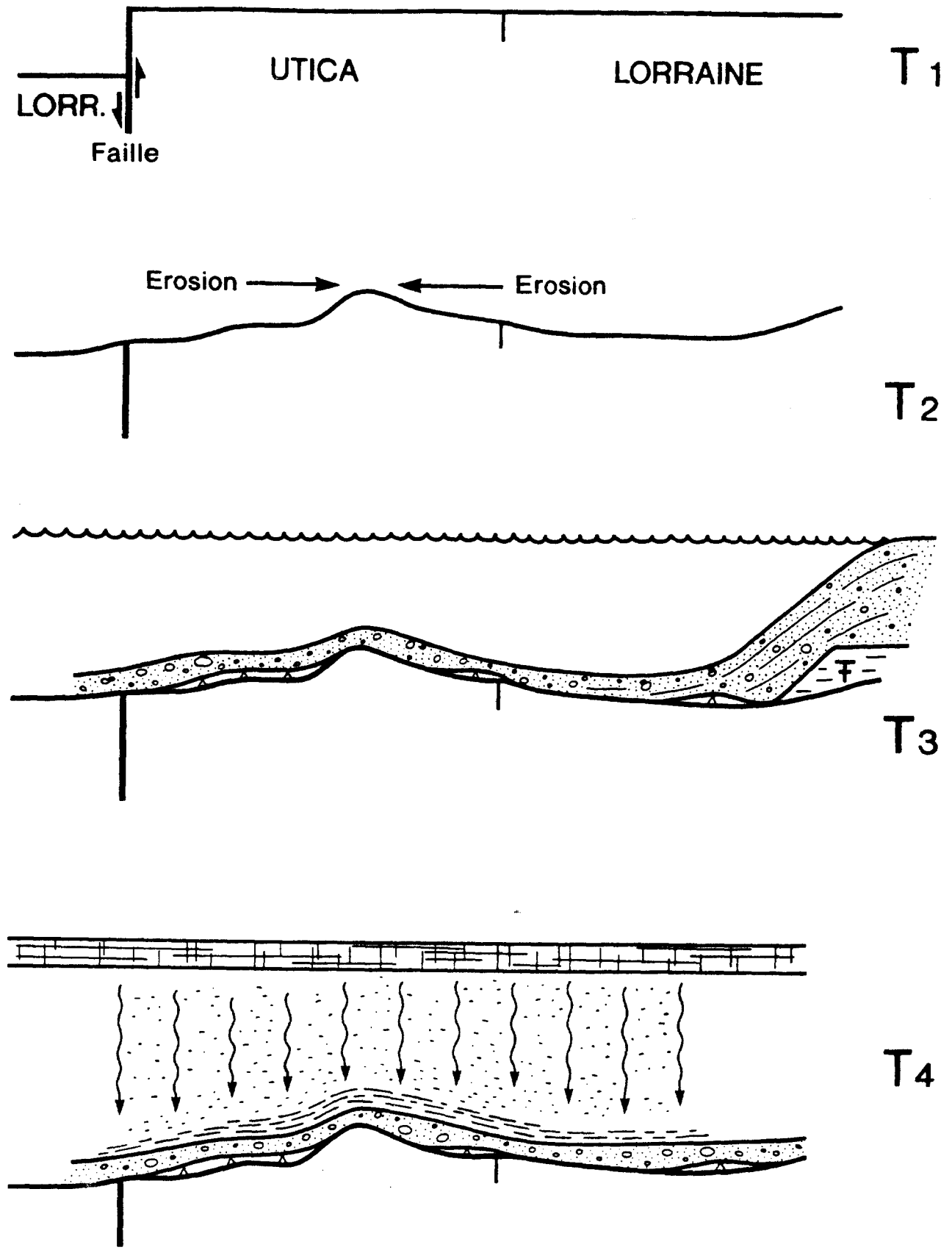


Figure 11. Modèle hypothétique suggéré pour expliquer la genèse des principales caractéristiques du réservoir inférieur. T1 et T2 correspondent à des événements d'âge paléozoïque; T3 et T4 représentent des environnements quaternaires.

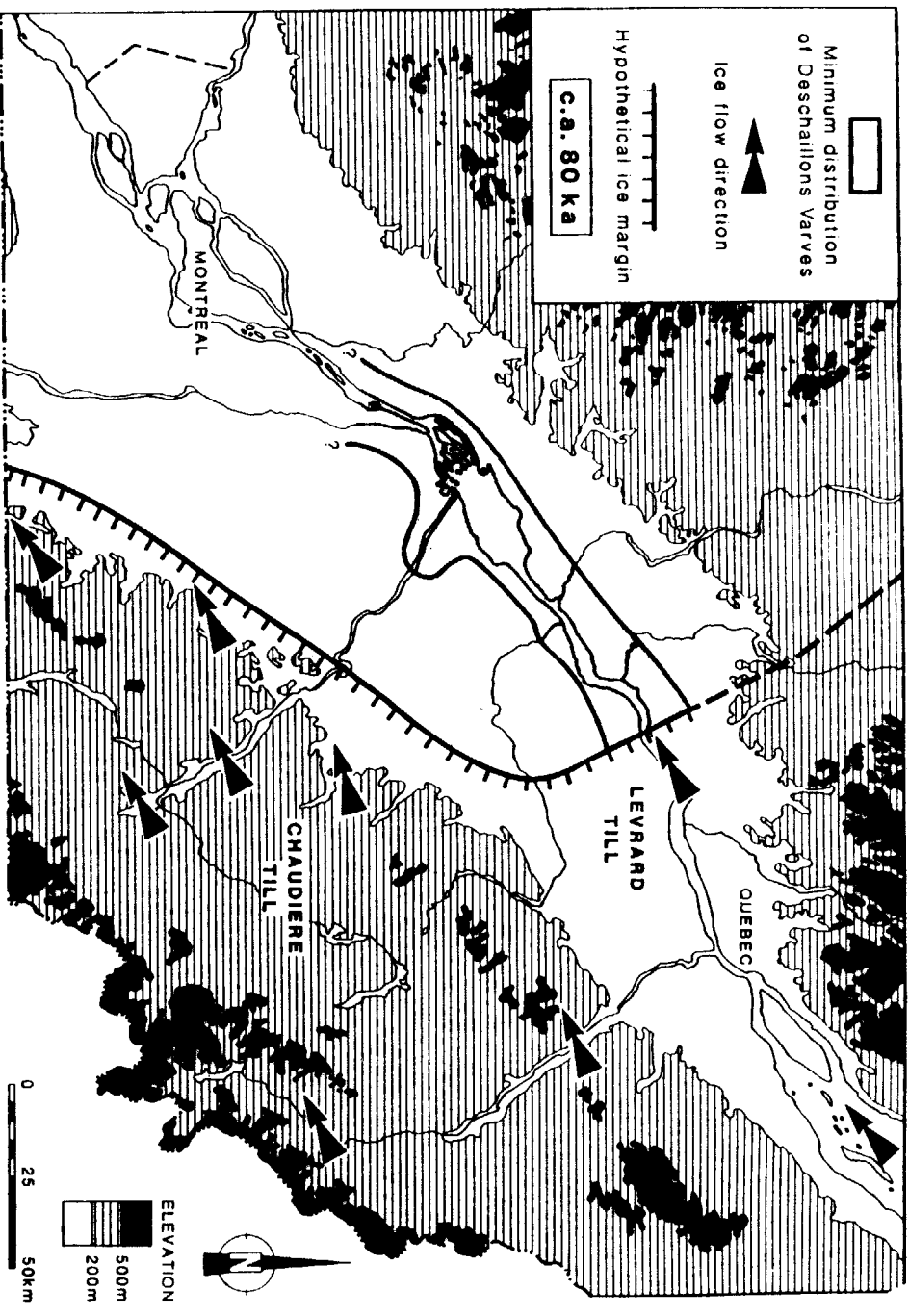


Figure 12. Limite du front glaciaire et distribution minimale des Varves de Deschailions dans la partie centrale des Basses Terres du Saint-Laurent au début de la dernière glaciation, il y a environ 80 000 ans (Lamothe et al., 1992).

le lac. La surface du lac est alors couverte d'une banquise de glace. Ces particules se déposent lentement sous forme de pluie pélagique et drapent le fond du lac. Il est probable donc que la structure antifforme développée dans les sédiments quaternaires tire son origine première du haut structural rocheux moulé ou fossilisé par des dépôts drapés sur la morphologie antérieure. Ceci souligne l'importance de la structure rocheuse dans la recherche de réservoirs granulaires profonds. La très grande extension latérale des sédiments fins susjacents (Varves de Deschaillons) assure la continuité d'un niveau étanche et imperméable. Cependant, malgré que chaque forage, ou presque, ait rencontré un niveau granulaire et perméable entre cette argile et le roc, la continuité latérale de ces réservoirs reste à démontrer.

Micropaléontologie des sédiments non-glaciaires

Afin de préciser la nature des unités stratigraphiques, de petits échantillons ont été prélevés dans les déblais de 18 forages de gaz et pétrole, à l'entrepôt du ministère Energie Ressources Québec. Dans certains de ces échantillons peuvent être observés macroscopiquement de la matière organique, des fragments de mollusques et même des foraminifères. Vingt-trois échantillons ont donc été analysés pour leur microfaune et les données brutes d'analyse sont présentées à l'annexe I.

Les résultats présentés sont évidemment basés sur le postulat que les échantillons n'ont pas été contaminés par des phénomènes de *caving* ou tout simplement lors de la manipulation par les foreurs des déblais. On ne peut donc pour l'instant éliminer la possibilité que certains de ces échantillons soient des artéfacts. Cependant, la plupart des échantillons pour lesquels le nombre de spécimens était suffisamment grand, ont montré des associations fauniques normales, incompatibles avec la contamination. De plus, la prédominance toute relative d'une sous-espèce de foraminifère (*Elphidium excavatum*; morphotype C) peu abondante dans les sédiments de la Mer de Champlain (Guilbault, 1989, 1993), mais probablement caractéristique des sédiments de la Mer de Cartier (Ferland et Occhietti, 1990) suggère aussi une faible contamination des déblais. Les échantillons montrant cette association de foraminifères étant localisés surtout à la base des forages, il apparaît

qu'ils représentent des fossiles dérivés d'une unité marine plus ancienne, probablement la Mer de Cartier, et que cette invasion marine, contrairement aux suggestions originales (voir Fig. 7) daterait bien du dernier interglaciaire. Comme nous l'avons mentionné plus haut, cette position stratigraphique est plus probable puisqu'elle démontre une certaine symétrie entre la transgression marine de la fin de la dernière glaciation et celle de la déglaciation de la fin de l'Illinoien.

Un aspect intéressant de cette étude est l'identification dans certains niveaux du forage B-031 (Canso St-Maurice Louiseville #1) des biozones A, B et C de la Mer de Champlain (Fig. 13).

"**Forage B. 31.** Ici on observe probablement une séquence typique de la Mer de Champlain. A 210-220 pieds on trouve la zone A, avec une bonne abondance de foraminifères, mais seulement 8 espèces. Ceci n'est pas surprenant étant donné la faible distance (~15 km) du front glaciaire de Saint-Narcisse. A 190-200 pieds, on observe la zone B dans sa partie inférieure (*C. reniforme* et l'ostracode *Cytheropteron*). A 140-150, il y a quelques *E. excavatum* seulement dont certains sont près du morphotype C: nous sommes donc près de la limite B-C. Les quelques

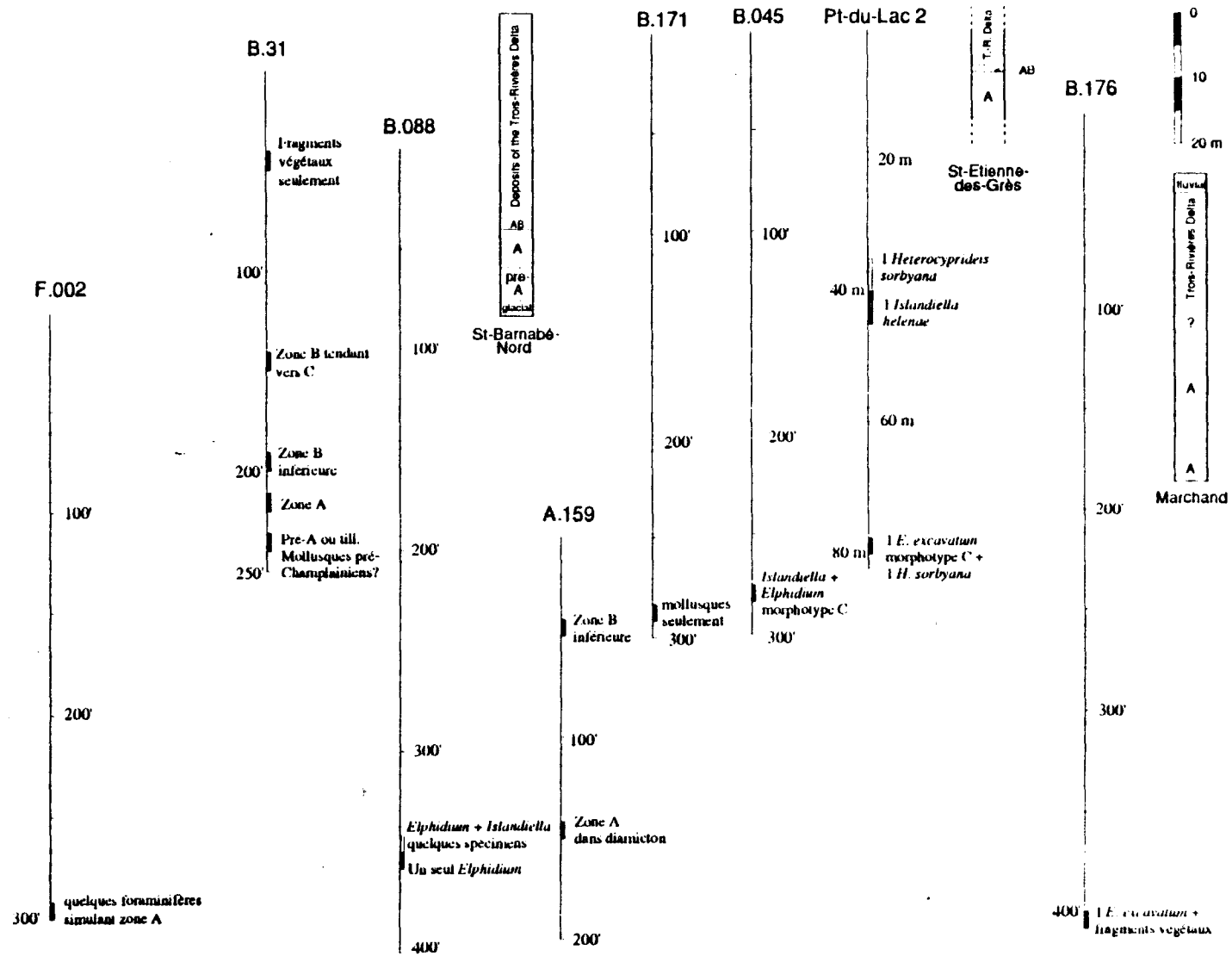


Figure 13. Sommaire des résultats de l'analyse micropaléontologique. Les sites de St-Barnabé-Nord, St-Etienne des Grès et Marchand sont des sites décrits par Guilbault (1993, sous presse).

Ces biozones étant facilement identifiables, l'analyse micropaléontologique devrait assez clairement identifier la position stratigraphique des unités à grains fins traversés lors des forages, à condition que la pureté des déblais soit contrôlée et que l'analyse soit systématique, de haut en bas. En effet, il est fort probable que les biozones de la Mer de Champlain représentent des assemblages faunistiques ayant existé aussi dans la Mer de Cartier. L'analyse micropaléontologique systématique pourrait ainsi vérifier la continuité de la Mer de Champlain et partant, la présence ou l'absence de l'aquifère supérieur par exemple.

La figure 13 résume les résultats de cette étude. Les forages sont disposés dans leur ordre géographique avec l'ouest à gauche et l'est à droite. Les échantillons sont soulignés d'un trait épais. St-Barnabé-Nord, St-Etienne-des-Grès et Marchand sont des sites étudiés par Guilbault (1980, 1993) et reproduits à titre de comparaison. Certains niveaux stratigraphiques de la séquence quaternaire régionale sont caractérisés ainsi:

1. Les assemblages de microfaune typiques des biozones de la Mer de Champlain sont retrouvés dans l'"argile molle"
2. Des contenus en matière organique (bois, morceaux de tourbe, mousse, arthropode...) représentent un retour à des conditions continentales (e.g. St-Pierre)
3. Des ostracodes communément retrouvés dans les milieux glaciolacustres. sont présents dans l'unité imperméable inférieure (l'"argile dure"), en particulier des *Candona subtriangulata*.
4. Les sédiments granulaires du réservoir inférieur de Pointe du Lac contiennent des fossiles remaniés représentant un faciès d'une séquence marine ancienne où se retrouvent pêle-mêle mollusques et foraminifères, certains potentiellement marqueurs de l'unité marine ancienne, tels que *Yoldia thraciaeformis* et le morphotype C d'*Elphidium excavatum*.

Superposition physique et extension latérale des formations quaternaires autour du lac Saint-Pierre

L'analyse lithologique et micropaléontologique des déblais de forage et l'interprétation de la description des puits de forage, en particulier ceux de gaz et pétrole, nous ont permis d'étudier la continuité latérale des unités décrites dans la région de Pointe du Lac. Les résultats de cette partie de notre étude sont présentés sur les figures 15 à 17 sous forme de coupes géologiques. On y présente trois profils qui devraient refléter l'allure tridimensionnelle des unités régionales. La localisation exacte de ces profils est présentée sur la figure 2. La première coupe a été faite le long du littoral nord du lac St-Pierre, là où l'information est la plus complète (e.g. Pointe du Lac). La deuxième coupe présente la distribution potentielle des unités à travers les Iles de Sorel. Plusieurs forages ont été effectués sur les Iles elles-mêmes. Le troisième profil montre la distribution latérale des unités le long du littoral sud du Lac Saint-Pierre. Ce profil est encore plus interprétatif que les deux autres étant donné le peu d'informations disponibles pour cette région. Les coupes présentées reflètent une approximation moyenne de la succession physique de ces unités et de l'élévation du roc, estimées à partir de puits et forages localisés à l'intérieur d'une bande de trois kilomètres de largeur. La qualité et la précision des profils est donc proportionnelle à la densité de puits retrouvés le long de cette bande, illustrée sur la partie inférieure des profils. Une partie de l'interprétation provient de la proximité de certains profils de coupes stratigraphiques reconnues et aussi de l'interprétation de la carte de surface de chacune des régions. La légende des unités est présentée sur la figure 14. Les unités sont ici regroupées en unités à *grains grossiers perméables* vs à *grains fins imperméables*. Ainsi, par exemple, les Rythmites du St-Maurice, le Till de Gentilly et les sédiments fins de la Mer de Champlain sont-ils tous regroupés à l'intérieur de l'unité *imperméable supérieure*.

UNITÉS PERMÉABLES

UNITÉS IMPERMÉABLES

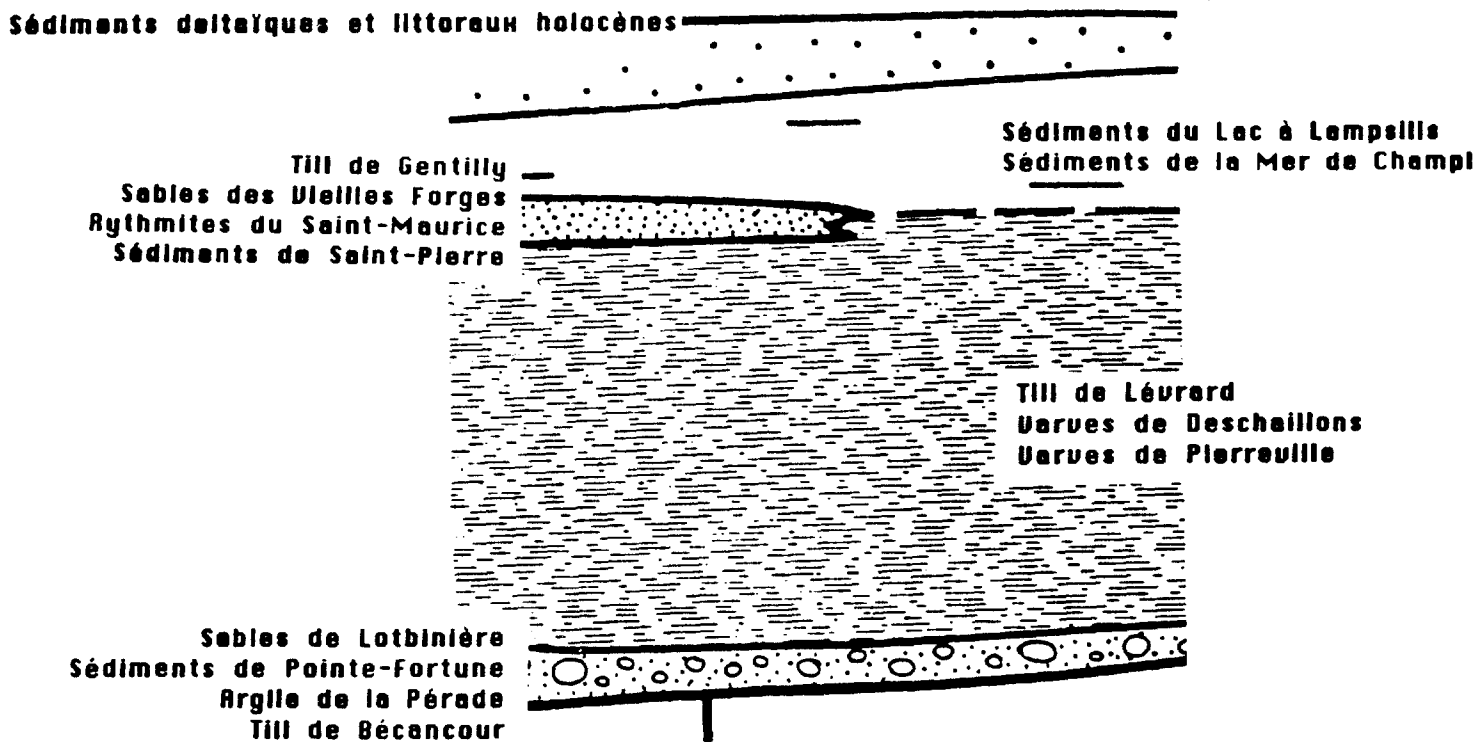


Figure 14. Légende des profils géologiques et équivalence des unités lithostratigraphiques citées dans le texte.

Quoique sur chacun des profils apparaissent des unités bien continues, il faut mentionner et insister sur le fait que ces profils sont **très interprétatifs**. Les conclusions de cet exercice stratigraphique préliminaire sont les suivantes:

1. La morphologie du substratum rocheux est assez régulière, définissant très bien les limites et la partie centrale du Bassin de Yamachiche. Cependant, sur le profil du littoral nord, une structure antiforme d'amplitude équivalente à celle de Pointe du Lac semble être présente immédiatement à l'est de la faille de Louiseville (A sur Fig. 15). Ce paléorelief est probablement réel et avait déjà été tracé par Clark et Globensky (1976a) dans leur rapport géologique de la région de Trois-Rivières. Une autre structure antiforme potentielle est celle localisée au SW des Iles de Sorel (B sur Fig. 16). Cette structure semble être bien marquée en surface dans la région de l'Île du Moine et de l'Île des Barques et elle sera discutée dans la prochaine section du rapport.

2. Sur chacun des profils se retrouve une unité de base perméable, dont la continuité est très difficile à démontrer. Cette unité est corrélée aux Sables de Lotbinière et appartiendrait donc à la même unité que celle constituant le réservoir inférieur de Pointe du Lac. Certaines descriptions de forage suggèrent un accroissement soudain de l'épaisseur de cette unité incompatible avec l'origine fluviale et/ou prodeltaïque de cette unité (C sur Fig. 15; D sur Fig. 16). Il est possible que ces épaisseurs soudaines reflètent la présence de sédiments fluvioglaciaires ou proglaciaires de type eskers ou "outwash fans", ou qu'elles soient simplement dues à des descriptions erronées.

3. L'unité susjacent, les Varves de Pierreville équivalentes à celles de Deschaillons, semble aussi relativement continue quoiqu'elle puisse avoir été tronquée dans la partie centrale du bassin (E, F et G sur Fig. 15, 16 et 17 respectivement). Cette unité est ici identifiée sur la base des observations de déblais de forage dans lesquels on peut observer des niveaux rouge-brique typiques des varves rencontrées dans la région de Pierreville, là où elles surmontent les grès rouges typiques du Queenston. Cette unité est aussi typiquement appelée "argile dure" ou "hard clay".

4. L'unité perméable supérieure, qui définit à Pointe du Lac l'aquifère supérieur, est relativement discontinue, et est probablement retrouvée latéralement sous formes de lentilles sableuses (H, et I sur Fig. 15, et 16). Dans les régions de Yamachiche et Louiseville, et au sud du Lac, il est possible que cette unité soit complètement tronquée par l'unité de la Mer de Champlain, sur la base des descriptions micropaléontologiques du Forage B-031, par exemple. Par contre, il est très commun, dans ces régions, de rencontrer des traces de gaz à cette élévation.

5. L'unité imperméable supérieure, surtout représentée par les dépôts de la Mer de Champlain et ceux postérieurs du Lac à Lampsilis, augmentent en épaisseur à mesure que l'on se dirige vers le centre du bassin, un phénomène déjà observé dans la région de St-Pierre les Becquets (Lamothe, 1989; Fig. 5) et, semble-t-il, documenté par les profils sismiques internes de la compagnie dans la région de Pointe du Lac. On notera la présence de till sur les sédiments marins immédiatement à l'ouest de Trois-Rivières, (J sur Fig. 15). Les données des cartes de géologie de surface produites par Gadd et Karrow (1959), Gadd (1971) et Occhietti (1979) démontrent la présence de Till de Gentilly en surface alors que les forages indiquent la présence de sables et graviers (till?) surmontant des argiles. La succession argiles de la Mer de Champlain/Till de Gentilly serait alors le résultat d'une réavancée glaciaire précédant la mise en place de la Moraine de St-Narcisse. Une autre explication serait que ces argiles représentent en fait les Rythmites du Saint-Maurice. L'analyse micropaléontologique pourrait vraisemblablement résoudre cette question.

6. La dernière unité représente des faciès d'âge holocène (< 10 000 ans). Un trait remarquable du paysage de Trois-Rivières est la présence d'un front deltaïque du proto-Saint-Maurice, correspondant peut-être à la phase de Rigaud du Proto-Saint-Laurent.

DEUXIÈME PARTIE:**ÉTUDE RÉGIONALE STATISTIQUE: ISOCONTOURS DE LA STRUCTURE DU ROC ET ISOPAQUE DES DÉPÔTS MEUBLES DE LA RÉGION DU LAC SAINT-PIERRE*****Généralités***

Cette deuxième partie du rapport présente une étude de variation spatiale de l'élévation du socle et de l'isopaque des dépôts quaternaires de la région du Lac Saint-Pierre. La première vise à isoler dans un premier temps les zones présentant un potentiel de structure antiforme rocheuse comparable à celle de Pointe du Lac. La deuxième carte devrait identifier les zones où l'épaisseur des dépôts quaternaires est insuffisante pour l'exploitation d'un réservoir souterrain.

L'analyse statistique présentée dans cette section a été faite à partir de 6 banques de données dans lesquelles qualité et quantité étaient extrêmement variables. Les types de données sont aussi plus ou moins bien régionalement réparties. Les figures 18 et 19 montrent la distribution des forages utilisés. La distribution peut être relativement aléatoire, comme celle des puits d'eau, ou concentrée dans une région particulière, comme celle de Transport Fédéral Canada ou celle de la section Quaternaire du MERQ. La banque de données la plus riche en information est évidemment celle du Gaz. Sa distribution est très biaisée autour du littoral nord du Lac Saint-Pierre et autour des Iles de Sorel. Par contre, la région de Yamaska a été très peu forée. La banque de données la mieux distribuée est la banque sismique. Cependant, cette information est de nature interprétative et le seul réflecteur considéré est le socle. Ces banques de données ont été fournies au consultant par Intragaz. Des forages ont dû être laissés de côté pour l'analyse, soit que le roc n'ait pas été atteint, soit que la localisation ait été incertaine ou située à l'extérieur de la zone d'intérêt ou que les données apparaissent improbables. En tout, 739 observations ont servi de base aux cartes d'isocontours et d'isopaques. Les forages retenus ainsi que les valeurs utilisées pour la production des cartes sont présentés à l'Annexe II.

Distribution des Forages (banque de données complète)

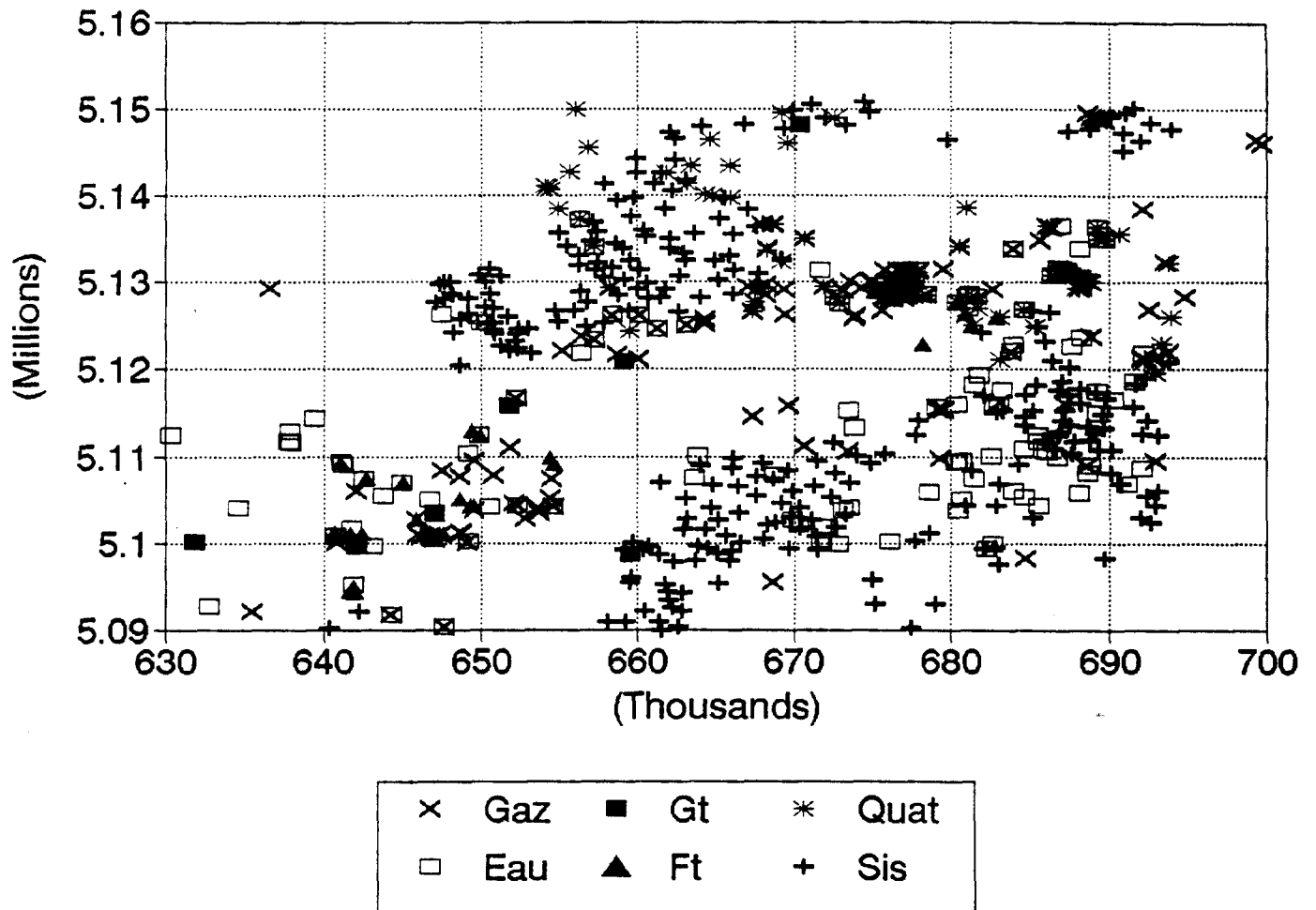


Figure 18. Carte de distribution de l'ensemble des forages utilisés pour les cartes d'isocontours

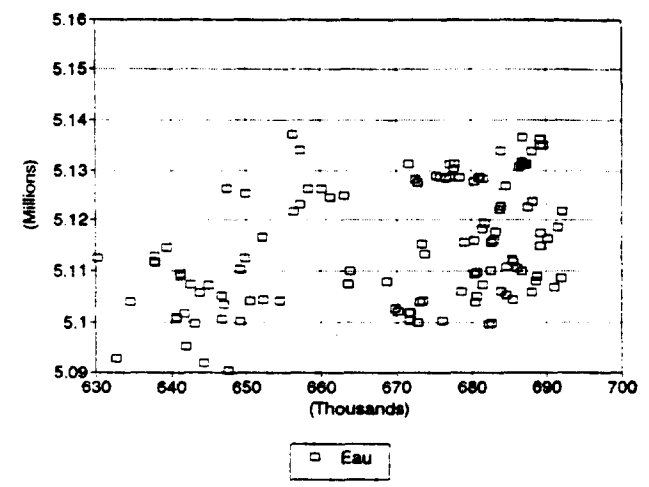
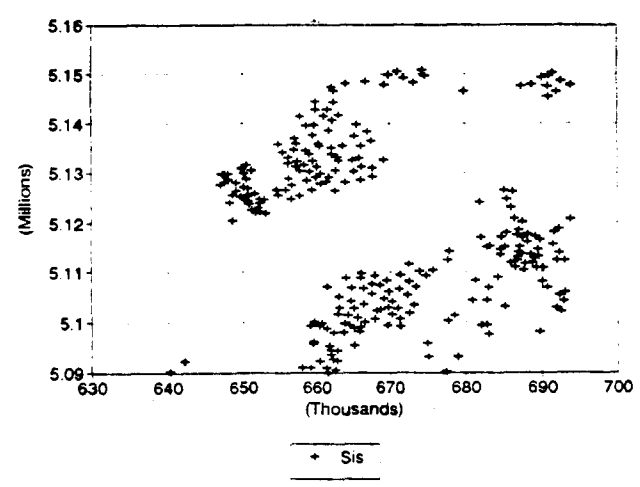
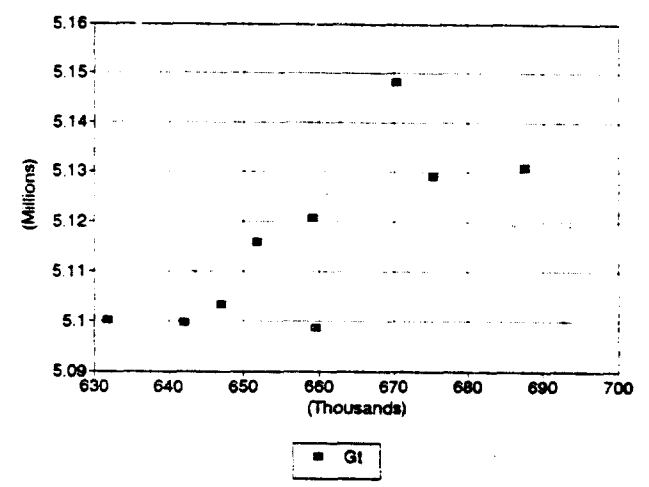
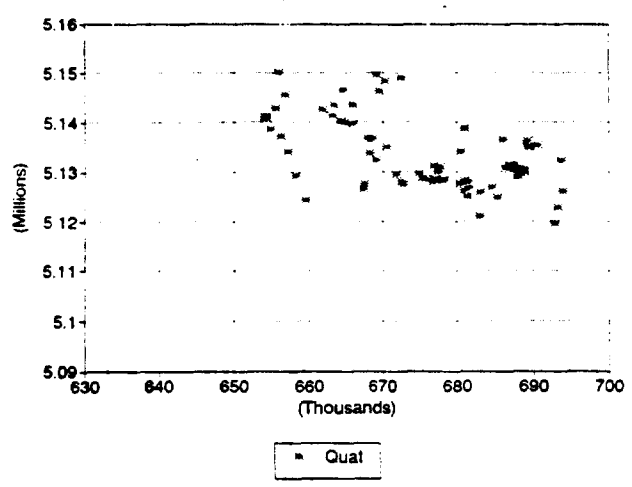
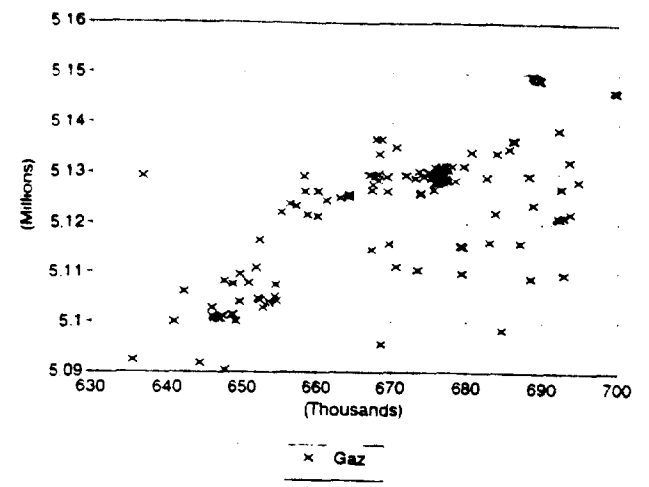
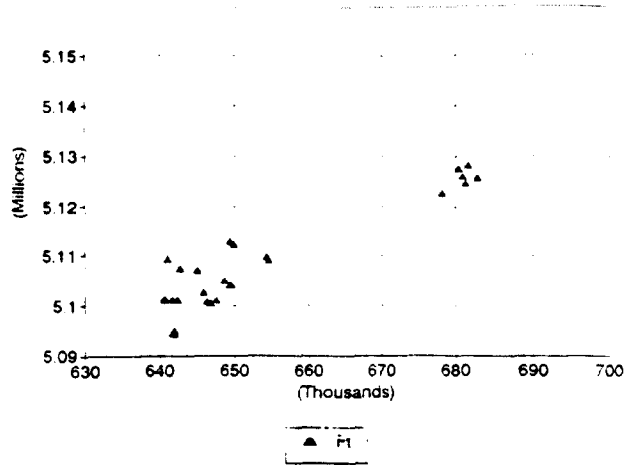


Figure 19. Cartes de distribution des forages, par banque de données individuelles.

Les cartes d'isocontours sont à deux échelles. Les premières cartes présentent les données à une échelle dite régionale i.e. au 1:250 000 où toutes les données retenues sont utilisées. Afin de préciser les structures, des cartes plus détaillées et statistiquement plus élaborées sont présentées pour deux sous-régions appelées Louiseville et Sorel.

Traitement des données: Production des cartes de contours

Cette partie du rapport est tirée d'un texte écrit par le Dr Claude Belhumeur pour notre compte.

1. Étape préliminaire

Une vérification préliminaire des différentes banques de données a été faite en produisant des histogrammes des variables considérées (épaisseur des dépôts meubles et élévation du socle) et des coordonnées des forages. Cette étape avait pour but de détecter et corriger les valeurs aberrantes de la banque de données.

Ensuite, aux endroits où les différentes banques de données se recoupaient, les moyennes locales des variables de chaque banque de données ont été calculées et comparées. Des erreurs de conversion 'pieds-mètres' ont ainsi été détectées dans la banque de données 'Quaternaire'. Ces erreurs ont été corrigées et nous avons pu conclure que chaque banque fournit des informations très semblables.

Une deuxième vérification a consisté à mesurer la continuité spatiale des deux variables d'intérêt de la banque de données globale. Etant donné la nature des variables, nous n'anticipons pas de variations spatiales brusques des données. La détection de variations brusques signifie sans aucun doute des erreurs de mesure, ou un biais propre à une banque de données particulière. Nous avons mesuré la continuité spatiale des variables en calculant le variogramme qui s'exprime comme suit:

$$G(h) = 1/2n \sum [x(i) - x(i+h)]$$

où

-**h** est un vecteur directionnel de distance;

-**x(i)** et **x(i+h)** représentent les valeurs de la variable aux positions (i) et (i+h);

-**n** est le nombre de couples de points qui ont servi à faire le calcul de **G(h)**, pour une distance **h** donnée.

Le rapport de la variance des données sur l'ordonnée à l'origine du variogramme représente la proportion de variations aléatoires présente dans les données (bruit de fond). A priori, nous savons que les variables considérées ne devraient pas montrer une grande proportion de bruit de fond, mais devraient plutôt présenter une grande continuité spatiale.

Les deux variogrammes présentent un niveau de bruit de fond très bas (Fig. 20), ce qui démontre la fiabilité et la compatibilité des différentes banques de données. Les courbes correspondant à la direction perpendiculaire au fleuve Saint-Laurent (azimuth N45W) montrent une croissance continue, témoignant d'un gradient régional pour l'épaisseur des dépôts meubles et l'élévation du socle. Les courbes pour la direction N45E montrent une croissance continue jusqu'à 22 km pour la profondeur du socle, et 10 km pour l'épaisseur des dépôts meubles (portées des phénomènes), pour ensuite se stabiliser à un plateau correspondant à la variance des données. Cette distance correspond à la distance pour laquelle il n'y a plus de corrélation entre les échantillons.

2. Interpolation des données

Les caractéristiques spatiales des données (évaluées à la section précédente) ont servi de base à l'évaluation des paramètres nécessaires aux programmes d'interpolation. Dans un premier temps, l'interpolation pour la région globale a été exécutée à l'aide des logiciels "Grapher" et "Surfer" de la compagnie Boreland. Pour les sous-régions de Louiseville et Sorel, nous avons procédé à une évaluation géostatistique complète (variogramme et krigeage) à l'aide du module de géostatistique du logiciel GDM.

Pour la carte de contours régionale, étant données:

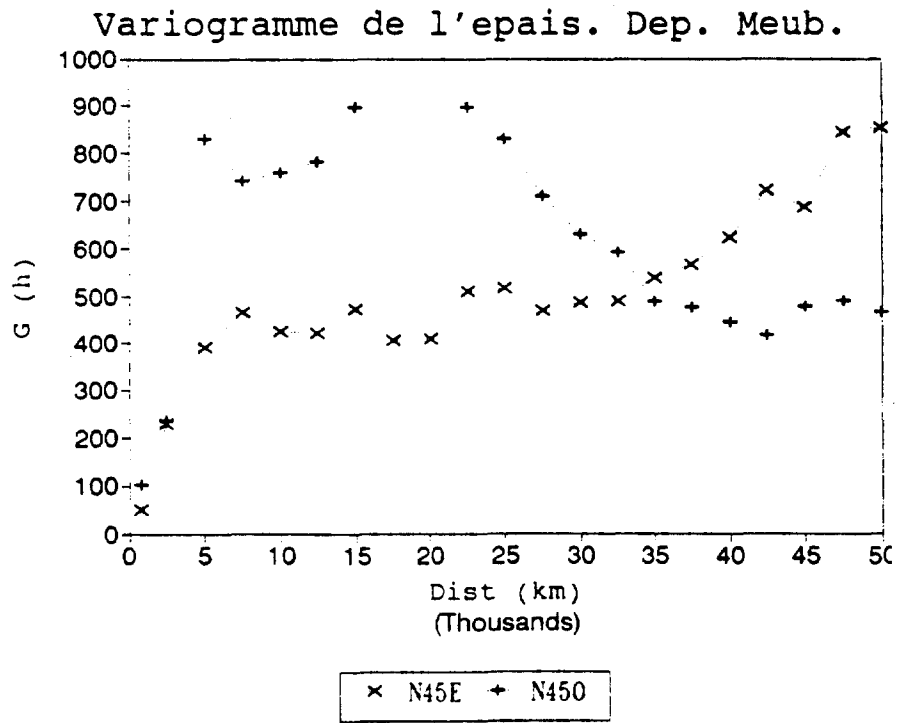
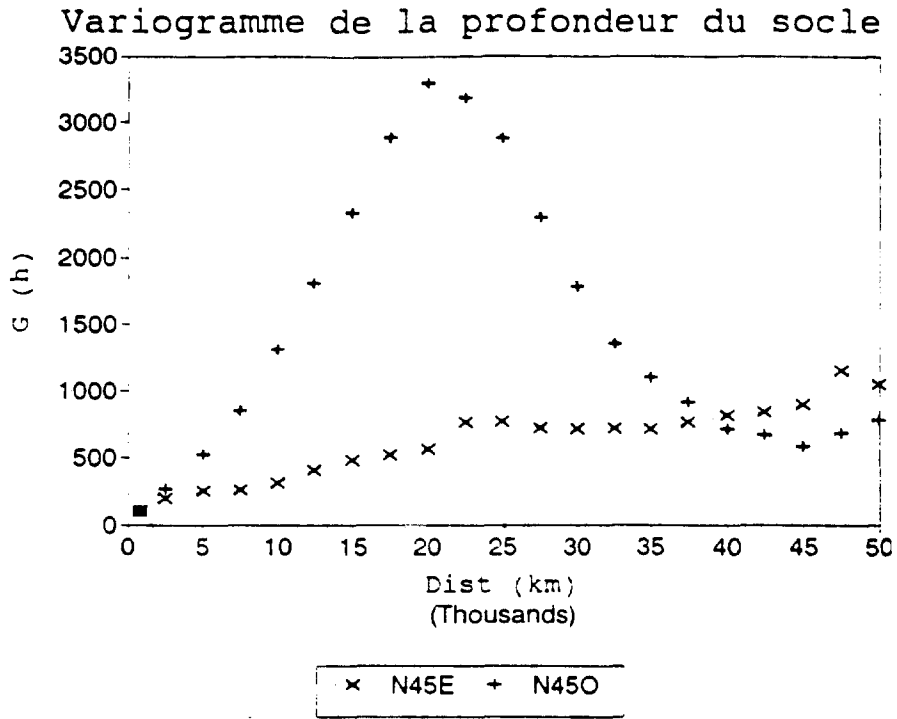


Figure 20. Variogrammes de l'élévation du socle et de l'épaisseur de dépôts meubles.

- la nécessité de préserver le caractère local des structures géologiques;
- la présence d'un gradient important;
- la répartition très hétérogène des forages,

nous avons utilisé peu d'échantillons pour l'interpolation (maximum de 5), et un rayon de recherche restreint (8 km). En contrepartie, ces paramètres ne permettent pas d'évaluer les contours dans certaines régions de la carte contenant peu d'informations. La carte de contours régionale est construite à partir d'une grille de 18 x 18 points, distants de 4000 m. L'interpolateur utilisé considère l'inverse de la distance comme facteur de pondération.

La carte de la région de Louiseville s'étend de 650 000E à 690 000E et 5 120 000N à 5 150 000N. Nous avons évalué une grille de 21 x 16 points distants de 2000 m. La densité de l'information dans cette région, de même que la grande continuité spatiale permettent d'évaluer l'erreur d'estimation (précision) à moins de 10% pour la plus grande partie du territoire (variance de krigeage). Le grand nombre de points disponibles dans certaines régions pourrait permettre d'évaluer une grille plus fine et percevoir des structures de plus petite dimension, tout en s'assurant d'une grande précision dans les estimations. La carte de la région de Sorel s'étend de 635 000E à 655 000E et 5 090 000N à 5 115 000N. Nous avons évalué une grille de 15 x 12 points distants de 2000 m. Les régions de cette carte contenant suffisamment de forages sont affectées d'une variance de krigeage de moins de 15%.

Cartes régionales d'isocontours de la structure du substratum rocheux et d'isopaques des dépôts meubles.

Les cartes d'isocontours du substratum rocheux et d'isopaques de dépôts meubles sont présentées sous une forme réduite sur les figures 21 et 22. Des vues isométriques tridimensionnelles sont présentées à la figure 23.

Comme prévu, à cette échelle, les isocontours révèlent les traits généraux de la structure, en particulier, la dépression centrale (synforme **A**) dont les isocontours sont ici terminés à -70 m, qui définit le Bassin de Yamachiche, et la Crête de Saint-Wenceslas, un antiforme (**B**) faiblement exprimé, ceci étant dû à la rareté des points à l'Est de Trois-Rivières. Une structure intéressante

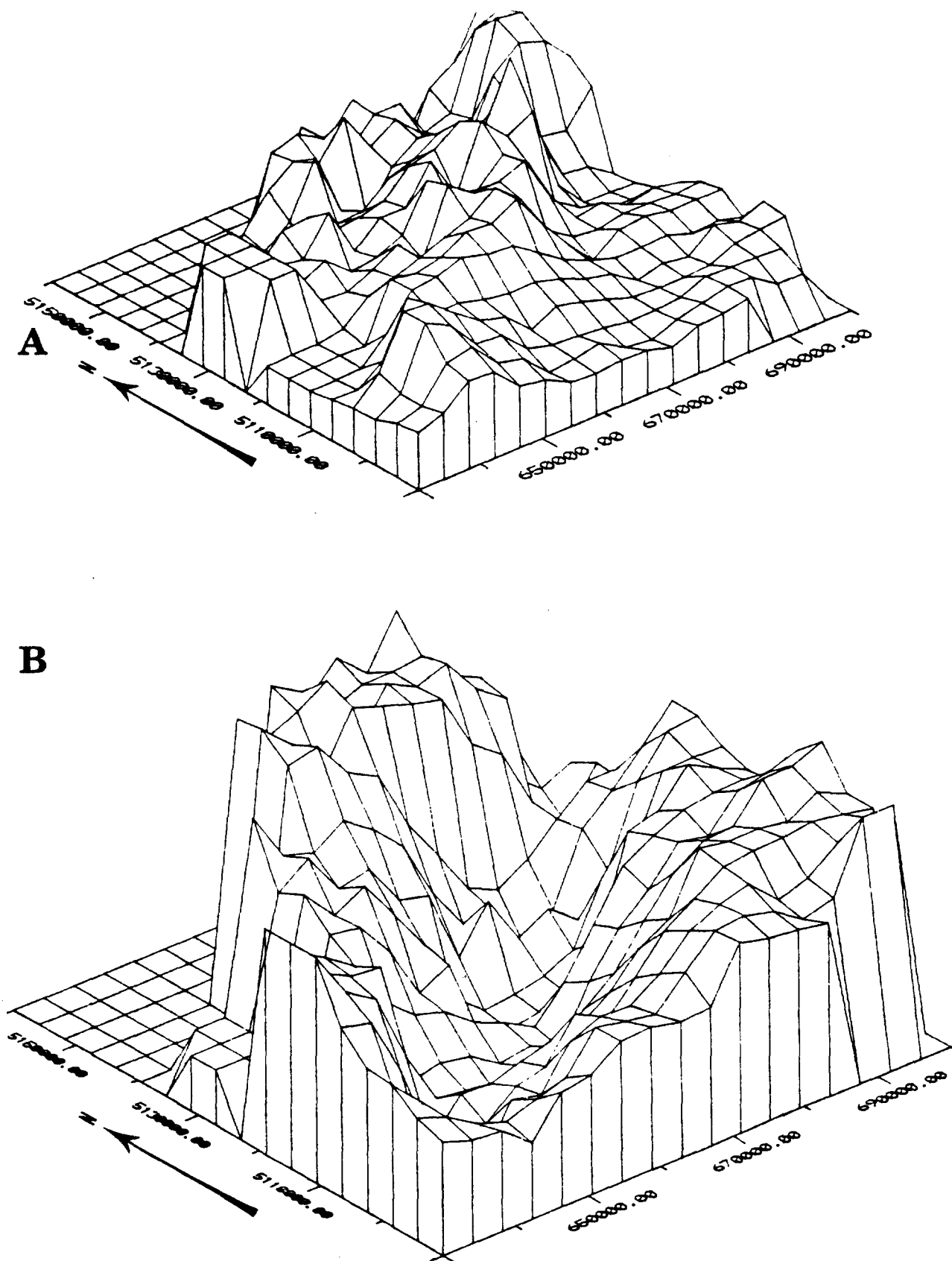


Figure 23. Vue vers le NE isométrique tridimensionnelle de l'épaisseur des dépôts meubles (A) et de l'élévation du roc (B). Remarquer la netteté de la cuvette principale et la remontée du socle vers la Crête de St-Wenceslas.

est bien visible sous les Iles de Sorel (antiforme **C**). Cette structure est limitée vers le sud-est par une dépression extrêmement importante, la cuvette **D** localisée dans la région de Berthierville. Une cuvette **E** semble être aussi localisée sous le delta de Trois-Rivières. La structure de Pointe du Lac (**F**) est curieusement retrouvée plus au sud-ouest que sa position réelle. Cette disposition montre les limites de l'interprétation présentée ici. Une des explications de ce phénomène peut être que certains puits moins précis tels que des puits d'eau peuvent déformer une structure de l'amplitude de celle de Pointe du Lac. Une autre explication peut être reliée à la localisation de cette structure sous le front deltaïque du proto-St-Maurice. Une imprécision dans l'élévation de départ pour certains forages et/ou le nombre très restreint d'observations peut en effet affecter la position de la structure. Une dernière structure antiforme (**G**) est faiblement exprimée dans la région de Louiseville et elle pourrait éventuellement refléter la Faille de Louiseville.

La carte d'isopaques des dépôts meubles est en anticorrélation avec la carte précédente, ce qui représente une vérification relative de l'existence des structures décrites plus haut. Il est à noter la sousévaluation de l'épaisseur de dépôts meubles sous le Delta de Trois-Rivières, ce qui tendrait à démontrer que le déplacement de la structure de Pointe du Lac peut être dû à cette forme de terrain. Il est à noter que cette carte semble suggérer que l'épaisseur de dépôts meubles dans la région située au sud du Lac St-Pierre, entre la Rivière Saint-François et la rivière Nicolet, est insuffisante pour l'exploitation de réservoirs souterrains, étant généralement inférieure à 50 m.

Structure du substratum rocheux de la région de Louiseville

La carte de structure du substratum rocheux de la région située au nord du Lac Saint-Pierre est présentée sur la figure 24. La figure 25 montre la variance d'estimation associée. On doit noter que le haut structural très localisé (en **D**) est représenté par un seul point, un forage d'eau dont l'élévation du socle est à -4m. Dans le contexte local, cette valeur est impossible et ces contours sont des artéfacts.

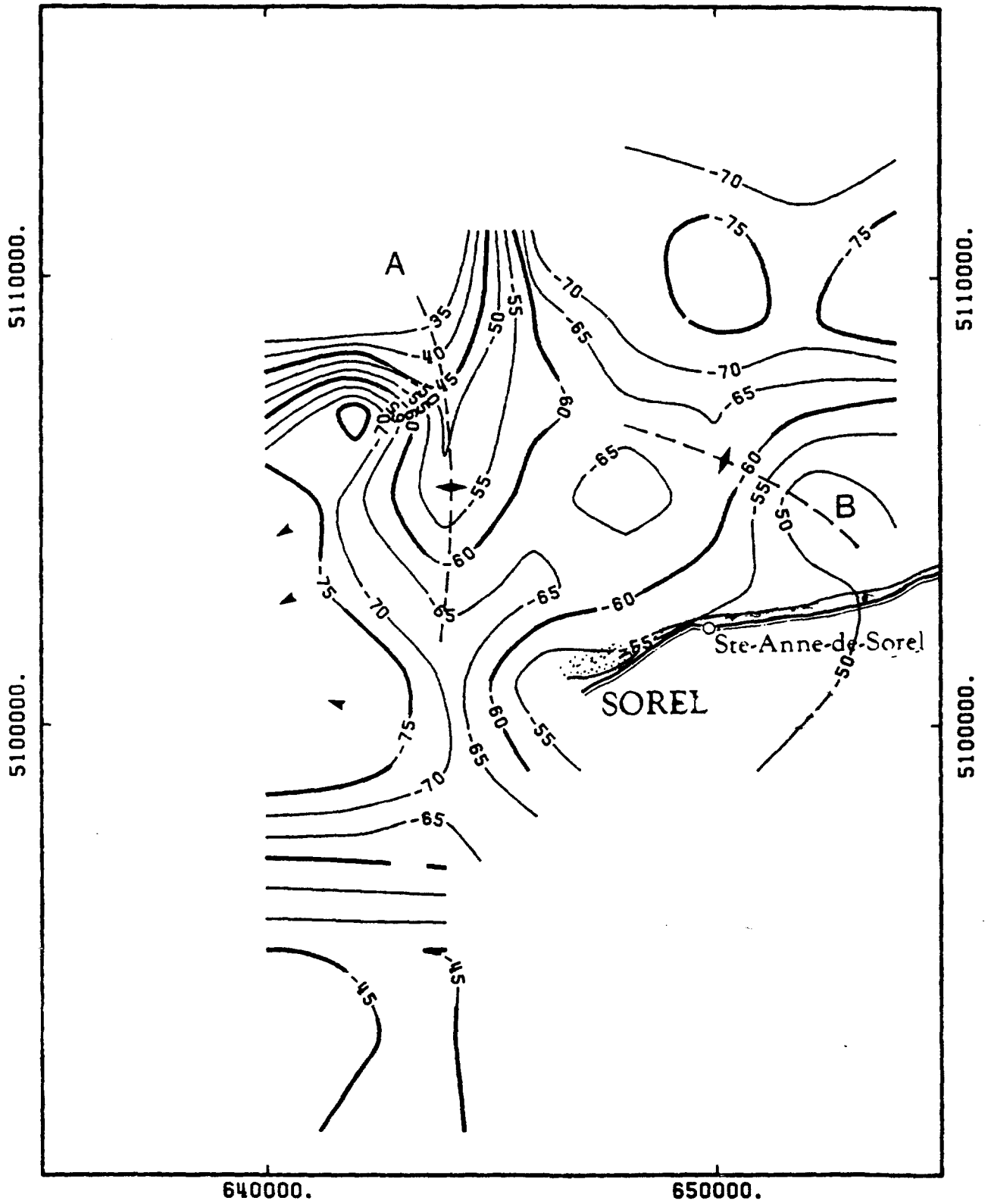


Figure 26. Carte d'isocontours de l'élévation du roc, région de Sorel

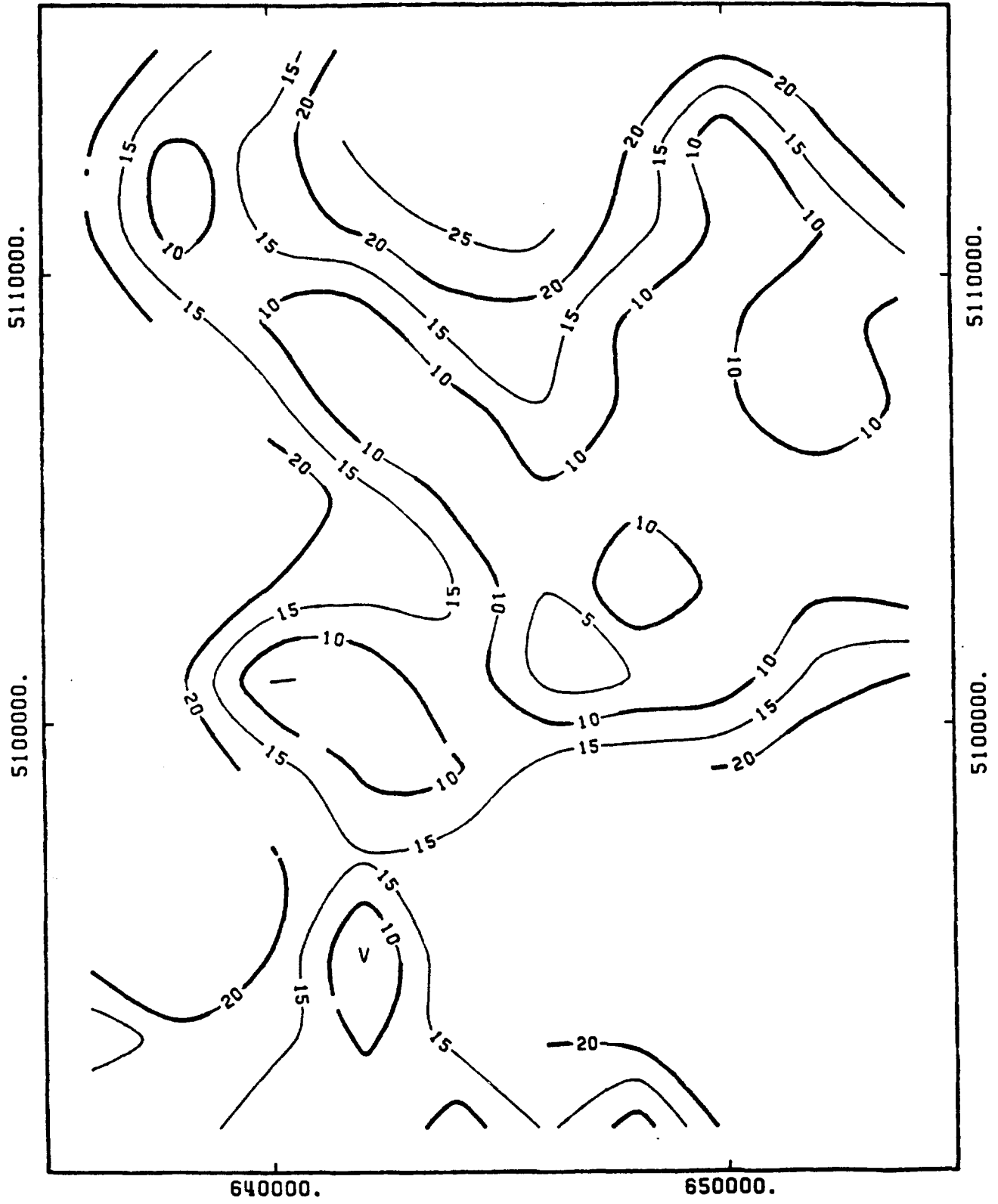


Figure 27. Carte de la variance d'estimation pour l'élévation du roc, région de Sorel

On peut voir sur cette carte une bien meilleure expression du haut structural de Pointe du Lac (antiforme **A**) ce qui suggère que le programme utilisé pour ces contours est probablement plus représentatif de la réalité. Latéralement à cette structure, on peut déceler d'une façon précise la cuvette synforme **B**, localisée sous le Delta de Trois-Rivières. En **C** apparaît l'antiforme possiblement relié à la Faille de Louiseville, quoique son orientation soit ici perpendiculaire à la direction de la faille elle-même.

Structure du substratum rocheux de la région de Sorel

L'abondance de données disponibles pour la région localisée dans les environs des Iles de Sorel a permis la réalisation d'une carte détaillée de cette région. La carte de structure et sa carte de variance d'estimation associée sont présentées sur les figures 26 et 27. Deux structures antiformes sont évidentes sur cette carte. L'antiforme **A**, d'orientation nord-sud traverse l'Ile Dupas et une partie du chenal de la Voie Maritime. Cet antiforme mérite certainement un réexamen, présentant une géométrie particulièrement prometteuse. La seconde structure, déjà suggérée par le profil géologique de la figure 16, est d'orientation NW-SE et traverse les îles des Barques, de Grâce et celle du Moine. Cette structure semble aussi se poursuivre au sud-est de Sorel. Dans les deux cas, l'épaisseur de dépôts meubles est supérieure à 50 m.

CONCLUSION

ÉVALUATION DU POTENTIEL RÉGIONAL DE RECÉLER DES STRUCTURES ÉQUIVALENTES À CELLE DE POINTE DU LAC

Ce rapport présente une série de résultats pouvant servir à l'évaluation du potentiel régional de recéler des structures équivalentes à celle de Pointe du Lac. Ce réservoir est localisé dans des sédiments granulaires perméables mis en place dans un environnement deltaïque ayant prévalu il y a environ 100 à 130 000 ans, durant ou succédant à un épisode d'invasion glaciomarine. Ces sédiments fossilisent un haut structural, un antiforme, représentant un relief de pente ayant évolué à partir du relief original de faille de Pointe du Lac. La structure captante sus-jacente est constituée de sédiments glaciolacustres, les Varves de Pierreville/Deschaillons, qui ont préservé la structure positive originale et piégé du gaz provenant des roches ordoviciennes sous-jacentes. Les descriptions originales de forages de gaz et pétrole, celles des forages réalisés par la section Quaternaire du MERQ, celles disponibles grâce au programme de puits d'eau, alliée aux données révélées par les programmes d'exploration sismique nous permettent de croire que le piège quaternaire **haut structural-réservoir granulaire-structure imperméable** de type Pointe du Lac pourrait éventuellement être répété dans la région des Iles de Sorel (I sur Fig. 28) et aussi possiblement près de Louiseville (II sur la Fig. 28). On remarquera que la région située immédiatement à l'Est des Iles de Sorel, à l'entrée du Lac Saint-Pierre, n'a à peu près pas été étudiée. Un troisième secteur d'intérêt est représenté par la région située immédiatement à l'Est de Trois-Rivières (III sur Fig. 28), région traversée par la Crête de Saint-Wenceslas.

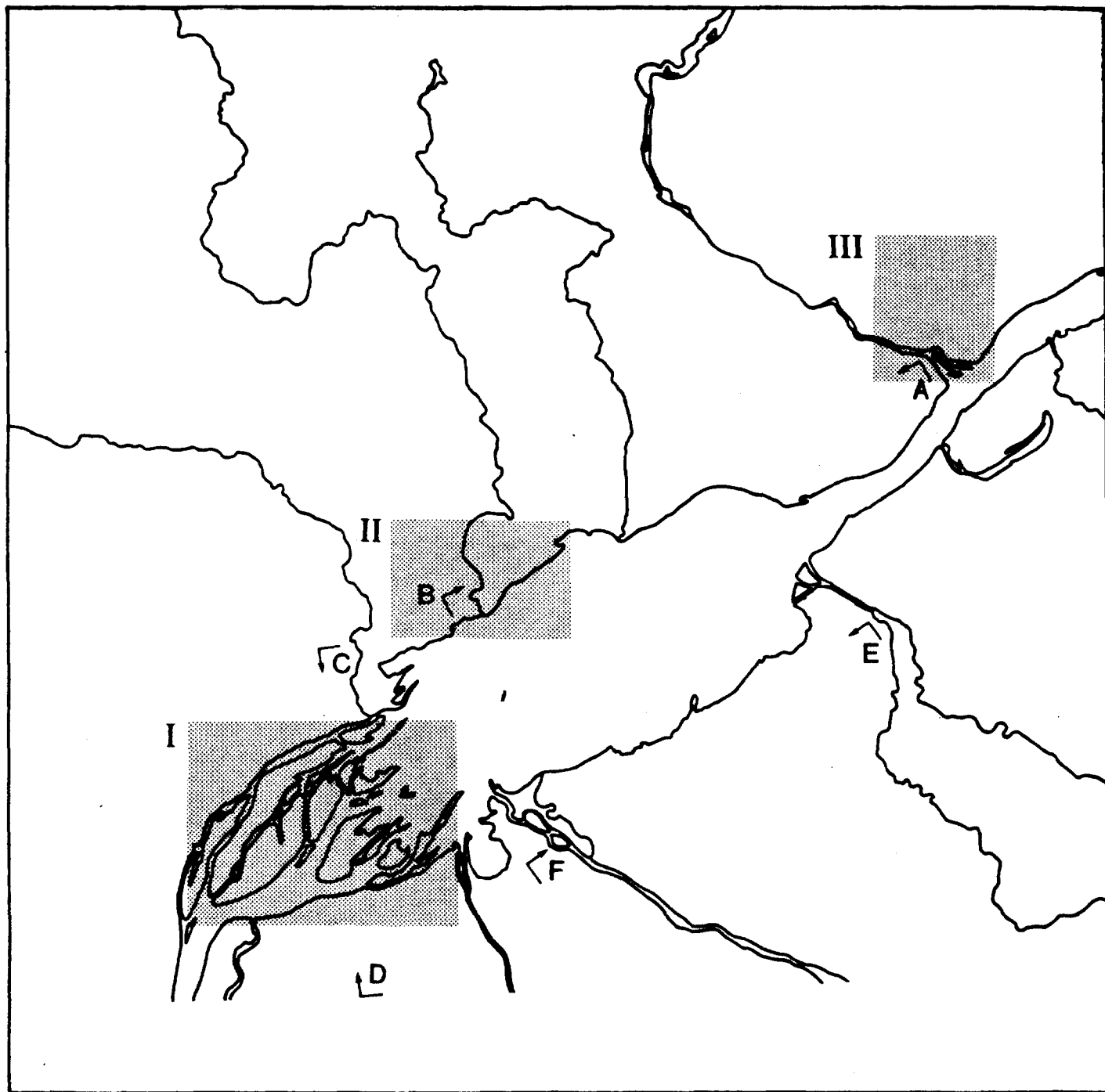


Figure 28. Localisation des régions pouvant recéler des structures semblables à celle de Pointe du Lac.

Recommandations de travaux futurs

L'étude présentée ici est de nature exploratoire. Un certain nombre de travaux futurs devraient aider à confirmer ou infirmer les conclusions très préliminaires présentées plus haut et étendre ce type de recherche à d'autres régions avoisinantes.

1. Il ressort de ce travail que les banques de données entre autres sont de qualité variable. Cependant, l'analyse statistique démontre qu'en général, les données essentielles, i.e. élévation du roc et épaisseur des dépôts meubles sont relativement fiables et cohérentes entre les divers types de banques. En conséquence, nous croyons que l'exercice de cartographie des contours de l'élévation du roc dans les régions cibles devrait être recommencé après l'ajout des puits d'eau effectués avant 1975, données qui n'étaient pas disponibles dans la banque de données originales.

2. L'analyse micropaléontologique des dépôts fins récoltés lors des forages devrait être effectuée systématiquement lors des prochaines campagnes de forage puisque ces analyses permettent l'identification rapide de certaines unités caractéristiques des basses terres du Saint-Laurent. Une étude de la variabilité verticale des contenus micropaléontologiques des déblais de forage anciens et à venir devrait être encouragée afin de constituer une banque de données micropaléontologiques adaptée aux travaux stratigraphiques de subsurface.

3. Parallèlement, une analyse lithologique détaillée des déblais des forages de gaz et pétrole (Séries A et B) permettrait de clarifier la nature des superpositions stratigraphiques quaternaires. Cette étude devrait en fait être combinée à l'analyse paléontologique.

4. Les données d'exploration géophysique de sismique réfraction semblent être très cohérentes. La corrélation de ces données avec celles des forages de gaz et pétrole est d'ailleurs excellente. Par conséquent, il serait souhaitable de poursuivre ces travaux, en particulier dans la région située immédiatement à l'Est des Iles de Sorel là où l'information est à toutes fins pratiques inexistante.

5. Finalement, nous croyons qu'une étude équivalente des dépôts quaternaires de subsurface et de leur stratigraphie devrait être réalisée dans le Bassin de la Batiscan, puisque les conditions géologiques et géotechniques y sont aussi favorables. La carte de structure du substratum rocheux établie par Prévôt (1972), quoique basée uniquement sur des puits d'eau antérieurs à 1970, isole un haut structural très marqué dans la région de Champlain, au coeur du Bassin de Batiscan, tel que défini par Lamothe (1985). Il est probable que de nombreux autres antiformes d'amplitude équivalente à celle de Pointe du Lac existent ailleurs dans les basses terres du Saint-Laurent.

RÉFÉRENCES

- Anderson, T.W., Matthews, J.V. Jr, Mott, R.J. et Richard, S.H., 1990: The Sangamonian Pointe-Fortune site, Ontario-Québec Border. *Géographie physique et Quaternaire*, v. 44, p. 271-287.
- Besré, et Occhietti, 1990: Les Varves de Deschaillons, les Rythmites du Saint-Maurice et les Rythmites de Leclercville, Pléistocène Supérieur, Vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, v. 44, p. 181-198.
- Bolduc, A.M. et Duchaine, Y., 1992: Paléogéographie quaternaire de la région de Pointe du Lac, Québec, d'après les données de forages et de géophysique. VIIème Congrès de l'AQQUA, Rouyn-Noranda, Résumé p. 25.
- Burbidge, G.H. et Rust, B.R., 1988: A Champlain Sea Subwash Fan at St.Lazare, Quebec, in Gadd, N.R., éd., *The Late Quaternary Development of the Champlain Sea Basin*, Geological Association of Canada, Special Paper 35, 47-61.
- Clark, T.H. 1964. Région de Yamaska-Aston. Rapport géologique- 102, Ministère des richesses naturelles, Québec, 208 p.
- Clark, T.H. et Globensky, Y. 1976a. Région de Sorel. Rapport géologique - 155, Ministère des richesses naturelles, Québec, 151 p.
- Clark, T.H. et Globensky, Y. 1976b. Région de Trois-Rivières. Rapport géologique - 164, Ministère des richesses naturelles, Québec, 87 p.
- Clark, T.H. et Globensky, Y. 1976c. Région de Bécancour. Rapport géologique - 165, Ministère des richesses naturelles, Québec, 66 p.
- Ferland, P. et Occhietti, S., 1990. L'Argile de la Pérade: nouvelle unité marine antérieure au Wisconsinien supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 (2): 159-172.
- Gadd, N.R. 1955. Pleistocene geology of the Bécancour map-area, Québec; Unpublished Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana.
- Gadd, N.R. 1971. Pleistocene geology of the central St-Lawrence Lowland, with selected passages from an unpublished manuscript: *The St-Lawrence Lowland*, by J.W. Goldthwaith; Geological Survey of Canada, Memoir 359, 153 p.
- Gadd, N.R. et Karrow, P.F., 1959: Surficial geology, Trois-Rivières, St-Maurice, Champlain, Maskinongé and Nicolet Counties, Quebec. Geological Survey of Canada, Map 54-159.

- Goldring, W., 1922. The Champlain Sea. N. Y. State Museum, Bull. 239-240, p. 153-187.
- Globensky, Y. 1987. Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère de l'Énergie et Ressources, Québec, MM 85-02, 63 p.
- Guilbault, J.-P., 1980. A stratigraphic approach to the study of the Late-Glacial Champlain Sea deposits with the use of foraminifera. Unpublished Licentiat Thesis, Aarhus Universitet. University Microfilms no. 82-28, 762
- Guilbault, J.-P., 1989. Foraminiferal distribution in the central and western parts of the late Pleistocene Champlain Sea basin, Eastern Canada. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 (1), p. 3-26.
- Guilbault, J.-P., 1993. Quaternary foraminiferal stratigraphy in sediments of the eastern Champlain Sea basin, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 47 (1): sous presse.
- Karrow, P.F. 1957. Pleistocene geology of the Gôndines map-area, Quebec; Unpublished Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana, 96 p.
- Lamothe, M. 1985. Lithostratigraphy and geochronology of the Quaternary deposits of the Pierreville and St-Pierre les Becquets area, Québec; Unpublished Ph.D. thesis, University of Western Ontario, London, 227 p.
- Lamothe, M. 1989. A new framework for the Pleistocene stratigraphy of the Central St. Lawrence Lowland, Southern Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, v. 43, p. 119-129
- Lamothe, M. et Huntley, D.J. 1988. Thermoluminescence dating of Late Pleistocene sediments, St-Lawrence Lowland, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, v. 42, p. 33-44.
- Lamothe, M., Parent, M. et Shilts, W.W., 1992: Sangamonian and Early Wisconsinan events in the St. Lawrence Lowland and Appalachians of Southern Quebec, Canada. in Clark, P.U, and Lea, P.D., eds.: *The last Glacial to Interglacial transition in North America*, Geological Society of America, Special Paper 270, p. 171-184
- Matthews, J.V. Jr, 1987. Macrofossils of insects and plants from southern Québec. in M. Lamothe (ed.) *Pleistocene Stratigraphy in the St. Lawrence Lowland and the Appalachians of southern Québec: A field guide*. Université de Montréal, Collection Environnement et géologie, v. 4, 166-181.

- Morris, P. A., 1973. A field guide to the shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. Third Edition edited by William J. Clench. Sponsored by the National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Occhietti, S. 1979. Le Quaternaire de la région de Trois-Rivières-Shawinigan, Québec: contribution à la paléogéographie de la vallée moyenne du St-Laurent et corrélations stratigraphiques; thèse de doctorat non publiée, Université d'Ottawa, Ottawa, 408 p.
- Occhietti, S., 1982: Synthèse lithostratigraphique et paléoenvironnements du Quaternaire au Québec méridional. Géographie physique et Quaternaire, v. 36, p. 15-49
- Prévôt, J.M., 1972: Carte hydrogéologique des basses terres du Saint-Laurent, Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Carte 1748.
- Terasmae, J. 1958. Contributions to Canadian palynology. Part I: The use of Palynological studies in Pleistocene stratigraphy. Part II: Non-glacial deposits in the St-Lawrence Lowlands, Quebec; Geological Survey of Canada, Bulletin 46, 28 p.
- Wagner, F.J.E., 1970. Faunas of the Pleistocene Champlain Sea. GSC Bulletin 181, 104 p.

Annexe I

Résultats d'analyse micropaléontologique

Guilbault, inédit

Echantillon B.31 40-50 F5

Pas de foraminifères, pas d'ostracodes.

Autres fossiles:

- débris végétaux (surtout fibres de bois). Rares.
- fragment minéral blanc simulant fragment de coquille.

B.31 140-150 F15

Foraminifères:

<i>Elphidium excavatum</i> dont quelques-uns tendent vers le morphotype C (#38,39)	17
foram indéterminé (#40)	1
Total	18

Autres fossiles:

- #41: articulation de pélécyopode (*Portlandia?*)
- #42: pyrite?: voir B045/F27.
- #43-45: fibres de bois fraîches
- #46-47: bois plus ou moins carbonisé (≠charbon de bois).
- #48: periostracum
- #57-58: mousses bien préservées
- #56: indét.

B.31 190-200 F20

Foraminifères:

Elphidium excavatum 53
Cassidulina reniforme 3

Total 56

Ostracodes:

Cytheropteron nodosum : 1 valve.

Autres fossiles:

-spicule
-pélécypode juvénile
-fragments mollusques
-fragments ostracodes
-fragments ostracodes
-fragments matière végétale

B.31 210-220 F22

Foraminifères:

Cassidulina reniforme 105
Islandiella helenae 33
Elphidium excavatum 21
Islandiella norcrossi 5
Epistominella vitrea 1
Fissurina cucurbitasema (ronde) 1
Buliminella hensoni arctica 1
Quinqueloculina sp. (*seminulum* var. 2) 1
Islandiella sp. 1

total 169

planctoniques 1

-fragments mollusques
-1 pélécypode juvénile
-ostracodes juv. indéterminés
-fragments échinodermes

B.31 230-240 F24

Foraminifères: aucun.

Ostracodes: aucun.

Autres fossiles:

-#2-7: fragments de mollusques

-#2: bec de *Yoldia thraciaeformis*

Cet échantillon semble avoir été tamisé à ~1 mm.

A159 F50

Foraminifères:

<i>Elphidium excavatum</i> (#3)	30
<i>Islandiella helenae</i> endommagés (#2)	3
<i>Cassidulina reniforme</i> (#14)	3
cf. <i>Haynesina orbiculare</i> (#5)	1
<i>Eoepionidella pulchella</i> (#18)	1
<i>Quinqueloculina seminulum</i> var. 2 (#17)	1

Total 32

Ostracodes:

<i>Cytheromorpha macchesneyi</i> (#7)	2
<i>Cytheropteron latissimum</i> (#8)	1
fragments ostracodes indéterminés	

Autres fossiles:

-fragments mollusques: #4 (pourris), 16 (bien préservés)

-"bivalve" paléozoïque: #6

-bois: #10

A159 F150

Foraminifères:

<i>Cassidulina reniforme</i>	37
<i>Islandiella helenae</i>	20
<i>Islandiella norcrossi</i>	10
<i>Elphidium excavatum</i>	6
<i>Quinqueloculina seminulum</i> var. 1	1
<i>Silicosigmoilina groenlandica</i>	1
<i>Virgulina schreibersiana</i>	1
Polymorphinidé	1
<i>Astrononion gallowayi</i>	1

Total 78

Ostracodes:

? <i>Cytheropteron champlainum</i>	1
------------------------------------	---

B.088 340-350 F26 (étude partielle)

Foraminifères:

<i>Elphidium excavatum</i> (#40)	6
<i>Islandiella helenae</i> (#37)	3
<i>Islandiella norcrossi</i> (#42)	1
cf. <i>Pyrgo williamsoni</i> (#41)	1

Total 11

#38, 50: fragments mollusques indét.

#39: fragment gastéropode indét.

#43: matière végétale

#44: contaminant. Spicule?

#45: fragment insecte.

B.088 350-360 F27

Foraminifères:

<i>Elphidium excavatum</i> (#23)	1
----------------------------------	---

Autres fossiles:

-10 fragments de mollusques dont 1 nuculanide (prob. *Portlandia*)

Les autres: indét.

-fibres de bois

-fragment insecte (#24)

F.002 290-300 F30

Foraminifères:

<i>Haynesina orbiculare</i>	1
<i>Elphidium excavatum</i>	2
<i>Islandiella helenae</i>	3
<i>Cassidulina reniforme</i>	3

total 9

Autres fossiles:

-fragments de mollusques

Petites boules de verre naturel fragmentées

B.176 400-410 F39

Foraminifères:

Elphidium excavatum (#52) 1

Autres fossiles:

-Fragments végétaux abondants (#49, 51,53), surtout petites brindilles (#53). Un fragment de bois de ca. 1 cm (pas monté).

-Fragments de macrofaune (prob. mollusques) rares.

1 échinoderme paléozoïque (#55).

B.171 280-290 F29

Pas de foraminifères, pas d'ostracodes.

Autres fossiles:

-3 fragments de mollusques (nuculides/nuculanides: #27)

Fragment de bryozoaire paléozoïque #30

Cet échantillon semble avoir été tamisé à ~1 mm

B.045 270-280 F27

Foraminifères:

Elphidium excavatum (#1) 7 dont 3 morphotypes C

Islandiella helenae (#2) 3

Islandiella norcrossi (#2) 1

Cassidulina reniforme (#3) 1

Total 12

Autres fossiles:

-fragments mollusques (#5)

-fragments bois (#16-22). Le plus gros fragment de bois: 2 cm. Laissé dans la fiole.

-fruit ou graine (#10)

Fragments indét. jaunâtres (#4, 7)

Pyrite (#15)

Varves: Forage Soquip-Consulgaz

Ostracodes:

Candona cf. *subtriangulata* :

-3 valves dont 1 carapace (valves jointives).

-3 fragments de valve représentant plus de 1/2 valve.

-plusieurs petits fragments.

Aucun autre fossile ou matière végétale.

Echantillons étudiés sans traitement:

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 25-30 m:

Argile. Échantillon sous forme de mottes accompagnées de poussière. Tamisé à sec à 106 µm pour enlever la poussière. Fraction fine (poussière) remise dans l'échantillon après étude.
Fraction étudiée: fragments de mollusques indéterminés.

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 35-40 m:

Sable bien trié.

Mollusques: Fragments seulement. Au moins 2 formes: au moins une forme blanche + au moins une forme nacrée (#57-58).

Ostracodes: #59: *Heterocyprideis sorbyana* : 1 spécimen.

Autres: #56: ? Pas testé pour HCl.

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 40-45 m:

Sable bien trié.

Forams: *Islandiella helenae* : 1 spécimen (#30).

Bryozoaires: 1 spécimen quaternaire indéterminé légèrement pyritisé.

Mollusques:

Formes blanches: *Portlandia* probables (#28: *Portlandia* ?, #29: *Portlandia*) + forme différente de *Portlandia* (sur la base de l'articulation)(#33).

Formes nacrées (#31).

Autres:

#32: échinoderme paléozoïque.

#26-27: objets blancs ne réagissant pas à HCl. Voir échantillon SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 79-80 m.

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 78-79 m:

Argile. Tamisé à sec à 106 µm. Fraction fine remise dans l'échantillon après étude.

Fraction étudiée:

Foraminifères: *Elphidium excavatum* "morphotype C": 1 spécimen (#37).

Autres: #41-42: fruits, graines.

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 79-80 m:

Sable mal trié avec fragments d'argile.

Mollusques: 1 seul fragment (#7).

Ostracodes: #1: *Heterocyprideis sorbyana* (1/2 valve).

Autres: #3-6: objets blancs, plats, ressemblant à des fragments de mollusques lorsque vus à l'oeil nu, ne réagissant pas à HCl.

#2: inconnu, réagit ± à HCl. Perdu.

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 2, 80-82 m:

Sable mal trié.

Aucun fossile.

Autres: #49-53: objets blanc et rouille, en partie métalliques, ne réagissant pas à HCl.
Fragments détachés de la foreuse?

SOQUIP Consulgaz Pt-du-Lac 12, 74-76 m:

Sable bien trié.

Aucun fossile.

Calbec 8, 76-78 m:

Sable plus ou moins bien trié.

Aucun fossile quaternaire.

#14: bryzoaire paléozoïque.

#15: ??

#20-21: Réagit fortement à HCl. Origine inconnue.

ANNEXE II

LISTE DES PUIITS UTILISÉS POUR LE TRAITEMENT DES DONNÉES

(valeurs en mètres)

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
A008	640782	5100037	775.1	7.9	93.0	-85.0
A012	658675	5121659	249.6	7.3	62.2	-54.9
A013	658675	5121659	371.2	7.6	62.5	-54.9
A018	694798	5128418	208.8	20.1	10.7	9.4
A025	692554	5126895	1837.9	24.7	12.2	12.5
A026	668585	5095578	1877.5	31.4	15.2	16.2
A027	693539	5132302	1603.2	18.0	6.1	11.9
A028	658196	5129398	306.9	33.2	73.5	-40.2
A029	686155	5136489	438.9	47.9	106.7	-58.8
A030	686349	5136433	442.5	48.2	100.6	-52.4
A031	635583	5089052	762.0	24.4	61.0	-36.6
A033	692150	5138600	44.8	18.3	44.8	-26.5
A035	667513	5127639	236.8	9.8	91.7	-82.0
A037	688899	5123846	876.3	26.2	30.5	-4.3
A047	693611	5121924	883.9	37.5	43.9	-6.4
A054	668222	5133774	277.0	38.7	91.4	-52.7
A059	678433	5128474	247.2	17.1	93.9	-76.8
A060	678433	5128474	865.9	17.4	94.5	-77.1
A061	679199	5115461	749.8	5.2	24.4	-19.2
A062	679264	5115432	880.8	5.2	21.9	-16.8
A063	679262	5115524	920.5	5.5	15.2	-9.8
A064	670669	5111229	1075.3	4.3	45.7	-41.5
A065	679523	5115409	1352.3	6.1	33.5	-27.4
A068	635426	5092260	411.5	15.2	57.9	-42.7
A070	688317	5129512	125.6	6.1	39.0	-32.9
A073	692904	5109637	1537.9	61.6	15.2	46.3
A075	626918	5066113	1146.6	17.7	30.8	-13.1
A080	632128	5089440	423.7	19.2	21.3	-2.1
A083	683808	5122054	691.9	21.0	33.5	-12.5
A101	626576	5082902	335.3	25.0	30.5	-5.5
A104	626292	5096759	932.6	10.4	54.9	-44.5
A106	629983	5072626	746.7	8.5	38.1	-29.6
A107	628224	5067003	701.0	9.4	38.1	-28.6
A121	688586	5108916	975.3	45.4	22.9	22.6
A122	688582	5109039	1342.3	30.2	33.5	-3.4
A123	692067	5121257	35.1	39.3	24.4	14.9
A127	685647	5134898	522.7	19.2	79.2	-60.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
A128	683880	5133887	539.5	61.0	141.7	-80.8
A129	676656	5128453	730.0	5.2	79.2	-74.1
A130	677000	5127947	483.1	27.1	86.3	-59.1
A131	657217	5123320	198.1	9.1	54.9	-45.7
A153	679276	5109845	1155.1	20.7	42.7	-21.9
A159	673479	5110570	1304.5	9.1	42.7	-33.5
A165	683078	5116379	1946.7	35.4	30.5	4.9
B002	642039	5106176	94.8	8.0	93.6	-85.6
B002	670626	5135041	167.6	50.9	120.1	-69.2
B003	677239	5128343	73.1	4.6	72.5	-68.0
B007	676051	5128647	100.6	3.7	96.9	-93.3
B012	676347	5128069	89.0	4.0	88.4	-84.4
B015	675871	5128210	78.0	4.0	77.1	-73.1
B016	675680	5128143	80.2	4.0	77.4	-73.5
B017	675895	5128117	85.9	4.0	83.5	-79.5
B018	675936	5128212	77.1	4.0	75.6	-71.6
B019	676113	5127968	84.1	4.3	82.3	-78.0
B024	646096	5100841	61.0	18.1	61.0	-42.9
B025	646612	5100884	59.4	7.0	59.1	-52.1
B026	647317	5101055	55.8	4.9	54.9	-50.0
B027	646962	5100614	63.7	11.6	62.8	-51.2
B029	645789	5102902	82.9	11.0	81.1	-70.1
B031	656412	5123824	91.4	7.3	73.1	-65.8
B034	676531	5129094	76.2	12.8	75.3	-62.5
B035	677228	5128712	81.7	11.0	78.0	-67.1
B039	676874	5129814	79.9	18.9	76.5	-57.6
B040	675046	5130101	94.5	14.6	93.0	-78.3
B042	677785	5130180	95.1	29.6	94.2	-64.6
B044	675482	5129094	99.4	6.7	93.3	-86.6
B045	674299	5129309	94.5	7.9	92.0	-84.1
B048	677599	5128444	78.6	9.8	77.7	-68.0
B049	673651	5130248	98.1	16.8	97.8	-81.1
B050	676497	5129494	77.7	15.8	76.5	-60.7
B051	676488	5129803	83.8	18.6	82.6	-64.0
B052	676754	5130273	84.7	23.2	83.8	-60.7
B053	676551	5131318	107.0	39.3	102.7	-63.4
B054	677235	5131431	105.2	41.1	104.2	-63.1
B055	675761	5131295	114.3	43.9	107.9	-64.0
B056	677557	5130669	103.6	34.4	93.6	-59.2
B057	677985	5131390	114.2	47.7	105.5	-57.8
B058	667731	5129357	84.1	17.7	82.3	-64.6
B059	667330	5126522	97.2	6.4	96.6	-90.2
B060	679565	5131472	80.5	15.8	78.6	-62.9
B061	669599	5115744	100.6	30.8	97.5	-66.8

PROF	EL	DEP	SOCLE	DEP	SOCLE	
141.4	12.5	83.2	-70.7	7.0	53.0	-46.0
97.5	15.8	94.5	-78.6	7.6	62.2	-54.6
77.7	9.8	77.7	-68.0	7.6	55.5	-47.9
123.4	7.0	97.5	-90.5	4.6	53.0	-48.5
100.6	7.3	89.9	-82.6	5.8	55.8	-50.0
96.0	9.1	94.5	-85.3	6.4	58.8	-52.4
125.0	7.3	79.2	-71.9	4.9	57.0	-52.1
139.3	24.7	70.1	-45.4	4.9	70.4	-65.5
94.5	14.6	79.2	-64.6	4.9	83.8	-79.0
126.8	10.1	88.4	-78.3	4.3	72.5	-68.3
100.6	12.5	97.5	-85.0	6.1	58.2	-52.1
100.6	20.7	82.3	-61.6	9.1	65.2	-56.1
91.1	11.9	88.4	-76.5	4.6	76.8	-72.2
93.6	17.1	91.4	-74.3	7.3	61.9	-54.6
89.3	10.4	82.3	-71.9	7.3	67.7	-60.3
65.5	7.9	65.5	-57.6	25.6	75.9	-50.3
73.1	7.9	71.6	-63.7	2.7	88.4	-85.7
61.0	9.4	60.7	-51.2	2.7	82.3	-79.5
62.8	7.9	62.5	-54.6	17.2	82.6	-65.4
107.0	11.9	98.8	-86.9	19.6	78.5	-58.9
79.2	15.2	79.2	-64.0	17.8	75.6	-57.8
70.1	14.0	61.0	-46.9	19.1	77.4	-58.3
66.4	22.2	42.7	-20.4	5.9	91.6	-85.7
135.6	14.0	62.5	-48.5	10.0	97.5	-87.5
71.9	44.5	57.9	-13.4	10.0	98.0	-88.0
24.1	49.4	21.0	28.3	5.9	88.1	-82.2
97.8	43.6	72.2	-28.6	22.0	79.5	-57.5
92.7	44.5	92.7	-48.2	22.8	81.0	-58.2
14.9	50.9	10.7	40.2	17.8	75.7	-57.9
29.6	46.3	27.1	19.2	17.9	80.3	-62.4
128.0	57.0	97.5	-40.5	16.1	74.4	-58.3
90.8	53.9	89.6	-35.7	21.5	77.7	-56.2
89.9	21.3	67.1	-45.7	19.0	75.0	-56.0
132.6	57.0	131.1	-74.1	15.5	75.0	-59.5
24.4	60.3	24.4	36.0	19.9	75.9	-56.0
28.3	60.7	28.3	32.3	19.6	75.3	-55.7
71.9	13.1	69.5	-56.4	13.3	73.6	-60.3
52.7	18.3	51.2	-32.9	19.7	75.4	-55.7
84.4	8.5	84.4	-75.9	18.8	77.2	-58.4
108.2	7.6	108.2	-100.6	19.3	75.5	-56.2
49.7	8.8	49.7	-40.8	14.2	74.8	-60.6
69.5	7.6	69.2	-61.6	19.2	87.4	-68.2
35.7	17.1	25.3	-8.2	19.5	46.0	-26.5
18.3	16.5	18.3	-1.8	4.5	81.4	-76.9

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
G257	646890	5103470	76.4	9.0	72.7	-63.7
G262	659500	5098800	37.6	26.9	36.1	-9.3
G264	631400	5069200	36.5	21.0	35.1	-14.1
G274	633700	5072200	33.0	22.0	31.5	-9.5
G282	651780	5115850	78.2	7.1	72.2	-65.2
G284	659170	5120800	80.0	5.8	77.6	-71.9
G289	626130	5107550	49.4	50.0	49.4	.6
G290	631800	5100250	41.1	26.5	38.7	-12.2
G526	675400	5129250	80.4	8.6	80.4	-71.8
G662	687600	5130900	51.2	4.0	51.2	-47.2
G669	670400	5148250	54.8	91.6	53.1	38.5
Q1	688230	5129900	61.6	3.7	12.1	-8.4
Q2	693250	5122950	46.0	11.6	8.8	2.8
Q3	692880	5119680	38.1	13.0	11.1	1.9
Q4	693940	5126050	40.2	9.3	11.6	-2.3
Q5	693700	5132250	274.3	4.6	1.9	2.8
Q6	688600	5130200	50.6	1.3	13.1	-11.8
Q7	688900	5130000	40.8	2.0	11.9	-9.9
Q8	688000	5129300	39.3	1.9	11.9	-10.0
Q9	688700	5130150	53.9	1.8	13.7	-11.9
Q10	688100	5129209	39.3	1.9	11.9	-10.0
Q11	688800	5130100	53.0	1.9	12.8	-10.9
Q12	641150	5088000	55.2	6.0	16.8	-10.8
Q13	639175	5087950	49.1	4.6	14.9	-10.3
Q14	672620	5149070	58.2	91.4	58.2	33.2
Q15	669525	5146275	61.6	108.2	61.6	46.6
Q16	669200	5149600	65.1	34.1	18.9	15.2
Q17	689250	5136300	59.1	12.1	17.9	-5.9
Q18	686154	5136485	426.7	3.7	76.2	-72.5
Q19	676900	5127940	89.2	1.0	25.5	-24.5
Q20	681550	5128250	79.7	1.3	23.3	-21.9
Q21	677150	5128380	82.6	4.6	23.2	-18.6
Q22	678150	5128350	103.9	5.7	31.6	-25.9
Q23	680950	5128400	76.5	3.0	23.2	-20.3
Q24	678400	5128550	103.9	5.6	31.6	-26.0
Q25	677100	5128700	82.6	4.6	23.8	-19.1
Q26	688100	5129250	39.3	1.9	11.9	-10.0
Q27	688000	5129300	39.3	1.9	11.9	-10.0
Q28	688230	5129900	61.6	3.7	12.1	-8.4
Q29	688935	5129995	40.8	2.0	11.9	-9.9
Q30	677750	5130000	95.1	9.3	28.5	-19.2
Q31	688880	5130020	50.3	1.9	12.0	-10.0
Q32	688790	5130095	44.0	1.9	12.9	-11.0
Q33	688750	5130125	54.2	1.8	13.7	-11.9

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
Q34	677650	5130150	95.1	9.3	28.5	-19.2
Q35	688600	5130200	50.6	1.3	13.1	-11.8
Q36	688510	5130300	57.2	1.2	12.8	-11.6
Q37	688350	5130400	46.2	1.1	11.7	-10.7
Q38	688280	5130460	51.4	1.1	13.1	-12.1
Q39	688150	5130520	52.1	1.1	13.4	-12.4
Q40	688145	5130545	56.7	1.2	13.4	-12.2
Q41	688060	5130610	58.8	1.0	15.3	-14.3
Q42	687920	5130700	56.1	1.0	16.6	-15.6
Q43	687875	5130740	59.1	1.2	15.3	-14.1
Q44	686400	5130800	64.3	2.3	19.5	-17.2
Q45	687655	5130900	61.6	1.0	16.3	-15.2
Q46	687640	5130920	61.7	1.0	16.3	-15.3
Q47	687465	5131040	71.0	1.2	19.0	-17.8
Q48	687420	5131080	80.4	1.0	22.1	-21.2
Q49	687320	5131140	77.1	1.0	21.0	-20.0
Q50	687250	5131200	80.8	1.2	21.8	-20.6
Q51	677860	5131200	76.6	13.9	22.9	-8.9
Q52	681050	5138700	79.6	4.6	24.2	-19.5
Q53	659550	5124250	30.9	2.8	5.6	-2.8
Q54	667330	5126520	98.8	2.0	29.4	-27.5
Q55	672850	5127500	90.2	2.7	27.4	-24.7
Q56	667514	5127636	236.8	3.0	26.8	-23.9
Q57	672600	5128100	90.2	3.2	27.4	-24.2
Q58	675850	5128700	100.6	.9	29.5	-28.6
Q59	675450	5128810	99.4	2.8	28.4	-25.6
Q60	658197	5129394	305.1	10.1	22.4	-12.3
Q61	671872	5129517	102.1	3.2	31.1	-28.0
Q62	674990	5129700	94.5	4.6	28.3	-23.7
Q63	669138	5132406	100.6	9.4	29.7	-20.3
Q64	668223	5133769	277.1	11.8	27.9	-16.1
Q65	657170	5134120	38.7	16.7	11.6	5.1
Q66	670626	5135041	168.2	15.5	36.6	-21.1
Q67	668655	5136717	90.8	16.4	26.4	-9.9
Q68	667947	5136759	89.9	15.8	18.6	-2.8
Q69	656300	5137200	71.9	23.2	12.6	10.6
Q70	654930	5138600	116.4	30.7	14.9	15.8
Q71	665970	5139630	84.1	19.5	19.4	.1
Q72	664800	5140000	86.9	20.9	16.3	4.6
Q73	664350	5140200	91.7	24.2	15.8	8.4
Q74	654350	5140780	147.8	46.4	22.2	24.2
Q75	654200	5141030	94.5	44.1	25.1	19.0
Q76	654080	5141130	96.0	44.1	27.4	16.7
Q77	663150	5141400	42.1	26.9	12.0	15.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE	
Q78	661850	5142650		50.6	28.3	14.8	13.6
Q79	655600	5142800		58.5	44.1	9.3	34.8
Q80	663400	5143500		56.7	30.2	12.0	18.2
Q81	663410	5143500		40.8	30.2	11.9	18.3
Q82	665900	5143600		42.7	21.8	11.2	10.6
Q83	656880	5145580		76.2	51.1	15.9	35.2
Q84	664620	5146500		85.3	38.6	13.3	25.3
Q85	655973	5150091		309.4	54.8	12.1	42.7
Q86	689750	5135050		37.2	4.9	10.5	-5.6
Q87	689400	5135100		41.1	3.7	12.4	-8.7
Q88	690710	5135460		32.9	1.2	7.2	-5.9
Q89	680532	5134246		132.6	3.2	39.9	-36.7
Q90	677075	5131225		105.2	13.9	30.4	-16.4
Q91	687200	5131230		74.5	1.0	20.4	-19.5
Q92	687175	5131260		76.7	2.2	20.9	-18.6
Q93	677050	5131300		105.2	13.9	30.4	-16.4
Q94	687080	5131320		74.9	2.4	20.2	-17.8
Q95	686960	5131405		71.9	2.5	19.5	-17.0
Q96	683050	5125920		49.0	1.4	14.0	-12.7
Q97	693940	5126050		40.2	9.3	11.6	-2.3
Q98	681020	5126200		72.2	1.1	21.5	-20.4
Q99	680480	5127670		84.7	1.7	24.8	-23.2
Q100	684650	5126900		64.0	2.8	15.6	-12.8
Q101	681660	5126950		70.9	1.1	20.7	-19.5
Q102	681450	5124950		59.0	1.6	16.9	-15.3
Q103	685300	5124800		41.1	3.8	12.1	-8.4
Q104	683047	5121085		37.9	5.3	10.4	-5.1
Q105	670370	5148310		54.8	91.6	53.1	38.5
E1	689300	5117500		47.2	35.0	31.1	3.9
E2	691600	5118700		40.5	40.0	35.1	4.9
E3	692100	5108800		36.9	60.0	36.0	24.0
E4	682700	5115700		69.5	32.0	31.7	.3
E5	683000	5116000		56.4	30.0	30.5	-.5
E6	684700	5126900		64.0	8.0	51.2	-43.2
E7	687600	5122600		36.0	30.0	33.5	-3.5
E8	681500	5118200		34.4	20.0	32.9	-12.9
E9	681800	5119300		35.4	20.0	26.5	-6.5
E10	685600	5111800		42.7	45.0	38.4	6.6
E11	686700	5110000		45.7	45.0	36.9	8.1
E12	688600	5108100		91.4	48.0	30.5	17.5
E13	684700	5110900		38.1	40.0	36.3	3.7
E14	685500	5112400		51.8	40.0	38.4	1.6
E15	686100	5110600		42.1	45.0	36.9	8.1
E16	681500	5107400		35.4	48.0	29.3	18.7

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
E17	682500	5110200		39.9	45.0	35.1 9.9
E18	691100	5107000		91.4	55.0	51.5 3.5
E19	688800	5109000		68.6	45.0	36.6 8.4
E20	688100	5105900		71.6	50.0	29.9 20.1
E21	678600	5106000		91.4	44.0	22.6 21.4
E22	680400	5109500		43.3	43.0	31.4 11.6
E23	680300	5109400		35.4	43.0	31.4 11.6
E24	680700	5109700		36.9	43.0	31.4 11.6
E25	673500	5104200		36.9	38.0	34.1 3.9
E26	670300	5102200		61.0	30.0	38.1 -8.1
E27	670300	5102200		93.9	30.0	40.5 -10.5
E28	672800	5100000		68.3	38.0	33.5 4.5
E29	657200	5123300		198.1	10.0	45.7 -35.7
E30	660200	5126200		74.7	15.0	71.3 -56.3
E31	658400	5126300		52.4	18.0	51.2 -33.2
E32	661300	5124600		83.8	12.0	79.9 -67.9
E33	663100	5125000		107.0	10.0	102.1 -92.1
E34	656400	5121800		49.1	12.0	49.1 -37.1
E35	652200	5116600		69.2	8.0	67.1 -59.1
E36	657200	5134100		38.7	50.0	38.7 11.3
E37	656300	5137200		70.1	65.0	41.5 23.5
E38	650000	5125400		81.1	50.0	75.6 -25.6
E39	647400	5126400		80.8	66.0	59.1 6.9
E40	628700	5085500		47.5	20.0	32.9 -12.9
E41	630300	5112500		48.8	62.0	31.4 30.6
E42	655300	5082800		56.4	30.0	35.1 -5.1
E43	659200	5080300		48.2	20.0	36.9 -16.9
E44	660200	5075000		41.1	30.0	35.7 -5.7
E45	659300	5077500		49.4	15.0	36.3 -21.3
E46	648300	5083900		41.1	20.0	34.1 -14.1
E47	648400	5084100		37.2	20.0	35.1 -15.1
E48	648400	5084100		165.5	20.0	32.6 -12.6
E49	643600	5084100		42.1	20.0	27.4 -7.4
E50	642000	5085500		40.5	21.0	33.2 -12.2
E51	686800	5131100		61.3	8.0	61.0 -53.0
E52	683900	5122800		33.8	25.0	30.5 -5.5
E53	688300	5123700		30.8	25.0	30.8 -5.8
E54	683300	5117700		1269.1	20.0	30.5 -10.5
E55	692200	5121900		295.0	20.0	32.9 -12.9
E56	661900	5089000		47.9	20.0	32.0 -12.0
E57	673400	5115300		67.7	7.0	65.2 -58.2
E58	673800	5113300		46.0	7.0	45.7 -38.7
E59	680400	5115900		33.8	20.0	33.5 -13.5
E60	679100	5115700		32.9	15.0	32.6 -17.6

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
E61	663600	5107700	53.9	8.0	53.6	-45.6
E62	668700	5107900	53.9	10.0	53.6	-43.6
E63	673200	5103900	41.5	38.0	35.4	2.6
E64	689300	5136300	59.1	18.0	58.8	-40.8
E65	689800	5135100	37.5	10.0	37.2	-27.2
E66	686800	5131700	65.5	38.0	64.0	-26.0
E67	686900	5131000	72.2	10.0	64.0	-54.0
E68	689400	5135100	41.1	10.0	41.1	-31.1
E69	686400	5130800	64.3	8.0	64.0	-56.0
E70	687000	5136600	75.0	38.0	66.4	-28.4
E71	687100	5131500	76.5	38.0	68.3	-30.3
E72	688200	5133800	55.5	8.0	54.9	-46.9
E73	683900	5133900	434.3	50.0	141.7	-91.7
E74	681100	5128700	79.5	10.0	79.5	-69.5
E75	681000	5128400	76.5	10.0	76.2	-66.2
E76	677800	5131300	107.0	40.0	105.5	-65.5
E77	678400	5128600	103.9	15.0	103.6	-88.6
E78	680400	5127700	84.7	15.0	81.4	-66.4
E79	675900	5128700	100.6	8.0	96.9	-88.9
E80	677100	5128700	82.6	10.0	78.0	-68.0
E81	677700	5130200	96.6	30.0	93.6	-63.6
E82	677100	5131300	105.2	40.0	99.7	-59.7
E83	675400	5128800	99.4	8.0	93.3	-85.3
E84	681600	5128300	110.0	8.0	106.7	-98.7
E85	676700	5128500	1034.7	10.0	79.2	-69.2
E86	672600	5128100	90.2	8.0	89.9	-81.9
E87	672900	5127500	90.2	7.0	89.9	-82.9
E88	636400	5082800	39.9	10.0	36.9	-26.9
E89	636100	5082700	39.9	10.0	36.9	-26.9
E90	646600	5105200	77.4	9.0	74.4	-65.4
E91	643700	5105700	53.6	8.0	53.3	-45.3
E92	644900	5107200	53.6	6.0	53.3	-47.3
E93	649100	5110400	90.2	7.0	87.2	-80.2
E94	640700	5101000	93.3	11.0	93.0	-82.0
E95	640600	5100800	93.3	11.0	93.0	-82.0
E96	642500	5107400	94.8	8.0	93.6	-85.6
E97	641700	5101800	89.0	8.0	88.4	-80.4
E98	649800	5112500	69.5	7.0	57.3	-50.3
E99	637800	5112900	36.9	35.0	31.1	3.9
E100	641200	5109100	33.5	12.0	33.2	-21.2
E101	637700	5111800	36.6	32.0	32.0	.0
E102	641100	5109400	33.5	12.0	32.9	-20.9
E103	659200	5080300	48.2	20.0	36.9	-16.9
E104	644200	5091800	111.2	15.0	63.1	-48.1

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
E105	647600	5090400	66.4	23.0	39.3	-16.3
E106	648100	5082100	548.6	20.0	42.7	-22.7
E107	654500	5104300	64.6	7.0	61.3	-54.3
E108	652300	5104400	61.6	7.0	30.5	-23.5
E109	650500	5104300	65.8	8.0	59.7	-51.7
E110	649100	5100200	70.1	10.0	62.2	-52.2
E111	641800	5095300	79.2	20.0	74.4	-54.4
E112	641800	5095300	82.9	20.0	78.3	-58.3
E113	646700	5100600	63.7	21.0	62.8	-41.8
E114	637900	5111600	36.6	35.0	32.0	3.0
E115	634600	5104100	64.0	20.0	33.2	-13.2
E116	632700	5092700	44.2	20.0	38.7	-18.7
E117	659200	5077100	121.9	15.0	36.3	-21.3
E118	658900	5077100	115.8	15.0	40.5	-25.5
E119	643600	5082100	51.5	20.0	33.2	-13.2
E120	672400	5082300	35.7	45.0	32.9	12.1
E121	672400	5082600	44.8	45.0	34.1	10.9
E122	672600	5087700	46.3	40.0	40.2	-.2
E123	671800	5100300	32.3	35.0	30.5	4.5
E124	671800	5100400	61.0	35.0	32.0	3.0
E125	680700	5105100	36.3	50.0	33.2	16.8
E126	682600	5099900	46.9	50.0	30.8	19.2
E127	680500	5103900	32.6	50.0	31.1	18.9
E128	663900	5110200	94.5	7.0	81.7	-74.7
E129	669900	5102700	59.7	30.0	36.3	-6.3
E130	671800	5101900	48.8	38.0	36.3	1.7
E131	671900	5101900	48.8	38.0	36.3	1.7
E132	685600	5104500	.0	50.0	35.4	14.6
E133	690300	5116500	.0	40.0	30.2	9.8
E134	689300	5115000	.0	40.0	68.3	-28.3
E135	676000	5100300	.0	45.0	30.5	14.5
E136	684700	5105500	.0	50.0	36.3	13.7
E137	682200	5099500	.0	50.0	36.3	13.7
E138	672400	5082300	.0	45.0	33.2	11.8
E139	672400	5082300	.0	45.0	33.2	11.8
E140	672400	5082300	.0	45.0	30.5	14.5
E141	683900	5106200	.0	50.0	30.8	19.2
E142	671700	5131300	.0	38.0	41.8	-3.8
E143	687300	5131300	.0	38.0	71.9	-33.9
E144	687400	5131200	.0	38.0	64.6	-26.6
E145	628700	5087500	.0	20.0	30.5	-10.5
E146	640600	5085500	.0	21.0	39.3	-18.3
E147	639400	5114500	.0	37.0	34.1	2.9
E148	683800	5122100	.0	30.0	33.8	-3.8

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE	
E149	646900	5103600		.0	9.0	72.5	-63.5
E150	643000	5099700		.0	10.0	81.1	-71.1
1243	641650	5101175		96.6	5.1	94.2	-89.1
1244	642300	5101050		89.1	5.2	88.5	-83.4
1245	649475	5104250		63.1	4.8	62.2	-57.4
1247	648550	5105200		77.4	4.6	74.4	-69.7
1250	649250	5104250		90.2	5.1	86.9	-81.7
1252	649350	5112950		83.4	4.7	76.8	-72.1
1253	649900	5112350		91.5	5.2	79.4	-74.2
1254	654600	5109100		93.5	5.5	81.3	-75.8
1257	654350	5109750		110.6	5.4	98.4	-93.1
2085	680350	5127700		84.7	5.4	81.4	-76.0
2086	681550	5128250		79.7	4.4	76.8	-72.4
2087	682925	5125900		49.0	4.4	46.0	-41.6
2088	681300	5124850		59.0	5.2	55.5	-50.3
2089	678300	5122750		85.9	4.5	83.5	-79.0
2097	680950	5126300		72.2	.1	66.9	-66.8
2507	640950	5109350		37.5	9.1	37.5	-28.3
2508	642625	5107450		94.8	7.6	93.6	-85.9
2509	644950	5107200		53.3	7.6	53.3	-45.7
2510	645800	5102700		82.9	7.6	81.1	-73.5
2511	640725	5101100		93.0	9.1	93.0	-83.8
2512	641800	5095000		79.2	7.6	75.9	-68.3
2513	646300	5100900		67.1	3.7	61.0	-57.3
2514	647500	5101150		55.8	3.7	54.9	-51.2
2515	646700	5100550		63.7	13.7	62.8	-49.1
2951	641625	5094450		79.9	111.6	75.3	36.3
2952	641950	5094325		82.9	15.1	78.3	-63.2
2953	641850	5094500		79.2	12.2	75.9	-63.7
3566	640650	5101350		93.0	8.5	93.0	-84.4
1	642000	5086100		54.0	16.0	54.0	-38.0
2	639175	5086600		51.0	16.0	51.0	-35.0
3	639700	5087900		51.0	22.5	51.0	-28.5
4	639775	5088775		62.0	23.5	62.0	-38.5
5	640325	5090275		68.0	24.0	68.0	-44.0
6	642100	5088450		50.0	21.0	50.0	-29.0
7	642200	5092325		68.0	24.0	68.0	-44.0
8	661075	5141450		70.0	91.0	70.0	21.0
9	659875	5144450		60.5	114.0	61.0	53.0
10	662450	5144250		71.9	107.0	72.0	35.0
11	667000	5138450		85.0	57.0	85.0	-28.0
12	666075	5135475		89.2	42.0	89.0	-47.0
13	665850	5133000		81.6	30.0	82.0	-52.0
14	665225	5130350		83.9	24.0	84.0	-60.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE	
15	664000	5128150		87.2	15.0	87.0	-72.0
16	662700	5130600		56.3	30.0	56.0	-26.0
17	663000	5133300		55.0	42.0	55.0	-13.0
18	662125	5135075		56.2	49.0	56.0	-7.0
19	661750	5138575		56.0	67.0	56.0	11.0
20	659825	5139650		31.4	76.0	31.0	45.0
21	659650	5137700		53.3	69.0	53.0	16.0
22	660400	5135950		57.3	57.0	57.0	.0
23	665275	5137400		78.7	46.0	79.0	-33.0
24	662150	5147425		46.4	114.0	46.0	68.0
25	662450	5146650		56.7	114.0	57.0	57.0
26	664075	5148100		87.1	114.0	87.0	27.0
27	666125	5128650		75.5	12.0	76.0	-64.0
28	667650	5129325		80.3	15.0	80.0	-65.0
29	667725	5131050		87.4	23.0	87.0	-64.0
30	669150	5132700		97.5	34.0	98.0	-64.0
31	656725	5127650		60.7	34.0	61.0	-27.0
32	667600	5136425		84.3	46.0	84.0	-38.0
33	665575	5139775		65.4	62.0	65.0	-3.0
34	659475	5126625		52.7	13.0	53.0	-40.0
35	658775	5128550		63.3	31.0	64.0	-33.0
36	657850	5130450		54.2	38.0	54.0	-16.0
37	659125	5130275		71.9	34.0	72.0	-38.0
38	659950	5129125		61.1	30.0	61.0	-31.0
39	660725	5127925		66.7	23.0	67.0	-44.0
40	662600	5126550		89.1	16.0	89.0	-73.0
41	657850	5125375		55.0	14.0	55.0	-41.0
42	656700	5124850		65.6	14.0	6.0	8.0
43	654900	5125500		56.8	34.0	57.0	-23.0
44	655875	5126700		56.2	31.0	56.0	-25.0
45	654725	5126725		42.3	31.0	42.0	-11.0
46	656275	5128925		47.6	38.0	48.0	-10.0
47	656225	5132025		36.9	49.0	37.0	12.0
48	658450	5131600		54.3	39.0	54.0	-15.0
49	657450	5132200		47.6	38.0	48.0	-10.0
50	656150	5133050		38.9	53.0	39.0	14.0
51	655425	5134225		36.3	64.0	36.0	28.0
52	654850	5135750		64.0	73.0	64.0	9.0
53	657325	5131325		49.5	38.0	50.0	-12.0
54	657000	5134675		37.4	61.0	37.0	24.0
55	657400	5135875		33.8	70.0	34.0	36.0
56	657075	5136975		53.7	69.0	54.0	15.0
57	659500	5132450		67.7	40.0	68.0	-28.0
58	659075	5133800		59.5	49.0	60.0	-11.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
59	658625	5134500		44.5	57.0	45.0 12.0
60	661450	5128250		67.8	28.0	68.0 -40.0
61	661775	5129250		54.0	25.0	54.0 -29.0
62	660675	5129900		59.5	31.0	60.0 -29.0
63	660175	5131300		54.5	38.0	55.0 -17.0
64	662150	5133850		52.3	46.0	52.0 -6.0
65	658725	5139475		36.2	65.0	36.0 29.0
66	657900	5141325		42.6	61.0	43.0 18.0
67	659875	5142750	100.6	99.0	101.0	-2.0
68	662200	5140600		77.1	85.0	77.0 8.0
69	663075	5141800		33.4	91.0	33.0 58.0
70	661550	5142700		92.2	99.0	92.0 7.0
71	663625	5135650		54.0	46.0	54.0 -8.0
72	663025	5132600		69.1	38.0	69.0 -31.0
73	660550	5135425		63.7	55.0	64.0 -9.0
74	664925	5132575		65.2	34.0	65.0 -31.0
75	666200	5131325		86.6	24.0	87.0 -63.0
76	671100	5150500		43.9	47.0	44.0 3.0
77	674440	5150820		38.7	90.5	39.0 51.5
78	659650	5096125		36.8	18.0	37.0 -19.0
79	659125	5099300		37.2	7.0	37.0 -30.0
80	660400	5099225		38.9	8.0	39.0 -31.0
81	659700	5100100		42.5	8.0	42.5 -34.5
82	662300	5097900		37.4	10.0	37.4 -27.4
83	660700	5099725		43.6	9.0	43.6 -34.6
84	661400	5098700		38.4	8.0	38.0 -30.4
85	663900	5099750		34.9	15.0	35.0 -20.0
86	663700	5098100		37.1	18.0	37.0 -19.0
87	665125	5098900		37.5	18.0	37.0 -19.0
88	665825	5098175		37.1	22.0	37.0 -15.0
89	659500	5095600		32.2	18.0	32.0 -14.0
90	658000	5090950		31.6	22.0	31.6 -9.6
91	661975	5094450		37.3	20.0	37.0 -17.0
92	662200	5092525		34.6	16.0	34.0 -18.0
93	662025	5093425		41.6	21.0	42.0 -21.0
94	660500	5092200		41.2	21.0	41.0 -20.0
95	661800	5095300		38.9	20.0	39.0 -19.0
96	661375	5090925		38.8	24.0	43.0 -19.0
97	659550	5089050		32.1	24.0	32.0 -8.0
98	657100	5089550		39.1	23.0	39.0 -16.0
99	656675	5088050		33.3	24.0	33.0 -9.0
100	662900	5094250		41.1	20.0	41.0 -21.0
101	662900	5092300		37.0	20.0	37.0 -17.0
102	665225	5095425		30.7	24.0	31.0 -7.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
103	662575	5090425	34.5	20.0	35.0	-15.0
104	661525	5089950	32.7	24.0	33.0	-9.0
105	661150	5089000	35.4	24.0	39.0	-15.0
106	662150	5089600	33.3	23.0	33.0	-10.0
107	659225	5090850	32.3	21.0	32.0	-11.0
108	671930	5149120	48.0	92.5	48.0	44.5
109	673250	5148150	67.0	97.5	67.0	30.5
110	669920	5149820	41.0	95.0	41.0	54.0
111	669375	5147825	49.0	92.0	49.0	43.0
112	666780	5148420	127.0	107.5	127.0	-19.5
113	674730	5149660	99.0	112.5	99.0	13.5
114	679775	5146475	31.0	75.0	31.0	44.0
115	691088	5149577	70.8	42.0	71.0	-29.0
116	692610	5148547	125.6	40.0	126.0	-86.0
117	693948	5147822	133.5	38.0	134.0	-96.0
118	692008	5146463	112.3	40.0	112.0	-72.0
119	690850	5145407	94.9	41.0	95.0	-54.0
120	690875	5147431	93.8	39.0	94.0	-55.0
121	690086	5149281	78.3	43.0	78.0	-35.0
122	687435	5147541	35.2	51.0	35.0	16.0
123	688815	5147864	79.7	42.0	80.0	-38.0
124	692275	5119050	36.0	38.1	36.0	2.1
125	686375	5121000	37.4	29.0	37.0	-8.0
126	688187	5117800	40.4	40.0	40.0	.0
127	689850	5116650	30.4	42.0	30.0	12.0
128	681970	5124220	38.3	7.0	38.0	-31.0
129	687025	5118600	32.3	38.0	32.0	6.0
130	691555	5150223	89.9	44.0	90.0	-46.0
131	689625	5113275	41.5	44.0	42.0	2.0
132	688800	5112025	43.5	48.0	44.0	4.0
133	687625	5110450	37.2	46.0	37.0	9.0
134	685400	5118125	30.6	38.0	31.0	7.0
135	686900	5112975	37.6	42.5	38.0	4.5
136	685840	5112040	39.0	45.0	39.0	6.0
137	690150	5108150	38.9	52.0	39.0	13.0
138	690200	5110875	33.1	49.0	33.0	16.0
139	689800	5098200	30.4	68.0	30.0	38.0
140	691950	5103100	37.2	63.0	37.0	26.0
141	682925	5104475	30.9	50.0	31.0	19.0
142	684250	5109125	32.9	47.5	33.0	14.5
143	683000	5107025	39.3	47.0	39.0	8.0
144	693050	5112550	38.3	60.0	38.0	22.0
145	687400	5117090	31.5	40.0	32.0	8.0
146	687200	5115250	32.0	42.5	32.0	10.5

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
147	681275	5108425	30.6	47.0	31.0	16.0
148	684675	5113600	34.4	46.0	34.0	12.0
149	677775	5112515	33.5	31.0	34.0	-3.0
150	677915	5114190	30.5	8.0	31.0	-23.0
151	686190	5126440	45.7	8.0	46.0	-38.0
152	682065	5116990	42.6	26.0	43.0	-17.0
153	682890	5115100	32.5	38.0	33.0	5.0
154	684790	5117200	32.8	39.0	33.0	6.0
155	686540	5111040	35.4	46.5	35.0	11.5
156	688640	5113515	51.3	46.0	51.0	-5.0
157	685200	5103150	30.8	50.3	31.0	19.3
158	692930	5104460	50.7	60.0	51.0	9.0
159	692030	5112600	33.9	59.0	34.0	25.0
160	687500	5113675	34.0	42.0	34.0	8.0
161	687800	5111750	36.8	46.5	37.0	9.5
162	689550	5114730	44.1	41.5	44.0	-2.5
163	687500	5120315	39.4	32.5	39.0	-6.5
164	685950	5123115	38.1	25.0	38.0	-13.0
165	685135	5126710	43.1	10.0	43.0	-33.0
166	675725	5110525	37.4	27.0	37.0	-10.0
167	673975	5110200	47.4	13.0	47.0	-34.0
168	674800	5109350	42.5	25.0	43.0	-18.0
169	680950	5104525	34.2	50.0	34.0	16.0
170	682055	5099400	38.1	51.0	38.0	13.0
171	683025	5097675	31.9	51.5	32.0	19.5
172	677700	5100425	33.6	46.5	34.0	12.5
173	678630	5101325	30.1	46.5	30.0	16.5
174	672700	5101875	43.4	35.0	34.0	1.0
175	673250	5103485	30.9	36.5	31.0	5.5
176	671125	5102850	40.7	34.0	41.0	-7.0
177	669800	5103118	32.2	12.5	32.0	-19.5
178	672620	5108055	51.8	24.0	52.0	-28.0
179	673505	5107175	35.9	27.0	36.0	-9.0
180	672325	5105425	41.5	30.0	42.0	-12.0
181	671275	5106700	44.0	23.0	44.0	-21.0
182	669925	5106175	53.6	22.5	54.0	-31.5
183	670375	5104165	41.9	27.0	42.0	-15.0
184	668800	5102520	39.7	24.0	40.0	-16.0
185	668800	5102520	39.7	24.0	40.0	-16.0
186	670350	5101715	43.5	32.0	44.0	-12.0
187	672500	5111600	60.1	7.5	60.0	-52.5
188	671400	5109550	51.6	11.0	52.0	-41.0
189	669510	5108387	51.5	13.0	52.0	-39.0
190	668625	5107435	47.9	14.0	48.0	-34.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE
191	667560	5107710	53.6	13.0	44.0	-31.0
192	678995	5093150	41.9	46.0	42.0	4.0
193	667925	5109350	52.6	8.0	53.0	-45.0
194	666125	5109750	81.9	7.0	82.0	-75.0
195	666025	5108725	66.1	12.0	66.0	-54.0
196	664025	5108975	81.8	7.0	82.0	-75.0
197	664800	5106800	62.1	14.5	62.0	-47.5
198	669175	5104725	58.0	24.0	58.0	-34.0
199	666400	5106650	60.6	16.0	61.0	-45.0
200	667600	5105700	50.3	18.0	50.0	-32.0
201	661450	5107150	68.8	8.0	69.0	-61.0
202	663050	5105225	41.8	10.0	42.0	-32.0
203	664700	5104200	49.2	13.5	49.0	-35.5
204	666475	5103625	61.0	22.5	61.0	-38.5
205	677470	5089130	34.6	47.0	35.0	12.0
206	675610	5088410	31.3	45.0	31.0	14.0
207	677460	5090180	44.7	47.0	45.0	2.0
208	671370	5100800	31.5	33.0	32.0	1.0
209	671450	5099250	30.6	35.5	31.0	4.5
210	675040	5095780	32.0	44.9	32.0	12.9
211	675110	5093080	31.6	48.0	32.0	16.0
212	666550	5100080	29.5	21.0	30.0	-9.0
213	665620	5100940	41.1	19.0	41.0	-22.0
214	665190	5102730	49.6	13.5	50.0	-36.5
215	663100	5102950	47.8	9.0	48.0	-39.0
216	664340	5101570	36.9	13.0	37.0	-24.0
217	662950	5101670	56.9	9.0	57.0	-48.0
218	664420	5099410	36.3	18.0	36.0	-18.0
219	666020	5099050	31.5	21.0	32.0	-11.0
220	668220	5102350	35.8	25.0	36.0	-11.0
221	668100	5100680	39.3	28.0	39.0	-11.0
222	689160	5117380	43.4	42.5	43.0	-.5
223	686810	5117660	31.1	34.0	31.0	3.0
224	687060	5114150	31.5	42.0	32.0	10.0
225	693075	5106200	43.6	64.0	44.0	20.0
226	684770	5114700	46.9	45.0	47.0	-2.0
227	683300	5115300	41.3	38.0	41.0	-3.0
228	669640	5099450	31.5	30.0	32.0	-2.0
229	685500	5124750	36.0	12.0	36.0	-24.0
230	693750	5120750	46.1	43.0	46.0	-3.0
231	691700	5118300	39.7	42.0	40.0	2.0
232	691520	5115640	34.4	50.0	34.0	16.0
233	684700	5114700	47.3	47.0	47.0	.0
234	692390	5114100	42.7	58.0	43.0	15.0

IDEN	X	Y	PROF	EL	DEP	SOCLE	
235	689140	5112850		38.7	47.0	39.0	8.0
236	686820	5112440		33.4	44.0	33.0	11.0
237	689400	5110820		35.0	49.0	35.0	14.0
238	690780	5107010		34.3	52.0	34.0	18.0
239	692335	5105560		47.9	63.0	48.0	15.0
240	692660	5102390		40.5	60.0	40.0	20.0
241	685220	5115250		36.9	44.0	37.0	7.0
242	682840	5099600		33.4	52.0	33.0	19.0
243	647550	5129940		48.6	80.0	49.0	31.0
244	647280	5129700		34.8	81.0	35.0	46.0
245	647920	5129930		54.6	68.0	55.0	13.0
246	648150	5128575		79.5	63.0	79.0	-16.0
247	648075	5128750		59.1	52.0	59.0	-7.0
248	647600	5128025		42.2	36.0	42.0	-6.0
249	647010	5127600		65.9	63.0	66.0	-3.0
250	649150	5128075		92.9	61.0	93.0	-32.0
251	650510	5131540		89.6	78.0	90.0	-12.0
252	650125	5127250		69.6	52.0	70.0	-18.0
253	649800	5130925		90.8	78.0	91.0	-13.0
254	649100	5126350		57.4	38.0	57.0	-19.0
255	648650	5125750		38.4	57.0	38.0	19.0
256	650700	5126950		38.0	51.0	38.0	13.0
257	651610	5125975		33.2	46.0	33.0	13.0
258	650750	5125400		59.3	45.0	59.0	-14.0
259	650375	5125150		61.2	45.0	61.0	-16.0
260	649690	5125310		73.3	50.0	73.0	-23.0
261	650700	5124450		62.1	38.0	62.0	-24.0
262	652950	5124700		38.4	38.0	38.0	.0
263	652350	5124715		36.9	39.0	37.0	2.0
264	650850	5123950		60.7	35.0	61.0	-26.0
265	652340	5124000		36.5	38.0	37.0	1.0
266	652150	5123200		48.4	36.0	48.0	-12.0
267	652325	5122360		51.1	28.0	51.0	-23.0
268	651200	5122600		60.2	33.0	60.0	-27.0
269	651750	5122100		50.5	31.0	41.5	-10.5
270	653150	5121875		60.6	26.0	60.6	-34.6
271	651150	5130650		39.3	74.0	39.0	35.0
272	650200	5130050		105.7	73.0	105.7	-32.7
273	650550	5128725		40.5	63.0	40.0	23.0
274	648220	5124200		32.0	44.0	32.0	12.0
275	648610	5120530		44.3	11.0	44.0	-33.0
276	688150	5116175		42.7	35.0	43.0	-8.0