

DP 669

RAPPORT SUR LES POSSIBILITES DE STOCKAGE DE GAZ NATUREL DANS LA REGION DES BASSES TERRES DU SAINT-LAURENT

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 



SERVICE DE L'EXPLORATION

MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES

DIRECTION GÉNÉRALE DE
L'ÉNERGIE

RAPPORT SUR LES
POSSIBILITES DE STOCKAGE DE GAZ NATUREL
DANS LA REGION
DES BASSES TERRES DU SAINT-LAURENT
QUEBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1979

DP-669

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	2
Région de Saint-Vincent-de-Paul	4
Région de l'Assomption	4
Région de Louiseville	5
Région de Pointe-du-Lac	5
Région de Nicolet-Yamaska	5
Région de Gentilly-Bruyère	6
Région de Villeroy	7
Région de Saint-Flavien	8
Région de Chauveau	8
Région de l'île d'Orléans	8
Evaluation globale	9
REMERCIEMENTS	10
GEOLOGIE REGIONALE	11
PROBLEMATIQUE	14
SOURCE ET QUALITE DES DONNEES	16
CONDITIONS REQUISES POUR LE PIEGEAGE ET LES RESERVOIRS	19
DETERMINATIONS DE POROSITE ET DE PERMEABILITE	22
DISCUSSIONS DES REGIONS INDIVIDUALISEES	24
Région de Saint-Vincent-de-Paul	24
- Puits no 134	24
Région de l'Assomption	27
- Puits no 151	27

Région de Louiseville	29
- Puits no 172.	29
- Puits no 13	30
- Puits no 170.	30
Région de Pointe-du-Lac	32
Région de Nicolet-Yamaska	36
- Puits no 159.	36
- Puits no 126.	37
- Puits no 65	43
- Puits no 165.	45
- Puits no 125.	49
Région de Gentilly-Bruyère.	53
- Puits no 158.	53
- Puits no 156.	55
- Puits no 4.	57
Région de Villeroy.	60
- Puits no 161.	61
Région de Saint-Flavien	63
Région de Chauveau.	64
- Puits no 176.	65
- Puits no 175.	66
Région de l'île d'Orléans	67
- Puits no 160.	67
DISCUSSION CHRONOLOGIQUE DES PUIITS.	69
Puits no 8 - Bald Mountain Berthierville no 1	69
Puits no 58 - Quonto International no 1 Mascouche	69
Puits no 69 - Imperial Lowlands no 1.	70
Puits no 71 - Imperial Lowlands no 3.	70
Puits no 72 - Imperial Lowlands no 4.	71
Puits no 73 - Imperial Lowlands no 6 Nicolet.	71
Puits no 75 - Imperial Lowlands Verchères no 1.	71
Puits no 152 - Shell Saint-Simon no 1	72
Puits no 157 - Canac BP Sisque Brossard no 1.	72

Puits no 162 - Sarep Laduboro Saint-Ours no 1	74
Puits no 163 - Shell Wickham.	75
Puits no 166 - Shell Saint-Armand ouest no 1.	76
Puits no 167 - SOQUIP Shell Sainte-Croix no 1	77

ANNEXE A. Liste des puits étudiés dans la région des Basses-Terres du Saint-Laurent.	78
--	----

ANNEXE B. Capacité possible de "stockage".	88
--	----

ANNEXE C. Analyses d'eaux.	89
------------------------------------	----

ANNEXE D. Etude des possibilités de "stockage" de gaz naturel dans les Basses-Terres du Saint-Laurent.	91
--	----

FIGURE I. La région des Basses-Terres du Saint-Laurent, Québec. Carte des régions étudiées pour le "stockage" de gaz naturel.	Pochette
---	----------

FIGURE II. La région des Basses-Terres du Saint-Laurent, Québec. Coupe stratigraphique A-A'	Pochette
---	----------

FIGURE III. La région des Basses-Terres du Saint-Laurent, Québec. Coupe stratigraphique B-B'	Pochette
--	----------

FIGURE IV. Région de Bruyère. Interprétation sismique au-dessus du socle	52A
--	-----

FIGURE IB. Capacité de "stockage" pour un réservoir hypothétique 88A.	
---	--

TABLEAU 1. Unités lithostratigraphiques des Basses-Terres du Saint-Laurent.	12A
---	-----

INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats d'une étude effectuée pour le compte de la Direction générale de l'énergie. Elle consiste essentiellement en l'évaluation du potentiel réservoir de la région des Basses-Terres du Saint-Laurent, en vue du "stockage" de gaz naturel.

Les données de cette étude proviennent de 85 puits forés dans les Basses-Terres du Saint-Laurent et pour lesquels les "logs" étaient disponibles.

Parce que toutes les données de base sur les "logs" sont en pieds, nous avons retenu cette unité de mesure.

Le rapport est illustré par une carte régionale des localisations, par deux coupes stratigraphiques régionales et par une carte d'interprétation séismique (figure IV) pour la région de Bruyère.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Tous les puits forés dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, pour lesquels les "logs" étaient disponibles, ont été étudiés en détail afin de déterminer les niveaux poreux et perméables pouvant être propices au "stockage" de gaz naturel.

En plus des données sur les "logs", les données sur les DST (drill stem tests: essais aux tiges), celles sur l'analyse et la description des carottes ainsi que sur l'analyse des eaux ont été utilisées pour cette étude. Plusieurs forages aux diamants ou à percussion, pour lesquels il n'existe pas de "logs", ont aussi été étudiés. Ils ont donné des informations qualitatives très utiles. Dans les régions les plus prometteuses pour le "stockage", les données géophysiques ont aussi été révisées.

Il n'existe aucun doute sur la présence de niveaux poreux dans les roches paléozoïques des Basses-Terres du Saint-Laurent. Toutefois, les niveaux perméables sont beaucoup plus rares et habituellement de faible épaisseur. De ces observations, il n'est pas possible d'identifier soit des intervalles, soit une région que l'on puisse recommander sans restriction.

Ainsi, les horizons les plus poreux et perméables sont localisés dans les grès du Groupe de Potsdam. Ces niveaux sont reconnus dans toutes les régions des Basses-Terres, exception faite de celle de Pointe-du-Lac, où le manque d'informations ("logs") ne permet pas de diagnostiquer cette unité lithologique. De plus, plusieurs sondages à l'extérieur de ces régions indiquent la présence de porosité dans le Groupe de Potsdam. La région de Saint-Flavien, appartenant structurellement au Complexe appalachien, est également exclue de ces généralisations.

La quasi-totalité de ces niveaux du Groupe de Potsdam appartiennent à la Formation de Cairnside. La seule dérogation notable à cette règle s'observe dans la région de Nicolet-Yamaska, où un horizon offrant de 4 à 7% de porosité chevauche le contact des Formations de Thérèse et de Cairnside. Ce niveau n'offre pas de bonnes perméabilités (généralement inférieur au millidarcy), comme la majorité des autres intervalles poreux d'ailleurs. L'on doit ici considérer, dans une classe à part, un intervalle lithostratigraphique "équivalent" dans la région de Saint-Vincent-de-Paul. Dans ce dernier cas, les porosités atteignent 10 ou même 12% avec des perméabilités de 46 à 97 millidarcies (médiocres à bonnes). D'autres niveaux (< 4'), appartenant à la partie inférieure de la Formation de Cairnside dans la région de Gentilly-Bruyère, possèdent des perméabilités légèrement supérieures à la moyenne observée pour les Basses-Terres du Saint-Laurent.

Les autres unités poreuses, servant localement d'aquifères, sont confinées aux Groupes de Beekmantown (voir Chazy-Beekmantown), de Black River-Trenton et de Lorraine. Ces unités réservoirs sont néanmoins plus difficilement corrélables d'une région à l'autre que celles de la Formation de Cairnside. Les puits 151, 172 et 165, respectivement dans les régions de l'Assomption, de Louiseville et de Nicolet-Yamaska, sont les seuls où le Groupe de Beekmantown offre de telles caractéristiques. Les Groupes de Black River-Trenton ont débité des fluides dans les régions de Louiseville, l'Assomption, Pointe-du-Lac, Nicolet-Yamaska et Villeroy. Toutefois, seul un ou deux puits par région ont fourni de tels indices. Le Groupe de Lorraine, pour sa part, offre des réservoirs de fracturations dans les régions de Villeroy et de Chauveau seulement.

Quoique cette étude n'ait pas permis de cerner de régions pour le "stockage" commercial de gaz, les possibilités d'atteindre un tel objectif ne peuvent être éliminées au stage des présents travaux. Dans cette optique, tous les nouveaux forages doivent être étudiés de

façon exhaustive en vue d'améliorer nos connaissances sur ce bassin, notamment sur la distribution des porosités et des perméabilités et plus particulièrement sur ses aquifères. C'est ce type d'étude qui permet aujourd'hui de reconnaître un réservoir sédimentaire, porosité intergranulaire, dans le Groupe de Potsdam et des réservoirs structuraux dans les unités supérieures.

Cette étude conduit néanmoins à la délimitation de dix régions sur la base de la localisation géographique, structurale et stratigraphique des puits. Voici un sommaire des grandes lignes pour chacune d'elles.

Région de Saint-Vincent-de-Paul

Située sur l'île Jésus près de Montréal, cette région a déjà fait l'objet d'études détaillées pour ses capacités de "stockage" de gaz. La présence de porosité et de perméabilité assez élevées dans la Formation de Cairnside a été établie. Les faibles puissances de ses niveaux, la présence de failles, la dimension restreinte des pièges et la faible profondeur de ces niveaux (1400') limitent, de façon sérieuse, la quantité de gaz pouvant être emmagasinée dans un réservoir possible. La capacité estimée de 1.5 à 2.0 MPC par l'opérateur est probablement généreuse. A cause de la présence de failles, un travail très important serait requis pour définir adéquatement le réservoir avant d'y injecter du gaz.

Région de l'Assomption

Bien qu'un grand nombre de puits aient été forés dans cette région, peu d'indices encourageant l'implantation d'un réservoir y sont décelés, dû à la mauvaise qualité des "logs". Néanmoins, le "log" radioactivité suggère la présence d'un niveau poreux dans la Formation

de Cairnside. De plus, deux niveaux perméables (3 et 7') sont décelés, l'un au sommet des Groupes de Chazy-Beekmantown, l'autre à la base des Groupes de Black River-Trenton.

Région de Louiseville

Des porosités relativement élevées sont localisées dans la Formation de Cairnside mais les perméabilités paraissent assez faibles.

Une modeste récupération d'eau indique de la porosité et de la perméabilité dans le Groupe de Trenton à de faibles profondeurs mais il n'y a pas d'évidence d'un bon réservoir. Une circulation d'eau salée assez importante suggère toutefois la présence d'un bon aquifère dans le Groupe de Beekmantown.

Région de la Pointe-du-Lac

Deux forages seulement possèdent des "logs" et ceux-ci sont de mauvaise qualité.

Un forage a indiqué la présence d'un niveau aquifère dans la séquence calcaire des Groupes de Trenton-Black River, mais il n'existe aucune information sur l'épaisseur ou la dimension du réservoir. Il est probablement du type "fracture" et nous ne croyons pas qu'il soit vraisemblablement adéquat pour le stockage de gaz naturel.

Région de Nicolet-Yamaska

Le forage Laduboro no 5 la Baie Yamaska (MRN # 65) traverse un niveau relativement peu épais, poreux et perméable, près du sommet du Groupe de Potsdam. L'évidence dont nous disposons n'indique pas une

extension latérale importante de ce niveau poreux et perméable.

L'origine de ce réservoir et la zone de failles de Yamaska pourraient être associées, influençant ainsi le développement de perméabilité.

Structuralement, une zone de failles peut, soit améliorer la possibilité de formation d'un piège ou soit, au contraire, diminuer cette possibilité en produisant des pièges non fermés. Malheureusement, dans le cas de la région de Nicolet-Yamaska, il n'existe pas assez d'évidences pour déterminer lequel des deux cas pourrait s'appliquer.

Deux forages récents ont été effectués par SOQUIP dans cette région et toutes les données n'ont pas été divulguées. Un des forages a été "tubé" et arrêté. Il serait utile de faire des essais de détermination de réservoir dans ce forage.

Nous recommandons donc que les données de ces puits soient étudiées dès que possible et que, si les résultats s'annoncent prometteurs, des essais soient effectués sur les puits.

Région de Gentilly-Bruyère

Cette région est une des rares où la présence de porosité et de perméabilité a pu être établie fermement.

Deux puits indiquent une récupération d'eau importante en provenance du Potsdam. Cette récupération est prometteuse car:

- 1) "ces niveaux" producteurs, quoique de faible puissance, sont possiblement des équivalents lithostratigraphiques;
- 2) les porosités et les perméabilités sont plutôt de type intergranulaire que tectonique, quoique l'influence de cette dernière n'est pas totalement exclue.

L'intérêt de ce diagnostic s'accroîtra si ce niveau stratigraphique peut être identifié dans d'autres forages de la région et si ces propriétés pétrophysiques s'avèrent être l'indice d'un réservoir sédimentaire régionalisé.

Les pressions élevées, particulièrement pour le forage no 158, et les résultats des analyses de l'essai aux tiges indiquent que le réservoir serait de faible étendue et peu épais.

Quoiqu'il existe quelques caractéristiques peu encourageantes, cette région est considérée comme étant la plus prometteuse de l'étude.

Nous recommandons que les données de SOQUIP sur les puits de Nicolet et de Duchêne Villeroy soient étudiées dès que possible pour confirmer ou infirmer, s'il y a lieu, le précédent diagnostic. Dans l'affirmative, une étude économique devrait alors être effectuée pour pondérer la nécessité et la nature des travaux supplémentaires en fonction des risques, du coût élevé des forages, de l'épaisseur et de l'étendue latérale du réservoir.

Région de Villeroy

Une production de gaz a été obtenue à partir des Groupes de Lorraine et de Trenton dans cette région. Il apparaît que les réservoirs sont dus à des phénomènes de fracture et qu'ils n'offrent pas beaucoup de possibilités pour le "stockage" du gaz. Un nouveau puits, foré par SOQUIP et pour lequel les données ne sont pas disponibles, pourrait apporter une information supplémentaire.

Région de Saint-Flavien

Les roches sédimentaires de la région de Saint-Flavien, appartenant au Complexe appalachien, sont très déformées. Compte tenu des difficultés et des coûts afférents pour définir un piège dans ces séquences, nous ne croyons pas que la recherche d'un réservoir y soit justifiée.

Il pourrait être possible d'utiliser le piège trouvé par SOQUIP au forage Saint-Flavien no 3 après la production du gaz contenu, mais les indications sur la nature et la distribution de la perméabilité rendent cette possibilité très douteuse.

Région de Chauveau

Il y a des indications de porosité et de perméabilité dans la région de Chauveau. Deux puits forés y ont été stimulés. Quoique ces tests de perforation ne semblent pas indiquer un bon développement de réservoir, il serait utile d'obtenir plus d'informations sur les résultats des essais de perforation.

Région de l'île d'Orléans

Les "logs" d'un puits foré sur l'île d'Orléans montrent quelques indications mineures de porosité. Quoique ces porosités soient peu encourageantes, une étude plus poussée serait justifiée. Elle débiterait par un ré-examen des échantillons et une revue des vitesses de forages, si ces données peuvent être obtenues de l'opérateur.

Évaluation globale

Globalement, notre étude a montré que s'il existe de la porosité dans les roches du Paléozoïque des Basses-Terres du Saint-Laurent, leur perméabilité est "limitée"; aucun réservoir d'importance propice pour le "stockage" de gaz n'y est reconnu. Toutefois, quelques régions sont encourageantes pour des développements possibles de réservoir à faible capacité.

De l'information disponible, les meilleures possibilités de réservoir sont localisées géographiquement dans les régions de Yamaska-Nicolet et de Gentilly-Bruyère et géologiquement, dans le Groupe de Potsdam (Formation de Cairnside).

Même dans ces deux régions, les niveaux poreux et perméables paraissent commercialement peu importants. Pour prouver l'existence d'un réservoir commercial, il serait nécessaire d'effectuer plusieurs forages dispendieux en plus d'une campagne sismique et même à ce prix, persiste un risque élevé de ne pas obtenir une capacité de "stockage" adéquate.

Toute étude économique est hors du contexte de ce rapport. Nous croyons qu'elles devraient être effectuées avant de débiter toute campagne de forage ou de relevés sismiques. Ces études devraient tenir compte de plusieurs facteurs tels que l'étendue du réservoir potentiel, du coût et de la provenance du gaz et des autres facteurs économiques incluant les risques.

Malgré que cette étude n'ait pas conduit à identifier de réservoirs d'importance, leur existence demeure probable. Cette probabilité repose sur la superficie restreinte du territoire couvert par cette étude, la nature plus ou moins complète des données, leur disparité, la quantité des travaux effectués, etc.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la firme Sproule et Associés Limitée (GM34268) et tout particulièrement M. H.A. Gorrell qui a agit comme consultant lors de l'étude des "logs" et des données séismiques. Notons entre autre que les corrélations sur les figures II et III sont de cet auteur.

GEOLOGIE REGIONALE

Dans ce chapitre, sont énoncés les grands traits de la géologie régionale des Basses-Terres du Saint-Laurent, entre Montréal et Québec (fig. I). Ces quelques lignes sont en partie un résumé de Clark (1972) et du Comité de Nomenclature Géologique du Québec (1975).

Cette région est formée par un bassin synclinal asymétrique. L'axe du synclinal est situé sur le côté sud-est du fleuve Saint-Laurent et lui est approximativement parallèle (fig. I).

En son point le plus large, près de Montréal, le bassin a une largeur légèrement supérieure à 50 milles. Au sud-ouest, le bassin est tronqué par une région pliée et faillée, située près de Montréal, où quelques intrusions apparaissent. En aval, vers le nord-est, le bassin se rétrécit vers la ville de Québec; sa longueur est de l'ordre de 150 milles.

Au nord-ouest, les limites du bassin sont définies par les affleurements de socle du Bouclier précambrien. Au sud-est, le bassin est limité par le Complexe appalachien.

Outre les failles normales qui, généralement, marquent le contact entre ce bassin et le Précambrien au nord-ouest, la zone de failles de Logan délimite le contact entre les Basses-Terres et le Complexe appalachien. Il y a aussi une faille normale importante, la zone de failles Yamaska, qui est pratiquement parallèle à l'axe du synclinal dans la partie centrale du bassin, près du lac Saint-Pierre.

Les cartes de géologie de surface montrent un bassin synclinal apparemment simple, alors que les données de subsurface indiquent des déformations par faillage de plus en plus marquées, tout spécialement sur le côté sud-est du bassin, près du Complexe appalachien. La fréquence à laquelle les zones fracturées sont rencontrées indique que

CLARK, T.H., 1972. Stratigraphie et tectonique des Basses-Terres du Saint-Laurent du Québec. Cong. Geol. Internat. XXIV, excursion C-52, livret guide, 81 p.

Comité de Nomenclature Géologique du Québec, 1975. Lexique géologique Québec. MRN, Qué. S-162 364 p.

des forces importantes ont agi sur les roches, même dans les endroits où il y a peu d'évidences de déplacement par failles.

Toutes les roches sédimentaires du bassin, au-dessus du socle précambrien, sont d'âge Paléozoïque (Ordovicien et Cambrien).

L'épaisseur totale des sédiments dans la partie centrale du bassin serait en première approximation de l'ordre de 10000 pieds. Dans les régions faillées, la répétition de niveaux pourrait produire une plus grande épaisseur.

De façon très globale, la séquence stratigraphique débute avec des grès d'abord fluviaux puis marins, provenant de l'érosion du bouclier et formant la séquence cambrienne. Ces grès sont réunis sous la désignation du Groupe de Potsdam.

Une séquence essentiellement carbonatée succède aux grès de base. Ces roches sont formées de dolomites du Groupe de Beekmantown, de calcaires des Groupes de Chazy-Black River et Trenton et, en quantité moindre, de shales et de grès.

Ces carbonates sont d'âge Ordovicien inférieur et moyen. Ils sont recouverts de shales sédimentés en milieu marin, du Groupe d'Utica, suivis de terrigènes plus grossiers, siltstones et grès, des Groupes de Lorraine et de Richmond. Les lithologies du Groupe de Richmond sont des dépôts continentaux de l'Ordovicien supérieur. La lithostratigraphie généralisée est résumée dans le tableau 1, page 12A.

Les corrélations entre ces unités lithostratigraphiques d'un puits à l'autre sont établies à partir des figures II et III (annexe) où sont compilés les "logs" des puits les plus importants de la partie centrale du bassin. Les lignes de sections sont montrées sur la figure I. Les "logs" reproduits sur les coupes ne sont pas toujours aussi nets que l'on aurait voulu, mais les sections ont été obtenues à partir

UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES DES BASSES-TERRES DU SAINT-LAURENT

SYSTEMES	SERIES	ETAGES	GROUPES	REGION MONTREAL		REGION JOLIETTE-SOREL		REGION QUEBEC-BECANCOUR		LITHOLOGIE GENERALE	
				FORMATIONS	MEMBRES	FORMATIONS	MEMBRES	FORMATIONS	MEMBRES		
ORDOVICIEN	CINCINNATIEN	RICH-MONDIEN	RICHMOND			BECANCOUR		BECANCOUR ^{550'}	CARMEL	SHALE ROUGE	
		MAY-VILLIEN	LORRAINE	NICOLET		NICOLET		NICOLET ^{2000'-4000'}		SHALE, SILTSTONE, GRES	
		EDENIEN	UTICA	LACHINE ^{400'}		LACHINE		LES FONDS ^{2000'}		SHALE FONCE	
	CHAMPLAINIEN	TRENTONNIEN	TRENTON	TETRAUVILLE	TERREBONNE	TETRAUVILLE	TERREBONNE	NEUVILLE	GRONDINE	ST-CASIMIR	SHALE, CALCAIRE
				MONTREAL	ROSEMONT	MONTREAL					SHALE, CALCAIRE
				DESCHAMBAULT ^{15'}	ST-MICHEL	DESCHAMBAULT					SHALE, CALCAIRE
				MILE END ^{12'}		QUAREAU					SHALE, CALCAIRE
				QUAREAU ^{10'}		QUAREAU					SHALE, CALCAIRE
		BLACK-RIVERIEN	BLACK RIVER	LERAY		LERAY		LERAY		CALCAIRE	
				LOWILLE		LOWILLE		LOWILLE		CALCAIRE	
				PAMELIA		PAMELIA				DOLOMIE	
		CHAZIEN	CHAZY	LAVAL	BEAONSFIELD	LAVAL	JOLIETTE	LAVAL	BATISCAN	CALCAIRE	
					ST-MARTIN			ST-MARTIN			GRES
	CANADIEN	BEEK-MANTOWN	BEAUHARNOIS	SAINT-LIN	BEAUHARNOIS		BEAUHARNOIS		DOLOMIE		
				HUNTINGDON						HUNTINGDON	
				STE-CLOTHILDE						STE-CLOTHILDE	
	CROVIEN	POSTDAM	CHATEAUGUAY	NORTON CREEK	CHATEAUGUAY		CHATEAUGUAY		GRES, DOLOMIE		
				CAIRNSIDE					CAIRNSIDE	GRES	
				COVEY HILL					COVEY HILL	GRES	

des meilleures reproductions.

Les limites lithostratigraphiques et les corrélations indiquées sur ces deux figures ne sont pas nécessairement celles qui auraient été choisies d'après les évidences lithologiques. Nous avons plutôt utilisé, pour établir ces limites, ce que nous croyons être des marqueurs fiables d'après les "logs". Ceci nous semble préférable dans une étude basée en grande partie sur l'étude des "logs", même si certaines limites indiquées pourraient ne pas être très précises dans le sens stratigraphique.

Les numéros de références utilisés dans la discussion et l'illustration des "logs" des puits sont ceux de la Direction générale de l'énergie.

PROBLEMATIQUE

Le but de cette étude consiste à déterminer les horizons poreux pouvant servir au "stockage" de gaz dans les Basses-Terres du Saint-Laurent. Ce projet fut donc essentiellement orienté vers l'étude détaillée des "logs" de forages pour tous les puits de plus de 500 pieds.

Une étude préliminaire des "logs" et des documents de forages disponibles à la Direction générale de l'énergie fut donc effectuée. Cette étude a conduit à un rapport préliminaire recommandant la poursuite des travaux et une étude plus détaillée des documents en question, c'est-à-dire des "logs", des cartes de forages et des données géophysiques. Le rapport préliminaire est reproduit en annexe D.

Cette recommandation se basait principalement sur les points suivants:

- 1) considérant la bonne qualité des "logs" des puits récemment forés, nous avons bon espoir que l'interprétation des niveaux poreux serait possible dans plusieurs régions et ce, malgré le piètre état des "logs" plus anciens;
- 2) connaissant, dès le début des travaux (Travaux confidentiels de l'INRS-Pétrole ... et étude préliminaire des "logs" et des essais aux tiges), que la porosité "sédimentaire" (par opposition à ϕ tectonique) est très localisée dans la séquence des Basses-Terres, le problème crucial résidait dans la localisation d'horizons perméables. Or, la recherche et l'étude des horizons perméables étaient un projet réalisable, compte tenu du matériel disponible au MRN et à l'INRS-Pétrole.

Dans certains cas, il est possible de calculer d'après les "logs" des porosités de 10% et même plus hautes. C'est le cas pour certains niveaux gréseux du Paléozoïque, particulièrement dans la Formation de Cairnside. Dans le Chazy-Beekmantown, de tels calculs sont difficiles à cause du contenu en shales. Malheureusement, il est

prouvé que dans plusieurs cas où ces niveaux poreux ont été l'objet d'essais aux tiges lors des forages, la production de fluides fut très faible, indiquant ainsi des réservoirs d'assez petites dimensions.

Dans les quelques cas où des analyses pétrophysiques de carottes étaient disponibles, elles ont habituellement confirmé la présence de porosité faible à moyenne mais une perméabilité très basse.

En conséquence, un effort plus important a été dirigé vers toute indication de perméabilité. Dans cette optique, les données de tous les puits, incluant même ceux dont les "logs" n'étaient pas disponibles, furent examinées.

Les "logs" des puits furent, bien entendu, étudiés tel que prévu, mais lorsqu'il y avait évidence que les niveaux intéressants n'étaient pas perméables, nous n'avons pas toujours effectué une analyse détaillée de la porosité.

Dans la présentation des résultats de notre étude, nous avons choisi dix régions, lesquelles justifient des commentaires spécifiques. En plus de ces dix régions, il existe un certain nombre de puits individuels qui justifient des commentaires. Ils sont présentés sous la rubrique 'Discussion chronologique des puits'.

Tous les puits pour lesquels de l'information était disponible sont inclus dans la liste des puits en annexe A.

SOURCE ET QUALITE DES DONNEES

Les forages effectués dans les Basses-Terres du Saint-Laurent datent parfois de plus de 70 ans. Il n'est donc pas surprenant que la qualité des informations pour les différents puits varie largement.

Les "logs" des puits sont les données de base de notre étude. Ces "logs" sont disponibles pour environ 85 puits sur un total de 190 de plus de 500 pieds de profondeur. La qualité de ces "logs" varie largement; elle va du "log" électrique médiocre qui contribue très peu aux données, en passant par une série de "logs" de qualité moyenne, utiles qualitativement plutôt que quantitativement, pour aller jusqu'à la série sophistiquée sur les puits récemment forés. En particulier, les puits forés récemment par les sociétés Shell et SOQUIP ont habituellement des "logs" de bonne qualité. Toutefois, certains sont encore confidentiels.

Les fiches de puits de la Direction générale de l'énergie donnent les informations sur les essais aux tiges, les productions d'eau ou de gaz et d'autres données techniques. Ces informations varient aussi beaucoup en qualité. En effet, pour les anciens forages, les opérateurs n'ont pas toujours effectué des enregistrements complets des données. Pour la majorité des puits récents, l'information est bonne.

Des informations additionnelles pour plusieurs puits sont disponibles dans les filières de la Direction générale de l'énergie. Comme c'est toujours le cas, la qualité et la quantité de ces informations sont une fonction de l'opérateur responsable du forage.

Plusieurs des forages anciens sont de type percussion (cable tool). Dans ces forages, normalement on ne peut qu'effectuer un minimum de "logs" de bonne qualité. D'un autre côté, cette méthode devrait permettre de détecter toute zone perméable d'importance par l'écoulement des fluides (eau, huile, gaz) dans un forage ouvert. Toutefois, ces

forages n'informent que très peu sur l'épaisseur et la qualité de ces zones perméables.

Les forages carottés (diamond drill) n'ont souvent pas de "logs". La présence de zones poreuses et perméables devrait être détectée, mais plus difficilement que dans les forages à percussion.

Les puits plus modernes sont normalement de type rotatif à trépan (rotary rig) et possèdent des séries de "logs" de qualité moyenne à bonne. A moins qu'il y ait eu un essai aux tiges ou une récupération de carottes, les porosités et perméabilités doivent être déterminées à partir de l'interprétation des "logs" et des vitesses de forage.

Pour certains puits dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, les forages "rotatifs" ont utilisé l'air comme milieu de circulation. De tels forages sont comparables à ceux à percussion en ce qui concerne la quantité restreinte de "logs" physiques pouvant être obtenue. Toutefois, l'absence de boue de forage dans les puits devrait permettre une détection facile des zones importantes de perméabilité ou des zones contenant des fluides.

Somme toute, il y a beaucoup de variations dans la quantité et la qualité des informations disponibles pour les forages des Basses-Terres du Saint-Laurent. Nous avons essayé de faire la meilleure utilisation possible des données disponibles.

Du point de vue géophysique, les données disponibles sont limitées. Un certain nombre de campagnes de reconnaissance (gravité et magnétique) ont été effectuées. Elles donnent une idée générale sur la configuration du bassin.

Des campagnes de relevés sismiques ont aussi été effectuées. La majorité d'entre elles ont une densité de lignes qui ne permet pas

de détailler des petites structures individuelles. Dans la plupart des cas, ce sont les cartes d'interprétation qui sont disponibles plutôt que les données de base. Ces cartes d'interprétation ont été utilisées pour les régions prometteuses de cette étude.

S'il est décidé de faire des études additionnelles dans certaines régions, il serait souhaitable d'obtenir, des opérateurs, des copies des coupes transversales.

En gros, nous croyons que les données étaient adéquates pour l'étude en question. Comme c'est toujours le cas dans les conditions de géologie de subsurface, il y aura ajouts à nos connaissances et il est toujours possible que ces ajouts changent en partie nos interprétations.

CONDITIONS REQUISES POUR LE PIEGEAGE ET LES RESERVOIRS

Pour le stockage de gaz souterrain, la porosité détermine la quantité de fluides pouvant être entreposée alors que la perméabilité en conditionne la circulation (injection et récupération). La porosité et la perméabilité conduisant à la formation de réservoirs naturels productifs ne sont pas forcément adéquates dans un réservoir pour un stockage artificiel. Dans ce dernier cas, la perméabilité requise doit permettre des taux d'injection et de récupération relativement rapides pour un stockage efficace.

Il doit aussi exister des conditions adéquates de piégeages, conditions fournies par des fermetures structurales ou autres.

La production de gaz peut être obtenue à partir de pièges qui ne sont pas propices pour le stockage de gaz. Ceci est en partie dû à la nature même du réservoir, à la difficulté et aux dépenses nécessaires pour définir ces pièges s'ils ne contiennent pas de gaz ou d'huile au départ, finalement, à la possibilité de perdre du gaz injecté.

Les réservoirs du type fracturé, par exemple, sont très difficiles, sinon impossibles à déterminer par des méthodes géophysiques.

Des pièges de fracture contenant du gaz peuvent donner des réservoirs de production mais pour le stockage, il serait très difficile d'y contrôler l'injection et la récupération de gaz. Il serait nécessaire d'entreprendre une campagne détaillée et onéreuse de forages et d'essais pour déterminer si une telle zone fracturée peut donner un piège adéquat.

Même le stockage de gaz dans un réservoir vide du type fracturé nous apparaît comme douteux sans des essais intensifs.

Dans plusieurs cas, les forages des Basses-Terres du Saint-Laurent ont rencontré ce qui apparaît comme des pochettes de gaz isolées dans des réservoirs de dimensions limitées. Cette dimension limitée est indiquée par le fait que plusieurs productions de gaz s'estompent rapidement. Le réservoir découvert dans le Potsdam au forage Bruyère (no 158) nous apparaît comme en étant un isolé. Ce cas est discuté plus en détail dans une autre section du rapport.

De tels réservoirs isolés ou fermés offrent des capacités limitées pour le "stockage" s'ils sont remplis d'eau parce que, à moins que l'eau soit enlevée, l'espace de "stockage" disponible est limité par la petite quantité donnée par la compressibilité limitée de la roche et du fluide s'y trouvant. Bien entendu, si un tel réservoir contenait initialement un important volume de gaz, il pourrait être récupéré après l'utilisation du gaz s'y trouvant. De tels réservoirs contenant du gaz ne sont pas encore identifiés dans les Basses-Terres du Saint-Laurent.

Structuralement et stratigraphiquement, des réservoirs de grande complexité sont aussi de valeur limitée pour le "stockage" de gaz. En plus du problème de contrôle de l'injection et de la récupération du gaz, le coût pour déterminer la présence d'un piège qui n'était pas initialement rempli de gaz serait prohibitif. Un exemple de ce cas est donné dans la région de Saint-Flavien. Quelques sept puits ont été forés dans la région immédiate des indications initiales de gaz et, apparemment, seul un puits a été complété. L'identification d'un piège contenant du gaz serait beaucoup plus difficile que l'identification d'un réservoir contenant du gaz.

A partir des données présentement disponibles, nous ne pourrions pas recommander l'exploration du Complexe appalachien pour le "stockage" de gaz.

Globalement, il apparaît que la seule approche efficace et économique pour la recherche de réservoirs à stockage dans les Basses-Terres du Saint-Laurent doit être celle de se limiter à la recherche de sections ayant une bonne porosité intergranulaire et une bonne perméabilité dans la portion centrale, relativement non troublée des Basses-Terres du Saint-Laurent. De la perméabilité du type fracture peut être un atout ajouté mais, une porosité et une perméabilité intergranulaires sont essentielles.

Il serait très désirable de pouvoir définir une région très étudiée, poreuse et perméable mais, une telle séquence stratigraphique ne semble pas exister. La recherche doit donc se limiter à une section poreuse et perméable d'extension latérale et de continuité stratigraphique raisonnables.

Il apparaît que dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, la perméabilité est moins commune que la porosité. Donc, l'emphase de l'étude doit être sur la recherche d'une perméabilité relativement bonne plutôt que sur une analyse détaillée de la porosité. Cette dernière qualité d'un réservoir s'avère souvent non effective, due à l'absence de perméabilité.

DETERMINATIONS DE POROSITE ET DE PERMEABILITE

L'analyse pétrophysique d'un bouchon prélevé de la carotte n'est pas aussi représentative que celle effectuée sur le diamètre entier, spécialement dans les zones fracturées ou lorsque les variations lithologiques sont prononcées. Toutefois, ces analyses, peu importe le type, constituent la meilleure approximation des conditions de subsurface.

Les "logs" sont un autre moyen d'évaluer la porosité en subsurface. Les meilleurs "logs" pour ces évaluations semi-quantitatives sont l'acoustique (sonic) et le densimètre (density). Les "logs" neutron et radioactivité induite (induced radiation) sont, quant à eux, plus qualitatifs.

La qualité de l'interprétation des "logs" est diminuée par la présence de zones fracturées, par la présence de gaz dans les boues de forages et par des diamètres de puits trop larges.

Malheureusement, toutes ces conditions se rencontrent généralement dans les Basses-Terres et de plus, une grande partie, sinon la plus grande, de la porosité et de la perméabilité est associée à des zones de fractures.

Pour l'étude en cours, le problème principal réside dans les déterminations des perméabilités. Il n'y a pas de façons de déterminer quantitativement la perméabilité à partir des "logs". La présence de perméabilité peut être suggérée par la formation de "gâteaux de boue" dans le puits, tel que détecté par les dilatomètres (caliper) ou quelques fois par la courbe du potentiel induit (self-potential) sur les "logs" électriques. La présence de perméabilité peut aussi être confirmée par la récupération de fluides et par une montée rapide de pression lors des essais aux tiges.

Très peu de "logs" de dilatomètre des puits des Basses-Terres montrent la formation significative de "gâteaux de boue". Ceci peut être dû en partie, aux conditions existantes dans le forage, au genre de boue utilisée, mais les raisons principales nous apparaissent comme étant dues à un manque général de perméabilité.

Ce manque général de perméabilité est confirmé par les quelques analyses pétrophysiques et par le peu de récupération de fluides lors des essais aux tiges ou dans les puits forés à percussion ou encore dans les forages à trépan, utilisant l'air comme milieu de circulation.

Dans un certain nombre de cas, l'analyse des "logs" indique des niveaux poreux, spécialement dans le Potsdam. Toutefois, les essais aux tiges dans ces niveaux poreux ont donné très peu de récupération de fluides, présumément dû au manque de perméabilité. Dans quelques cas, les analyses de carottes confirment la suggestion que, même si une porosité moyenne existe, les perméabilités sont généralement faibles.

Dans cette optique, une recherche de niveaux poreux par l'analyse détaillée des "logs" devient moins importante que la recherche de niveaux perméables. Sans oublier le besoin d'essayer de trouver des niveaux poreux, nous avons concentré la majeure partie de nos efforts dans la recherche d'intervalles perméables.

DISCUSSIONS DES REGIONS INDIVIDUALISEES

Cette étude conduit à l'identification de dix régions pour lesquelles sont discutés individuellement les aspects positifs et négatifs de leur potentiel réservoir.

Ces régions (fig. I) sont discutées dans l'ordre, du sud-ouest au nord-est. Pour chacune de ces régions, les puits localisés sur les coupes AA' et BB' font l'objet de discussions détaillées et ceux-ci sont en entête soulignée dans le texte. Les puits appartenant à la même région, mais d'ordre secondaire c'est-à-dire non localisés sur la coupe, n'ont pas d'entête dans le texte.

Région de Saint-Vincent-de-Paul (St-François-de-Sales)

Dans une étude complétée en 1967, la firme "Quebec Natural Gas" évaluait la capacité de 'stockage' des fluides en subsurface sur l'île Jésus. L'étude de cette région fut effectuée sous la direction du Dr J.V. Quick et il existe un certain nombre de ses rapports dans les filières de la Direction générale de l'énergie. L'étude du Dr Quick inclut la cartographie de subsurface de la région et elle est considérablement plus détaillée que notre présente étude. Approximativement 30 puits ont été forés dans les paroisses de Saint-Vincent-de-Paul et de Saint-François-de-Sales. Elle alla jusqu'à l'injection d'un gaz inerte pour tester le réservoir et pour déterminer les taux d'injection et de récupération. L'injection a été faite dans le Potsdam à des profondeurs allant jusqu'à 1400 pieds.

Le Dr Quick a estimé la capacité du réservoir à $1.5-2.0 \times 10^9$ pieds cubes. Le plus récent des rapports montre qu'approximativement 10×10^6 pieds cubes de gaz inerte ont été injectés à des pressions de 700 à 800 livres par pouce carré. Le rapport indique que le travail a cessé à cette époque.

Nous avons examiné les données disponibles mais n'avons pas essayé de reproduire les études du Dr Quick. Il n'y a pas de doutes qu'il existe un réservoir sur l'île Jésus mais nous croyons qu'il n'y a pas assez de données disponibles pour établir, de façon précise, sa dimension et sa capacité. La région contient un certain nombre de failles et quelques-unes pourraient réduire la viabilité du réservoir, telle que déterminée par le Dr Quick. Ainsi, dans le puits no 57, on rapporte un nombre de zones où il y a eu perte de circulation. Ces zones pourraient bien être des zones de failles.

Puits no 134

La qualité des "logs" et des autres données varie considérablement d'un puits à l'autre. Quelques "logs" sont de qualité médiocre alors que d'autres sont de qualité raisonnable. Le puits no 134 donne quelques-unes des meilleures informations incluant des analyses de carottes dans les Groupes de Beekmantown et de Potsdam. Ces analyses indiquent que dans cette région, le Beekmantown est imperméable avec de faibles porosités ($\phi < 1.6\%$; $K < 0.1$ md.). Toutefois, comme nous le verrons pour la région de Louiseville, ce Groupe de Beekmantown peut parfois livrer des fluides, laissant entrevoir des variations marquées quant au potentiel réservoir de cette unité.

L'intervalle du Potsdam possède de minces niveaux poreux et perméables. Ces niveaux poreux et perméables alternent toutefois avec des bandes imperméables. Le plus épais de ces niveaux, tel que montré par les analyses de carottes, est situé entre 1380 et 1392 pieds. Ce niveau montre une perméabilité moyenne calculée de 46 millidarcies et une porosité de 10.7%. Un niveau de 7 pieds, de 1404 à 1411 pieds, donne une perméabilité moyenne calculée de 97 millidarcies et 12% de porosité. Les autres niveaux poreux et perméables ne sont épais que de 1 ou 2 pieds.

Se référant aux descriptions des carottes, notamment dans les forages 125 et 126, et considérant les corrélations basées sur les "logs", ces niveaux réservoirs se situent dans les arénites quartziques de la Formation de Cairnside.

Le rapport du Dr J.V. Quick, en date du 18 mars 1966, mentionne un niveau poreux et perméable de 55 pieds d'épaisseur dans le puits Saint-Vincent-de-Paul no 10. C'est probablement le niveau situé entre 1380 et 1435 pieds. Toutefois, la majeure partie de ce niveau a une faible perméabilité et, si cette partie n'est pas considérée, le niveau net serait considérablement moins épais que 55 pieds, quoique les perméabilités moyennes augmenteraient.

Les meilleurs "logs" de radioactivité montrent une assez bonne corrélation de puits en puits dans le Groupe de Potsdam mais ils montrent aussi des variations considérables dans le développement de la porosité. Ce phénomène est difficile à déterminer en détail à cause de la variabilité dans la qualité des "logs". La présence de gaz dans les zones poreuses peut ajouter à la confusion lorsque seuls les "logs" de radioactivité sont disponibles. Si des études additionnelles étaient effectuées dans la région concernée, il serait probablement plus logique de prendre des "logs" soniques qui donnent des meilleures indications de porosité.

Les analyses des eaux de formation ou connées montrent que les rapports chimiques sont généralement identiques à ceux d'autres eaux du Groupe de Potsdam, quoique dans la région de Saint-Vincent-de-Paul, la salinité soit moindre. Ceci pourrait être dû à l'infiltration des eaux de surface à travers les failles.

Quoique la région de Saint-Vincent-de-Paul soit un tantinet prometteuse, dû à la faible profondeur du réservoir possible, la présence de failles rend essentielle la cartographie détaillée de la nature de ce réservoir avant qu'il soit utilisé pour le stockage;

ceci, afin d'éviter tout échappement de gaz près d'une région urbaine. Néanmoins, cette évaluation pourrait s'avérer plus pessimiste à la lumière des détails structuraux du réservoir et de la distribution de ses porosités et de ses perméabilités.

Région de l'Assomption

Plusieurs puits ont été forés dans cette région. Plusieurs d'entre eux n'ont atteint que le Groupe de Trenton ou des formations plus récentes. Très peu vont jusqu'au Groupe de Potsdam.

Les informations sur ces puits sont très limitées. La majorité des "logs" sont de mauvaise qualité, si ce n'est pour le puits no 151 qui donne des informations adéquates.

Puits no 151

Ce puits (fig. III), foré par percussion, s'est achevé dans le Groupe de Potsdam, à une profondeur totale de 2614 pieds. Le toit du Groupe de Potsdam fut rencontré à 2552 pieds.

Une circulation d'eau est rapportée entre 1407 et 1412 pieds, près du sommet des Groupes de Chazy-Beekmantown. Il n'y a aucune indication quant à la quantité d'eau, sinon qu'elle décroît jusqu'à zéro. Une analyse des eaux indique 224180 ppm de solides. Le puits a été perforé et acidifié dans le Groupe de Black River ou de Trenton, de 1332 jusqu'à 1340 pieds et dans les Groupes de Chazy-Beekmantown, de 1407 à 1410 pieds. Seulement une petite quantité de gaz fut obtenue et le puits fut abandonné.

Le "log" de radioactivité suggère la présence de porosité dans la Formation de Cairnside de 2570 à 2580 pieds, mais il n'y a aucune évidence de production soit de gaz ou d'eau indiquant que ce

réservoir nous semble de piètre qualité. S'il y avait eu une quantité notable d'eau, elle aurait normalement été détectée dans ce type de forage.

Le puits no 145 est localisé très près du puits no 151 et fut foré avec un outil diamanté. Très peu d'informations sont disponibles et il n'existe pas de "logs". Les fiches de puits indiquent une circulation d'eau salée à partir de 1349 pieds, profondeur totale, mais aucune indication des quantités n'est donnée. Par comparaison au puits no 151, à cette profondeur, la circulation en question se situerait dans la partie inférieure du Trenton-Black River.

Le puits no 99, aussi situé près du puits no 151, a été acidifié dans le Groupe de Trenton mais ce traitement n'a pas produit de quantité de gaz ou d'eau significative.

Le puits no 80, de type percussion, est implanté dans le Groupe de Trenton. Une circulation importante d'eau salée est indiquée à 1390 pieds, profondeur totale. Aucun "log" ni aucune autre information n'est disponible sur ce puits. Compte tenu de l'âge du forage et des informations disponibles, nous ne pouvons pas être certains que le forage s'est arrêté à cause de la circulation d'eau ou que cette circulation est représentative de la quantité cumulée jusqu'à la profondeur totale. Néanmoins, cette eau salée pourrait provenir d'un niveau réservoir équivalent à celui cité à 1349 pieds, puits no 145 et à 1407 pieds, puits no 151.

Le puits no 103 produit de l'eau à des profondeurs inconnues. Les fiches de puits indiquent que ce dernier fut pompé durant 8 heures sans abaissement du niveau d'eau. Le rapport du foreur a été vérifié, mais il n'y est fait mention que du pompage. La circulation n'était probablement pas très intense.

Cette gamme d'essais dans la région de l'Assomption ne donne que peu d'informations utiles et pas particulièrement encourageantes. On y note essentiellement la continuité du caractère poreux et perméable dans la Formation de Cairnside déjà repérée dans la région de Saint-Vincent-de-Paul. Une autre caractéristique réside dans la présence de deux niveaux perméables peu importants dans les Groupes de Chazy-Beekmantown et de Black River-Trenton. Ces niveaux seraient présents dans quelques forages en périphérie du puits no 151.

Région de Louiseville

Plusieurs des puits forés dans la région de Louiseville qui ont donné des indications de porosité sont discutés ci-après. Ceux-ci sont discutés dans l'ordre, de gauche à droite, où leurs "logs" apparaissent dans la figure III.

Puits no 172

Ce puits (fig. III) fut foré en 1974, jusqu'à une profondeur totale de 2177 pieds, atteignant les lits du Cambrien.

Aucun essai n'est rapporté mais des analyses de carottes du Groupe du Potsdam inférieur indiquent une valeur moyenne calculée de la porosité de 4.5% et de la perméabilité de 0.01 millidarcy. Toutefois, les "logs" conduisent au calcul de la porosité allant jusqu'à 8% dans le Groupe de Potsdam. Dans un petit niveau de 1550 à 1560 pieds, il est possible de calculer des porosités allant jusqu'à 11% pour la Formation de Cairnside. Le dilatomètre ne montre aucun élargissement du trou dans ces intervalles et, même si les calculs de porosité sont exacts, on ne voit aucune évidence de perméabilité.

Puits no 13

Le puits no 13, foré par percussion, atteint le Groupe de Potsdam, totalisant une profondeur de 1218 pieds. Il est localisé entre le puits no 170 et le puits no 172. Malheureusement, il n'a pas perforé le Groupe de Potsdam assez profondément pour comparer les résultats avec ceux des puits no 170 et no 172. Une circulation de 36 barils d'eau par jour a été rapportée à une profondeur de 975 pieds dans le Groupe de Beekmantown. Les fluides pouvaient se trouver à environ 775 pieds lorsque les "logs" furent enregistrés. Ceci indiquerait un bon réservoir. Le "log" est toutefois de qualité médiocre.

Le puits no 12, adjacent au puits no 13, fut foré en utilisant un outil aux diamants. Il n'existe pas de "logs" pour ce puits. Une quantité non quantifiée d'eau est rapportée pour le niveau entre 670 et 700 pieds. La profondeur totale du puits est de 819 pieds et se situe dans le Groupe de Beekmantown.

Puits no 170

Ce puits fut foré en 1974 à une profondeur totale de 1448 pieds, atteignant le socle précambrien. Le toit du Groupe de Potsdam fut rencontré à une profondeur de 970 pieds. Trois essais aux tiges ont été effectués dans la partie inférieure de ce groupe (Formation de Covey Hill) et de faibles quantités de fluides furent récupérées. Le "log" acoustique montre une quantité considérable de "cycle skipping" dans le Groupe de Potsdam. Un niveau d'intérêt probable se situe entre 1040 et 1060 pieds. Il nous apparaît similaire à celui rencontré entre 1550 et 1560 pieds dans le puits no 172, localisé à environ 10 milles au nord-ouest. Quoique ces deux niveaux sont situés dans la Formation de Cairnside, ils ne semblent pas être des équivalents stratigraphiques.

Ce niveau (1040-1060') n'a pas fait l'objet d'essais. Il est indiqué sur le "log" neutron comme une déflexion mineure alors que le "log" résistivité montre un peu de diminution en résistivité. Le "log" de diamètre calibré ne montre pas d'étranglement du diamètre du forage.

Les descriptions pétrographiques ne montrent pas de changements significatifs. Le petit sursaut de la radiation gamma associé à ce niveau, pourrait n'être que l'indice de la présence de matériel argileux. Bref, rien ne nous assure que ce niveau soit perméable.

Le puits no 28, foré en 1957 avec des outils rotatifs, atteint une profondeur totale de 1007 pieds. Il a probablement rencontré le Groupe de Potsdam à 945 pieds. Seulement un "log" de qualité médiocre est disponible. Une quantité d'eau est notée entre 676 et 690 pieds dans le Groupe de Beekmantown. Le "log" électrique, ancien, ne permet aucune interprétation.

Le puits no 155, foré par percussion en 1970, atteint une profondeur totale de 1074 pieds. On y note que le Groupe de Potsdam a été atteint à 1049 pieds. Des quantités d'eau non quantifiées sont notées à des profondeurs de 200, 280, 700 et 1000 pieds. Il n'existe aucun "log" pour ce puits.

Le puits no 131 a été foré à l'outil aux diamants en 1964 jusqu'à une profondeur totale de 650 pieds dans le Groupe de Black River. Le "log" électrique est de qualité très médiocre. Un niveau, situé entre 625 et 635 pieds, pourrait être identifié comme aquifère, quoique très douteux. Une circulation d'eau de 6 gallons par minute, en surface, est notée à partir d'une profondeur de 545 pieds. Cet intervalle devrait être situé dans le Groupe de Trenton.

Le puits no 54 a été foré par percussion en 1955 jusqu'à une profondeur totale de 909 pieds, joignant le Groupe de Beekmantown.

Il n'y a pas de "logs" disponibles. Une très grande circulation d'eau est notée de 455 à 465 pieds dans le Groupe de Trenton. La profondeur des tubages étant de 331 et 691 pieds, il apparaît douteux qu'il y ait eu beaucoup de circulation d'eau.

Même si l'interprétation des "logs" indique des porosités relativement élevées dans le Groupe de Potsdam de la région de Louiseville, l'évidence de perméabilité est manquante. Nous ne pouvons pas justifier une étude onéreuse plus poussée. La circulation d'eau à des profondeurs faibles dans le Groupe de Trenton n'offre aucune évidence de bon réservoir. Ces circulations d'eau pourraient éventuellement faire l'objet d'étude plus minutieuse en vue d'établir s'il y a une relation avec la récupération de fluides observée dans le Groupe de Trenton du puits no 151 (région de Louiseville). Finalement, une quantité d'eau notable s'observe dans le Groupe de Beekmantown des puits 13 et 28.

Région de la Pointe-du-Lac

Cette région contient un champ gazéifère dans les sables pleistocènes. Ce réservoir, peu épais, est en dehors des limites de notre rapport, mais nous savons qu'il a été considéré comme réservoir possible pour le stockage.

Quoique plusieurs puits profonds aient été forés à proximité de Pointe-du-Lac, la majorité d'entre eux l'ont été à l'air et aucun "log" ne fut enregistré. Une certaine quantité d'informations en filière chez Sproule Associates, notre consultant pour cette étude, a été utilisée pour compléter les données des "logs" sur les puits no 60 et no 59.

Le puits no 60 possède pour sa part un "log" électrique de qualité médiocre. Ce puits est foré jusqu'à une profondeur totale de

2841 pieds dans le Chazy-Beekmantown. Des quatre essais aux tiges, aucun n'a montré la présence de gaz et aucune récupération d'eau ne fut réalisée. Un essai à puits ouvert de 369 à 1800 pieds dans le Groupe de Trenton n'a produit ni gaz ni eau. Le "log" électrique disponible ne peut être interprété avec confiance.

Le puits no 59 a atteint une profondeur totale de 1811 pieds dans le Groupe d'Utica. Il n'existe aucun essai pour ce puits dont les données sont peu encourageantes.

Le puits no 129 fut foré à l'air et à la vapeur jusqu'à 2395 pieds, pour atteindre le Précambrien. Il n'existe pas de "logs" pour ce puits. La partie la plus large du puits, 6.25 pouces, a été forée à l'air jusqu'à 1420 pieds où le forage à la vapeur a débuté à cause de la circulation d'eau rencontrée à 1355 pieds. Aucune quantité d'eau importante n'est rapportée. Le reste du puits fut foré à la vapeur jusqu'à 2395 pieds. Deux essais ont été effectués avec un outil de 5.25 pouces du type "hammer-drill" pour améliorer la vitesse de pénétration. Au premier essai, l'outil ne fonctionna pas de façon continue à cause d'un blocage par la poussière. Au deuxième essai, une opération continue fut obtenue mais les taux de pénétration étant faibles, l'opération fut arrêtée.

Le forage à l'air et à la vapeur a permis de vérifier en continue les formations de 1033 pieds jusqu'à la profondeur totale. Les poussées de gaz obtenues durant le forage étaient soit trop faibles, soit de trop courte durée pour permettre la prise de mesures. Une petite poussée de gaz fut aussi rencontrée à 2330 pieds dans le Groupe de Potsdam. La production fut approximativement au taux de 2.5×10^6 pieds cubes par jour mais elle cessa au bout de 5 minutes.

Le puits no 128 a été foré jusqu'à une profondeur totale de 1770 pieds, s'arrêtant dans le Précambrien. Un outil rotatif modifié a servi à forer à l'air ou à la vapeur. Ce trou de 9-5/8 pouces au

départ, a un tubage de 7 pouces en surface. Il fut cimenté à 559 pieds. On utilisa alors de l'air comme milieu de circulation pour forer jusqu'à 1590 pieds, où il fut nécessaire d'utiliser la vapeur à cause d'un problème lié à une faible zone d'eau rencontrée à 1550 pieds. Le reste du forage s'est poursuivi à la vapeur jusqu'à la profondeur totale de 1770 pieds. Le forage à l'air sec et à la vapeur a donné des excellents déblais et ces derniers ne montrent aucune porosité significative. Toutefois, ces échantillons sont de médiocre qualité entre 1550 et 1590 pieds, dû à la présence du niveau d'eau mentionné plus haut.

Ce puits a produit une petite quantité de gaz à partir du moment où le sabot flottant de 7 pouces fut percé. Il continua à en produire en quantités variables jusqu'à la fin du forage. Trois mesures de débit furent effectuées durant l'opération. Une production de 42×10^3 pieds cubés par jour fut obtenue du trou ouvert au-dessus de 921 pieds dans les calcaires du Trenton et une augmentation modérée dans la dimension de la flamme à la sortie de la torche a été notée lorsque le puits pénétra l'intervalle de 1190 à 1196 pieds dans le Groupe de Black River. Une production de 138×10^3 pieds cubes par jour a été mesurée à 1509 pieds lorsque le forage atteignit les grès du Groupe de Potsdam. La production de gaz en trou ouvert a diminué jusqu'à 51×10^3 pieds cubes par jour au moment où le forage a atteint la profondeur totale de 1770 pieds dans le Précambrien.

Il n'y a pas d'évidence de présence de bonnes conditions de réservoir à stockage :

Le puits no 130 a été foré jusqu'à une profondeur totale de 1585 pieds, atteignant le Précambrien. Un trou de 6.25 pouces de diamètre fut foré à l'air jusqu'à 510 pieds, alors qu'il fut nécessaire de poursuivre à la vapeur avec injection de savon. Le forage s'est poursuivi jusqu'à 870 pieds où une production d'eau salée a atteint des taux de 100 à 200 barils par heure. Un essai a été effectué pour poursuivre le forage mais le problème de disposer de grandes quantités

d'eau salée à 87000 ppm devint critique, dû à la présence de fermes à proximité du forage et dû au danger de contamination de l'eau potable locale. Le forage fut discontinué à 877 pieds.

On procéda ensuite à la mise en chantier d'un forage à eau salée et on détermina le niveau des fluides dans le trou à 72 pieds. Après un essai infructueux pour établir la circulation d'eau salée, cette dernière fut déplacée avec une boue à l'eau salée. La circulation a été obtenue après avoir perdu 25 gallons de boues et de fluides de formation. Le forage à la boue s'est ensuite poursuivi jusqu'à 932 pieds où un autre système de fracture fut rencontré et la circulation de la boue fut perdue. Plus de 100 barils de boues et de fluides de formation furent perdus en essayant de reprendre la circulation et ceci, sans succès.

Un essai continu sur les formations, à partir du sabot de tubage jusqu'à la profondeur totale, fut obtenu en forant à l'air et à la vapeur (aéré à la chaux). Aucune quantité notable d'hydrocarbures n'a été enregistrée. Un système de fractures commençant à 870 pieds dans la Formation de Neuville (Formation de Montréal) et allant jusqu'à 1100 pieds à la base du Groupe de Black River n'a donné que de grands volumes d'eau salée et était responsable des difficultés de pertes de circulation. Le forage à l'eau aérée à la chaux s'est avéré extrêmement utile pour combattre le phénomène de perte de circulation et pour donner de bons taux de pénétration dans des formations compactes.

La description des échantillons n'indique pas de porosité intergranulaire mais il y a évidence de porosité et de perméabilité de fracture à partir de 870 jusqu'à 1100 pieds.

L'analyse d'eau montre un total de 80000 ppm d'éléments avec un contenu élevé de calcium indiquant que c'est probablement une eau de formation mais possiblement diluée par des eaux de surface.

La quantité relativement élevée d'eau produite à des taux de 100 à 200 barils par heure suggèrerait un lien avec un bon réservoir. Nous avons donc révisé les données en détail et en avons discuté avec M. M.J. Brusset, ingénieur responsable du forage. Quoique les taux annoncés semblent exacts, la production n'a eu lieu que lorsque l'eau était aérée. Tous les efforts ont été faits pour maintenir l'écoulement à un minimum. Il apparaît que la quantité d'eau qui fut réellement produite n'était pas très importante.

Alors qu'il n'y a aucun doute qu'un réservoir de fracture existe à cet endroit, sa dimension est incertaine. Il nous apparaît peu probable qu'un réservoir de ce type soit approprié pour le stockage de gaz. Il n'existe que peu d'informations sur les roches plus profondes et aucune évidence de perméabilité.

Région de Nicolet-Yamaska

Il y a, dans cette région, cinq forages profonds pour lesquels les données pertinentes sont résumées ci-dessous. Ces puits sont montrés sur la coupe transversale A-A'.

Puits no 159

Ce puits, foré en 1971, est localisé à 5 milles au sud-ouest du no 126 et a atteint une profondeur totale de 4280 pieds, pénétrant ainsi dans le Précambrien. Le Groupe de Potsdam fut rencontré à 3730 pieds. Trois essais aux tiges ont été effectués.

- DST 1: 3760 à 3874 pieds (Formation de Cairnside)
récupération de 120 pieds de boue légèrement émulsionnée de gaz.
- DST 2: 3874 à 4060 pieds (Formation de Cairnside)
récupération de 120 pieds de boue.
- DST 3: 3705 à 3785 pieds (surtout dans la Formation de Thérèse)
récupération de 150 pieds de boue légèrement gazéifiée.

L'essai no 3 couvrait le niveau aquifère du puits no 65 et n'a récupéré que de la boue. Il n'y a que des traces de porosité pour ce niveau dans les "logs". Il existe un niveau quelque peu anormal à approximativement 3980 pieds, mais il ne semble pas avoir de porosité ou de perméabilité significative.

Des carottes furent prises entre 2894 et 2916 pieds dans le Groupe de Black River et entre 3785 et 3802 pieds dans le Groupe de Potsdam. Les carottes n'ayant pas été analysées, on peut assumer qu'elles ne montraient pas de porosité à l'examen mégascopique.

Les données disponibles n'indiquent pas la présence de porosité significative dans ce puits.

Puits no 126

- DST 3: 3390 à 3425 pieds (Groupe de Beekmantown)
GTS en 40 minutes, débit trop faible pour la mesure
récupération de 90 pieds de boue émulsionnée de gaz.
- DST 4: 3888 à 3959 pieds (46' dans la Formation de Thérèse)
GTS en 5 minutes au taux de 62×10^3 pieds cubes par jour
- DST 5: 3959 à 4007 pieds (Formation de Cairnside)
récupération de 50 pieds de boue émulsionnée de gaz.
- DST 6: 4008 à 4057 pieds (Formation de Cairnside)
récupération de 50 pieds de boue émulsionnée de gaz.
- DST 7: 4057 à 4142 pieds (Formation de Cairnside)
récupération de 60 pieds de boue émulsionnée de gaz.
- DST 8: 4142 à 4292 pieds (Formation de Cairnside)
GTS de 2 minutes à 78×10^3 pieds cubes par jour
récupération de 180 pieds de boue émulsionnée de gaz,
180 pieds de boue émulsionnée de gaz et d'eau,
540 pieds de boue émulsionnée et diluée à l'eau salée
(163000 ppm de chlorure).

- DST 9: 4292 à 4407 pieds (Formation de Cairnside et "granite wash") récupération de 450 pieds de fluides gazéifiés et légèrement dilués à l'eau ainsi que de 180 pieds d'eau boueuse et gazéifiée.

Ces essais étendus aux tiges ont couvert la totalité du niveau du Groupe de Potsdam foré. Le carottier fut utilisé entre 3907 et 4007 pieds. Les carottes donnèrent les résultats suivants:

- niveau carotté: 3907 à 4007 pieds
- niveau analysé: 3907 à 3923.4 pieds: carotte no 1
3924 à 3957 pieds: carotte no 2
3959 à 4006.5 pieds: carotte no 3
- porosité moyenne calculée: 4.8%
- perméabilité moyenne calculée: 1.4 millidarcy

Deux des analyses furent effectuées sur le diamètre entier de la carotte. La première sur 1.9 pieds donna 23 millidarcies de perméabilité de fracture et 2.5% de porosité. L'autre analyse représentant 2.4 pieds de carotte, montra une perméabilité de fracture de 30 millidarcies et une porosité de 5.4%. Si nous soustrayons ces valeurs du total pour le reste de l'intervalle, nous obtenons une valeur moyenne calculée de la perméabilité de moins d'un millidarcy. La description de cette carotte, qui couvre un niveau équivalent à celui intéressant dans la partie supérieure du Groupe de Potsdam du puits adjacent no 65, est comme suit (le puits no 65 est approximativement à un quart de mille au sud-est du puits no 126): carotte no 1 - 3907 à 3923.4 pieds - longueur récupérée 16.40 pieds.

- Formation de Thérèse -

3907 - 3908.2 pieds: grès très dense, grains fins à moyens, de couleur chamoisé à gris pâle verdâtre, montrant des joints argileux gris verdâtre par endroit; le pendage pour cette carotte sub-horizontale est de l'ordre de 1 à 2%.

Nota (auteur): la couleur chamoisée suggère la présence de carbonates dolomitiques.

- 3908.2 - 3912.6 pieds: grès à grains moyens à grossiers, à ciment plutôt argileux, gris foncé à noir, interlité de 3910 à 3921.4 pieds avec des lits d'épaisseur irrégulière ($\approx \frac{1}{4}$ ") d'un grès à grains fins, couleur chamois (voir nota op. cit.); entre 3911.5 et 3912.5 traces de très petites fractures verticales, semblant très hermétiques.
- 3912.6 - 3916 pieds: grès dense, à grains fins à moyens, ciment siliceux blanc, pores très fines mais semblant isolées les unes des autres; traces de joints argileux verts.
- 3916 - 3917 pieds: comme précédent mais sans cavité.
- 3917 - 3918.2 pieds: grès, comme ceux de l'intervalle 3912 à 3916 pieds; quelques cavités fines apr endroit.
- 3918.2 - 3923.4 pieds: grès à grains moyens à grossiers, ciment siliceux avec de nombreux joints argileux, interlité par endroit avec un grès chamois (voir nota op. cit.) à grains plus fins. Section généralement dense.

Carotte no 2 - 3924 à 3957 pieds - longueur récupérée 33 pieds.

- 3924 - 3928 pieds: grès blanc, dense, à grains moyens à grossiers, bien arrondis, à ciment siliceux, interlité avec un grès gris, fin, à ciment calcaire; traces de grès (couche de $\frac{1}{4}$ ") à grains grossiers à 3924.5 pieds; traces de pyrite associée au grès calcaire gris; traces de shale gris par endroit. Stratification apparente à peu près horizontale.

3928.2 - 3930 pieds: grès dense, blanc, comme ci-dessus, contenant de fines cavités éparses, possiblement isolées; traces de petites fractures, très serrées, horizontales, entre 3928.2 et 3928.5 pieds; à 3930 pieds, une couche de 3 pouces d'un grès à grains grossiers, entrecoupé de bandes argileuses.

3930 - 3933.5 pieds: grès blanc, grains moyens à grossiers, interlité avec un grès gris, à grains moyens à grossiers et de fines bandes argileuses.

3933.5 - 3935 pieds: grès brun rougeâtre pâle, à grains moyens à grossiers, légèrement calcaire, entrecoupé de joints argileux irréguliers; traces de fines cavités autour de 3935 pieds.

3935 - 3942 pieds: grès, comme précédemment, mais avec des traces de fines fractures verticales et de 3941 à 3942 pieds, traces de fines cavités comme précédemment.

- Formation de Cairnside -

3942 - 3943 pieds: grès blanc à vert très pâle, grains très grossiers, à ciment siliceux tendre. Ce grès montre une bonne porosité apparente. L'étude de lame mince indique que les éléments présents sont du quartz, des traces de chert, 1% d'oxyde de fer et 1 à 2% de séricite autour des grains de quartz.

3943 - 3945 pieds: grès blanc, grains moyens à grossiers, à ciment siliceux; joints minces argileux comme précédemment.

3945 - 3948 pieds: grès blanc, à reflets vert pâle, grains très grossiers et friables, montrant une assez bonne porosité apparente; le ciment est argileux.

3948 - 3957 pieds: grès blanc, grains moyens à grossiers, arrondis, à ciment siliceux; rares petites fractures horizontales, hermétiques; nombreux joints argileux, minces, horizontaux ou presque.

Carotte no 3 - 3959 à 4006.5 pieds - longueur récupérée 47.5 pieds.

3959 - 3962 pieds: grès dense, grains fins à moyens, arrondis, à ciment siliceux; joints argileux, minces, généralement horizontaux à intervalles irréguliers; fractures horizontales, minces, hermétiques, de 3959 à 3961 pieds.

3962 - 3980.5 pieds: grès, comme précédemment, sans les joints argileux; traces de niveaux pyritiques à 3974 pieds.

3980.5 - 3984 pieds: grès brun grisâtre, grains moyens à grossiers, à ciment siliceux tendre, porosité apparente moyenne à pauvre, interlité avec un grès gris en lits minces, à grains moyens à grossiers.

3984 - 3985 pieds: grès comme ceux de 3959 à 3962 pieds.

3985 - 3985.8 pieds: grès comme ceux de 3980 à 3984 pieds.

3985.8 - 3987.3 pieds: grès comme ceux de 3959 à 3962 pieds.

3987.3 - 3989.3 pieds: grès dense, brun rougeâtre, grains fins à moyens, à ciment siliceux, contenant un matériel inconnu.

3989.3 - 3996 pieds: grès blanc, grains fins à moyens, à ciment siliceux, à nombreux joints argileux, généralement horizontaux.

- 3996 - 3997 pieds: grès gris moyen à gris foncé, grains moyens à grossiers, à ciment siliceux tendre.
- 3997 - 3998.5 pieds: comme lithologie de l'intervalle 3989.3 à 3996 pieds.
- 3998.5 - 4003 pieds: comme lithologie de l'intervalle 3996 à 3997 pieds, mais à 4001 et 4001.8 pieds, interlité en lits fins ($\frac{1}{4}$ ") avec un grès à grains grossiers, à porosité apparente assez bonne.
- 4003 - 4005 pieds: comme ci-dessus.
- 4005 - 4006.5 pieds: grès blanc, grains fins à moyens, à ciment siliceux, interlité en bandes fines avec un grès gris moyen à gris foncé, grains fins à moyens, à ciment siliceux.
- Note 1: certaines fractures verticales décrites précédemment ont pu être causées par le carottage.
- Note 2: aucune cavité n'a été notée pour cette carotte (no 3).

Les analyses de carottes et les résultats des essais aux tiges montrent que le niveau aquifère à 3840 pieds du puits no 65 n'est sûrement pas aussi bien développé dans le puits no 126. Le "log" gamma-sonique de ce puits montre beaucoup de déviations (cycle skipping) à travers le Groupe de Potsdam. Ceci peut être dû soit aux fractures, soit à des bulles de gaz dans la boue.

Il est intéressant de noter que pour une des prises du "log" acoustique, une déviation cyclique et possiblement de la porosité sont

montrées d'environ 4435 à 4440 pieds. Ce niveau pourrait être corrélé avec le niveau aquifère des puits no 156 et no 158. Toutefois, ce phénomène n'est vu que sur une des prises de "logs"; il pourrait donc être dû à des bulles de gaz où au fait moins probable que les fractures ont eu un effet plus intense sur un côté de forage que sur l'autre.

Ni le "log" radioactivité ni celui électrode gardé n'a atteint la profondeur de 4335 pieds.

Le bon programme d'essais effectué sur le puits no 126 en fait le meilleur forage du Groupe de Potsdam dans la région.

Puits no 65

Ce puits fut foré en 1963, à une profondeur totale de 3030 pieds, atteignant le Groupe de Trenton où des indices de gaz furent rencontrés. Il n'y a pas eu d'essais aux tiges mais ces calcaires trentoniens furent carottés de 2637 à 2737 pieds. La carotte fut récupérée au complet et les 100 pieds analysés. La porosité moyenne calculée était de 3.9% alors que la perméabilité était de 0.02 millidarcy. Seulement quelques échantillons ont montré des perméabilités de plus de 0.01 millidarcy, la plus haute valeur calculée étant de 0.4 millidarcy. Toutes les valeurs les plus hautes étaient associées à des fractures. Le puits a aussi été perforé et acidifié et seulement des quantités limitées de gaz furent obtenues.

Il est conclu que même si ces calcaires du Groupe de Trenton contiennent du gaz à une pression relativement élevée, il n'y a pas assez de perméabilité pour la production commerciale de gaz et sûrement pas pour le "stockage" de gaz.

Plus tard, la même année, le puits fut approfondi jusqu'à 4437 pieds, profondeur totale, pour atteindre les grès du Groupe de Potsdam; le toit de ce groupe étant à 3805 pieds. Les essais aux tiges

(DST) suivants ont été effectués avec succès.

- DST 1: 3790 à 3836 pieds (Groupes de Beekmantown et de Potsdam)
GTS en 8 minutes, taux maximum: 98×10^3 pieds cubes par jour
12 pieds de boues gazeuses récupérées.
- DST 2: 3699 à 3992 pieds (Groupes de Potsdam)
GTS en 3 minutes, taux maximum: 100×10^3 pieds cubes par jour
210 pieds de boues gazeuses récupérées.
- DST 3: 3955 à 4437 pieds (Groupe de Potsdam et "granite wash")
aucun gaz en surface
225 pieds de boues récupérées.

Le puits fut acidifié en trou ouvert de 3805 à 3910 pieds et le même intervalle fut hydro-fracturé.

Un débit de gaz de 3.3×10^3 pieds cubes par jour fut obtenu mais apparemment, il y eut obturation des sables et le débit diminua. Les descriptions d'échantillons n'indiquent que des traces de porosité dans le Groupe de Potsdam à partir de 3830 pieds.

Le "log" neutron indique une porosité possible entre 3842 et 3858 pieds, quoiqu'il y ait une réponse du "log" gamma dans cet intervalle. Ces porosités possibles allant jusqu'à 7% ont été calculées d'après le "log" neutron. Approximativement 12 pieds de niveaux poreux nets peuvent être interprétés dans l'intervalle. Le "log" indique aussi des porosités possibles dans la Formation de Cairnside, spécialement entre à peu près 4170 et 4190 pieds ainsi que de 4280 et 4285 pieds. Toutefois, encore là, une réponse est détectée dans le "log" gamma.

Une petite réponse est aussi détectée dans le "log" gamma à 4235 pieds et pourrait peut-être se corréler avec celle à 4015 pieds du puits no 158. L'intervalle juste en-dessous pourrait se corréler avec la porosité indiquée dans les puits no 156 et 158 de la région de Gentilly-Bruyère.

Même si les minuteriers n'ont pas fonctionné lors de l'essai aux tiges entre 3955 et 4437 pieds, il semblerait que le "patcher" se soit ouvert, permettant un diagnostic satisfaisant de cet intervalle.

Un tubage fut introduit à 3903 pieds et le trou fut nettoyé et pistonné. Une production d'eau et de gaz fut obtenue. Le niveau des fluides n'a pu être réduit plus bas qu'à la profondeur de 500 pieds. Même si on a noté la présence de gaz, les grandes quantités d'eau ont indiqué que la production commerciale de gaz n'était pas possible.

Les détails disponibles sur les essais ultérieurs dans ce puits sont très schématiques mais il semblerait que l'on ait complété le puits en forant à l'eau salée. Il fut colmaté à 3846 pieds et ensuite, reforé jusqu'à 3860 pieds. Après un essai de 30 jours en pompage, le forage a produit 75 barils d'eau par jour; cette production se stabilisa ensuite à 60 barils par jour.

Ce même intervalle fut aussi l'objet d'essais dans le puits no 126, situé à environ un quart de mille ainsi que dans le puits no 125 (3982-3994'), situé à 2.5 milles au sud-est.

Puits no 165

Les puits no 165 ont été forés en 1973. Le premier (1), non montré sur les figures, est le seul, apparemment, qui a traversé la zone de failles de Yamaska. Ainsi, selon les essais aux tiges décrits plus bas, les séquences dans ce puits passent du Groupe de Beekmantown au Précambrien en moins de 200 pieds. Il a atteint une profondeur totale de 6387 pieds dans une zone perturbée du Précambrien.

Après avoir été rebouché à 3050 pieds, le puits fut dévié vers le sud-est. Le deuxième puits (1A, fig. II) a rencontré le Groupe de Potsdam à 6638 pieds et atteint la profondeur totale de 7346 pieds dans le Groupe de Potsdam.

Les essais aux tiges suivants furent effectués.

- DST 1 (puits no 1): 5846 à 5955 pieds (Groupe de Beekmantown)
GTS à l'ouverture de l'outil et diminution en
10 minutes
récupération de 100 pieds de boue légèrement
émulsionnée de gaz.
- DST 2 (puits no 1): 5730 à 5869 pieds (Groupe de Beekmantown)
GTS en 3 minutes
récupération de 1525 pieds de boue très gazéifiée
et 475 pieds d'eau salée.
- DST 3 (puits no 1): 6262 à 6387 pieds (zone perturbée du Précambrien)
récupération de 60 pieds de boue.
- DST 4 (puits no 1 5775 à 5808 pieds (Groupe de Beekmantown)
ou 1A ?) : GTS en 6 minutes puis diminution en débit
récupération de 175 pieds d'eau salée boueuse.
- DST 5 (puits no 1A): 6929 à 7030 pieds (Formation de Cairnside)
récupération de 60 pieds de boue de forage.

Les essais donnent quelques indications de présence de gaz et de zone aquifère dans le Groupe de Beekmantown. Les "logs" montrent quelques minces niveaux qui pourraient être poreux. Ils sont habituellement associés à des phénomènes de dérapage cyclique. Il est possible qu'ils soient reliés à la formation de failles associée avec cette zone majeure de failles.

Le puits montre une séquence anormalement épaisse des Groupes de Chazy-Beekmantown qui pourrait être reliée à des mouvements dans la zone de failles durant le dépôt.

Nous n'avons détecté aucune évidence de zones adéquates pour le "stockage" de gaz dans le Groupe de Beekmantown.

Dans le Groupe de Potsdam, en-dessous de 6670 pieds, le "log" du dilatomètre (diamètre calibré) indique un diamètre de trou sous la

normale jusqu'à 6950 pieds. Ce phénomène est normalement associé à la perméabilité. Il y a aussi une grande quantité de dérapages cycliques dans le "log" sonique le long de cet intervalle. Durant l'essai aux tiges de 6929 à 7030 pieds, couvrant une partie de l'intervalle, on n'a récupéré que 60 pieds de boue. Les résultats de l'essai nous apparaissent satisfaisants et les pressions statiques du puits suggèrent de très basses perméabilités.

Le "log" neutron n'indique pas de zones poreuses dans l'intervalle en question. De plus, les fiches de forage indiquent un forage très difficile dans le Potsdam, avec beaucoup de remontées pour changer l'outil de tête. Ce fait n'est sûrement pas indicatif de porosité et de perméabilité.

Nous ne croyons pas qu'il y ait de la porosité et de la perméabilité significatives dans cette section du Groupe de Potsdam.

Le puits no 70 est localisé à environ 10 milles au nord-est du puits no 65. Un essai aux tiges a été effectué entre 3931 et 3973 pieds dans la partie supérieure du Groupe de Potsdam. L'intervalle apparaît corrélé avec celui qui a produit de l'eau au puits no 65. Un rapport mentionne que l'essai a permis la récupération de 1200 pieds de boue au goût d'eau salée. Un autre rapport mentionne la récupération de 720 pieds d'eau et 540 pieds de boue. Quoique les informations ne sont pas claires, elles indiquent la possibilité que cette zone ait localement développé de la porosité et de la perméabilité dans d'autres régions à surveiller ultérieurement dans d'autres puits.

En plus des puits discutés plus haut, d'autres ont été vérifiés dans la région environnante afin de déterminer s'ils donnaient une information additionnelle. En particulier, nous avons étudié les données du puits Laduboro la Baie Yamaska no 1 et no 4 (MRN no 61 et no 64). Même s'ils ont indiqué des quantités faibles de gaz dans le Groupe de Trenton, aucun n'a fourni de données sur le niveau intéressant

du Groupe de Potsdam. Il est rapporté qu'un essai, sans succès d'acidification de l'intervalle du Groupe de Trenton, a été effectué entre 2608 et 2636 pieds.

Malgré que le puits no 65 a démontré la présence de niveaux poreux et perméables près du toit du Groupe de Potsdam, ça n'apparaît pas comme étant de bonne qualité. Un autre forage a démontré que la section poreuse n'est certainement pas étendue et serait en partie associée au phénomène de fractures.

Même si de qualité questionnable, le niveau de 3840 à 3860 pieds du puits no 65 est un de ceux étudiés qui donne une évidence forte de la présence de porosité effective. Le même niveau n'est pas très bien développé dans les puits situés près du no 65. Il est donc possible que la quantité limitée de gaz récupéré dans ce dernier puits indique un petit piège. Bien entendu, il est aussi possible que le piège soit plus grand mais non rempli de gaz.

Une campagne sismique effectuée en 1971 montre une structure à direction haute des plis, allongée nord-est sud-ouest et à une faible distance du puits no 65.

La fermeture pourrait être de 20000 pieds sur approximativement 5000 pieds. La fermeture est d'environ 10 millisecondes. Deux puits récents de la SOQUIP ont probablement été forés sur ou près de cette structure. Les informations totales sur ces puits ne sont pas encore publiées mais des rapports indiquent la présence de gaz et une perméabilité faible. Lorsque les "logs" seront disponibles, il serait souhaitable d'étudier ces puits en fonction des autres données sur les régions de Nicolet-Yamaska et de Gentilly-Bruyère. Au moins un puits a été muni d'un tubage de façon à permettre des essais supplémentaires à prix relativement peu élevé.

D'autres niveaux ont indiqué de la porosité et de la perméabilité dans le Groupe de Potsdam mais ils apparaissent tous associés à des phénomènes de fractures et sont de basse qualité.

Puits no 125

Ce forage fut effectué en 1963. Il est localisé à environ 2.5 milles au sud-est du puits no 65. L'objectif principal de ce forage est l'étude de la section poreuse au sommet du Groupe de Potsdam, telle qu'identifiée dans le puits no 65. Le forage a rencontré une faille majeure, d'où l'absence d'une bonne partie des calcaires ordoviciens.

Cette section poreuse n'apparaît pas aussi bien définie que dans le puits no 65 et serait localisée entre 3982 et 3994 pieds.

Les analyses de carottes montrent une porosité d'environ 3% et une perméabilité habituellement inférieure à 0.1 millidarcy.

La moyenne globale des analyses de carottes entre 3975 et 4022 pieds donne une moyenne calculée de la porosité à 4.4% et une moyenne calculée de perméabilité à 0.3 millidarcy. Quelques échantillons de carotte à diamètre entier donnent des perméabilités beaucoup plus élevées, associées à des fractures et couvrant des niveaux peu épais.

La carotte est décrite comme suit: carotte no 1 - 3975 à 4022 pieds - longueur récupérée 43 pieds 2 pouces - forage aux diamants.

- Groupe de Potsdam (Formation de Thérèse) -
 3975 - 3984 pieds: grès blanc, fin à très fin, assez bien trié, subanguleux à subarrondi, principalement constitué de quartz translucides, très bien compacté, contenant quelques pyrites, propre mais très

difficilement friable, légèrement calcaire par endroit, très densément faillé et fracturé.

- a) Fractures aléatoires, abondantes, fermées, minces (1/16"), irrégulièrement espacées (1/8 à 1/2"), à peu près verticales, bordées de gilsonite;
 - b) fractures assez communes, minces (1/16"), irrégulières, majoritairement fermées, à peu près horizontales, bordées de gilsonite;
 - c) laminées communément horizontales, bordées de gilsonite, minces, espacées de 1/4 à 1/2".
- Cette unité passe graduellement à:

3984 - 3989 pieds: grès gris brunâtre pâle et gris pâle, de fin à très fin, mal trié, subanguleux à subarrondi, les grains de quartz y sont translucides ou dépolis, très bien compacté, très légèrement calcaire, difficilement friable, légèrement argileux (matériel "argileux" intergranulaire), faible développement fréquent d'un matériel de gilsonite intergranulaire, laminées grises à gris brunâtre, légèrement inclinées ($\pm 10^0$). Cette unité passe graduellement à:

- Formation de Cairnside -

3989 - 3992 pieds: grès blanc, très fin, bien trié, subanguleux, quartz translucide, pyrite éparses, bien compacté, propre, difficilement friable, brèches intraformationnelles éparses avec fragments de 1 pouce de diamètre au maximum (à matrice gréseuse, de blanc à gris pâle à gris moyen). Cette unité passe graduellement à:

3992 - 4018 pieds: grès blanc, fin à très fin, mal trié, subanguleux à subarrondi, quartz translucides et dépolis, très bien compacté, très difficilement friable, propre, matériel à gilsonite intergranulaire et rare, joints communs, espacés irrégulièrement, minces et fermés, essentiellement horizontaux, très rares fractures, fermées, très inclinées, stratification apparente à peu près horizontale.

4018 - 4022 pieds: carotte perdue.

Quatre essais aux tiges furent effectués avec succès dans le Groupe de Potsdam. Ils ont donné les résultats suivants:

- DST 1B: 3945 à 3022 pieds
GTS en 37 minutes à 10.9×10^3 pieds cubes par jour
récupération de 120 pieds de boue émulsionnée de gaz.
- DST 2 : 4022 à 4117 pieds
GTS en 2 minutes à 924×10^3 pieds cubes par jour
purge de gaz et d'eau durant l'essai
récupération de 390 pieds d'eau salée.
- DST 3 : 4008 à 4094 pieds
récupération de 340 pieds de boue.
- DST 4 : 4120 à 4164 pieds
récupération de 15 pieds de boue émulsionnée de gaz et d'eau.

Le puits a été perforé de 4109 à 4112 pieds et le niveau acidifié. En essai de production, ce niveau a donné un taux de gaz de 1.6×10^6 pieds cubes par jour avec un peu d'eau. D'après l'interprétation, ce niveau apparaît comme le plus poreux. L'analyse d'une carotte a donné une porosité moyenne calculée (de 4110 à 4114.8') de 2.8% et une perméabilité moyenne calculée de 0.16 millidarcy. La description de la carotte est comme suit: carotte no 2 - 4110 à 4117 pieds - longueur récupérée 4 pieds 9 pouces - forage aux diamants.

- Groupe de Potsdam -

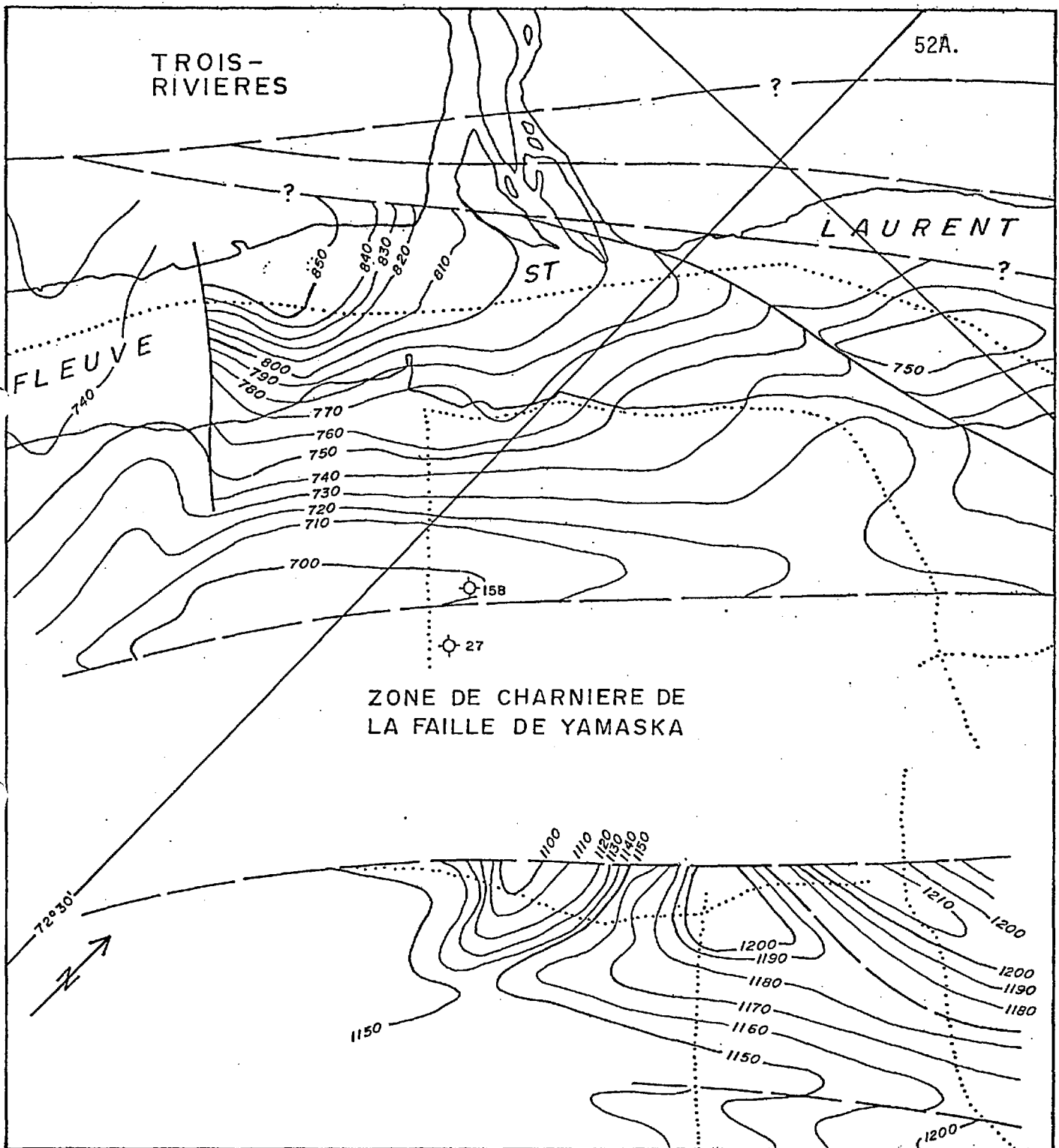
4110 - 4114.9 pieds: grès gris pâle, fin à très fin, assez bien trié, subanguleux à subarrondi, quartz translucides à dépolis, très bien compacté, bien cimenté par de la silice intergranulaire, difficilement friable, très propre, pyrite très rare, très faible porosité le long de fractures fermées, minces (1/16"), horizontales et éparses. Ces fractures sont finement laminées et faiblement entrecroisées par endroit, quoiqu'elles soient essentiellement horizontales. Matériel noir rare, marquant quelques fractures horizontales.

4114.9 - 4117 pieds: carotte perdue.

A partir des "logs", nous interprétons un niveau de 4 à 6 pieds de porosité franche entre 4108 et 4114 pieds. Il pourrait exister un niveau moins poreux entre 4135 et 4152 pieds.

Un intervalle dans la partie supérieure du Groupe de Potsdam (3955 à 3970') indique une bonne réponse au "log" neutron mais une déviation dans le "log" gamma indique probablement la présence de shales. L'essai aux tiges de cet intervalle (DST 1) n'a donné que 11×10^3 pieds cubes par jour et ceci, sans eau. Ce puits n'a pas atteint la partie inférieure du Potsdam qui a produit de l'eau dans les puits no 156 et no 158 de la région de Gentilly-Bruyère.

Bref, l'intérêt de cette région réside dans l'évidence marquée de porosité effective au contact des Formations de Thérèse et de Cairnside. Ce niveau est reconnu dans les puits avoisinants mais ces derniers offrent des débits moindres de gaz. Tout comme dans la région de Louiseville, le Groupe de Beekmantown offre des porosités de fractures.



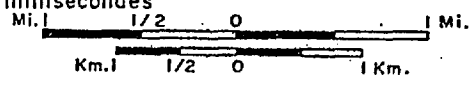
LEGENDE

- LIGNE SEISMIQUE
- FAILLE INTERPRETEE
- FAILLE
- ⊕ PUIS ABANDONNE

FIGURE - IV

PLAN DE LA REGION DE BRUYERES MONTRANT LA POSITION DU SOCLE PAR UNE INTERPRETATION SEISMIQUE

INTERVALE DES COURBES DE CONTOUR : 10 millisecondes



Région de Gentilly-Bruyère

Deux forages de cette région ont des données récentes et fiables; toutefois quelques détails sont manquants. Ces deux puits montrent aussi la meilleure évidence de présence de perméabilité de toute notre étude. Toutefois, l'épaisseur faible des niveaux poreux est désappointante.

Ces deux importants puits sont: Husky Gentilly no 1 (MRN no 156); profondeur totale de 8570 pieds (Groupe de Potsdam); bonne récupération d'eau du Groupe de Potsdam et Husky Bruyère no 1 (MRN no 158); profondeur totale de 4561 pieds (Groupe de Potsdam), arrivée d'eau en surface à partir du Groupe de Potsdam.

Ces deux puits sont indiqués sur les deux coupes transversales et discutés plus bas.

Puits no 158

Ce puits est localisé juste au sud du fleuve Saint-Laurent et directement au sud de Trois-Rivières. Le forage a rencontré le Groupe de Potsdam à 3708 pieds et atteint une profondeur totale de 4561 pieds. Il est situé sur une anomalie sismique du socle, sur la lèvre supérieure de la zone de failles de Yamaska (fig. IV).

Les trois essais aux tiges suivants furent effectués.

- DST 1: 3695 à 3742 pieds (surtout Formation de Thérèse)
GTS en 11 minutes; débit trop faible pour mesure
récupération de 120 pieds de boue émulsionnée à l'eau salée.
- DST 2: 4336 à 4416 pieds (Formation de Covey Hill)
récupération de 100 pieds de fluides de forage.
- DST 3: 3850 à 4030 pieds (Formation de Cairnside)
GTS immédiat et arrivée d'eau en 50 minutes
récupération de 3773 pieds d'eau salée.

L'essai aux tiges (DST 1) couvre l'intervalle équivalent à celui de la partie supérieure du Groupe de Potsdam dans le puits no 65. On ne trouve ici aucune évidence de perméabilité quoiqu'une pression de formation très élevée est indiquée.

L'essai aux tiges (DST 2) couvre la partie inférieure du Groupe de Potsdam. Encore ici, il n'y a pas d'évidence de perméabilité.

L'essai aux tiges (DST 3) est d'un intérêt tout particulier.

Quoique certains détails ne sont pas disponibles, on y indique une circulation d'eau salée avant même le début de l'essai. Il n'y a pas d'informations sur la quantité totale au moment de la circulation mais on mentionne un débit de 11 barils par jour.

A l'essai, le gaz atteignit la surface dès l'ouverture de l'outil et l'eau arriva en surface en 50 minutes.

Le diagramme de "tester" montre une remontée rapide de pression, indiquant ainsi une bonne perméabilité. Il montre aussi des pressions statiques de puits anormalement élevées de 2600 livres par pouce carré.

L'eau récupérée avait une salinité de 278000 ppm. Si, de façon conservatrice, nous estimons une contribution de 0.50 livre par pouce carré par pied de la colonne d'eau, nous obtenons une pression statique de 2.05 livres par pouce carré et non de 2600 tel qu'indiqué par le diagramme.

A l'intérieur de l'intervalle, le "log" acoustique montre plusieurs minces niveaux de lecture faible. Il y a très peu d'indications sur le "log" neutron, probablement parce que les niveaux sont minces. Sur ces niveaux, on arrive à calculer des porosités allant jusqu'à 10%. Les porosités réelles pourraient être plus élevées ou

plus basses parce qu'elles dépendent du temps de trajet de l'onde acoustique qui doit être estimé pour une section dense. Les "logs" indiquent approximativement 10 pieds de porosité nette dans le niveau de l'essai. Le niveau poreux le plus épais est à peu près de 4 pieds et les niveaux individuels sont séparés de 30 pieds ou plus.

Il pourrait y avoir des niveaux poreux en-dessous de l'intervalle de l'essai mais ils ne nous apparaissent pas très prometteurs. Ces niveaux seraient situés de 3196 à 4200 pieds, de 4222 à 4226 pieds, de 4290 à 4298 pieds, de 4370 à 4380 pieds et de 4400 à 4405 pieds. Plusieurs de ces niveaux qui s'avéraient intéressants, d'après le "log" acoustique, ont fait partie de l'essai (DST 2) et n'ont produit ni eau ni gaz. Nous devons conclure qu'ils ne sont pas perméables quoique, si un forage additionnel était effectué dans la région, nous suggérerions qu'ils fassent l'objet d'essais.

Considérant les très hautes récupérations lors des essais aux tiges et considérant que les données de ces essais sont relativement de bonne qualité, nous avons effectué un certain nombre de calculs sur la capacité possible de stockage d'après les données du puits. Ces calculs sont discutés un peu plus loin dans le présent chapitre.

Puits no 156

Ce forage a rencontré le Groupe de Potsdam à 7455 pieds et s'est terminé dans ce dernier à une profondeur totale de 8570 pieds. Le puits est localisé approximativement à 10 milles au nord-est du puits no 158. Il a été foré sur une anomalie sismique et est situé sur le côté sud, lèvre inférieure de la faille de Yamaska alors que le puits no 158 était situé sur le côté nord de cette faille.

Les essais aux tiges ont été effectués comme suit:

- DST 1: 7682 à 7697 pieds (contact de la Formation de Cairnside; voir carotte de 7690 à 7697')
récupération de 16.2 pieds d'eau salée.
- DST 2: 7430 à 7650 pieds (25' dans le Groupe de Beekmantown, 45' dans la Formation de Thérèse et 150' dans la Formation de Cairnside).
récupération de 90 pieds de fluides de forage.
- DST 3: 7435 à 7623 pieds (voir DST 2)
récupération de 180 pieds de fluides de forage.

Une partie de l'intervalle couvert par l'essai no 1 (7685 à 7687') se corrèle de très près avec le niveau 4018 à 4020 pieds, lequel a été interprété comme poreux dans le forage no 158.

Les pressions statiques de puits de l'ordre de 4000 livres par pouce carré sont élevées pour de telles profondeurs, tout comme elles le sont dans les deux autres essais dans le Groupe de Potsdam.

La remontée de pression sur les diagrammes de l'essai no 1 indique une perméabilité un peu plus faible que celle du niveau équivalent du puits no 158.

Les descriptions d'échantillons disponibles indiquent que le Groupe de Potsdam est constitué, à cet endroit, d'un orthoquartzite très difficile à forer. L'échantillon à 7690 pieds montre des grès non consolidés, ce qui pourrait indiquer de la porosité et de la perméabilité. Les rapports de forage indiquent un changement brusque dans les taux de forage qui augmentèrent de 4 à 7 minutes au pied. Ceci peut être corrélé avec l'intervalle poreux probable entre 7684 et 7692 pieds, tel qu'indiqué sur le "log".

A 7690 pieds, le forage fut arrêté et la boue fut retirée. Il y a un petit désaccord mais on rapporte un débit d'eau salée à 7692 pieds.

Un carottage fut fait à 7690 (ou 7692') jusqu'à 7697 pieds. Une récupération de 6.4 pieds fut obtenue. La description de la carotte est donnée comme suit: grès légèrement gris, grains de quartz et de chert fins à grossiers, subanguleux à semi-arrondis, mal triés, bien indurés dans une matrice siliceuse. Les 4 pieds de la partie supérieure de la carotte était apparemment denses et n'ont pas été analysés. La section suivante de 2 pieds fut analysée et la perméabilité était de 0.03 millidarcy et la porosité de 2.2%.

Il apparaît évident que la porosité et la perméabilité sont limitées à un niveau très-peu épais entre 7684 et 7690 pieds.

Une carotte fut aussi récupérée de 8484 à 8515 pieds, dans la Formation de Covey Hill, près du fond du puits. Cette carotte a donné une moyenne calculée de porosité de 2.82% et une perméabilité moyenne calculée de 0.10 millidarcy.

Nous croyons que nous pouvons corréler le petit sursaut dans la courbe du "log" gamma, sursaut qui nous apparaît associé avec le bon niveau poreux et perméable du puits no 156, avec le même niveau dans un nombre de puits adjacents et ceci, avec un bon degré de certitude.

Puits no 4

Le puits no 4 fut foré à percussion en 1957. Une quantité d'eau, non spécifiée, a été produite du Groupe de Potsdam entre 3125 et 3155 pieds. Nous croyons que ceci se corréle avec le niveau poreux des puits no 156 et 158; de plus, la salinité indiquée pour cet intervalle du puits no 4 est compatible avec celle indiquée pour les puits no 156 et no 158.

Il n'y a pas de données sur la quantité d'eau produite mais, comme le forage à percussion s'est poursuivi jusqu'à la fin du trou,

on peut assumer que cette quantité était probablement faible.

Il y a quatre autres puits "Batiscan" dans les environs. Les "logs" ne sont pas disponibles pour ces puits qui ont aussi été forés par percussion. Au puits no 5 (Batiscan no 3), on rapporte une colonne d'eau qui a grimpé de 2720 à 755 pieds de la surface. Ceci pourrait correspondre à la zone précédemment discutée dans la Formation de Cairnside. Les autres puits "Batiscan" no 6 et no 7 n'ont pas pénétré cette zone.

En utilisant les données disponibles des essais aux tiges, nous avons effectué certains calculs sur le volume et la capacité possibles des réservoirs aux puits no 156 et no 158.

Il doit être souligné que ces calculs impliquent une interprétation et une extrapolation considérables des données et que les résultats doivent être pris comme donnant un ordre de grandeur. Toutefois, ils donnent un concept de la nature du réservoir.

A partir des diagrammes de remontées de pression des essais aux tiges, nous avons calculé les perméabilités apparentes dans les niveaux ayant produit de grandes quantités d'eau.

Pour le puits Gentilly no 156, les résultats montrent un total de 500 millidarcies-pied. Pour l'intervalle de 15 pieds ayant été l'objet de l'essai, ces résultats donneraient une moyenne de perméabilité de 35 millidarcies. Si, plus probablement tel qu'il apparaît la perméabilité est concentrée dans des niveaux plus minces de quelques 7 pieds, la valeur moyenne de cette dernière serait approximativement de 75 millidarcies.

Il est très probable qu'il y a actuellement une grande variation de perméabilité dans le niveau en question.

Pour le puits Bruyère no 158, un total de 2500 millidarcies-pied est calculé. Considérant un niveau effectif d'environ 10 pieds, on obtiendrait une perméabilité moyenne de 250 millidarcies.

Pour ce puits, nous avons aussi calculé la dimension d'un réservoir hypothétique en utilisant la différence extrapolée entre la pression statique initiale et finale lors de l'essai aux tiges du puits. Encore une fois, nous avons utilisé des extrapolations et la réponse doit être considérée comme approximative. Les calculs supposent un réservoir fermé, ce qui nous apparaît raisonnable si l'on considère les pressions élevées de ce dernier. Nos calculs donnent un volume d'approximativement 200000 barils. Si nous supposons une épaisseur de 10 pieds et une porosité moyenne de 20%, nous obtenons une superficie de 12 acres. Une porosité de 10% qui nous apparaît plus réelle donnerait, bien entendu, une superficie de 25 acres.

Si nous supposons que la pression du réservoir peut être réduite à la pression hydrostatique et que, pour des fins de stockage, le réservoir peut être pressurisé à sa pression originale, la capacité du réservoir serait d'environ 0.5×10^6 pieds cubes. Ce résultat suppose un réservoir fermé et isolé. Si le réservoir avait une superficie de 640 acres avec 10 pieds d'épaisseur de niveau à 20% de porosité, un volume d'environ 30×10^6 pieds cubes de gaz pourrait y être injecté.

Si nous supposons un réservoir à une profondeur de 4000 pieds avec une épaisseur de 10 pieds et 20% de porosité, si de plus le réservoir est à une pression normale et non fermé, de façon à ce que l'eau puisse être déplacée, la capacité de stockage serait alors de 6000×10^6 pieds cubes de gaz par mille carré.

Le puits no 27 fut foré par percussion en 1933 jusqu'à une profondeur totale de 5260 pieds. Il est localisé tout près (approximativement 1 mille) au sud-est du puits Bruyère no 158. Quoiqu'il n'y

ait pas de "logs" disponibles, on rapporte que le forage a traversé le Groupe de Trenton pour se rendre jusqu'au Précambrien à une profondeur de 5110 pieds. On n'y indique pas de Groupe de Potsdam. Le toit indiqué du Groupe de Trenton est considérablement plus bas que dans le puits no 158. Il apparaît que le forage a pénétré la zone de failles de Yamaska. L'information sismique disponible confirme que la zone de failles est située immédiatement au sud du puits no 158 (fig. IV).

La sismique a montré un toit à la localisation du puits no 158 (fig. IV). Ce toit apparaît près de la zone de failles. Le contrôle est trop limité pour définir la dimension et la forme de la fermeture. Cette dernière serait de l'ordre de 20 millisecondes et la superficie fermée pourrait avoir une dimension de 0.5 x 4.0 milles carrés. Une sismique plus détaillée donnerait probablement une superficie moindre.

Quoique le réservoir indiqué est très mince et qu'il n'existe pas d'informations fermes, à savoir si la porosité est du type inter-granulaire ou de fracture, la région de Gentilly-Bruyère nous apparaît une des plus prometteuses pour le "stockage". L'extension latérale de la porosité n'est pas connue mais elle n'est certainement pas régionale. Une petite fermeture structurale est montrée par les relevés sismiques. Il doit être signalé que les pressions indiquent un réservoir local fermé, ce qui signifie que la fermeture peut ne pas être significative.

Région de Villeroy

Les puits de cette région ont produit du gaz lors des essais dans les Groupes de Lorraine et de Trenton.

Puits no 161

Ce puits est illustré sur la coupe transversale A-A'. Il a atteint une profondeur totale de 9385 pieds, pénétrant ainsi le Précambrien.

Deux essais aux tiges dans le Groupe de Lorraine ont donné des débits initiaux de gaz relativement élevés mais ces derniers ont diminué très rapidement, comme la pression d'ailleurs.

La forme des diagrammes de pression lors des essais aux tiges suggère un épuisement des réservoirs. Il est probable que le réservoir se trouve dans une zone fracturée. Aucune quantité de gaz commerciable n'est indiquée.

Un essai dans le Groupe de Potsdam n'a permis que la récupération de boue et d'un coussin d'eau. Il n'y a pas d'évidence de bon réservoir dans la section clastique de ce puits.

Si notre corrélation du toit du Groupe de Potsdam est exacte, il y a plus de 1000 pieds de la Formation de Covey Hill à cette localisation. Le diamètre du forage entre 8200 et 8235 pieds est très élargi, ce qui peut être dû à des fractures. Une analyse de carottes entre 8425 et 8439 pieds indique une très faible perméabilité.

Il existe une bonne série de "logs" pour ce puits et il nous semble que l'opérateur a bien vérifié tous les intervalles.

Le puits no 168 est situé à approximativement un mille au sud, tandis que le puits no 173 est à peu près situé à 3 milles au nord-est du puits no 161.

Le puits no 168 fut foré jusqu'à une profondeur totale de 7035 pieds, atteignant le Groupe de Trenton. Un essai aux tiges dans

le Groupe de Lorraine, de 5100 à 5259 pieds, a donné une poussée de gaz estimée à 500×10^6 pieds cubes par jour, diminuant à 98×10^3 pieds cubes par jour après quelques heures. On a récupéré 373 pieds de boue légèrement émulsionnée.

Le "log" acoustique montre des anomalies de lecture entre 5050 et 5240 pieds. Il n'est pas possible de calculer quelques porosités que ce soit à partir des données disponibles.

Il apparaît improbable que cette section du puits, qui représente sans doute un intervalle fracturé, puisse indiquer une zone de stockage potentielle. Il serait possible de faire des essais additionnels sur ce puits, toutefois il serait difficile de définir l'étendue d'un tel réservoir de fracture.

Le puits no 173 a été foré jusqu'à une profondeur totale de 7923 pieds, pénétrant le Groupe de Trenton. Le puits aurait été foré partiellement à l'air et on a effectué un essai à puits ouvert. Une production allant jusqu'à 3.8×10^6 pieds cubes par jour a été enregistrée. Il fut perforé de 7035 à 7055 pieds dans le Groupe de Trenton et il semble que d'autres intervalles aient aussi été perforés.

L'évidence indique que le réservoir s'apparente à une séquence de shales fracturés avec une porosité et une perméabilité médiocres. Le forage a été suspendu; il serait donc possible d'y effectuer des essais supplémentaires.

Le puits no 176, qui est discuté dans la région de Chauveau, a aussi montré une production d'eau qui viendrait d'une zone fracturée du Groupe de Lorraine.

Quoique les puits de cette région ont indiqué des poussées de gaz, ces dernières nous apparaissent comme appartenant toutes à des réservoirs de type fracturé avec des problèmes associés à de faibles

perméabilité et porosité, le tout accompagné d'une situation de piègeage douteuse.

Un nouveau puits a été foré par SOQUIP dans cette région. Les données de ce puits ne sont pas encore du domaine public. Elles devraient être étudiées lorsque disponibles.

Nous ne croyons pas que les niveaux fracturés, apparemment poreux et perméables du Groupe de Lorraine offrent de bonnes possibilités de "stockage" de gaz.

Région de Saint-Flavien

Depuis la découverte de gaz à Saint-Flavien par la société Shell dans leur forage Saint-Flavien no 1 (MRN no 164), à peu près 6 forages ont été faits dans la région immédiate. Seulement un des forages, SOQUIP Saint-Flavien no 3 (MRN no 178) a donné des indications d'une quantité commerciale de gaz. La région est structuralement très perturbée et les corrélations stratigraphiques sont extrêmement difficiles.

Les analyses pétrophysiques disponibles montrent en général des perméabilités faibles et des porosités modérées, excepté dans les zones de fractures. La description des carottes indique un réservoir d'une certaine complexité.

A cause de la profondeur et de la nature perturbée des lits, le forage dans la région de Saint-Flavien s'avère dispendieux. Les travaux, jusqu'à présent, montrent les difficultés et les coûts de définition d'un réservoir pour production. Définir un réservoir pour le "stockage" serait encore plus laborieux et coûteux.

A partir des informations disponibles, nous ne croyons pas que la recherche d'un réservoir à "stockage" soit justifiée dans la région de Saint-Flavien.

D'autres puits dans la région de Saint-Flavien, à l'intérieur du Complexe appalachien, indiquent des conditions très compliquées.

Le puits SOQUIP et al Val Alain no 1 (puits no 171) a été foré à une profondeur totale de 5391 pieds dans le Groupe de Québec. La seule indication de porosité que l'on rapporte serait une perte de circulation commençant à 3340 pieds. A la profondeur totale, la boue fut déplacée par de l'air pour vérifier la présence de gaz, mais on ne semble pas y avoir détecté de remontées de pression. Le "log" des pendages montre des pentes élevées à travers tout le puits. Un changement dans la direction de pendage, à environ 3250 pieds, pourrait indiquer une faille importante.

Le puits SOQUIP et al Lyster no 1 (no 184) nous apparaît aussi comme faillé. Les essais aux tiges ont produit quelques petites quantités de gaz, mais la récupération fut faible. Le puits fut suspendu et peu d'informations sont disponibles. Lorsque les "logs" et les autres données seront rendus publiques, il serait avantageux de les revoir en détail, mais présentement les données disponibles ne nous apparaissent pas encourageantes.

Région de Chauveau

Les puits forés dans cette région montrent des indications de porosité et de perméabilité dans le Groupe de Potsdam.

Il apparaît que les essais sur les puits soient satisfaisants mais une revue plus détaillée des essais de perforation dans le Groupe de Potsdam devrait être faite. Un de ces puits, le no 176, a produit

un débit d'eau à partir du Groupe de Lorraine. Ce débit est probablement dû à une zone de fractures et n'est pas considéré comme une bonne possibilité de réservoir éventuel.

Puits no 176

Ce puits, indiqué dans la coupe transversale A-A', a été foré jusqu'à une profondeur totale de 3277 pieds en 1975.

Les essais intéressants sur le Groupe de Lorraine se résument comme suit:

- DST 916 - 1126 pieds: arrivée de gaz en surface en 7 minutes au taux de 3.9×10^3 pieds cubes par jour, augmentant à 4.8×10^3 pieds cubes par jour et suivie d'un débit "important" d'eau.
- DST 686 - 1112 pieds: arrivée immédiate de gaz en surface au taux de 9.6×10^3 pieds cubes par jour. Récupération de 380 pieds de boue gazéifiée.

Le "log" acoustique montre beaucoup de dérapages cycliques dans l'intervalle 950 à 1100 pieds; le "log" neutron ne montre aucune déflexion particulière et le "log" de diamètre calibré ne montre aucun "gâteau de boue".

Une carotte dans l'intervalle 1009 à 1024 pieds montre des fractures. Le puits fut perforé à cet endroit mais plus tard, fut abandonné. Le gaz produit est probablement à partir d'une perméabilité de fracture identique à celle de la région de Villeroy.

Un essai aux tiges dans le Groupe de Potsdam entre 2850 et 3277 pieds n'a pas produit de gaz mais on y note une récupération de 500 pieds de boue légèrement émulsionnée de gaz.

L'intervalle entre 2920 et 2940 pieds dans le Groupe de Potsdam indique une porosité possible dont on réfère dans l'essai aux tiges mentionné plus haut. L'intervalle 2902 à 2943 pieds, tout comme celui de 3010 à 3070 pieds, fut perforé. Ces perforations couvrent les parties les plus prometteuses du Groupe de Potsdam.

Les rapports sur les résultats de perforation ne sont pas entièrement clairs mais il ne semble pas que des quantités significatives de fluides aient été récupérées. Une revue plus détaillée des résultats de perforation serait justifiée.

Puits no 175

Ce puits est illustré sur la coupe transversale A-A'. Il fut foré jusqu'à une profondeur totale de 3186 pieds, atteignant le Précambrien.

Un essai aux tiges fut effectué dans l'intervalle 2850 à 3186 pieds (principalement dans le Groupe de Potsdam) et a produit un débit de gaz de 33×10^3 pieds cubes par jour, diminuant à 6×10^3 pieds cubes par jour en 40 minutes. On récupéra 360 pieds de fluides de forage.

Le puits fut perforé sur l'intervalle de 2840 à 2880 pieds dans le Groupe de Trenton, celui de 2920 à 2939 pieds et 3055 à 3090 pieds dans le Groupe de Potsdam. Ce dernier intervalle donne des indications de porosité sur les "logs", mais le "log" de diamètre calibré ne montre aucun "gâteau de boue". Le trou est très large dans cet intervalle.

Une analyse de petite carotte (3086 à 3088.5') donne une perméabilité moyenne calculée de 1.16 millidarcy et une porosité de 6.8%. Le reste de la carotte de 9 pieds est décrit comme un mélange lithologique dense et perturbé avec des shales.

Il semble que la section la plus encourageante de ce puits fut l'objet d'essais pas très encourageants puisque le puits fut abandonné.

Il n'y a pas d'évidence de dérapage cyclique tel que détecté dans le Groupe de Lorraine au puits no 176, même s'il existe une bonne corrélation générale entre les puits.

Région de l'île d'Orléans

Deux forages ont été effectués sur l'île d'Orléans.

Puits no 160

Ce puits est indiqué sur la coupe transversale A-A'. Les grès de base sont corrélés au Groupe de Potsdam. Le puits a atteint une profondeur totale de 5950 pieds, pénétrant ainsi le Précambrien. Un essai dans le Groupe de Lorraine a indiqué un petit débit de gaz et une récupération de 450 pieds de boue. Un essai dans le Groupe de Beekmantown, de 5350 à 5435 pieds, n'a pas indiqué la présence de gaz mais une récupération de 30 pieds de boue y est notée.

Une section plutôt intéressante est indiquée par le "log" acoustique dans l'intervalle de 5712 à 5740 pieds. Il indique une augmentation dans le temps de parcours de 58 à 60 millisecondes. Ceci est une indication de diminution de diamètre du trou sur le "log" de diamètre calibré et le laterolog une faible résistivité qui pourrait être due à la présence d'eau salée. Les temps de parcours des ondes acoustiques de l'ordre de ceux montrés n'indiqueraient normalement pas de grandes porosités dans les grès; au maximum, elles pourraient être de l'ordre de 8%. Le profil de croisement des données, à partir des autres "logs", n'offre pas de résultats encourageants, mais les paramètres fondamentaux manquants, il demeure une certaine incertitude.

L'intervalle ne fut pas l'objet d'essais.

Il est possible que cet intervalle représente un grès de base qui a conservé un peu de porosité et de perméabilité. La description des échantillons n'apporte pas d'encouragements, si ce n'est pour l'intervalle de 5720 à 5730 pieds, où 30% de grès fins sont indiqués. Ces grès pourraient représenter un intervalle non cimenté.

Quoique nous croyons qu'il n'y ait que peu de porosité et de perméabilité, une vérification supplémentaire est justifiée. Nous débiterions par une revue des données de forage, spécialement des vitesses de forage et un ré-examen des échantillons. Si ces travaux s'avéraient encourageants, alors une revue de la géologie de surface devrait être faite pour affiner la géologie structurale.

La localisation de cette région près de la ville de Québec pourrait être d'un intérêt considérable. Il existe très peu d'informations sur lesquelles nous pouvons baser une interprétation et des données ultérieures pourraient montrer des anomalies d'importance.

Nous ne recommanderions certainement pas des forages d'essai sur la base d'informations aussi restreintes, mais nous suggèrerions que l'intervalle intéressant soit l'objet d'essais si d'autres puits étaient forés dans la région.

Le puits no 174 a été foré jusqu'à une profondeur totale de 3500 pieds. Les strates pénétrées sont celles du Groupe de Lorraine, les carbonates de l'Ordovicien, les grès du Groupe de Potsdam. Il se termine dans le Précambrien. Il n'y eu aucun essai aux tiges ni carottage. Le forage ne semble pas avoir rencontré de zones d'intérêt potentiel.

DISCUSSION CHRONOLOGIQUE DES PUITTS

En plus des dix régions analysées et qui contiennent plusieurs puits, il existe un nombre de forages individuels qui méritent des commentaires spécifiques. Ils sont discutés ici par ordre chronologique. Notons que la numérotation des puits suit cet ordre chronologique.

Puits no 8 - Bald Mountain Berthierville no 1

La profondeur totale de ce puits se trouve à 2543 pieds dans le Groupe de Chazy. Il n'y a qu'un "log" de radioactivité, lequel n'indique par la présence d'un bon niveau poreux. Il n'y a pas eu de production d'eau et comme le puits a été foré par percussion, il aurait détecté une porosité et une perméabilité significatives si elles avaient été présentes.

Puits no 58 - Quonto International no 1 Mascouche

Ce puits, carotté en 1958 jusqu'à une profondeur totale de 3531 pieds, atteint le Précambrien.

Il n'y a pas eu de prises de "logs". Une production de gaz allant jusqu'à 7×10^3 pieds cubes par jour est rapportée. Des filons-couches de base sont indiqués à 85, 1047 et 1407 pieds. Deux échantillons de carottes du Groupe de Potsdam furent analysés et ont donné les résultats suivants:

<u>Profondeur</u>	<u>Perméabilité</u>	<u>Porosité</u>
2668 pieds	0.39 millidarcy	13.3%
3215 pieds	0.49 millidarcy	7.7%

Les deux échantillons sont décrits comme étant des grès fins. Apparemment, il y a eu accumulation d'eau dans le puits à la fin du forage. Il n'existe pas assez de données pour en être certain, mais le puits ne nous semble pas significatif.

Puits no 69 - Imperial Lowlands no 1

Ce puits est indiqué sur les deux coupes transversales. Il a atteint la profondeur totale de 3445 pieds, pénétrant ainsi le Précambrien mais le "log" de radioactivité ne va que jusqu'à 3023 pieds. Nous avons indiqué que le Groupe de Potsdam est présent mais cette corrélation n'est pas assurée. Il n'existe pas d'essais aux tiges mais on indique qu'un niveau d'eau salée à 3043 pieds a grimpé de 100 pieds durant une nuit. Ceci ne correspond pas à une grande quantité d'eau. Le puits ayant été foré par percussion, il constitue un bon essai pour l'intervalle foré. Le "log" ne montre pas de bonne porosité.

Puits no 71 - Imperial Lowlands no 3

Ce puits a été foré jusqu'à une profondeur totale de 6514 pieds, dans les Groupes de Chazy-Beekmantown. Il est situé sur la lèvre inférieure de la zone de failles de Yamaska. Aucune quantité significative d'eau ou de gaz n'est rapportée. Le "log" n'est pas assez de bonne qualité pour tenter une interprétation réaliste. Une petite déflexion dans le "log" neutron, de 5720 à 5740 pieds du Groupe de Trenton, pourrait indiquer une certaine porosité mais cette déflexion peut être aussi détectée de 2910 à 2930 pieds dans le puits no 158. Dans ce dernier, les "logs" sont assez de bonne qualité pour indiquer que la déflexion est probablement quelque peu significative.

Puits no 72 - Imperial Lowlands no 4

Ce puits, foré par percussion, a atteint une profondeur totale de 1969 pieds, pénétrant le Précambrien. Il est indiqué sur la coupe transversale A-A'. Les Groupes de Chazy et de Beekmantown nous apparaissent absents mais la corrélation est douteuse. De plus, l'intervalle identifié comme étant du Groupe de Potsdam pourrait être des roches clastiques de base de l'Ordovicien.

Aucune quantité de gaz et d'eau n'est rapportée et, comme le puits a été foré par percussion, toute section poreuse et perméable en aurait produit. Nous n'avons vu aucune évidence de section poreuse dans le "log" disponible.

Puits no 73 - Imperial Lowlands no 6 Nicolet

Ce puits, foré en 1957, a atteint la profondeur totale de 5046 pieds. On n'y rapporte aucun essai aux tiges ni la présence d'eau ou de gaz. La prise de "log" ne va que jusqu'à 4850 pieds. La dernière unité rapportée est le Groupe d'Utica. Les puits voisins, no 121 et no 122, ont été forés par percussion jusqu'à des profondeurs respectives de 3200 et 2404 pieds. Les deux montrent le Groupe de Lorraine comme étant la formation la plus profondément pénétrée. On n'y rapporte ni gaz ni eau.

Puits no 75 - Imperial Lowlands Verchères no 1

Ce puits a rencontré le Groupe de Potsdam avant d'atteindre la profondeur totale de 3762 pieds. Le "log" gamma-neutron fut pris seulement jusqu'à 3065 pieds dans les Groupes de Chazy-Beekmantown. Aucun essai aux tiges ni présence d'eau ou de gaz n'est rapporté. Comme ce puits montré sur la coupe transversale A-A' a été foré par

percussion, toute quantité d'eau importante aurait été détectée.

Puits no 152 - Shell Saint-Simon no 1

Ce puits a atteint la profondeur totale de 11003 pieds pour se terminer dans le Groupe de Trenton, après avoir traversé plusieurs failles. Il montre des sections répétées et au moins un filon-couche igné.

Un essai aux tiges dans le Groupe de Black River a donné un débit de gaz de 520×10^3 pieds cubes par jour. Les intervalles les plus prometteurs furent perforés et le puits abandonné. Le "log" acoustique indique beaucoup de fracturations. Il n'y a pas de réservoir de bonne qualité. Même si des lits réservoirs étaient présents, il serait extrêmement difficile d'établir la présence de pièges dans une région si complexe du point de vue structural.

Les puits no 179 et no 181 ont été forés dans la même région et ont aussi montré des structures complexes. Ni un ni l'autre n'a récupéré des quantités importantes d'eau ou de gaz, mais le puits no 179 a produit 477 pieds de boue émulsionnée à l'eau salée entre 8223 et 8580 pieds. L'analyse de l'eau montre que cette boue pourrait être du filtrat. Le puits no 181 fut carotté entre 9800 et 9845 pieds. Pour la portion de carotte analysée, les porosités et perméabilités sont extrêmement faibles.

Puits no 157 - Canac BP Sisque Brossard no 1

Ce puits, montré sur la coupe transversale A-A', a atteint la profondeur totale de 4754 pieds. Il se termine dans le Groupe de Potsdam.

La présence de gaz, l'essai aux tiges et le carottage ne sont pas rapportés. Il y a eu une production de 2 gallons d'eau par minute dans le Groupe de Potsdam, à 4400 pieds. Une quantité non spécifiée d'eau a été produite aux niveaux suivants: de 3778 à 3958 pieds, de 4438 à 4708 pieds et de 4708 à 4754 pieds. La boue fut retirée du puits à sa profondeur totale. Lors d'un essai de 10 heures, l'eau monta de 1000 pieds à partir du niveau 4300 pieds.

Une analyse partielle de cette eau indique 4075 ppm de chlorure. L'eau produite est probablement du filtrat dont la salinité est de 4061 ppm de chlorure.

Le "log" de densité montre un niveau poreux possible entre 4438 et 4489 pieds. Le niveau est très mince et n'est probablement pas une perspective intéressante. Les pendages de formation augmentent en-dessous de 4200 pieds dans le Groupe de Potsdam, indiquant ainsi une structure complexe. De 1214 à 1232 pieds, près de la base du Groupe de Trenton, le "log" densité montre un niveau de faible densité. Le "log" induction montre une faible résistivité pour le même niveau alors que la réponse du "log" de diamètre calibré indique très faiblement un léger élargissement du trou de forage. Même si on n'y rapporte pas la présence d'eau, ce niveau en contient probablement mais serait aussi fracturé. Le niveau est d'un certain intérêt et devrait être surveillé lors de forages subséquents mais nous ne croyons pas justifiée une étude coûteuse pour le moment.

Il existe un niveau à peu près identique tel que montré par le "log" densité entre 3570 et 3575 pieds dans le Groupe de Potsdam. Un élargissement prononcé du trou de forage est détecté par le "log" de diamètre calibré. Nous ne croyons pas que ce soit significatif.

Le puits voisin no 111, pour lequel il n'y a pas de "logs" disponibles, rapporte un débit d'eau important à partir du niveau de 955 pieds qui serait dans le Groupe d'Utica. Aucune donnée n'est

disponible, mais comme le puits fut foré au câble jusqu'à 1255 pieds avant qu'on installe un tubage, nous en déduisons que le débit n'a pas dû être très élevé.

Le puits no 32 est près du puits no 111. Il n'y a pas de "logs" disponibles. Un niveau d'eau de 900 à 904 pieds, remontant à 500 pieds, est rapporté comme venant du Groupe d'Utica. Il a été apparemment possible de forer par percussion jusqu'à 3490 pieds, indiquant ainsi que la quantité n'était pas énorme.

Puits no 162 - Sarep Laduboro Saint-Ours no 1

Ce puits qui se retrouve sur les deux coupes transversales a atteint la profondeur totale de 6156 pieds pour se terminer dans le Groupe de Potsdam.

L'intervalle du Groupe de Potsdam, entre 5565 et 5730 pieds, montre des lectures de 54 à 56 millisecondes sur le "log" acoustique. De telles lectures sont aussi présentes de façon intermittente en-dessous de 5730 pieds. Le "log" acoustique montre un nombre de pics beaucoup plus forts qui sont interprétés comme du dérapage cyclique causé par de la fracturation.

Le "log" de diamètre calibré acoustique montre des diamètres de trou d'une taille au-dessus et sous la moyenne, mais le "log" de diamètre calibré par densité, à une échelle quelque peu différente, ne montre pas de diamètre de trou à taille en-dessous de la moyenne.

Les courbes d'induction moyennes et peu profondes ne montrent pas de réduction de résistivité au niveau entre 5565 et 5780 pieds. La courbe d'induction profonde indique une légère diminution qui pourrait être due à la présence d'eau saïée. L'interprétation des lectures du "log" acoustique à ce niveau indiquerait des porosités de l'ordre de 3%

avec quelques valeurs plus élevées.

Un essai aux tiges entre 5750 et 6156 pieds couvre le niveau en question. On y rapporte une récupération de 91 pieds de boue de forage. La pression de débit finale de 282 livres par pouce carré est élevée pour cette récupération, à moins qu'un coussin d'eau ait été utilisé, ce qui n'est pas indiqué. Les diagrammes de pression de l'essai indiquent que ce dernier était satisfaisant si ce n'est que pour l'absence de pression statique initiale.

Le rapport n'indique pas de présence d'eau, de gaz ou d'huile.

Nous croyons que le niveau de 5565 à 5780 pieds, ainsi que d'autres niveaux dans le Groupe de Potsdam sont fracturés et donnent ainsi des lectures de porosités exagérées. Nous n'interpréterions donc pas la présence d'un réservoir effectif.

La partie supérieure du Groupe de Trenton, de 3600 à 4000 pieds, montre aussi des faibles vitesses sur le "log" sonique. Le "log" densité montre de faibles lectures dans cet intervalle mais elles sont associées avec des réponses sur le "log" gamma, indiquant la présence de shale. Le "log" de diamètre calibré montre un élargissement du trou de forage dans cette section.

Encore une fois, nous croyons que la porosité apparente est due à la fracturation et n'est probablement pas effective. Le rapport n'indique pas de carottage.

Puits no 163 - Shell Wickham

Ce puits est situé dans la zone appalachienne perturbée. Les "logs" sont très difficiles à interpréter car le trou de forage est très éboulé. De forts pendages sont aussi indiqués.

Un essai aux tiges entre 8885 et 11720 pieds a récupéré 990 pieds de boue. Quoique la présence d'eau soit indiquée sur la fiche de puits, les résultats de l'essai aux tiges ne montrent pas de quantité significative d'eau. Les analyses de carottes pour les niveaux de 10335 à 10369 pieds et de 11948 à 11960 pieds donnent des porosités et perméabilités très faibles.

Quoiqu'il pourrait exister des sections poreuses dans ce puits, il est très probable qu'elles soient associées à de la fracturation. La localisation de pièges serait extrêmement difficile et onéreuse à cause d'une structure complexe.

Puits no 166 - Shell Saint-Armand ouest no 1

Ce puits a été foré jusqu'à une profondeur totale de 12943 pieds dans le Cambrien et fut abandonné en 1973.

Aucun essai n'est rapporté et même si trois carottes furent obtenues, elles n'ont apparemment pas été analysées. Aucune porosité n'est rapportée.

Le Groupe de Beekmantown a une épaisseur de 3000 pieds. Le puits a pénétré presque 3000 pieds de quartzites cambriennes avant de se terminer dans des dolomies rouges et des grès.

Deux sections des "logs" sonique et densité, dont une de 10900 à 11000 pieds et l'autre de 11940 à 11950 pieds montrent des déflexions. Elles seraient dues à un trou de forage élargi.

Le "log" sonique montre du dérapage cyclique intermittent pour la majorité de la profondeur du puits.

On doit s'attendre à de la formation de failles dans cette région, près du Complexe appalachien. Nous ne voyons pas d'évidence de sections poreuses et perméables dans ce puits.

Puits no 167 - SOQUIP Shell Sainte-Croix no 1

Ce puits fut foré en 1973 jusqu'à une profondeur totale de 6137 pieds et a atteint le Précambrien à 6108 pieds.

Le puits est présenté sur la coupe transversale A-A' à titre d'information seulement, puisque les "logs" à l'échelle de la coupe ne sont pas disponibles. Il y a encore des questions sur la corrélation mais nous avons interprété la présence de niveaux du Potsdam.

Un essai rapporté comme étant dans le Groupe d'Utica a produit 90 pieds d'eau salée. L'essai se situait plus probablement dans le Groupe de Potsdam, ou une autre section clastique de base. Nous ne croyons pas que les "logs" montrent quelque indication que ce soit de section perméable.

ANNEXE ALISTE DES PUIITS ETUDIES DANS LA REGION DES BASSES-TERRES DU SAINT-LAURENT

Dans la colonne Remarque de cette annexe, on trouvera les références aux discussions sur le puits en question dans notre rapport. Dans certains cas, un bref commentaire est donné. Lorsqu'il n'y a pas de remarques, le lecteur peut assumer que l'information disponible n'apporte pas de contribution significative à l'étude. Ceci peut être dû à, soit que le forage n'était pas assez profond pour donner de l'information, soit qu'il n'ait pas montré la présence significative d'eau ou de gaz. Cette annexe donne aussi la profondeur totale du forage, la formation la plus profonde rapportée, le type d'équipement de forage et les informations sur la qualité des "logs".

LégendeTypes de forages

- T - Trépan
- D - Diamants
- P - Percussion
- A - Air

"Logs"

- 0 - aucun
- 1 - médiocre
- 2 - bonne qualité

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
1	1762	Potsdam	P + D	0	
2	550	Aucune indication	P	0	
3	2198	Trenton	P	0	
4	3390	Potsdam	P	2	Voir région de Gentilly-Bruyère
5	2957	Potsdam	P	0	" " " "
6	2500	Chazy	P	0	" " " "
7	2307	Trenton	P	0	" " " "
8	2543	Chazy	P	1	Voir Discussion chronologique des puits
9	954	Précambrien	D	0	
10	853	Précambrien	P	0	
11	976	?	D	0	
12	819	Beekmantown	D	0	Voir région de Louiseville
13	1218	Potsdam	P	1	" " "
14	4392	Potsdam	D	0	
15	1338	Précambrien	D	0	
16	1387	Précambrien	P	0	
17	1265	Précambrien	P	0	
18	685	Richmond	P	0	
19	1395	Beekmantown	P	0	
20	1880	Richmond	P	0	Roches ignées - eau salée rapportée des schistes
21	2907	Lorraine	P	0	
22	3458	Ignée	P	0	

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
23	2380	Richmond	P	0	Faillée
24	2508	Lorraine	P	0	
25	6030	Beekmantown	P	0	
26	6160	Beekmantown	P + T	0	
27	5260	Précambrien	P	0	
28	1007	Beekmantown	T	1	Voir région de Louiseville
29	1440	Chazy	T		
30	1452	March +	D	0	
31	2500	Trenton	P	0	
32	3490	Beekmantown	P	0	Voir Discussion du puits # 157
33	2092	Précambrien	D	0	
34	2687	Précambrien	D	0	
35	777	Trenton	T	1	
36	1050	Utica	P	0	Roches intrusives signalées
37	2875	Utica	D	0	
38	4750	Chazy	P	0	
39	2013	Beekmantown	P	0	
40	3198	Beekmantown	P	0	
41	4070	?	P	0	
42	4604	Trenton	P	0	
43	2177	Potsdam	D	0	Perte de circulation rapportée à des profondeurs de 500 pieds

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
44	835	Beekmantown	D	0	
45	3940	Chazy	D	0	
46	1640	Beekmantown	P	0	Région de l'Assomption
47	2900	?	P	0	
48	810	Lorraine	D	0	
49	800	Lorraine	D	0	
50	820	Lorraine	D	1	
51	771	Richmond	D	0	
52	620	Trenton	P	0	
53	685	Trenton	P	0	
54	909	Beekmantown	P	0	Voir région de Louiseville
55	3000	?	P	0	
56	1425	Trenton	P	0	
57	3308	Précambrien	D	0	Région de Saint-Vincent de Paul - perte de circulation
58	3531	Précambrien	D	0	Filons-couches signalés. carotte du Groupe de Potsdam - voir Discussion chronologique des puits
59	1811	Utica	T	1	Voir région de Pointe du Lac
60	2841	Chazy	T	1	" " " "
61	2460	Utica	D	0	Voir région de Nicolet-Yamaska
62	2890	Trenton	D	0	" " " "
63	3020	Black River	?	2	" " " "

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
64	3528	Chazy	T	0	Voir région de Nicolet-Yamaska
65	4437	Précambrien	T	2	" " " "
66	780	?	T	0	
67	774	Lorraine	T	0	
68	1350	Utica	D	0	
69	3445	Précambrien	P	1	Voir Liste chronologique
70	4120	Potsdam	P + T	1	Voir région de Nicolet-Yamaska
71	6514	Chazy	P + T	1	Voir Discussion chronologique des puits
72	1969	Précambrien	P	1	" " " "
73	5046	Utica	T	1	" " " "
74	3024	Chazy	P	0	
75	3762	Potsdam	P	1	Voir Discussion chronologique des puits
76	1587	Utica	D	0	
77	3122	Trenton	D	0	
78					Aucune fiche
79	3035	Potsdam	D	0	
80	1390	Trenton	P	0	Voir région de l'Assomption
81	2050	Lorraine	P	0	Intrusion ignée signalée
82	1826	Lorraine	P	0	" " " "
83	2270	Lorraine	P	0	
84	1503	Beekmantown	T	1	Région de Saint-François de Sales
85	2046	Potsdam	T + D	1	" " " "

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
86	578	Trenton	T	1	Région de l'Assomption
87	561	Trenton	T	1	" "
88	2665	Potsdam	T + D	1	" "
89	1007	Utica	T	1	" "
90	1000	Utica	T	1	" "
91	1238	Trenton	T	1	" "
92	1038	Utica	T	1	" "
93	1042	Utica	T	1	" "
94	1115	Trenton	T	1	" "
95	676	Utica	D	1	" "
96	614	Utica	T	1	" "
97	1367	Trenton	T	1	" "
98	1266	Trenton	T	1	" "
99	1012	Trenton	T + D	1	" " - acidifié dans le Trenton - résultats pauvres.
100	1154	Trenton	T	1	Région de l'Assomption - acidifié dans le Trenton - résultats pauvres.
101	1100	Trenton	T	1	Région de l'Assomption
102	1321	Trenton	D	1	" "
103	1646	Trenton	T	1	" " - eau signalée
104	3060	Utica	P	0	
105	2950	Trenton	P	0	
106	2450	Trenton	P	0	

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
107	2300	Trenton	P	0	
108	1375		P	0	
109	4140	Trenton	P	0	
110	1015	Ignée	P	0	
111	3970	Potsdam	P	0	Voir discussion du puits # 157
112	2402	Potsdam	D	0	
113	525	Richmond	P	0	
114	145	Chazy	P	0	
115	3569	?	D	0	
116	2700	?	D	0	
117	1006	Chazy	P	0	
118	703	?	P	0	
119	767	Lorraine	D	0	
120	2296	Trenton	D	0	
121	3200	Lorraine	P	0	Voir discussion du puits # 73
122	4404	Lorraine	P	0	" " " "
123	1115	Richmond	P	0	
124	1660	Précambrien	D	0	
125	4164	Potsdam	T	2	Voir région de Nicolet-Yamaska
126	4407	"Granite wash"	T	2	" " " "
127	1715	Précambrien	A	0	Voir région de Pointe du Lac
128	1770	Précambrien	A	0	" " " "

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
129	2395	Précambrien	A	0	Voir région de Pointe du Lac
130	1585	Précambrien	A	0	" " " "
131	650	Black River	D	1	Région de Louiseville
132	735	Beekmantown	D	1	Région de Saint-François de Sales
133	916	Lorraine	D	0	
134	1504	Potsdam	T	1	Saint-Vincent de Paul no 10
135	1518	Potsdam	T	1	" " " no 11
136	1475	Potsdam	T	1	" " " no 12
137	1494	Potsdam	D	1	" " " no 13
138	1650	Potsdam	D	0	" " " no 14
139	1648	Potsdam	D	1	Saint-François de Sales no 9
140	1562	Potsdam	D	1	" " " no 10
141	653	Chazy	D	1	Région de l'Assomption
142	774	Chazy	D	1	" "
143	968	?	D	0	
144	1552	?	D	0	Région de l'Assomption
145	1349	?	D	0	" " - eau signalée
146	767	Chazy	D	0	" "
147	828	Chazy	D	1	" "
148	858	Chazy	D	1	" "
149	1301	?	P	1	Saint-Vincent de Paul no 15
150	1503	Potsdam	P	1	" " " no 16

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
151	2614	Potsdam	P	2	Région de l'Assomption
152	11003	Trenton	T	2	Fortement faillée. Voir Discussion chronologique des puits
153	3790	Beekmantown	P	0	
154	662	?	?	0	
155	1074	Potsdam	P	0	Voir région de Louiseville
156	8570	Potsdam	T	2	Région de Gentilly-Bruyère
157	4754	Potsdam	T	2	Voir Discussion chronologique des puits
158	4561	Potsdam	T	2	Région de Gentilly-Bruyère
159	4280	Précambrien	T	2	Région de Nicolet-Yamaska
160	5950	Précambrien	T	2	Voir région de l'île d'Orléans
161	9325	Précambrien	T	2	Voir région de Villeroy
162	6156	Potsdam	T	2	Voir Discussion chronologique des puits
163	14990	Cambrien	T	2	" " " "
164	7816	Utica	T	3	Voir région de Saint-Flavien
165	7346	Potsdam	T	3	Voir région de Nicolet-Yamaska
166	12473	Cambrien	T	2	Voir Discussion chronologique des puits
167	6137	Précambrien	T	2	" " " "
168	7035	Trenton	T	2	Voir région de Villeroy
169	8230	Cambrien	T	2	Région perturbée de Saint-Flavien
170	1448	Précambrien	T	2	Voir région de Louiseville
171	5931	Québec	T	2	Perte de circulation - faillée Voir région de Saint-Flavien

Numéro du puits	Profondeur totale	Dernière formation pénétrée	Type de forage	"Log"	Remarques
172	2177	Précambrien	T	2	Voir région de Louiseville
173	7293	Trenton	T	2	Voir région de Villeroy
174	3500	Lorraine	T	2	Voir région de l'île d'Orléans
175	3186	Précambrien	T	2	Voir région de Chauveau
176	3277	Précambrien	T	2	" " "
177	5960	Ordovicien-Cambrien	T	2	Voir région de Saint-Flavien
178	5888	Ordovicien-Cambrien	T	2	" " " "
179	9963	Utica	T	2	Fortement faillée - région perturbée. Voir puits 152
180	7333	Ordovicien-Cambrien	T	2	Voir région de Saint-Flavien
181	10618	Beekmantown	T	2	Région perturbée - voir puits # 152
182	5212	Lorraine	T	2	Voir région de Saint-Flavien
183	6400	Beekmantown	T	2	" " " "
184	10059	Potsdam	T	2	" " " "
189	7035	Trenton	T	2	

ANNEXE BCAPACITE POSSIBLE DE STOCKAGE

Le graphique de la page suivante est présenté dans le but de fournir seulement un guide sur la capacité de "stockage" que l'on peut espérer à différentes profondeurs dans les Basses-Terres du Saint-Laurent. Dû au manque de données réelles, plusieurs hypothèses ont été faites et le graphique doit être considéré seulement comme schématique.

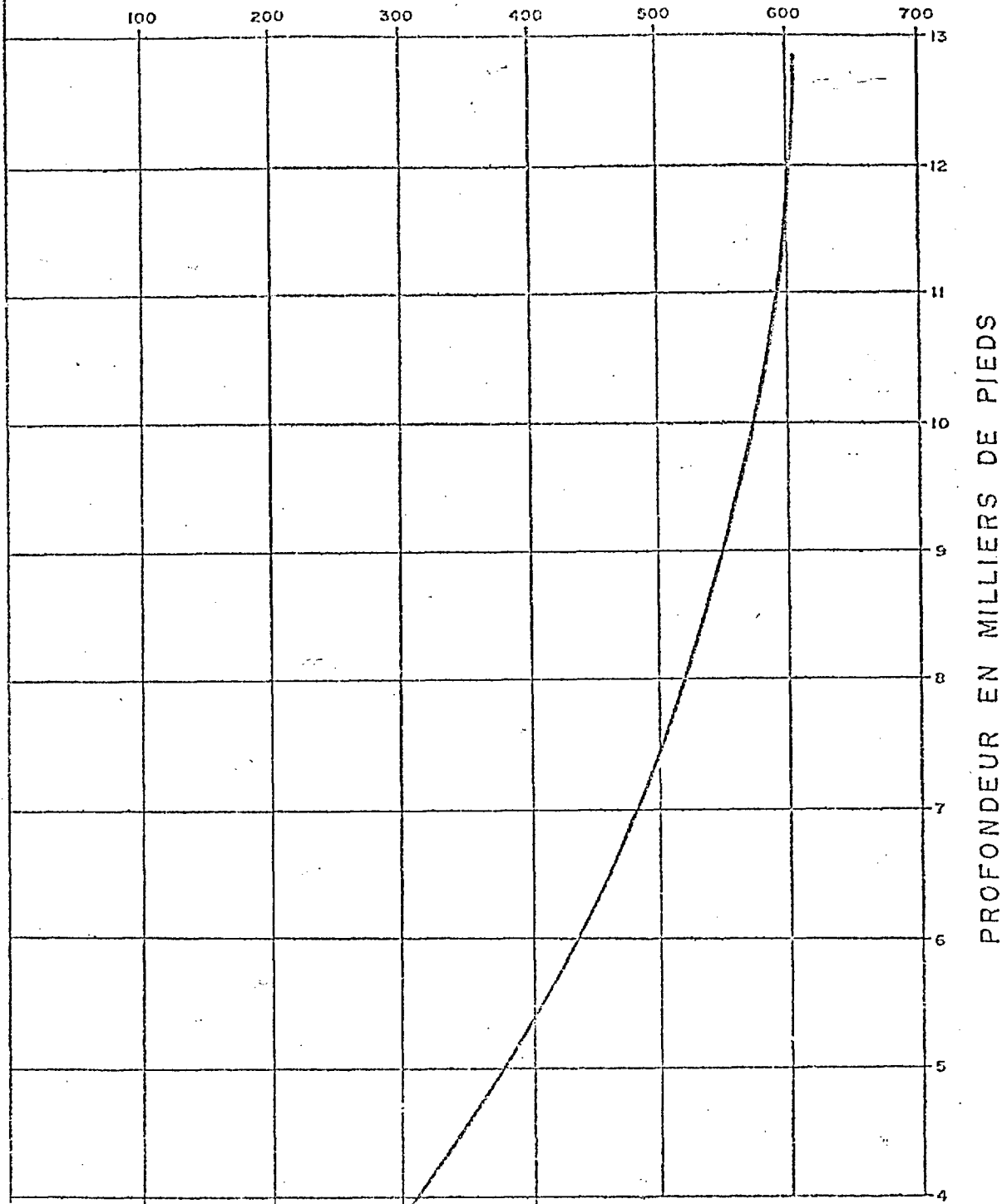
Pour des cas spécifiques, des calculs séparés devraient être effectués sur les données correspondantes. D'autres approximations pour d'autres conditions peuvent être obtenues. Par exemple, on a utilisé une porosité de 15%. Une porosité de 8% donnerait approximativement la moitié de la capacité quoique pour des calculs plus précis, on devrait tenir compte de la saturation en eau.

Le graphique ne peut être utilisé que pour les réservoirs dans lesquels il est possible de déplacer l'eau contenue.

Les paramètres présumés suivants ont été utilisés pour la construction de la courbe.

Porosité:	15%
Saturation en eau:	35%
Température:	température de base 40 ⁰ F plus 1.8 ⁰ F par 100 pieds.
Pression maximale:	hydrostatique plus 0.43 livre/pouce carré par pied de profondeur.
Pression minimale:	35 livres/pouce carré plus 35 livres/pouce carré pour 1000 pieds de profondeur.
Densité du gaz:	0.6

CAPACITE D'EMMAGASINEMENT - MMcf / MILLE CARRE



PROFONDEUR EN MILLIERS DE PIEDS

FIGURE B-1

GRAPHIQUE MONTRANT LA CAPACITE D'AMMAGASINEMENT APPROXIMATIVE POUR UN RESERVOIR HYPOTHETIQUE

- EPAISSEUR - 1 PIED
- POROSITE - 15 %
- SATURATION - 35 % EN EAU

VOIR LE TEXTE POUR LES AUTRES PARAMETRES

ANNEXE CANALYSES D'EAUX

Le peu d'analyses disponibles des eaux de subsurface a été révisée.

Les eaux du Groupe de Potsdam montrent généralement des salinités élevées de plus de 200000 ppm de solides totaux.

Le contenu de calcium est élevé et les rapports de sodium plus potassium sur chlorure sont faibles. Ceci correspondrait aux caractéristiques d'eaux résiduelles de la formation d'évaporites. Elles peuvent être des eaux connées, formées durant le dépôt du Groupe du Beekmantown.

De toute façon, ces eaux ont les caractéristiques de celles qui auraient été stagnantes pour une longue période de temps. Ce fait peut supporter la suggestion d'autres chercheurs que le manque de perméabilité est secondaire et que les meilleures perspectives pour de la perméabilité sont dans les régions où l'eau est demeurée en condition statique.

A partir des analyses, il n'existe pas d'évidence d'infiltration d'eau de surface dans le Groupe de Potsdam.

Les quelques analyses d'eaux pour les sédiments plus jeunes montrent des salinités moins élevées mais plusieurs échantillons sont toujours aussi salins et possèdent les caractéristiques d'eaux stagnantes de subsurface.

Un échantillon de la région de Saint-Vincent de Paul fait exception avec un contenu total de seulement 56000 ppm de solides. L'eau de cet échantillon a pu être diluée par infiltration d'eau de surface.

L'échantillon du Groupe de Black River dans le puits Pointe du Lac no 22 a pu aussi être dilué par des eaux de surface.

Nous recommandons fortement une politique d'analyse systématique des eaux de subsurface puisqu'elles peuvent donner une information valable pour les études ultérieures de présence de porosités et perméabilités.

ETUDE DES POSSIBILITES DE STOCKAGE
DE GAZ NATUREL
DANS LES BASSES-TERRES DU ST-LAURENT

ANNEXE D

Auteur: INRS-Pétrole/MD/YH/lm 08.11.78

Destinataire: Ministère des Richesses
Naturelles

Référence: MRN-Stockage BT

I. INTRODUCTION

Cette étude a pour but d'évaluer le potentiel aquifère des formations des Basses-Terres du Saint-Laurent en vue d'établir les possibilités de stockage de gaz naturel dans cette région. Elle fait suite au contrat signé entre la Direction Générale de l'Energie et l'INRS-Pétrole, contrat qui stipule que: dans une première phase, l'étude consistera à:

- a) répertorier et déterminer les diagrammes devant faire l'objet d'analyse;
- b) sélectionner les informations géologiques et géophysiques nécessaires à l'étude;
- c) analyser tous les diagrammes des puits qui auront été sélectionnés;
- d) faire, si possible, une sélection préliminaire d'au moins 6 sites, où les analyses de diagrammes indiquent la possibilité de zones réservoirs, de zones couvertures, etc..

Cette première phase de l'étude a été exécutée avec satisfaction et nous conduit à recommander au ministère d'entreprendre la deuxième phase du contrat dont la teneur est détaillée au chapitre des recommandations.

II. SELECTION DES DOCUMENTS

Le premier travail fut d'établir, d'après les données fournies par le ministère, la liste des puits dont les logs étaient disponibles, les formations rencontrées, leur épaisseur ainsi que la nature des logs. On trouvera cette liste en annexe I du présent rapport. Une copie de tous les logs étudiés sera remise au ministère à la fin de l'étude en deuxième phase.

Nous avons également utilisé, pour la première phase de l'étude, les fiches de tous les forages fournies par le ministère (ref. MRNQ - Données sur les puits).

Finalement, les travaux antérieurs effectués par l'INRS-Pétrole sur plusieurs puits dans la région concernée, ont permis d'étoffer les aspects lithologiques et pétrophysiques de cette première phase de l'étude.

III. ETUDE DES DIAGRAPHIES ET DES FICHES DE FORAGES

L'étude consiste en une première phase:

- 1) à une révision détaillée des fiches de forages;
- 2) à étudier les logs (diagraphies) du point de vue qualité et
- 3) à étudier plus en détail les logs des puits où les fiches de forages indiquaient la possibilité de niveaux d'aquifères.

Cette étude nous conduit aux conclusions suivantes:

- A) En général, les logs des forages les plus récents sont de bonne qualité et devraient permettre la détermination des niveaux d'aquifères les plus intéressants.
- B) Les puits indiqués sur la carte géologique en annexe II* (puits encerclés rouge), ont montré soit d'après les fiches de forages, soit d'après les logs ou les deux, des possibilités de réservoirs. Il est toutefois, à notre avis, encore trop tôt pour parler véritablement de zones réservoirs possibles au niveau des Basses-Terres du Saint-Laurent et il sera probablement nécessaire d'effectuer, sur les puits intéressants, des mesures pétrophysiques additionnelles.
- C) Les observations suivantes méritent d'être soulignées:
 - 1- plusieurs puits de la région de St-Vincent-de-Paul montrent la présence d'eau et de porosité dans le Potsdam et le Beekmantown en-dessous d'environ 1000 pieds. Une capacité de stockage dans cette région serait limitée par la profondeur;
 - 2- Nicolet (no 125): du gaz et de l'eau ont été obtenus du Potsdam en-dessous de 3900 pieds. Le gaz peut indiquer un réservoir possible;

* Remplacée par la figure I en pochette.

- 3- La Baie Yamaska (no 65): on mentionne la présence de lits de "granite wash" qui sont souvent poreux. La présence de gaz est indiquée dans le Potsdam en-dessous de 3700 pieds;
- 4- Imperial Lowlands (no 71): les logs indiquent une possibilité de porosité dans le Trenton en-dessous de 5700 pieds;
- 5- Oil Selection (no 103): présence d'eau à profondeur inconnue. Même si les données sont limitées, un essai d'interprétation devrait être fait;
- 6- Husky Gentilly (no 156): présence d'eau dans le Potsdam en-dessous de 1600 pieds. Les pressions indiquées par le DST montrent que la récupération est fautive. Ce détail doit être revu;
- 7- Husky Bruyères (no 158): grande quantité d'eau indiquée dans le Potsdam à environ 4000 pieds. Cette zone pourrait, après une étude détaillée, être d'un intérêt considérable;
- 8- Baieville (no 159): lit de "granite wash" indiqué. Un premier examen des logs montre une porosité limitée;
- 9- Wickham (no 163): présence d'eau en-dessous de 8000 pieds. Les données sur fiches semblent fausses et il existe une possibilité que la quantité d'eau récupérée soit beaucoup plus grande;
- 10- St-Flavien (no 164): présence d'eau en-dessous de 6500 pieds;
- 11- Nicolet (no 165): la présence d'eau et de gaz est indiquée en-dessous de 5500 pieds dans le Beekmantown;
- 12- St-Flavien (no 169): présence d'eau et de gaz dans l'Ordovicien;
- 13- Val Alain (no 171): indication de porosité à 3300 pieds mais la présence de failles dans la région peut empêcher tout stockage;
- 14- Ancienne-Lorette (no 176): bien qu'une grande circulation d'eau soit rapportée dans le Lorraine, il reste à voir l'épaisseur du réservoir potentiel et déterminer si la porosité en est une de fracture.

IV. LOCALISATION DES REGIONS FAVORABLES

Le lecteur trouvera sur la carte géologique en annexe II les puits ou régions qui, en première phase, se sont avérés intéressants par leurs qualités d'aquifères (puits encerclés en rouge sur la carte). Les logs et les fiches de forages des puits encerclés en vert sur la carte ont aussi été étudiés lors de la première phase de l'étude.

Bien que la quantité d'informations pour plusieurs puits soit limitée, nous croyons qu'il y a suffisamment de données pour entreprendre la phase II de l'étude. De cette deuxième phase ne résultera pas nécessairement une identification définitive de réservoirs pour le stockage mais les résultats pourraient fort bien indiquer les régions où un travail supplémentaire (sismique, forage) est justifié.

V. RECOMMANDATIONS

Les travaux antérieurs (documents du MRNQ, INRS-Pétrole, etc.) montrent bien le caractère peu perméable et peu poreux des séquences paléozoïques des Basses-Terres du Saint-Laurent. Toutefois, il s'avère, par cette étude préliminaire des logs et des fiches de forages, que certains horizons stratigraphiques (ex. au niveau du Potsdam) montrent des porosités pouvant atteindre des valeurs moyennes de 5%, parfois de 10% et plus rarement de 25%.

Compte tenu de ces observations, nous proposons comme approche d'étude, de délimiter et de corrélérer, s'il y a lieu, les zones aquifères les plus favorables sur la base d'études des logs appuyées par des analyses pétrophysiques.

Ultérieurement, dans une troisième phase, nous serons en mesure de délimiter le ou les réservoirs (stratigraphiques ou structuraux) à l'aide de propositions d'études géophysiques, d'implantations de

forages complémentaires et/ou d'analyses plus exhaustives sur des carottes.

Bref, cette seconde phase consistera en une étude plus détaillée de toutes les informations disponibles sur les puits, en vue de délimiter les niveaux d'aquifères. Cette seconde phase s'attardera donc plus particulièrement à l'analyse des fiches et des logs pour les puits en périphérie de ceux encadrés en rouge sur la carte de l'annexe II. Dans le cas des puits de forages dont les logs sont de piètre qualité, seul un diagnostic sommaire sera apporté en fonction des objectifs visés. Ces diagnostics sommaires pourront, dans certains cas, permettre de mieux zoner les niveaux d'aquifères.

L'avant dernière étape de la deuxième phase consistera à corréler les niveaux aquifères d'un puits à l'autre pour une région donnée, puis entre ces régions s'il y a lieu. Cette corrélation sera faite à l'aide des informations lithostratigraphiques et sismiques disponibles. Si ces corrélations n'étaient pas possibles, le rapport final suggérera les études nécessaires pour leur accomplissement.

La dernière étape du présent contrat aura pour but de délimiter les pièges structuraux ou stratigraphiques et les couvertures nécessaires à tout réservoir éventuel pour le stockage de gaz naturel. Si on tient compte du fait que les informations sismiques disponibles consistent principalement en cartes de structures (interprétations des compagnies ayant effectué les forages), il est possible que l'on conclut qu'il est nécessaire d'élaborer davantage cet aspect pétrophysique des travaux dans une phase ultérieure qui restera à définir.

En résumé, nous essaierons dans notre rapport final, de recommander quelques zones favorables au stockage où un travail additionnel serait souhaitable. Nous recommanderons aussi les travaux à exécuter (forages, études sismiques, pétrophysiques, etc.).

ANNEXE I

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A- 4	Bald Mountain Batiscan # 2	Radioactivity	0- 3368'	Lorraine 135' Potsdam 2730'
A- 8	Bald Mountain Berthierville # 1	Radioactivity	0- 2542'	Lorraine 305' Chazy 2250'
A- 13	Bald Mountain Louiseville # 2	Radioactivity	10- 1120'	Utica 205' Potsdam 1015'
A- 28	Canso St-Maurice St.-Léon # 1	Electric	0- 1007'	Trenton 241' Basal Paleozoic sandstone 825'
A- 29	Caprive # 2 Trois-Rivières	Electric	342- 1399'	Lorraine 350' Chazy sandstone 1360'
A- 35	Laduboro # 3 Yamachiche	Electric	286- 776'	Utica 301' Trenton 477'
A- 50	Gélinas # 4	Electric	4- 800'	Lorraine 0-820'
A- 59	Canso-Intercity Pointe du Lac # 1 A	Electric	167- 1804'	Lorraine 308' Utica 1527'
A- 60	Canso-Intercity Pointe du Lac # 1 B	Electric	369- 2841'	Lorraine 310' Chazy 2790'
A- 63	Laduboro # 3 La Baie-Yamaska	Gamma ray & neutron Electric Induction	10- 3017' 250- 3017' 250- 3017'	Lorraine 50' Black River 3000'
A- 65	Laduboro # 5 La Baie-Yamaska	Radioactivity Radioactivity Density	0- 2741' 2650- 4437' 2591- 4437'	Pont gravé 95' Black River 2050' Précambrien 4457'

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A- 69	Imperial Lowlands # 1	Radioactivity	0- 3023'	Lorraine 60' Précambrien 3408'
A- 70	Imperial Lowlands # 2	Radioactivity	4106-TD	Lorraine 128' Potsdam 3840'
A- 71	Imperial Lowlands # 3	Radioactivity	6375-TD	Bécancour River 0' Lorraine 3320' Chazy 6000'
A- 72	Imperial Lowlands # 4 Lotbinière	Radioactivity	1969-TD	Lorraine 6' Précambrien 1820'
A- 73	Imperial Lowlands # 6 Nicolet	Radioactivity Continuous velocity Electric.	5046-TD 555- 4850' 4307-TD	Lorraine 50' Utica 4180'
A- 75	Imperial Lowlands Verchères # 1	Radioactivity	3065-TD	Lorraine 95' Beekmantown 3745'
A- 84	Okalta-Oilmont # 1	Electric	1505-TD	Utica 102' Beekmantown 1455'
A- 85	Okalta-Oilmont # 2	Electric	0- 2046'	Trenton 20' Potsdam 1933'
A- 86	Oil Selections # 2	Electric	578-TD	Utica 90' Trenton 315'
A- 87	Oil Selections # 5	Electric	561-TD	Lorraine 110' Trenton 530'
A- 88	Oil Selections # 6	Electric	114- 1001'	Lorraine 110' Potsdam 2595'

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle:</u>	<u>Formation</u>
A- 89	Oil Selections # 7	Electric	114- 1007'	Lorraine 110' Utica 662'
A- 90	Oil Selections # 8	Electric	83- 1000'	Lorraine 80' Utica 760'
A- 91	Oil Selections # 9	Electric " "	1000-TD 117- 410' 85- 1238'	Lorraine 80' Trenton 764'
A- 92	Oil Selections # 11	Electric "	100- 1038' 98- 470'	Lorraine 80' Utica 880'
A- 93	Oil Selections # 18	Electric	97- 948' 97- 1042'	Lorraine 70' Utica 694'
A- 94	Oil Selections # 20	Electric "	84- 695' 86- 1155'	Lorraine 80' Trenton 740'
A- 95	Oil Selections # 21	Electric	75- 630'	Utica 500'
A- 95	Oil Selections # 22	Electric	100- 654'	Lorraine 90' Utica 348'
A- 97	Oil Selections # 23	Electric " "	85- 660' 777- 1100' 84- 1367'	Lorraine 90' Trenton 794'
A- 98	Oil Selections # 24	Electric "	84- 1266' 84- 666'	Lorraine 90' Trenton 830'
A- 99	Oil Selections # 29	Electric	85- 900'	Lorraine 70' Trenton 736'

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-100	Oil Selections # 30	Electric	898- 1154'	Lorraine 80' Trenton 738'
A-101	Oil Selections # 31	Electric	240- 1102'	Lorraine 100' Trenton 760'
A-102	Oil Selections # 32	Electric	102- 1170'	Lorraine 80' Trenton 1119'
A-103	Oil Selections # 33	Electric "	91- 1078' 91- 1009'	Lorraine 600' Trenton 1460'
A-125	Laduboro C.I.G. # 1 Nicolet	Guard Caliper Radioactivity " Gamme & density	3300- 4162' 2500- 4162' 0- 4167' 3300- 4143' 3300- 4166'	Pont gravé River 100' Potsdam 4164'
A-126	Laduboro Q.I.G. # 1 Yamaska	Guard Acoustic velocity Density Radioactivity X Ray & neutron	0- 4136' 0- 4400' 2760- 4132' 0- 4141' 2500- 4100'	Trenton 2640' Granite Wash 4385'
A-131	Verchères # 1 Louiseville	Electric	0- 653'	Trenton 150' Black River 615'
A-132	Qué. Nat. Gas # 2 St-F. de Sales	Electric	0- 735'	Trenton 43' Beekmantown 702'
A-134	Qué. Nat. Gas # 10 St-V. de Paul	Radioacticity Caliper Radioactivity Density	0- 1504' 192- 1504' 0- 1401' 150- 1502'	Chazy 12' Potsdam 1352'
A-135	Qué. Nat. Gas # 11 St-V. de Paul	Radioactivity Density	0- 1517' 100- 1517'	Chazy 15' Potsdam 1331'

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle:</u>	<u>Formation</u>
A-136	Qué. Nat. Gas # 12 St-V. de Paul	Radioactivity Gamma collar, perf.	0- 1474' 1250- 1399'	Chazy 13' Potsdam 1314'
A-137	Qué. Nat. Gas # 13 St-V. de Paul	Gamma collar, perf. Nuclear	1250- 1457' 0- 1483'	Chazy 5' Potsdam 1348'
A-139	Qué. Nat. Gas # 9 St-F. de Sales	Nuclear	0- 1638'	Chazy 3' Potsdam 1497'
A-140	Qué. Nat. Gas # 10 St-F. de Sales	Radioactivity	0- 1562'	Chazy 4' Potsdam 1430'
A-141	Qué. Nat. Gas # 1 l'Epiphanie	Nuclear Electric	0- 652' 0- 653'	Trenton 24' Chazy 588'
A-142	Qué. Nat. Gas # 2 l'Epiphanie	Nuclear Electric	0- 874' 0- 639'	Utica 30' Chazy 718'
A-147	Qué. Nat. Gas # 2 St-G. Magella	Radioactivity	0- 821'	Utica 50' Chazy 784'
A-148	Qué. Nat. Gas # 3 St-G. Magella	Radioactivity	0- 856'	Utica 70' Chazy 829'
A-149	Qué. Nat. Gas # 15 St-V. de Paul	Radioactivity	0- 1253'	Chazy 5' Beekmantown 169'
A-150	Qué. Nat. Gas - 16 St-V. de Paul	Radioactivity	0- 1473'	Chazy 3' Potsdam 1364'
A-151	Louvicourt Metal # 8 l'Assomption	Radioactivity Gamma collar, perf. Density	0- 2614' 1250- 1431' 950- 1510'	Lorraine 80' Potsdam 2552'

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-152	Shell St-Simon # 1	Microseismogram	5800- 8696'	Trenton 1743'
		Fracture finder,		
		microseismogram (3)	3500-10094'	Trenton 11003'
		Contact caliper (3)	1037-10098'	
		Radioactivity	0- 5881'	
		Microseismogram & gamma	7000- 9282'	
		Acoustic velocity gamma (3)	1000-10984'	
		Density	3500- 5868'	
		"	8000-10986'	
		Guard	1032- 5868'	
"	3500- 8692'			
"	8000-10982'			
A-156	Husky Gentilly # 1	Dual induction laterolog	6077- 8563'	Bécancour River 39'
		Gamma ray - neutron	750- 8567'	Utica 3465'
		BHC sonic - caliper	6077- 8568'	Potsdam 7445'
A-157	Canac B.P. Sisque Brossard # 1	Densilog	708- 4755'	Utica 20'
		Induction electrolog	708- 4754'	Potsdam 4424'
A-158	Husky Bruyère # 1	Sidewall neutron porosity	360- 4561'	Pont gravé River 16'
		BHC Sonic gamma caliper	506- 4561'	Potsdam 4070'
A-159	Soquip Laduboro Baieville # 1	Compensated densilog	2400- 4273'	Utica-Lorraine 140'
		Sidewall neutron	2400- 4277'	Précambrien 4235'
		BHC acoustilog	466- 4278'	
		Laterolog	2400- 4271'	

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-160	CPOG Sisque Soquip Ile d'Orléans # 1	BHC acoustilog	1013- 5938'	Ordovician 2268'
		Laterolog	1013- 5942'	Utica 4770'
		Gamma Ray & acoustilog	970- 5963'	Précambrien 5880'
		Diplog	1000- 5947'	
		Sidewall neutron & gamma ray	2200- 5949'	
		Gamma ray & resistivity	1013- 5946'	
		Densilog	2200- 5950'	
		Porosity litholog (LNP-GDC)	2200- 5949'	
A-161	Shell Ste-Françoise Romaine # 1	Gamma & bulk density	6560- 8478'	Utica 5470'
		" " "	8250- 9400'	Précambrien 9335'
		" " "	6480- 8500'	
		" " "	1928- 9300'	
		Densilog	1928- 6563'	
		"	6400- 8483'	
		"	8250- 9382'	
		Acoustilog	20- 6557'	
		"	6400- 8476'	
		"	8250- 9378'	
		Minilog	7450- 8484'	
		Potentiel spontané & résistiv.	1928- 8500'	
		Gamma & acoustilog	0- 9400'	
		Dual induction focused	1928- 6566'	
		" " "	6559- 8484'	
BHC acoustilog in casing	100- 6510'			

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-162	Sarep - Laduboro St-Ours # 1	Gamma ray & acoustilog Dual induction focused Gamma bulk density Densilog Acoustilog	800- 6150' 852- 6143' 852- 6141' 852- 6141' 852- 6134'	Bécancour 140' Utica 2770' Potsdam 6140'
A-163	Shell Wickham # 1	Variable density sonic Formation density Dual induction & laterolog Neutron porosity log Gamma bulk density	10000-12342' 9700-12353' 1996- 9019' 10000-12892' 9600-12350'	Cambrien 11980'
A-164	Shell St-Flavien # 1	Gamma & sonic BHC sonic " " " " Compensated neutron X ray & neutron Dual laterolog Microlog caliper Induction	40- 7800' 50- 3965' 3965- 7049' 7048- 7814' 3900- 7048' 3900- 7048' 3957- 7039' 3900- 7050' 1442- 3957'	St-Flavien Volcanic 70' Utica 7549'
A-165	C.S. Soquip Lad. # 1 & 1A Nicolet	Laterolog " X ray & neutron " " " BHC sonic " " " " Gamma & bulk density " " " Formation density " " Dual induction laterolog Dual induction laterolog Compensated neutron " "	900- 6350' 2400- 7212' 3940- 6360' 3660- 7170' 2500- 7185' 0- 6360' 994- 6363' 3860- 6360' 4650- 7158' 3950- 6364' 4700- 7158' 994- 6362' 2500- 7187' 3950- 6361' 4700- 7175'	Bécancour River 115' Utica 3666' Potsdam 7346'

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-166	Shell St-Armand ouest # 1	Dual induction laterolog	1600- 9320'	Trenton 5910'
		Dual induction laterolog	1580-12482'	Cambrien 12310'
		Dual induction laterolog	1036- 6128'	
		Formation density log	1520-12491'	
		BHC sonic	1520- 9330'	
		" "	1500-12500'	
A-167	Soquip Shell Ste-Croix # 1	BHC sonic	1036- 6122'	Lorraine 240'
		Compensated neutron formation density	3950- 6128'	Utica 2985'
		Dual induction laterolog	1036- 6128'	Cambrien 6137'
A-168	Soquip Shell Villeroy # 1	Dual induction laterolog	1134- 7028'	Lorraine 70'
		BHC sonic	1134- 7026'	Trenton 7035'
A-169	Soquip Shell St-Flavien # 1	Formation density	991- 8205'	Bourret Fm 270'
		Dual induction laterolog	991- 8200'	Québec 2870'
		BHC sonic	991- 8205'	Cambrien 8230'
		Sidewall neutron porosity	991- 8205'	
A-170	CS Soquip Yamachiche # 1	Sidewall neutron porosity	288- 1447'	Trenton 235'
		BHC sonic	288- 1447'	Précambrien 1417'
		Dual induction laterolog	288- 1442'	
		Formation density	288- 1447'	
A-171	Soquip et al Val Alain # 1	Compensated neutron formation density	1016- 5916'	Profondeur totale 5931'
		BHC sonic	1016- 5913'	
		Dual induction laterolog	1016- 5913'	
A-172	C.S. Soquip SW Maskinongé # 1	Sidewall neutron porosity	322- 2175'	Trenton 235'
		Dual induction laterolog	322- 2175'	Précambrien 2147'
		BHC sonic	322- 2175'	
		Formation density	322- 2175'	

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-173	Soquip et al Villeroy # 2	Wellbore sibilation	3850- 7260'	Lorraine 60'
		BHC sonic	1114- 3455'	
		" "	3343- 7272'	
		Dual induction laterolog	1114- 3454'	
		Dual induction laterolog	3943- 7266'	
		Compensated neutron log	5680- 7128'	
A-174	Soquip et al Ile d'Orléans # 2	Dual induction laterolog	745- 3462'	Bacchus Strata 60'
		Gamma ray	745- 3462'	Lorraine 3500'
		Formation density log	1575- 3454'	
A-175	Soquip et al Les Saules # 1	Dual induction laterolog	725- 3176'	Lorraine 10'
		BHC sonic	725- 3148'	
		Compensated neutron formation density	600- 3182'	
A-176	Soquip et al Ancienne-Lorette # 1	Compensated neutron formation density	700- 3276'	Lorraine 0'
		BHC sonic	700- 3270'	Précambrien 3096'
		Dual induction laterolog	700- 3273'	
A-177	Soquip et al St-Flavien # 2	Compensated neutron formation density	2500- 5947'	Groupe de Charny 0'
		Dual laterolog	1500- 5933'	Ordovicien 3990'
		BHC sonic	1338- 5947'	March 5960'
		Coriband (SLC-GR-FDC- CNL-GR-MML-DLL)	2700- 5920'	
		Microlaterolog, microlog	2500- 5945'	
A-178	Soquip et al St-Flavien # 3	Continuous dipmeter	1001- 5886'	Groupe de Charny 0'
		Compensated neutron formation density	1001- 5884'	Ordovicien 4110'
		Dual laterolog	1000- 5871'	March 5888'
		BHC sonic	1001- 5884'	

Liste des puits étudiés
Basses-Terres du Saint-Laurent

<u>No du puits</u>	<u>Nom du puits</u>	<u>Logs</u>	<u>Intervalle</u>	<u>Formation</u>
A-179	Soquip et al St-Hugues # 1	Compensated neutron formation density Dual induction laterolog BHC sonic	4200- 9956' 1417- 9953'	Utica 9010'
A-180	Soquip et al St-Flavien # 4	Continuous dipmeter Dual laterolog Compensated neutron formation density BHC sonic	1012- 7321' 1012- 7309' 1012- 7321' 1012- 7321'	Sillery 0' Trenton 4843' Potsdam 6850'
A-181	Soquip et al Ste-Hélène # 1	Dual laterolog BHC sonic " " Compensated neutron formation density	1973-10654' 152- 1975' 1973-10660' 1975-10672'	Trenton 4155' Beekmantown 10000'
A-182	Soquip et al St-Flavien # 5	BHC sonic	1017- 5204'	Québec city 4' Lorraine 5212'
A-183	Soquip et al St-Flavien # 6	Dual laterolog Directionnal BHC sonic Compensated neutron formation density Continuous dipmeter	1021- 6185' 1021- 6200' 1021- 6185' 1021- 6199' 1021- 6200'	Québec city 13' Beekmantown 6400'
A-184	Soquip et al Lyster # 1	BHC sonic " " Dual laterolog Directionnal Continuous dipmeter Compensated neutron formation density	1021- 6185' 5950- 6387' 1021- 6186' 1021- 6200' 1021- 6200' 1021- 6199'	Sillery 47' Québec 3212' Potsdam 10059'