



**Nouvelle analyse des données de puits gaziers et pétroliers  
dans la région de Sorel-Bécancour**

RAPPORT PRÉLIMINAIRE  
INRSCO2-2010-V1.1

Par

**Karine Bédard, Yves Duchaine<sup>(1)</sup> et Michel Malo**

<sup>(1)</sup> Consultant, Géologue, Trois-Rivières, Qc

**Soumis au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs**

**31 mars 2010 – Québec**

R-1166

© INRS, Centre - Eau Terre Environnement, 2010  
Tous droits réservés

ISBN : 978-2-89146-893-0 (version électronique)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018  
Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2018

## TABLE DES MATIÈRES

<b>PRÉAMBULE</b> .....	<b>5</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
1.1. Mise en contexte .....	7
1.2. Région étudiée .....	7
1.3. Méthodologie .....	8
<b>2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE</b> .....	<b>8</b>
<b>3. IDENTIFICATION DES SOMMETS DE FORMATIONS</b> .....	<b>11</b>
3.1. Méthodologie .....	11
3.2. Caractéristiques des formations .....	11
<b>4. COUPES GÉOLOGIQUES</b> .....	<b>13</b>
4.1. Localisation des coupes .....	13
4.2. Bases de l'interprétation .....	14
4.3. Coupe Yamaska/Gentilly .....	16
4.3.1. Forages .....	16
4.3.2. Interprétation .....	17
4.4. Coupe Tracy/Saint-Gérard .....	17
4.4.1. Forages .....	17
4.4.2. Interprétation .....	18
4.5. Coupe Pointe-du-Lac/Notre-Dame-du-Bon-Conseil .....	18
4.5.1. Forages .....	18
4.5.2. Interprétation .....	19
4.6. Coupe Trois-Rivières/St-Wenceslas .....	20
4.6.1. Forages .....	20
4.6.2. Interprétation .....	20
4.7. Autres forages .....	21
<b>5. ÉVALUATION DES ZONES RÉSERVOIR</b> .....	<b>21</b>
5.1. Étude pétrophysique des carottes de forage au niveau du Potsdam .....	21
5.1.1. Cairnside .....	21
5.1.2. Covey Hill moyen et supérieur .....	22
5.1.3. Covey Hill inférieur .....	23
5.2. Identification d'horizons poreux et de régions prospectives .....	24
5.2.1. Études antérieures .....	24
5.2.2. Nouvelles études des zones réservoir .....	25
<b>6. TRAVAUX FUTURS</b> .....	<b>27</b>

6.1. Court terme.....	27
6.2. Long terme.....	27
<b>7. CONCLUSIONS.....</b>	<b>28</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>29</b>
<b>RAPPORTS DE FORAGE UTILISÉS.....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE 1 NOUVEAUX SOMMETS DES FORMATIONS EN FORAGE.....</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXE 2 LOGS COMPOSITES DES FORAGES ANALYSÉS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXE 3 COUPES GÉOLOGIQUES.....</b>	<b>69</b>

## **Préambule**

Le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a octroyé une subvention à l'INRS-ETE pour mettre en place une chaire de recherche sur la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> au Québec. Le décret n° 714-2008 approuvant l'octroi a été adopté le 25 juin 2008. La subvention d'une durée de cinq ans (exercices financiers 2008-2009 à 2012-2013) provient du Fonds vert. La création de la chaire s'inscrit dans l'action 20 du Plan d'action 2006-20012 sur les changements climatiques intitulé « Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir ».

Les travaux de la chaire permettront d'explorer les principales options de séquestration géologique du CO<sub>2</sub> au Québec. Les objectifs principaux sont d'évaluer la capacité de stockage du CO<sub>2</sub> au Québec, de tester quelques sites pour leur potentiel de rétention du CO<sub>2</sub> après injection, et de former une expertise au Québec dans le domaine de la technologie du captage et de la séquestration du CO<sub>2</sub> (CSC). Les objectifs secondaires pour arriver à répondre aux objectifs principaux sont de: 1) faire l'inventaire des réservoirs géologiques potentiels au Québec; 2) faire l'inventaire des sources majeures d'émission de CO<sub>2</sub> au Québec; 3) compiler les travaux réalisés ailleurs dans le monde sur la technologie du CSC; 4) caractériser les paramètres géologiques et géophysiques des réservoirs potentiels; 5) évaluer leur capacité de stockage; 6) choisir des sites potentiels pour réaliser des essais d'injection de CO<sub>2</sub>; 7) tester un ou deux sites avec suivi sur une période d'un à deux ans pour évaluer la capacité de rétention du CO<sub>2</sub> et les risques de fuite. En marge de l'atteinte des objectifs mentionnés plus haut, les travaux complémentaires concernent l'évaluation des enjeux socio-économiques de l'implantation de la technologie du CSC au Québec (lois, sécurité, etc.) et des études technico-économiques pour l'implantation d'une usine pilote.

Les cinq volets de recherche suivants permettront d'atteindre les objectifs et de réaliser les travaux complémentaires :

1. Inventaire
2. Caractérisation
3. Capacité de stockage
4. Test-pilote
5. Enjeux socio-économiques.

Le présent rapport sur les données de forages de la région de Sorel-Béancour cadre dans le volet de recherche Inventaire.

## Sommaire

La recherche de sites potentiels pour la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> est un défi mondial dans le contexte de la lutte aux changements climatiques. Les endroits ciblés sont les bassins sédimentaires pouvant contenir des réservoirs géologiques où l'on pourrait potentiellement séquestrer du CO<sub>2</sub> à long terme. Au Québec, le bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent, avec ses aquifères salins et ses écailles chevauchées, représente la région potentielle à étudier pour la séquestration géologique du CO<sub>2</sub>.

Les premières étapes de l'inventaire des réservoirs potentiels sont basées sur l'analyse des données géologiques et géophysiques publiques de la région d'intérêt. Vingt-neuf (29) forages pétroliers et gaziers ont été étudiés et compilés de façon globale, c'est-à-dire en tenant compte de toutes les données (diagraphie, description lithographique, DST, analyses de carottes...) et de tous les autres forages et données disponibles à proximité. L'étude approfondie des diagraphies a permis de déterminer les caractéristiques distinctives des différences formations. On a ainsi pu positionner, ou déplacer le cas échéant, avec précision les sommets des formations des groupes de Potsdam, Beekmantown, Chazy, Black River, Trenton et du Shale d'Utica.

Vingt-cinq (25) puits ont été utilisés pour créer quatre (4) coupes géologiques couvrant l'ensemble du territoire étudié. Ces coupes ont ensuite été interprétées afin d'établir les corrélations lithostratigraphiques entre les puits et déterminer les structures géologiques présentes en profondeur. Les premières analyses des résultats montrent que l'épaisseur de la couche de couverture, composée du Groupe de Lorraine et du Shale d'Utica, varie de 100 à plus de 3000 mètres. Les formations ayant un potentiel de réservoir (groupes de Potsdam, Beekmantown, Chazy, Black River et Trenton) ont des épaisseurs variant de 260 à plus de 1100 mètres.

L'analyse des carottes de forages récupérées au niveau du Potsdam permet de conclure que les grès exhibent des valeurs de porosité et de perméabilité plus élevées que dans les autres unités. Des anomalies sont cependant notées entre la porosité, avec des maximums de 10 à 15%, et la perméabilité qui n'atteint que quelques millidarcys. Ces anomalies sont surtout visibles dans les carottes provenant de la Formation de Covey Hill. Plus d'analyses devront être réalisées afin de mieux comprendre ces caractéristiques.

Des zones d'intérêt pour les réservoirs potentiels de CO<sub>2</sub> dans les aquifères salins profonds ont été identifiées dans les forages A065, A070, A125, A126, A156, A165, A165A, A186, A199 et A203. Aucune étude n'a été effectuée dans les écailles de chevauchement de la plate-forme.

## 1. Introduction

### 1.1. Mise en contexte

L'intérêt pour le captage et la séquestration du CO<sub>2</sub> (CSC) est de plus en plus marqué car il représente une solution à court-moyen terme pour réduire les émissions anthropogéniques de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (IEA, 2008; IPCC, 2005). La technologie pour séquestrer du CO<sub>2</sub> dans les réservoirs de gaz et de pétrole et dans les aquifères salins profonds est maintenant prête à être appliquée dans le contexte du CSC (Bachu, 2008). La recherche de sites potentiels pour la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> va donc bon train mondialement où l'on trouve des bassins sédimentaires connus pour contenir des réservoirs géologiques.

La chaire de recherche sur la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> s'inscrit donc dans ce courant mondial de recherche scientifique. Ce rapport montre l'avancement des travaux liés à l'objectif 1 qui cadre dans le volet 1 (Inventaire) de la Chaire.

### 1.2. Région étudiée

La région des Basses-Terres du Saint-Laurent est la région à l'étude pour la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> dans le sud du Québec où se trouvent plusieurs grands émetteurs de CO<sub>2</sub>, c'est-à-dire qui émettent plus de 100 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par année (IPCC, 2005). C'est aussi la région où l'on trouve le plus de données de forages et de sismique-réflexion, de même que des études antérieures sur la géologie du bassin et des réservoirs potentiels.

La région d'intérêt des travaux de la chaire se situe plus particulièrement au sud du fleuve Saint-Laurent, entre Québec et Montréal. Ce rapport concerne plus précisément la région du centre du bassin où nos travaux se sont concentrés jusqu'à présent (Figure 1). Ce rapport exclut la région immédiate de Bécancour qui fait l'objet d'un rapport séparé, INRSCO2-2010-V2.1.

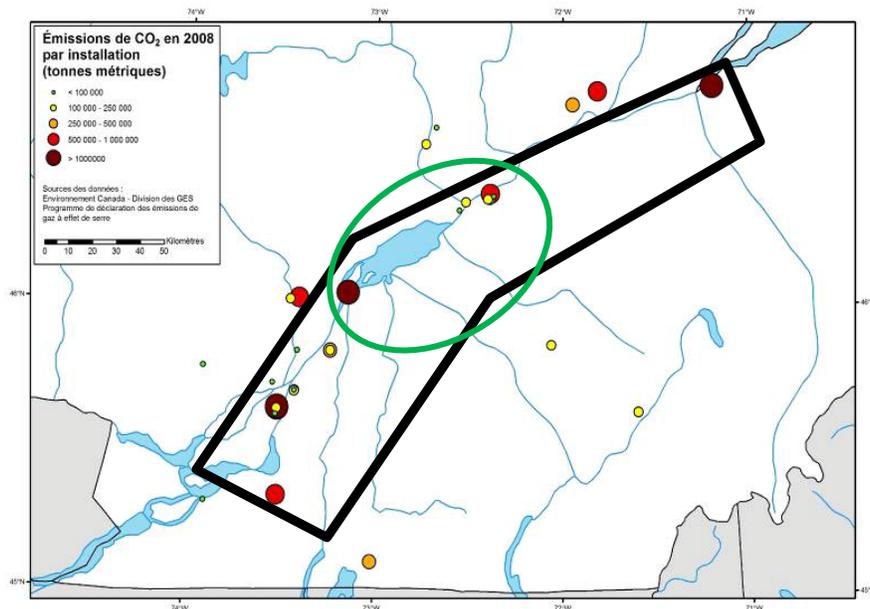


Figure 1 - Carte montrant les émissions de CO<sub>2</sub> par installation industrielle dans le sud du Québec (EnvCan, 2009). Localisation de la région d'intérêt de la chaire (encadré noir) et de ce rapport (cercle vert).

### 1.3. Méthodologie

La méthodologie suivie afin de faire l'inventaire des réservoirs potentiels au Québec ainsi que pour déterminer leur capacité est basée sur l'analyse des données géologiques et géophysiques publiques existantes dans la région d'intérêt. Vingt-neuf (29) forages pétroliers et gaziers ont été étudiés et compilés afin de créer des nouveaux logs composites tenant compte des descriptions lithologiques.

Parmi ces forages, vingt-cinq (25) ont été utilisés pour créer des coupes géologiques sur l'ensemble du territoire d'intérêt. Ces coupes ont ensuite été interprétées afin d'établir les corrélations lithostratigraphiques entre les forages et déterminer les structures géologiques présentes en profondeur. L'interprétation des coupes a été réalisée à l'aide des informations des forages et des interprétations et corrélations faites par le passé dans les rapports géologiques disponibles au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) de même qu'avec les lignes sismiques proches des coupes. Les coupes interprétées permettent de poser des hypothèses quant à l'étendue et la géométrie des réservoirs potentiels.

Une fois les coupes réalisées, des calculs préliminaires permettront d'estimer grossièrement la capacité théorique (Bachu *et al.*, 2007) du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent à l'échelle régionale. Afin d'atteindre l'objectif ultime d'évaluer les capacités effectives, pratiques et couplées pour la séquestration du CO<sub>2</sub>, une identification préliminaire des zones potentielle a été réalisée à l'aide des informations géologiques, géophysiques, géochimiques existantes et des coupes interprétées. La modélisation géologique 3D du bassin permettra d'intégrer toutes les données et informations colligées dans les étapes précédentes afin d'obtenir des calculs plus précis des capacités des réservoirs potentiels.

## 2. Contexte géologique

La succession de la plate-forme sédimentaire cambro-ordovicienne des Basses-Terres du Saint-Laurent a une épaisseur de 1500 à 3000 mètres et repose en discordance sur le socle précambrien de la Province de Grenville (Globensky, 1987). La succession est composée des grès du Groupe de Potsdam, des dolomies du Groupe de Beekmantown et des calcaires des groupes de Trenton, Black River et Chazy. Ils sont recouverts du Shale d'Utica et des siltstones et shales des groupes de Lorraine et de Queenston (Figure 2). L'ensemble de cette séquence représente un cycle complet de transgression-régression marine (Globensky, 1987).

Des failles normales de direction SO-NE affectent la succession dont la profondeur augmente vers le sud-est (Castonguay *et al.*, 2006). La séquence sédimentaire cambro-ordovicienne forme un large synclinal ouvert, de direction SO-NE (synclinal de Chambly-Fortierville), limité par des failles normales en échelon au NO et des failles de chevauchement du domaine appalachien au SE (Globensky, 1987).

La ceinture plissée-chevauchée des Appalaches est limitée par la faille d'Aston et par la Ligne Logan, entre lesquelles se retrouvent des écailles de carbonates déplacées au-dessus des roches de la plate-forme par l'action de ces failles de chevauchement (Figure 3 et Figure 4). Le domaine externe appalachien, les allochtones de la zone de Humber, est caractérisé par des strates déformées et charriées qui se trouvent structurellement au-dessus de la succession sédimentaire de la plate-forme et de la ceinture plissée-chevauchée (Séjourné *et al.*, 2003).

Des aquifères salins profonds sont présents dans la succession sédimentaire de la plate-forme, particulièrement dans les groupes de Potsdam, Beekmantown et Trenton. Les réservoirs de gaz se retrouvent, quand à eux, dans les écailles de chevauchement imbriquées dans la partie frontale des la ceinture plissée-chevauchée des Appalaches (ex.: le réservoir de Saint-Flavien, Figure 4). Les recherches de réservoirs potentiels de CO<sub>2</sub> seront donc focalisées sur les formations géologiques de ces deux domaines.

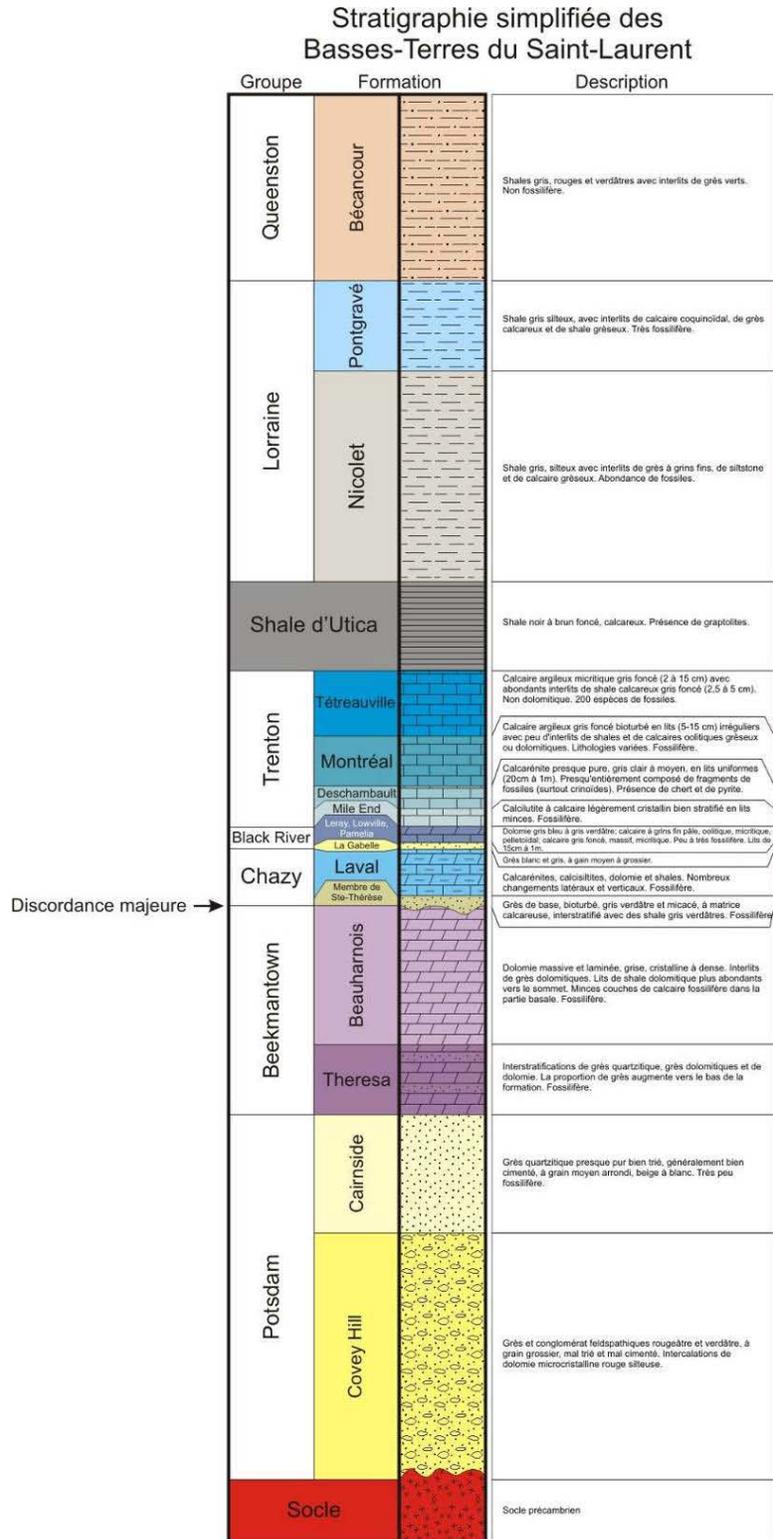


Figure 2 - Colonne stratigraphique simplifiée de la séquence sédimentaire des Basses-Terres du Saint-Laurent.

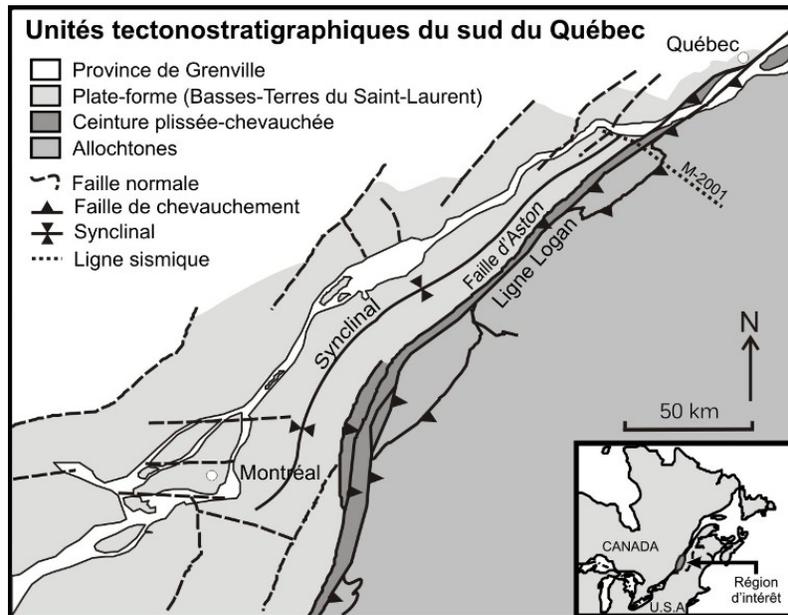


Figure 3 - Domaines structuraux du sud du Québec et localisation de la ligne sismique M-2001 (Figure 4) (modifiée de Bertrand *et al.*, 2003).

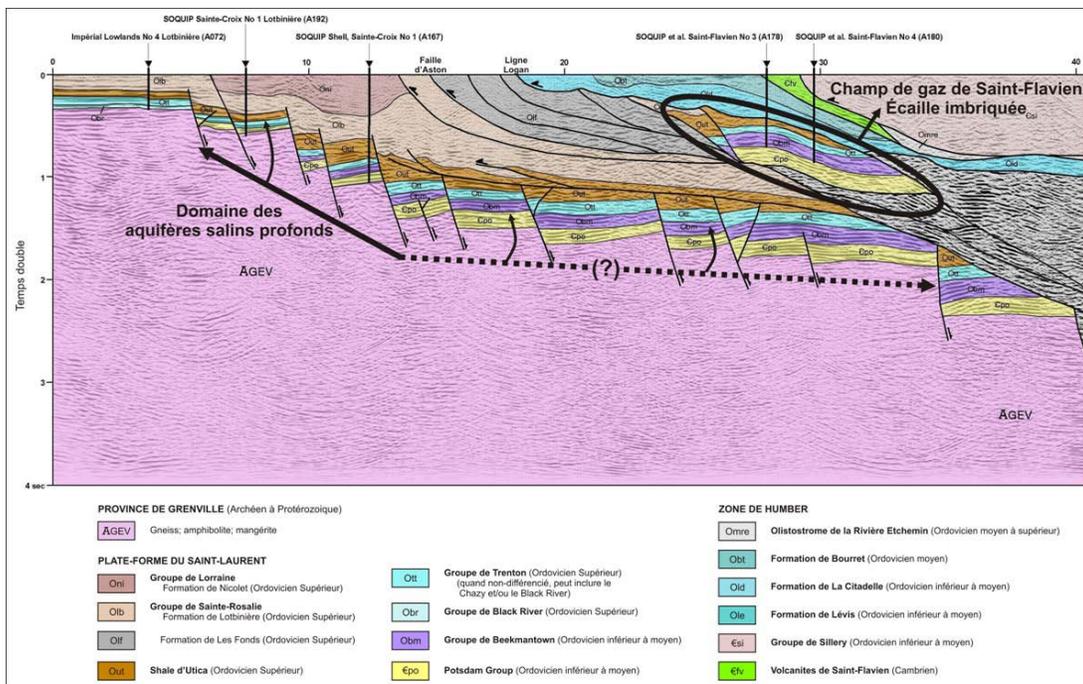


Figure 4 - Architecture de la plate-forme des Basses-Terres du Saint-Laurent et la partie frontale de la ceinture plissée-chevauchée des Appalaches, et localisation des deux domaines contenant des sites potentiels pour la séquestration du CO<sub>2</sub> sur la ligne sismique M-2001 (modifiée de Castonguay *et al.*, 2006).

### 3. Identification des sommets de formations

#### 3.1. Méthodologie

Dans la plupart des puits étudiés, des diagraphies ont été enregistrées et elles permettent de bien identifier les sommets des formations. Il est relativement facile de faire la distinction entre les formations lorsqu'au moins le *gamma ray*, le neutron et la densité, ou l'acoustique, sont disponibles.

Dans les puits les plus anciens où aucune diagraphie n'est disponible, nous nous appuyons sur la description lithologique des déblais et carottes lorsque disponible. Dans les années 1950-1960, l'enregistrement des diagraphies se limitait généralement à un *gamma ray* couplé avec un neutron et parfois à la densité non calibrés. Dans ce cas, il est plus difficile de faire la distinction des limites de formations au niveau du Black-River, du Chazy et du Beekmantown. La description du géologue des déblais est alors essentielle.

La compilation des sommets des formations de tous les forages étudiés se retrouve à l'Annexe 1 de ce rapport. Les logs composites sont, quand à eux, présentés à l'Annexe 2.

#### 3.2. Caractéristiques des formations

Pour définir le contact entre le Groupe de Lorraine et le Shale d'Utica, nous nous sommes inspirés des données fournies par Robert Thériault, géologue au MRNF (communication personnelle). Il utilise comme critère l'apparition de calcaire comme caractère distinctif ce qui se traduit généralement par une légère diminution de l'intensité du *gamma ray*.

L'Utica inférieur tel que défini par Thériault peut être corrélé à la Formation de Tétérauville (Trenton). Le sommet se caractérise par une légère remontée de l'intensité du *gamma ray* qui diminue ensuite vers la base de la formation. Les formations sous-jacentes de Deschambault et de Montréal (Trenton) sont très distinctives. Elles sont composées d'un calcaire à peu près dépourvu d'argile ce qui se reflète sur le *gamma ray* : son intensité diminue de façon appréciable.

L'augmentation de l'intensité du *gamma ray* à la base du Trenton est corrélée avec le sommet du Groupe de Black River. Il contient un calcaire sombre au sommet

(Formation de Leray) et se termine par un lit de dolomie (Formation de Pamela) ou un grès (grès de La Gabelle) que nous pouvons corréliser avec celui que nous retrouvons à la base du Black River près du barrage de la Gabelle au nord de Trois-Rivières.

Dans la séquence normale, on traverse par la suite le Groupe de Chazy, principalement un calcaire, dont certains lits sont dolomitiques et qui se termine par un grès à matrice calcareuse. Dans plusieurs puits, le Chazy est, soit mince, soit absent, et il peut être confondu avec la Formation de Beauharnois (Beekmantown).

La Formation de Beauharnois (Beekmantown) est caractérisée par la présence de dolomies massives avec des passages gréseux et des interlits de shale ce qui affecte les lectures de *gamma ray*. À la base de la formation, un lit plus calcareux est décrit dans plusieurs forages, ce qui en fait un lit-repère important. La Formation de Theresa (Beekmantown) est une séquence plus gréseuse (grès dolomitique). Les valeurs de densité diminuent de plus de  $0.05 \text{ gr/cm}^3$  et celles du *gamma ray* sont plus élevées par rapport au Beauharnois. La présence de matériaux argileux et feldspathiques pourrait en être la cause.

La Formation de Cairnside (Potsdam) se caractérise par un grès quartzeux presque pur dépourvu d'argile et les diagraphies montrent des intensités du *gamma ray* très basses. Le grès quartzeux repose sur la Formation de Covey Hill (Potsdam) qui est composée de grès et de conglomérats feldspathiques. L'intensité du *gamma ray* augmente alors pour atteindre des valeurs très élevées surtout vers la base en raison de son contenu en feldspaths. L'épaisseur du Covey Hill varie grandement; il peut être absent dans certains puits (haut de socle) et très épais ailleurs (paléo-creux) car ce grès d'origine fluviatile résulte de l'érosion du socle. Près de la base de la formation, un lit de dolomie microcristalline rouge silteuse est observé dans plusieurs puits (A65, A186, A188 ainsi que les puits A170 et A172 sur la rive nord) qui ont atteint le socle. Cette dolomie n'exhibe pas de porosité. Elle se démarque sur les diagraphies puisque que l'intensité du *gamma ray* diminue de façon appréciable et que la densité dépasse les  $2,85 \text{ gr/cm}^3$ .

Peu de lectures de diagraphies ont été enregistrées au niveau du socle puisque, lorsqu'atteint, il n'était pénétré que sur quelques mètres seulement. L'intensité du *gamma ray* s'élève de façon importante et la densité se situe autour de  $2.65 \text{ gr/cm}^3$ .



La Figure 5 montre un log composite d'un puits typique dans la région de Nicolet, le A186, auquel est juxtaposée la colonne stratigraphique simplifiée de la séquence autochtone dans les Basses-Terres. Ce puits a pénétré toute la séquence sédimentaire et a touché le socle précambrien et permet donc de caractériser les formations en fonction des diagraphies. Le puits A186 contient toutes les diagraphies excepté l'effet photoélectrique qui n'était pas disponible à cette époque (1977). Nous avons dû utiliser les puits récents de la région de Bécancour pour établir une moyenne.

#### 4. Coupes géologiques

Les coupes géologiques interprétées se trouvent à l'Annexe 3 de ce rapport.

##### 4.1. Localisation des coupes

Afin de bien comprendre la géométrie du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent, 7 coupes géologiques ont été construites à l'aide des informations de 25

forages gaziers et pétroliers profonds (Figure 6). Ces coupes sont toutes transversales aux grandes structures du bassin, excepté la coupe Yamaska-Gentilly qui y est parallèle. Ce rapport montre les résultats des travaux sur les 4 coupes du centre du bassin; les autres coupes seront utilisées ultérieurement afin d'étendre nos interprétations à l'ensemble du bassin.

Les forages utilisés pour construire chaque coupe sont les suivants:

- Yamaska/Gentilly : A199 - A248 - A159 - A126 - A065 - A186 - A125 - A188 - A070 - A158 - A223 - A156
- Tracy/St-Gérard : A008 - A203 - A199 - A026
- Pointe-du-Lac/Notre-Dame-du-Bon-Conseil : A060 - A186 - A165 - A165A - A073 - A229 - A185
- Trois-Rivières/St-Wenceslas: A128 - A070 - A025 - A071 - A222

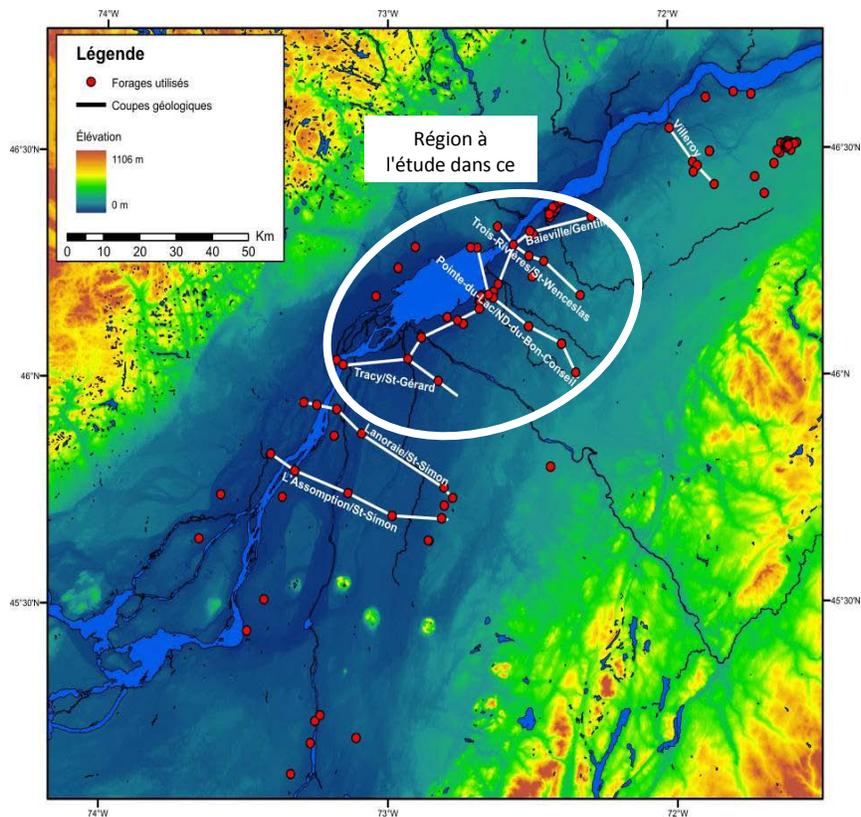


Figure 6 - Localisation des forages utilisés dans cette étude et des coupes géologiques interprétées.

## 4.2. Bases de l'interprétation

En plus de puits analysés où apparaissent les sommets de formations, l'interprétation des coupes géologiques a été réalisée avec l'aide des lignes sismiques M-2002 et M-2003 (Castonguay *et al.*, 2006), des profondeurs de positionnement des failles au socle établis par le MRNF (2009) et de la carte géologique compilée du

MRNF (2008). Ces documents ont aidé à positionner les failles normales et inverses affectant la plate-forme autochtone de même que les failles de chevauchement. Ils ont aussi servi à déterminer de façon globale les variations d'épaisseur de la séquence sédimentaire de la plate-forme. Les figures suivantes montrent les données utilisées.

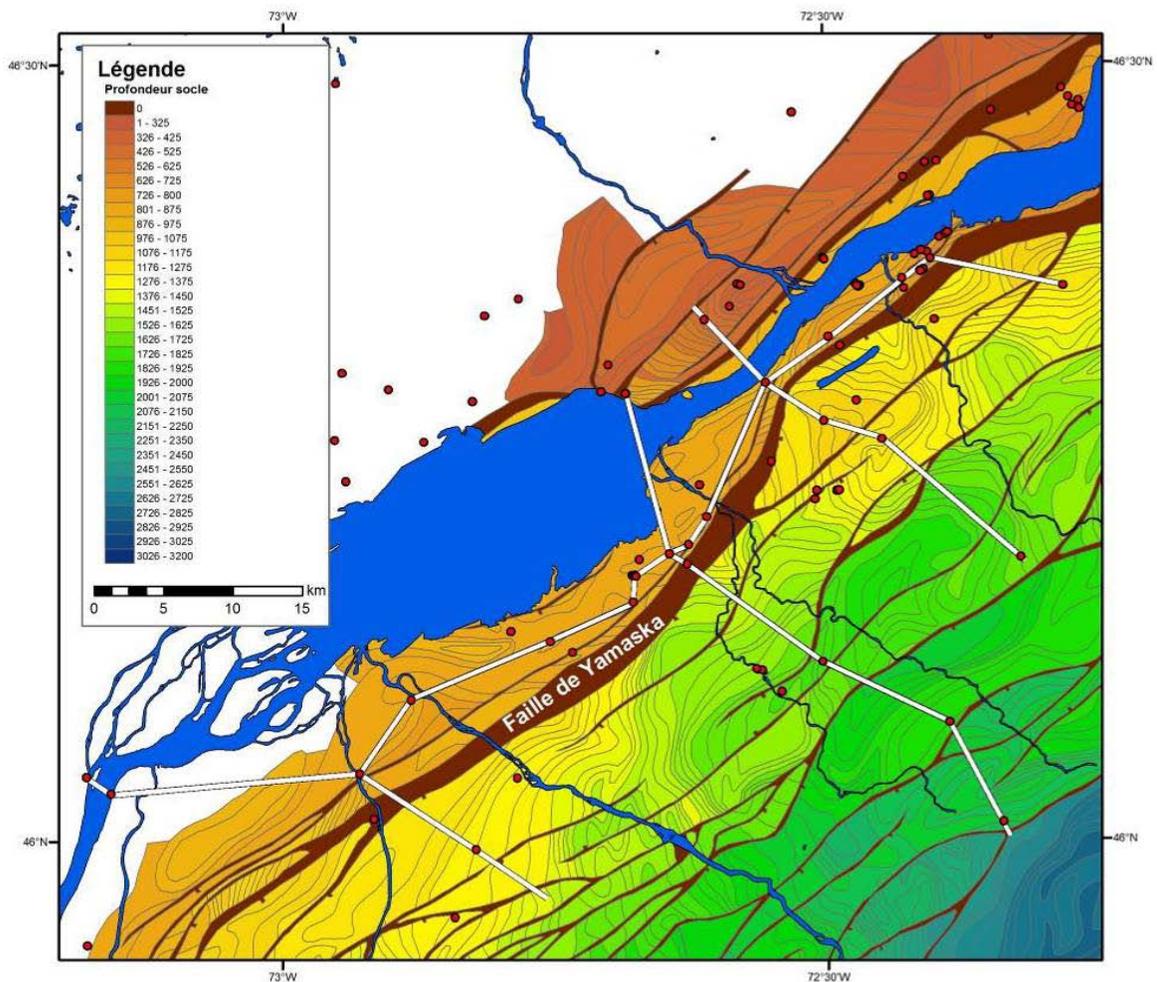


Figure 7 - Carte structurale du toit du socle précambrien (MRNF, 2009), profondeur en temps double (ms), ainsi que les coupes géologiques interprétées (en blanc).



### 4.3. Coupe Yamaska/Gentilly

Cette coupe située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent traverse la région en direction sud-ouest/nord-est de façon longitudinale par rapport à la structure géologique du bassin.

#### 4.3.1. Forages

A199 : Ce puits est décrit ci-dessous dans la section *Coupe Tracy/Saint-Gérard*.

A248 : Ce puits ne montre pas au premier abord une évidence de développement de porosité. Par contre, une mince zone de 2 mètres d'épaisseur à 1020 mètres de profondeur exhibe une faible porosité sur les échantillons et sur les diagraphies (moins de 5%).

A159 : Selon les évaluations de Cole Engineering, ce puits ne contient pas de zones poreuses. Il n'apparaît donc pas propice pour l'injection du CO<sub>2</sub>. Le Covey Hill est absent.

A126 : Une zone de porosité serait présente entre 4146 et 4155 pieds<sup>1</sup> au niveau Cairnside: elle est estimée à 7% et plus à partir de la diagraphie acoustique. Lors d'un DST (*drill stem test* ou essai aux tiges, effectués lors de la période du forage), 540 pieds d'eau salée (hauteur du fluide dans le forage) avec un peu de gaz (62000 à 15000 pieds cubes par jour, (62 à 15 mcf/d)) ont été récupérés. C'est une zone intéressante qui souligne un aquifère salin en profondeur. Le Covey Hill est absent.

A065 : Des travaux de parachèvement (*workover*) ont été réalisés sur le puits en 1966 et Cole Engineering concluait que le puits produisait surtout de l'eau qui proviendrait d'un niveau sous 3846 pieds dans le Cairnside. En effet, le neutron indique que la zone saturée en eau serait située entre 3848 et 3858 pieds. Le DST #2 a produit 100 mcf/d et 210 pieds de boue gazéifiée (perméabilité estimée à 1,1 millidarcy, mD). La possibilité d'une zone endommagée demeure. Cette zone reste intéressante malgré une perméabilité faible. Le Covey Hill est présent et n'a pas été testé.

A186 : La seule zone qui peut présenter un intérêt se situe entre 3738 et 3828 pieds dans le Theresa selon R. Aguillera puisque le DST#3 (3740-3900 pieds) suggère que la zone a été endommagée. Elle n'a jamais été

perforée puisque cette zone n'apparaissait pas intéressante en raison de la saturation en eau et de la porosité qui atteignait 8%. Le Covey Hill a été soumis à un test et il serait peu perméable. Selon Aguillera, ce niveau possède une saturation élevée et possède une hauteur utile de 8 mètres avec une porosité qui varie de 7 à 15%.

A125 : Le puits s'est terminé dans le Cairnside. Suite à un DST effectué à ce niveau (4020-4117 pieds, production de 924 mcf/d avec jet d'eau salée, récupération de 390 pieds d'eau salée), une zone de faible porosité (porosité de 3,8% sur carotte) a été perforée et acidifiée. Une production de 1600 mcf/d avec un jet d'eau salée a été observée en surface. Le test de production prolongé qui suivit fut, selon Cole Engineering, décevant. Il est probable que la zone avait une extension limitée. Ce puits est traversé par la faille de Yamaska au niveau du Beauharnois. Cette zone devrait être examinée de près afin de déceler la présence de dolomie hydrothermale. De plus, les géologues qui ont décrit les déblais ne positionnent pas la faille au même niveau. Il faudrait donc réexaminer les échantillons pour clarifier cette divergence.

A188 : Un intervalle a été perforé au niveau inférieur du Cairnside (4246-4279 pieds) suite à un DST qui a produit 5500 m<sup>3</sup>/d (mètres cubes par jour) de gaz et 250 mètres d'eau salée. Un filet d'eau salée et un peu de gaz ont été produits. Il semble que la formation soit très peu perméable. Un autre horizon a été perforé et fracturé au niveau du Beauharnois (3419-3435 pieds) et une faible production de gaz a été observée. Le DST effectué à la base du Covey Hill n'a pas donné de résultats positifs (faible perméabilité et récupération de 250 mètres d'eau salée avec de la boue). La carotte récupérée à ce niveau confirme aussi cette faible perméabilité qui ne dépasse pas 3 mD. Une analyse a été réalisée sur un échantillon de carotte récupérée au-dessus du grès de base du Covey Hill. Le but était de connaître les caractéristiques de la roche couverture, c'est-à-dire la pression de confinement (*threshold pressure*) et la perméabilité. La firme qui a réalisé l'analyse a conclu que ce niveau possède les caractéristiques nécessaires pour les besoins de stockage de gaz. D'après l'évaluation des diagraphies par R. Aguillera, le grès de base aurait une hauteur utile de 27 pieds (8,2 mètres) entre 4544 et 4577 pieds et une porosité qui varie de 6% à 14%. La firme Haliburton a réalisé, en 1978, une analyse des échantillons qui comprenait la diffraction X, la solubilité à l'acide, l'utilisation du microscope électronique à balayage, l'étude pétrographique et l'immersion. Haliburton a conclu que la formation pourrait être adéquate pour une

---

<sup>1</sup> Lorsque les analyses des forages ont été faites, à l'origine, dans le système de mesure impérial, les remarques concernant des profondeurs spécifiques sont dans le même système, en pieds, afin de faciliter la référence.

stimulation mais un traitement à l'acide aurait peu d'impact sur la perméabilité.

A070 : Ce puits foré par Impérial a été testé au niveau du Cairnside. Le DST #3 n'a pas produit de gaz mais a permis de récupérer 1260 pieds de fluide dont 540 pieds de boue et 720 pieds d'un mélange de boue et d'eau salée. Le neutron suggère une zone qui contiendrait de la porosité entre 3955 et 3970 pieds. Les données du DST devront être examinées de plus près: c'est une zone potentiellement intéressante. Le Covey Hill n'a pas été atteint.

A158 : Ce puits est présent sur la section géologique et n'a pas été examiné de près puisqu'il fait partie intégrante du rapport INRSCO2-2010-V2.1 qui étudie la région de Bécancour de près. En 2002, il a été perforé par Junex à une profondeur de 4030 pieds et est utilisé présentement pour la production de saumure.

Nous avons ajouté le puits A223 pour fins de corrélation régionale mais il n'a pas été analysé en détail dans ce rapport.

A156 : Ce puits a récupéré 1620 pieds d'eau salée lors du DST #1 (7682-7697 pieds). Une carotte prélevée entre 7690 et 7697 pieds (non calibrée avec les digraphies) exhibe peu de porosité (2,2%). L'analyse des diagraphies ne permet pas d'identifier une zone précise où le réservoir serait présent. La déflexion importante des valeurs du neutron de 7654 à 7664 pieds pourrait suggérer la présence d'une zone poreuse. Par contre, la diagraphie acoustique, très bruitée, indiquerait plutôt une zone poreuse entre 7676-7690 pieds dans l'intervalle testé et non carotté. Un indice de gaz a été détecté en surface ainsi qu'une zone rapide de forage. Aucune évidence de porosité n'a été notée mais seulement quelques fractures. La présence de grains de quartz libres pourrait être indicatrice de porosité. Les échantillons de forage devraient être étudiés.

#### **4.3.2. Interprétation**

Tous les puits de cette section se trouvent sur le coté haut (au nord) de la faille de Yamaska mis-à-part le A156 (voir Annexe 3). Cette faille est rencontrée respectivement au niveau du Beekmantown et du Trenton dans les puits A125 et A188.

Le socle grenvillien se trouve à environ 1300 mètres sur le coté haut de la faille où il a été atteint dans 5 des 11 puits. Le Covey Hill est généralement mince (moins de 50 mètres) ou absent dans les puits forés sur le flanc nord et devient très épais dans le puits A156 où il dépasse 250 mètres (socle non atteint). Le Cairnside est

bien développé dans tous les puits et sa puissance varie de 80 à plus de 160 mètres.

Le Theresa est généralement bien identifié dans tous les puits et son épaisseur oscille entre moins de 60 mètres à près de 120 mètres. La présence d'un dépôt de type calcareux que nous corrélons au Black-River-Chazy atteint une épaisseur de 90 mètres dans 4 puits situés dans le secteur Baieville-Nicolet. En conséquence, le Beauharnois qui devrait dépasser 100 mètres n'atteint pas 60 mètres dû à la discordance.

Le Trenton a une épaisseur moyenne de 140 mètres dans les puits à l'ouest du A125. Par contre dans ce dernier, il serait complètement tronqué par la faille de Yamaska tandis le A188 est amputé de plusieurs dizaines de mètres de Trenton. Dans les puits plus à l'est, il dépasse 170 mètres pour atteindre plus de 250 mètres dans le A156.

Enfin l'Utica, qui est absent dans les puits faillés A125 et A188, atteint à peine 30 mètres dans les puits à l'ouest. Par contre, il double en épaisseur dans ceux situés plus à l'est et atteint 122 mètres dans le A156 sur le coté bas de la faille de Yamaska.

#### **4.4. Coupe Tracy/Saint-Gérard**

Cette coupe transversale à la structure du bassin est intéressante du fait qu'elle passe dans la région de Sorel où se trouve un émetteur de CO<sub>2</sub> important.

##### **4.4.1. Forages**

A008 : Ce puits s'est terminé dans le Chazy à 771 mètres de profondeur et n'a pas atteint la profondeur minimale pour l'injection du CO<sub>2</sub>. Il fut utilisé à des fins de corrélation régionale. Des indices de gaz ont été observés au niveau du Trenton. Il est fort probable qu'ils soient reliés aux fractures puisque le neutron ne suggère pas de présence de porosité.

A203 : Ce puits a été foré en 1987 dans l'intention d'injecter des produits acides en profondeur. Il a atteint le socle à la profondeur totale de 1744 mètres. Un essai d'injection a été réalisé au niveau du Cairnside et a démontré que cette zone a une faible perméabilité. Par contre une zone poreuse a été observée entre 1044,5 et 1047,5 mètres, au niveau du Beauharnois. L'évaluation pétrophysique et visuelle réalisée par l'opérateur indique une porosité significative de 5 à 11% (moyenne de 8%) et une saturation en eau de 38% sur 3 mètres. Un essai de production a été réalisé en 1989 mais n'a pas été concluant. Tout le puits était ouvert

(communication personnelle, Alain Fleury, ingénieur de réservoir du puits) et la production d'eau avec le gaz pourrait provenir des niveaux inférieurs. Le Covey Hill est très bien développé dans le puits. La seule diagraphie disponible qui nous permet de connaître la porosité est la densité. L'absence de neutron rend difficile l'évaluation de la porosité dans les niveaux avec plusieurs minéraux. Le puits ayant été carotté jusqu'à sa base, les échantillons sont disponibles et la zone entre 1044,5 et 1047,5 mètres devrait donc être examinée.

A199 : Un DST a été effectué au niveau du Black River et du Beauharnois (868 à 880 mètres) où une fracture a été observée. La zone est perméable mais, dû à la nature de la porosité, l'extension latérale serait limitée. Une autre zone de 2 mètres d'épaisseur pourrait être présente à 1005 mètres (la porosité visible sur les échantillons et sur les diagraphies est estimée à 6%). La zone poreuse est corrélée avec celle du puits A203 situé 15 km à l'ouest rendant cette zone intéressante puisqu'elle pourrait avoir une extension latérale significative. De plus, elle pourrait être corrélée avec une zone peu poreuse présente au même niveau dans le puits A199 situé à plus de 10 km au nord. Le puits A199 a atteint le Covey Hill.

A026 : Aucun indice ne fut observé lors du forage et aucune diagraphie n'a été enregistrée. Ce puits s'est terminé dans le Beauharnois.

#### 4.4.2. Interprétation

Une faille normale a été interprétée entre les puits A008 et A203, distants de 1,5 km, afin d'expliquer un rejet apparent de 100 mètres entre les deux puits. Une seconde faille, celle de Yamaska se retrouve entre les puits A199 et A206.

Seul le puits A203 a atteint le socle à 1739 mètres après avoir traversé 459 mètres de Covey Hill. Aucune dolomie ne fut observée à sa base.

La séquence complète entre le Beauharnois et le Cairnside n'a été traversée que par le A203 et le A198. Les épaisseurs respectives du Cairnside, Theresa et Beauharnois oscillent entre 123 et 168 mètres, 70 et 116 mètres et 203 et 155 mètres. Celle du Black River/Chazy dépasse 100 mètres dans les puits A008 et A203 et n'atteint pas 15 mètres dans le A199.

Le Deschambault et le Tétreauville ont une épaisseur combinée qui varie de 106 à 153 mètres dans les puits au nord de la faille de Yamaska et atteint 217 mètres dans le A026.

La plus faible épaisseur de l'Utica est dans le A199, 23 mètres, mais atteint 123 mètres dans le A026.

Enfin la zone poreuse qui a été observée dans les puits A203 et A199 au niveau du Beauharnois apparaît en vert sur la section (voir l'Annexe 3).

#### 4.5. Coupe Pointe-du-Lac/Notre-Dame-du-Bon-Conseil

Cette section transversale passe au centre de la région d'étude. Elle est particulièrement intéressante puisque qu'elle débute dans la région de Pointe-du Lac où se trouve un des deux seuls stockages de gaz au Québec.

##### 4.5.1. Forages

A60 : Aucune porosité ne fut observée sur les déblais ni aucune remontée de gaz après que le puits fut vidé de son contenu. Ce puits est définitivement sec. S'il avait atteint le socle, des zones poreuses (possiblement peu perméables) pourraient être présentes comme c'est le cas à Louiseville à la base du Potsdam (puits A170 et A172) et elles seraient assez profondes pour l'injection du CO<sub>2</sub>. Ce puits est situé tout près du stockage de Pointe-du-Lac dont le réservoir se trouve dans le sable de base du Quaternaire (moyenne de 100 mètres de profondeur seulement).

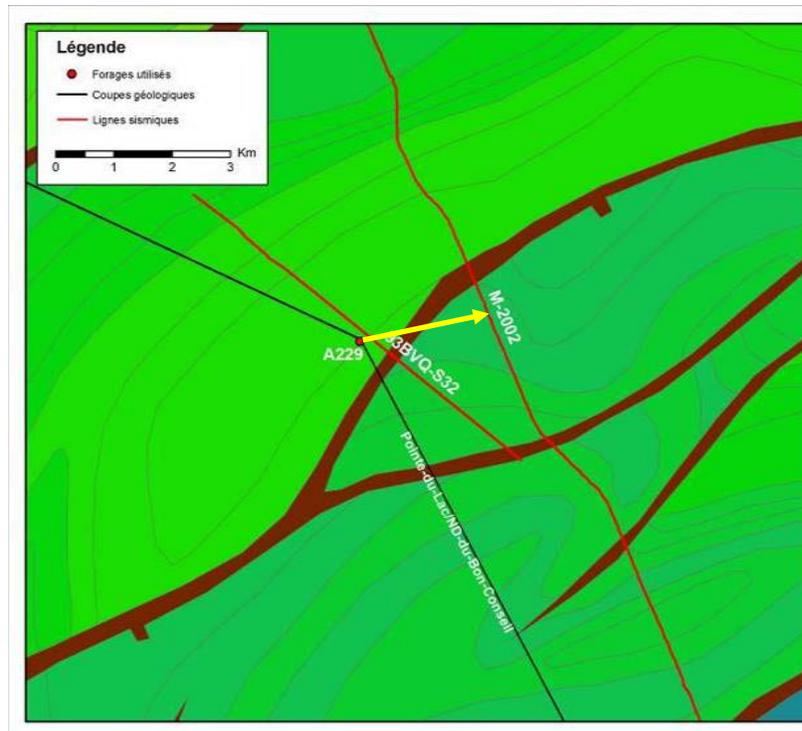
A186 : Ce puits est décrit ci-haut dans la section *Coupe Yamaska/Gentilly*.

A165 et A165A : Ce puits est très intéressant puisqu'il a traversé la faille de Yamaska et a atteint le socle à sa base sous le Beekmantown au niveau du drain principal. Un deuxième drain orienté vers le sud, A165A (bloc affaissé), a été réalisé à partir de 3050 pieds afin de suivre et traverser la séquence stratigraphique normale. Les échantillons au niveau du Beekmantown devraient être examinés puisque, selon le géologue de sonde, ils contiendraient peu de dolomie. Dans le A165, la zone 5778 - 5803 pieds (Beekmantown) pourrait s'avérer intéressante puisqu'elle a produit du gaz et une quantité très importante de boue gazéifiée (1525 pieds) et d'eau salée (475 pieds) lors du DST #2. Cole Engineering estime la hauteur utile à 9 pieds, ce qui paraît raisonnable. Le DST suggère une faible perméabilité. Le test devrait être examiné de près afin de déterminer si ce réservoir n'aurait pas été endommagé. Dans l'A165A, la zone équivalente à 6250 pieds présente aussi un intérêt. Ce niveau du Beekmantown pourrait donc être un candidat pour l'injection de CO<sub>2</sub>.

A229 : Ce puits a traversé les écaillés imbriqués de la ceinture plissée-chevauchée et a atteint son objectif : la Formation de Theresa au niveau de la plate-forme autochtone. Il faut noter que ce puits apparaît sur la ligne sismique M-2002 interprétée (Castonguay *et al.*, 2006) qui montre que le puits n'a pas traversé les écaillés. En fait, ce puits a été foré à plus de 2 km à l'ouest de cette ligne (sur la ligne 93BVI-S32 acquise par Bow Valley). Une faille serait présente entre le forage et la ligne sismique M-2002, ce qui explique les interprétations divergentes (Figure 11). Le puits se situe sur le côté haut de la faille tandis qu'il a été projeté sur

le côté bas de cette faille sur la ligne sismique interprétée. Ce puits aurait donc bien atteint la plate-forme autochtone tel que suggéré par l'interprétation du géologue dans le rapport de forage. L'examen détaillé du puits n'a pas permis de déceler de zones poreuses.

A185 : Ce puits n'a pas dépassé les écaillés de chevauchement. Plusieurs tests ont été effectués (DST et tests de production) mais tous se sont avérés négatifs. Peu de porosité fut observée. Ce puits ne présente pas pour le moment d'intérêt pour l'injection du CO<sub>2</sub>.



**Figure 11 - Carte de la profondeur du toit du socle précambrien avec la localisation des failles et du forage A229 par rapport aux lignes sismiques M-2002 et 93BVQ-S32. On note la projection du puits sur la ligne M-2002 (flèche jaune) qui traverse une faille normale.**

#### 4.5.2. Interprétation

Cette coupe traverse complètement la région pour atteindre la ceinture plissée-chevauchée (l'Annexe 3). Plusieurs failles normales et inverses sont interprétées grâce aux profondeurs du socle (MRNF, 2009).

Tandis que la séquence stratigraphique complète a été rencontrée dans le puits A165A et que les contacts sont assez bien définis, ce n'est pas le cas dans le A165, foré

dans la zone de faille de Yamaska. En effet, le géologue a associé au Beekmantown une zone très riche en calcaire. Une mince couche de Covey Hill aurait ensuite été traversée avant d'atteindre le socle. Ce niveau devrait être examiné de près pour éclaircir cette ambiguïté.

Le puits A229 est localisé au sud d'un horst sur lequel le puits A073 aurait été foré. Mis à part le A165, seul le A186 a atteint le socle après avoir traversé plus de 150

mètres de Cairnside et 36 mètres de Covey Hill. Trois puits (A186, A165 et A229) ont rencontré entre 213 et 348 mètres de Beekmantown.

Tandis que le Black River/Chazy ne dépassent pas 30 mètres dans le A60 et le A186, il atteint respectivement 86 et 174 mètres dans le A165 et le A165A. Ceci semble indiquer que la faille était active au moment de la déposition.

Le Trenton (Deschambault et Tétreauville) est présent partout quoiqu'il soit tronqué par une faille mineure à rejet inverse dans le A165A (rejet estimé à environ 70 mètres). Il atteint 200 mètres dans le A229.

L'Utica est présent dans tous les puits et est généralement mince, entre 24 et 40 m, mais il excède les 150 mètres dans les puits A165 et 165A.

Enfin on reconnaît dans deux écaïlles du puits A185 les faciès de la plate-forme. (2606-3306 mètres et 3306-3941 mètres). Malgré le fait qu'elles ont été transportées sur plusieurs kilomètres, nous pouvons facilement corrélérer les unités lithostratigraphiques traversée avec celles rencontrés dans les puits forés dans la zone non chevauchée.

#### 4.6. Coupe Trois-Rivières/St-Wenceslas

Cette section transversale située à l'est de la région étudiée contient 5 puits dont un seul possède une suite complète de diagraphies et deux en sont complètement dépourvues. Nous appuyons donc nos commentaires sur les observations du personnel impliqué dans les opérations de forage (ex. : descriptions des déblais).

##### 4.6.1. Forages

A128 : Ce puits est utilisé pour des fins de corrélation régionale. Les sommets proviennent de l'opérateur puisqu'aucune diagraphie n'a été enregistrée dans ce puits. Il a atteint le socle précambrien à un peu plus de 500 mètres de profondeur. Il n'est pas assez profond pour l'injection de CO<sub>2</sub>.

A070: Ce puits est décrit ci-haut dans la section *Coupe Yamaska/Gentilly*.

A025 Ce puits a atteint le Beauharnois. Quelques indices de gaz ont été observés au niveau du Trenton. Les sommets des formations sont approximatifs puisque les descriptions des géologues diffèrent. Aucune diagraphie n'a été enregistrée. Aucune porosité n'a été décrite.

A071 : Comme pour le puits précédent, il n'a atteint

que le Beauharnois. Tous les DST ont été effectués au niveau du Trenton et n'ont pas montré de présence de réservoir. Aucune porosité n'a été observée.

A222 : Ce puits a été foré dans le but d'atteindre le Theresa sur la plate-forme sous les écaïlles de chevauchement. Cette formation exhibe de la porosité à ce même niveau dans d'autres forages tels que le Bow Valley St-Simon (A214) et le Shell St-Armand Ouest (A166). Aucune zone intéressante n'a été observée dans ce puits. La zone entre 3046 et 3049 mètres dans le Beauharnois (diagraphies: Ø= 12%, Sw = 9%, selon Bow Valley) a été testé dans le DST #3 et n'a pas révélé la présence de zones perméables. Une autre zone, aussi dans le Beauharnois, entre 3071 et 3074 mètres (diagraphies: Ø= 9%, Sw= 12%, selon Bow Valley), a été témoin d'un DST mais il a été raté. Ce puits n'apparaît pas intéressant pour l'injection du CO<sub>2</sub>.

##### 4.6.2. Interprétation

Cette section (voir l'Annexe 3) comprend deux puits qui ont atteint le socle : le A229 et le A128. Deux failles seraient présentes entre le A128 et le A070 et auraient un rejet cumulé d'environ 600 mètres. Un déplacement vertical de 500 mètres est estimé au niveau de la faille de Yamaska qui se trouve au nord du puits A025. Un graben majeur a été cartographié à partir de la sismique entre ce puits et le puits A222 : le rejet net au niveau de ce dernier atteint plus de 1000 m.

Dans le A128, le Chazy repose directement sur le Cairnside. Ce dernier atteint plus de 90 mètres d'épaisseur. Dans le A222, le Cairnside, atteint près de 100 mètres et repose sur une mince couche de 18 mètres de Covey Hill avant d'atteindre le socle.

Le Theresa n'est présent que dans deux puits, le A222 et le A170 où il a une épaisseur d'environ 100 mètres. Dans le A025 et le A071, les forages se sont terminés au niveau du Beauharnois. Ce dernier aurait une épaisseur moyenne d'environ 100 mètres dans les puits où il fut traversé, soit le A070 et le A222. Le Chazy est présent dans tous les puits.

Le Trenton (Tétreauville et Deschambault cumulés) augmente en épaisseur, passant de 115 mètres dans le A128 à plus de 250 mètres dans le A222. L'Utica se retrouve dans tous les puits et atteint une épaisseur variant de 65 à 125 mètres.

#### 4.7. Autres forages

Quelques puits non présents sur les coupes ont été aussi étudiés afin de mieux comprendre le cadre géologique régional.

A197 : Ce puits a été foré en 1981 et a atteint le socle (profondeur totale de 1390 mètres). Ce puits a été minutieusement examiné et testé par le personnel de SOQUIP. Huit (8) DST ont été réalisés dont deux au niveau du Beekmantown qui ont produit du gaz à un taux maximal de 4166 m<sup>3</sup>/j. Par la suite, la zone 950,8 à 962,5 mètres (Beekmantown) a été perforée et acidifiée mais n'a pas produit de gaz. Elle fut ensuite stimulée mais sans succès. La base du Covey Hill a été soumise à un test (1354-1377 mètres), mais il n'a produit ni gaz ni eau, seulement 56 mètres de boue de forage. L'essai indique une très faible perméabilité. Une carotte a été récupérée (1369-1374,5 mètres) et exhibe moins de 1 mètres de porosité qui peut atteindre 9% (confirmé par les diagraphies), mais avec une perméabilité maximale de 1,88 mD. Ce puits n'apparaît pas intéressant pour l'injection du CO<sub>2</sub>.

A153 : Ce puits a été foré en 1969 et avait pour but d'atteindre le Potsdam. Dû à des problèmes mécaniques, le puits a été arrêté dans le Beekmantown à 3805 pieds de profondeur. Aucun DST et ni diagraphie n'ont été effectués.

A064 : Ce puits a été foré en 1959 et a atteint 3528 pieds. Il n'aurait atteint que le Chazy. Pourtant, à cette profondeur nous devrions être dans le Beekmantown selon les informations disponibles sur les puits voisins, A153 et A159. Aucune diagraphie n'a été enregistrée et aucun indice significatif de gaz n'a été observé. Le puits n'a pas atteint l'objectif soit le grès de base en raison d'un problème mécanique (bris de tiges).

A163 : Ce puits a traversé plusieurs écailles de chevauchement sans atteindre la plateforme. Aucun indice significatif de gaz n'a été rencontré selon l'opérateur. Le seul DST effectué n'a pas montré d'évidences de zones saturées en gaz.

Les autres puits dans la région (A018, A007, A104, A121, A122, A123, A143) n'ont pas atteint le Trenton et n'ont donc pas été considérés dans cette étude. Aucune information géologique n'est disponible sur les puits A047 et A055 forés en 1885 et 1873.

## 5. Évaluation des zones réservoir

### 5.1. Étude pétrophysique des carottes de forage au niveau du Potsdam

Plusieurs carottes ont été récupérées au niveau du Potsdam et exhibent des valeurs de porosité et de perméabilité plus élevées que dans les autres niveaux. Dans les couches supérieures (Beekmantown et plus haut), les caractéristiques pétrophysiques des carottes recueillies ne sont généralement pas favorables. Il faut ajouter que les niveaux poreux sont imprévisibles et que plusieurs n'ont pu être carottés.

Nous avons regroupés les analyses en fonction de leurs positions stratigraphiques :

1. Le Cairnside
2. Le Covey Hill moyen et supérieur
3. Le Covey Hill inférieur

La position exacte des carottes analysées peut être visualisée sur les logs composites des forages à l'Annexe 2 de ce rapport.

#### 5.1.1. Cairnside

Dans la région étudiée, 7 puits ont été carottés au niveau du Cairnside (voir Figure 12).

En analysant ces carottes, on remarque que la relation porosité/perméabilité est relativement linéaire et dénote que la porosité est du type intercrystalline et/ou intergranulaire (Mortron-Thompson et Woods, 1992). Ceci est confirmé par l'observation visuelle des échantillons par les géologues des firmes qui ont effectué les analyses. La porosité dépasse rarement 7% et la perméabilité en soufre n'atteignant que quelques millidarcys.

ANALYSES DE CAROTTES NIVEAU CAIRNSIDE

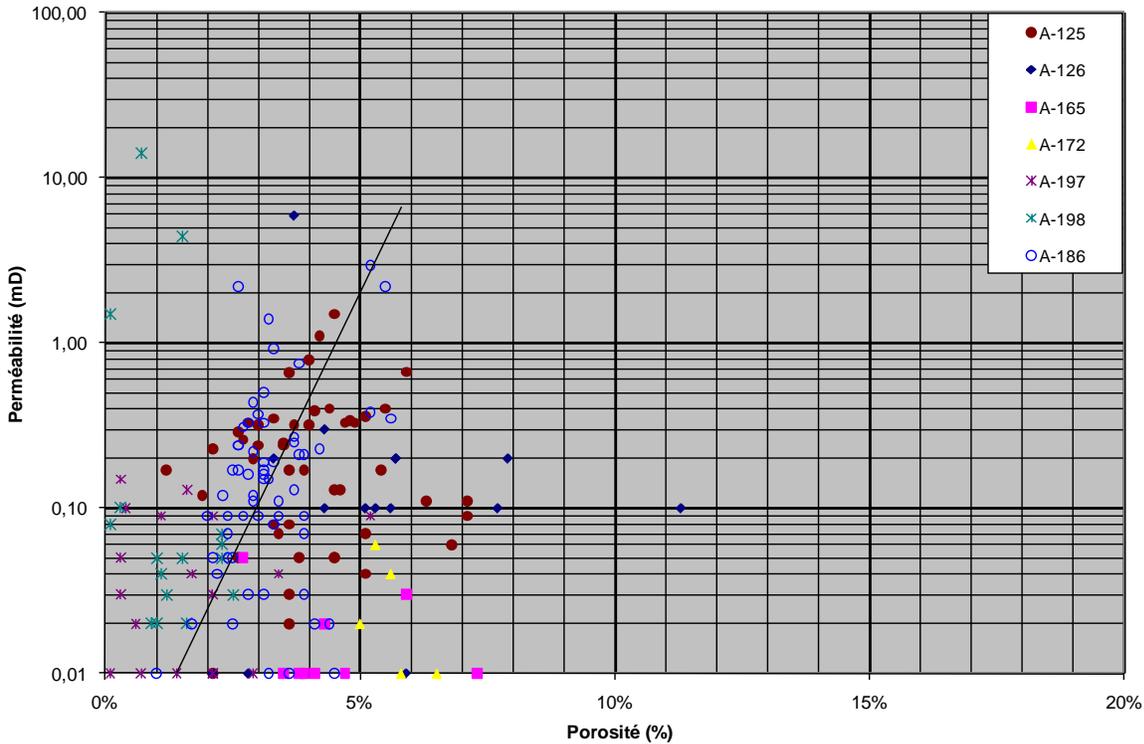


Figure 12 - Graphique montrant la perméabilité en fonction de la porosité au niveau du Cairnside.

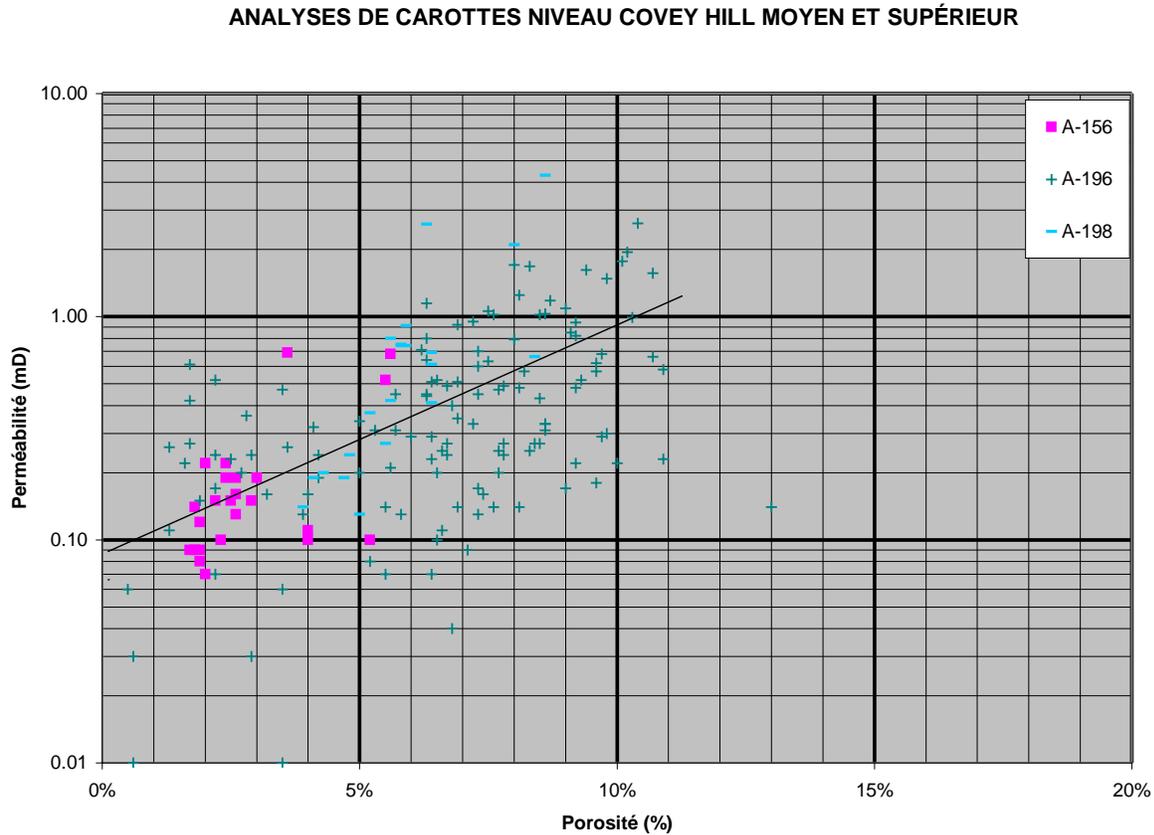
5.1.2. Covey Hill moyen et supérieur

L'épaisseur du Covey Hill varie grandement. Il peut être absent sur les paléo-hauts ou atteindre des centaines de mètres dans les paléo-creux.

On remarque que la relation entre la porosité et la perméabilité diffère de celle du Cairnside (Figure 13). Malgré une porosité qui dépasse 10% au niveau du Covey Hill, la perméabilité n'atteint que quelques millidarcys et n'est guère plus élevée que dans le Cairnside. Normalement on devrait s'attendre à une perméabilité beaucoup plus élevée. Dans les zones où la saturation en eau irréductible (Swi) est basse (Swi=10% par exemple) comme c'est généralement le cas dans les grès propres, la perméabilité devrait se

situer entre 20 et 50 mD (Schlumberger, 2005). Nous soupçonnons que cette forte diminution de la perméabilité est due à la présence de matériaux fins (comme dans les grès argileux qui produisent du gaz, *tight sand*) ou dans les grès affectés par la cimentation de minéraux d'argile (illite par exemple). La conséquence est que la Swi augmente avec la diminution de la perméabilité et que cette dernière n'atteint que 2 mD ou la Swi atteint 40%.

Il serait donc intéressant d'investiguer sur la nature des liants qui sont présents à ce niveau. Des analyses de diffraction X et par microscope électronique à balayage sont des outils qui pourraient nous permettre de répondre à cette interrogation.



**Figure 13 - Graphique montrant la perméabilité en fonction de la porosité au niveau Covey Hill moyen et supérieur.**

### 5.1.3. Covey Hill inférieur

La partie inférieure du Covey Hill est caractérisée par la présence d'un lit de dolomie silteuse non poreuse. Dans la région étudiée Ce faciès n'est présent que dans les forages A165, A186 et A188 et n'a jamais été observée en affleurement (Globensky, 1987).

Par contre, les grès situé au-dessus et au dessous de cette dolomie peuvent être poreux. La Figure 14 montre que leur relation porosité/perméabilité est presque identique à celle des niveaux supérieurs du Covey Hill (Figure 13) : lorsque la porosité dépasse 10%, la perméabilité n'atteint que quelques millidarcys. Comme dans le cas précédent, la cause de cette anomalie devrait être investiguée.

ANALYSES DE CAROTTES NIVEAU COVEY HILL INFÉRIEUR

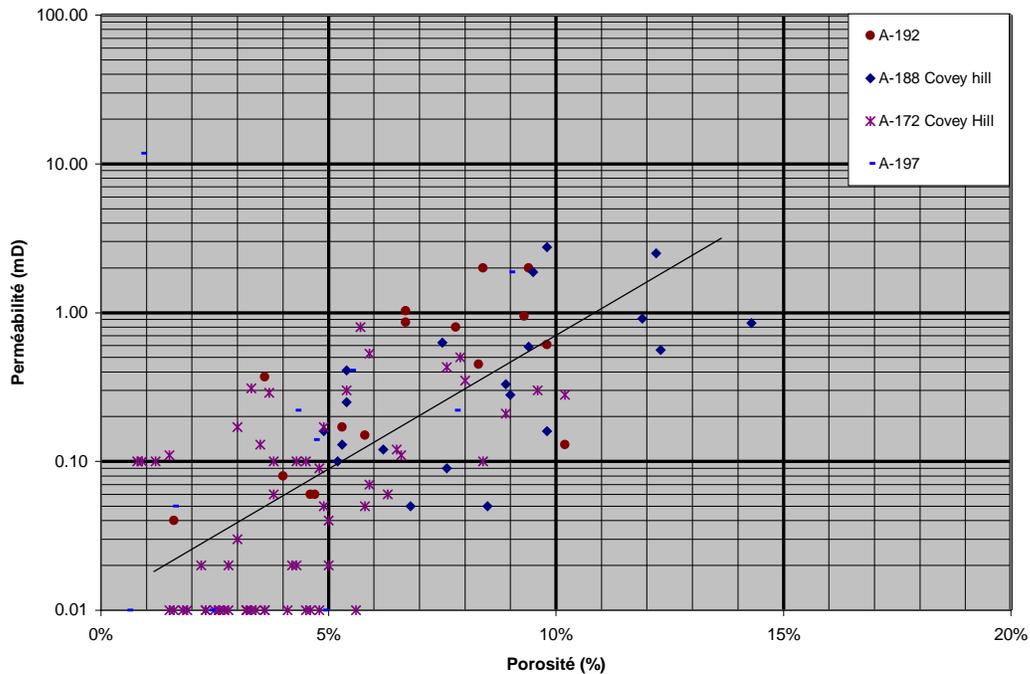


Figure 14 - Graphique montrant la perméabilité en fonction de la porosité au niveau Covey Hill inférieur.

## 5.2. Identification d'horizons poreux et de régions prospectives

Vingt-neuf (29) puits ont été examinés dans le but de déterminer si des niveaux pourraient servir à l'injection du CO<sub>2</sub>. Il faut souligner que les zones d'intérêt ont été identifiées à partir de l'évaluation préliminaire des diagraphies et des travaux réalisés par les opérateurs. On peut donc anticiper que la plupart des zones qui pourraient servir à l'injection du CO<sub>2</sub> ont déjà été notés. Dans les puits qui possèdent une suite complète de diagraphies (*gamma ray*, neutron, densité, acoustique, résistivité), il est prévu au cours des prochains mois de faire l'évaluation pétrophysique détaillée à l'aide d'un logiciel d'analyse de diagraphies. Ces analyses permettront de déterminer des caractéristiques lithologiques telles que la proportion de dolomie, de calcaire, de grès et de matériaux argileux dans les puits. De plus, ces manipulations aideront à quantifier de manière plus précise la porosité et l'épaisseur des zones d'intérêt. De nouvelles zones d'intérêt pourraient être identifiées suite à ces analyses.

### 5.2.1. Études antérieures

Nous nous sommes référés à quelques études publiées dans les années 70 et début 80 qui se sont penchées sur le développement de porosité dans les niveaux gréseux (Potsdam) en particulier. Ces références nous ont servi de guide pour cette étude.

Un premier rapport a été réalisé par l'INRS-Pétrole pour le compte de SOQUIP en 1974 (Héroux, 1974). D'après l'INRS, il y aurait oblitération complexe des pores des grès par la néoformation de liant de quartz d'épitaixie, de carbonates, de phyllosilicates, d'oxydes et de sulfures. Héroux (1974) note que la porosité des grès est faible, mais il demeure optimiste quand au potentiel réservoir du Groupe de Potsdam. Il ajoute que la présence de réservoirs d'hydrocarbures au niveau des écailles empêcherait la percolation de solutions diagénétiques ce qui aurait comme conséquence de préserver une porosité primaire et une perméabilité élevée (réservoir de St-Flavien).

En 1979, un second document a été publié par l'INRS

pour le compte de la Direction Générale de l'Énergie du Ministère des Richesses Naturelles du Québec (INRS, 1979). Ce rapport concluait que les niveaux poreux étaient présents dans les roches paléozoïques des Basses-Terres du Saint-Laurent, mais que les zones perméables étaient beaucoup plus rares et habituellement de faibles épaisseurs. Les auteurs n'ont pu identifier des intervalles ou une région qui seraient appropriés pour des stockages commerciaux de gaz naturel. Les horizons les plus poreux et les plus perméables sont localisés dans le Groupe de Potsdam et plus particulièrement dans la Formation de Cairnside.

Enfin Claude Denis de SOQUIP a publié un rapport en 1983 sur les corrélations inter-puits de la région de Louiseville (Denis, 1983). Il conclut que seul le grès basal du Covey Hill semble continu. Selon lui, il contient souvent du gaz mais la saturation en eau élevée empêche toute production stabilisée. La Formation de Covey Hill devrait être examinée de plus près puisqu'elle a été négligée en raison de la saturation élevée en eau. Il ajoute qu'en général la porosité ainsi que la perméabilité sont peu développées dans les autres niveaux.

Les rapports précédents concluent donc que seul les grès du Potsdam apparaissent intéressants pour le développement de la porosité. Alors que l'étude de l'INRS (1979) soutient que le Cairnside est le niveau à privilégier comme réservoir, SOQUIP (1983) affirme plutôt que c'est le Covey Hill qui est le plus attrayant puisqu'il serait plus étendu.

### 5.2.2. Nouvelles études des zones réservoir

Nous avons réexaminé tous les puits forés dans le secteur et la plupart apparaissent sur les coupes géologiques. Dans deux de ces puits (A186 et A188), les facteurs de cimentation et de pression de confinement (*threshold pressure*) ont été mesurés.

Les puits A065 et A126 qui sont espacés de 1,5 km ont montré, à l'aide de DST, des zones perméables dans le Cairnside mais à des niveaux différents. Malgré ce fait, ils seraient des candidats possibles pour l'injection du CO<sub>2</sub>. Il est recommandé de faire l'analyse des tests de production par un ingénieur de réservoir.

Le puits A125 est traversé par la faille de Yamaska au niveau du Trenton. Cette zone devra être examinée de près afin de déceler la présence ou non de dolomie hydrothermale qui pourrait montrer de la porosité.

Le puits A70 contiendrait une zone perméable entre

3955 et 3970 pieds dans le Cairnside (niveau différent du puits A158 qui est présentement utilisé comme puits producteur de saumure) et les DST devraient être analysés en profondeur.

Le puits A203 contient une mince zone poreuse de 2 mètres au niveau du Beauharnois qui pourrait s'étendre au puits voisin A199 situé à près de 20 km à l'est. Un test de courte durée réalisé en 1989 n'a malheureusement pas permis de bien évaluer la zone puisqu'elle était en communication avec les zones inférieures saturées en eau. Les carottes devraient être examinées. La proximité d'une faille normale entre le A203 et le A008 qui est localisée à 1,5 km au nord pourrait représenter un risque pour l'injection. Si cette zone est perforée au niveau du puits A203 un échantillon d'eau devrait être prélevé afin de comparer la concentration de matières dissoutes avec les puits situés plus à l'est (région de Nicolet et de Bécancour). Une concentration beaucoup moins élevée suggérerait que cette zone est en communication avec la surface.

Le puits A156 pourrait s'avérer intéressant au niveau du Cairnside. Les échantillons devront être examinés ainsi que la carotte. La profondeur de cette carotte devrait être calibrée à l'aide des diagraphies. Le DST #1 (7682-7697 pieds) qui a récupéré 1620 pieds d'eau salée devrait être analysé.

Dans les puits A165 et A165A (déviation du puits A165 vers le sud), une zone au niveau du Beekmantown pourrait s'avérer intéressante mais pourrait être restreinte.

Le puits A186 pourrait contenir une porosité significative entre 3728 et 3828 pieds (Theresa) puisque le DST#3 (3740-3900 pieds) suggère que la zone a été endommagée. Le test devrait donc être analysé de près de même que les échantillons de déblais de forage.

Plusieurs essais ont été réalisés à la base du Covey Hill dû à l'évidence de porosité observée sur les échantillons ainsi que sur les diagraphies. Par contre, les tests ont indiqué que la perméabilité ne serait pas développée ce qui a été confirmé par l'analyse de carottes récupérées à ce niveau. Ces carottes et les essais de production devront donc être réexaminés afin d'en connaître la cause. Un programme d'évaluation et éventuellement de stimulation pourra être préparé en cas de besoin.

La figure suivante montre une carte des zones d'intérêt identifiées dans cette étude.

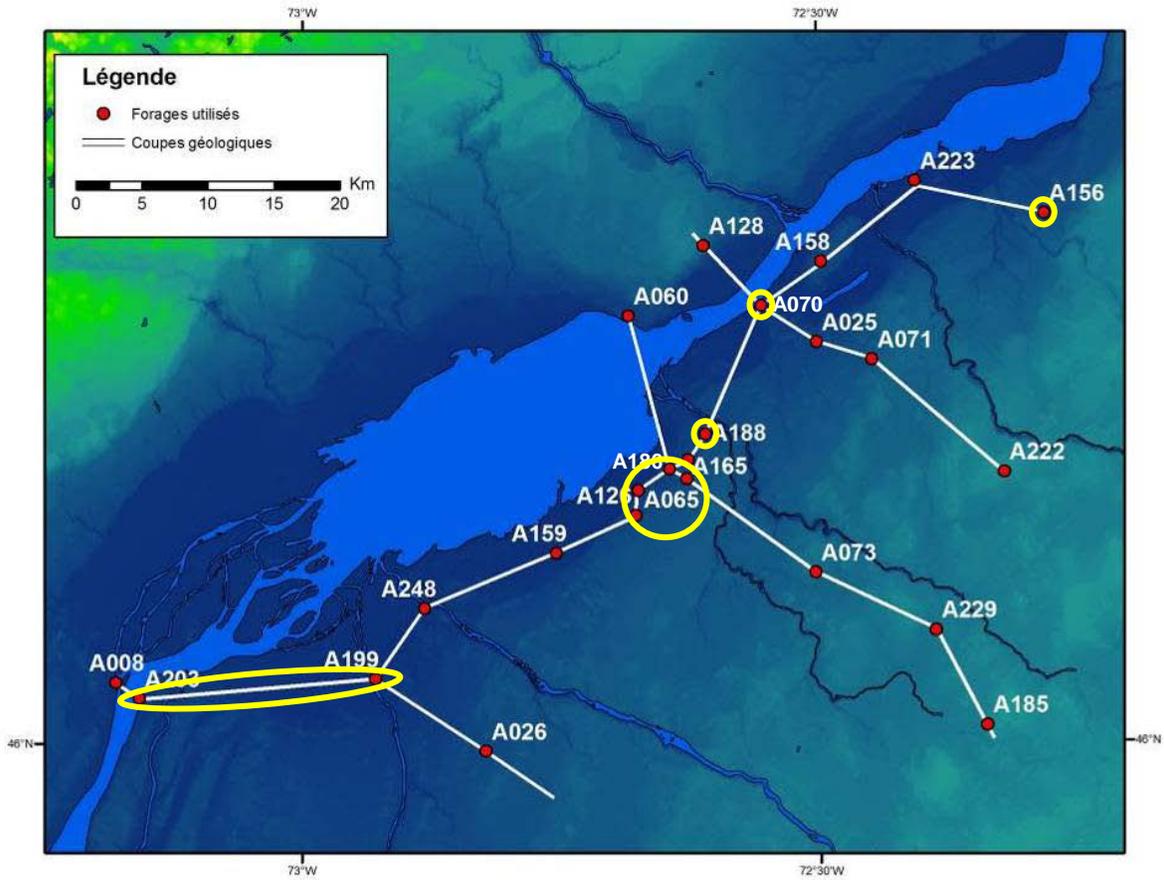


Figure 15 - Carte des zones d'intérêt, encerclées en jaune, identifiées dans ce rapport.

## 6. Travaux futurs

### 6.1. Court terme

Les travaux qui seront réalisés au cours des prochains mois consisteront à :

- Examiner les échantillons de retailles et de carottes dans les puits mentionnés dans ce rapport en particulier au niveau des zones d'intérêt. Au besoin analyser les zones équivalentes dans les puits situés à proximité afin de statuer sur l'étendue du réservoir. Analyser visuellement ou par la calcimétrie les échantillons au niveau présumé du Chazy afin d'éviter de le confondre avec le Beauharnois.
- Examiner les échantillons du puits A125 pour confirmer la localisation de la faille de Yamaska et vérifier la présence de dolomie hydrothermale. Cet exercice pourrait être répété sur le puits A165.
- Compléter l'interprétation des coupes géologiques régionales Lanoraie/St-Simon, L'Assomption/St-Simon et Leclercville/Villeroy (Figure 6).
- Faire l'évaluation pétrophysique détaillée à l'aide du logiciel HDS 2000. Il faut souligner que les zones ciblées ont été identifiées à partir de l'évaluation préliminaire des diagraphies et des travaux réalisés par les opérateurs. Nous pouvons donc anticiper que quelques niveaux réservoirs n'ont pas été repérés lors du forage.

### 6.2. Long terme

À plus long terme, dans l'optique de faire des tests d'injection de CO<sub>2</sub>, les travaux recommandés sont :

- Faire un modèle géologique 3D simplifié du bassin sédimentaire des Basse-Terres du Saint-Laurent afin de pouvoir réaliser des calculs de volumes et ainsi estimer la capacité théorique et effective du bassin pour la séquestration géologique du CO<sub>2</sub>.
- Étudier les zones qui pourraient être retenues pour l'injection du CO<sub>2</sub>. Les essais de production aux niveaux du Cairnside et du Beekmantown sur les puits suivants devront être évalués par un ingénieur de réservoir : A65, A70, A156, A165, A186 et A203 (on pourrait ajouter les puits A170 et A172 situés sur la rive nord du Lac St-Pierre si nécessaire). Les objectifs de cette évaluation seraient de connaître la perméabilité et l'étendue des réservoirs.
- Étudier toutes les analyses d'eau de formation disponibles ainsi que les pressions qui pourraient servir à mieux comprendre l'étendue et les barrières au niveau de l'aquifère régional.
- Examiner de près les zones poreuses et non perméables du Covey Hill afin d'évaluer si cette zone pourrait, lorsque stimulée, servir à l'injection de CO<sub>2</sub>. Les conclusions présentées par Haliburton en 1978 suite aux analyses par diffraction des rayons-X et aux observations au microscope électronique à balayage (MEB) effectuées sur le puits A188 devront être scrutées de nouveau afin de nous orienter sur la faisabilité d'effectuer des travaux de stimulation.
- La diffraction des rayons X pourrait également être réalisée au niveau du Beekmantown pour aider à identifier les minéraux qui affectent les lectures *gamma ray* et déterminer si ces minéraux ont un effet négatif sur la porosité.

## 7. Conclusions

L'étude approfondie des diagraphies a permis de déterminer les caractéristiques distinctives des différences formations. Les sommets des formations des groupes de Potsdam, Beekmantown, Chazy, Black River, Trenton et du Shale d'Utica ont ainsi pu être positionnés avec précision. Quelques ambiguïtés subsistent quant à la distinction entre le Black River et le Chazy de même qu'entre le Chazy et le Beauharnois. Ceci semble incohérent avec le fait que le contact stratigraphique Chazy/Beauharnois représente une discordance importante qui pourrait être visible sur les diagraphies. Plus de travaux seront nécessaires afin de mieux caractériser les deux formations.

Les premières analyses des coupes géologiques interprétées montrent que l'épaisseur de la couche de couverture, composée du Groupe de Lorraine et du Shale d'Utica, varie de 100 à plus de 3000 mètres. Les formations ayant un potentiel de réservoir (groupes de Potsdam, Beekmantown, Chazy, Black River et Trenton) ont des épaisseurs variant de 260 à plus de 1100 mètres

Parmi tous les puits qui ont été analysés seuls quelques uns retiennent l'attention. Au niveau du Cairnside, certains puits possèdent des niveaux poreux, mais ces zones sont minces, quelques mètres seulement, et ont une porosité assez faible, moins de 8% en général. Elles sont aussi limitées en étendue.

Dans le Beekmantown, la porosité est généralement peu développée mais le puits A203 pourrait s'avérer intéressant. Ce puits qui contient une zone de 3 mètres avec une porosité moyenne de 8%. Elle pourrait s'étendre puisque le puits A199, situé à 20 km à l'est, est poreux à ce même niveau. Un essai d'injection pourrait être envisagé.

Enfin, le Covey Hill est généralement plus poreux et probablement plus étendue que les niveaux supérieurs mais il est peu perméable. La présence de matériaux fins ou de minéraux d'argile pourrait être la cause de cette faible perméabilité. Il semble toujours être saturé en eau. Une question se pose : si ce niveau était stimulé, pourrions-nous utiliser cette zone pour injecter du CO<sub>2</sub> ? Une firme d'ingénieurs spécialisée dans ce domaine pourrait suite à l'examen des échantillons et des travaux antérieurs préparer un programme de stimulation qui aurait comme but d'accroître la perméabilité.

## Références

- Bachu, S. (2008) Legal and regulatory challenges in the implementation of CO<sub>2</sub> geological storage: An Alberta and Canadian perspective. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 2, 259-273.
- Bachu, S., Bonijoly, D., Bradshaw, J., Burruss, R., Holloway, S., Christensen, N. P., Maathiasen, O., M. (2007) CO<sub>2</sub> storage capacity estimation: Methodology and gaps. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 1, 430-443.
- Bertrand, R., Chagnon, A., Duchaine, Y., Lavoie, D., Malo, M., Savard, M. M. (2003) Sedimentologic, diagenetic and tectonic evolution of the Saint-Flavien gas reservoir at the structural front of the Québec Appalachians. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 51, 126–154.
- Castonguay, S., Dietrich, J., Shinduke, R., Laliberté, J.-Y. (2006) Nouveau regard sur l'architecture de la Plate-forme du Saint-Laurent et des Appalaches du sud du Québec par le retraitement des profils de sismique réflexion M-2001, M-2002 et M-2003. Commission géologique du Canada, Dossier Public 5328, 19 pages (2 feuillets).
- Denis, Claude (1983) Corrélation des principaux puits du bloc de Nicolet et des puits A172, 12/13 et 170 de la région de Louiseville. SOQUIP, rapport no 12386, 29 pages.
- Environnement Canada (EnvCan) (2009) Émissions de GES par installation (2008). Division des GES - Environnement Canada. Tableau 4. [http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility\\_f.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility_f.cfm).
- Globensky, Y. (1987) Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MM 85-02, 63 pages.
- Globensky Y et collaborateurs (1993) Lexique stratigraphique canadien, volume V-B, Région des Appalaches, des Basses-Terres du St-Laurent et des Îles de la Madeleine. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction générale de l'exploration géologique et minérale, DV 91-23, 327 pages.
- Héroux, Y. (1974) Évaluation sédimentologique et pétrophysique du grès de base de 20 forages des Basses-Terres du St-Laurent. Institut National de Recherches Scientifiques (INRS-Pétrole), Ministère des Richesses Naturelles du Québec, rapport GM 29990, 122 pages.
- Institut national de recherche scientifique (INRS) (1979) Rapport sur les possibilités de stockage de gaz naturel dans la région des Bases-Terres du Saint-Laurent, Québec. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, rapport DP669, 107 pages.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2005) IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. IPCC, Cambridge University Press, 442 pages.
- International Energy Agency (IEA) (2008) CO<sub>2</sub> capture and storage - A key carbon abatement option. IEA/OECD, Paris, France, 261 pages.
- Morton-Thompson, D., Woods, A.M. (1992) Development Geology Reference Manual. AAPG Methods of Exploration Series #10, 550 pages.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) (2009) Carte structurale du toit du socle précambrien, région Basses-Terres. Document AB\_CSP\_NAD83\_G.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) (2008) Carte de compilation, exploration pétrolière et gazière, régions géologiques AB. Document AB\_CE\_250K\_C.
- Schlumberger (2005) Log Interpretation Charts.
- Séjourné, S., Dietrich, J., Malo, M. (2003) Seismic characterization of the structural front of southern Quebec Appalachians. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 51, 29-44.

## Rapports de forage utilisés

Puits	Numéro du document au MRNF	Titre du document
A008	1956OA008-12	Well log (history log) for the Bald Mountain Berthier no 1 well
A008	1956OA008-14	Summary report on Bald Mountain Berthierville no 1 well with well log
A008	1956OA008-15	Log, Bald Mountain Berthierville no 1
A025	1934OA025-02	Geological log of the St. Gregoire no 1 well
A025	1934OA025-03	Log of Canadian Seaboard St. Gregoire no 1 well
A026	1931OA026-04	Lithology of the Canadian Seaboard, St-Gerard no 1 well
A060	1956OA060-01	2 notices, interim logs, reports (daily drilling, chronological, operations), well log and sample descriptions, tests summary for the Canso St-Maurice Pointe-du-Lac no 1b well
A064	1959OA064-15	Log of Laduboro no 4 La Baie-Yamaska well
A065	1962OA065-11	Log of Laduboro no 5 La Baie-Yamaska
A065	1962OA065-12	Well evaluation, Laduboro LaBaie no. 5
A065	1962OA065-14	Geological and engineering report with well log for the Laduboro La Baie no 5 Yamaska well
A070	1956OA070-11	Well log report, Imperial Lowlands no. 2
A070	1956OA070-12	Log of Imperial Lowlands no 2 (St-Gregoire) well
A071	1956OA071-01	Well log report, Imperial Lowlands no. 3
A071	1956OA071-11	Log of Imperial Lowlands no 3 well
A073	1957OA073-02	Geological log of Imperial Lowlands no 6
A073	1957OA073-11	Imperial Lowland Nicolet no 6 St. Perpetue
A125	1963OA125-01	2 notices, geological & engineering report, 6 drill stem tests, reports (chemical, daily, workover) of Laduboro C I G 1 Nicolet, 5 well logs, 1 lithological, 59 geograph charts
A125	1963OA125-12	Examination reports (re drilling progress, results of slope tests, drill stem tests, flowing pressure, tests and method of producing) with log of Laduboro C I G no 1 Nicolet well
A125	1963OA125-13	Log of Laduboro C I G no 1 Nicolet well
A126	1963OA126-13	Geological log, Laduboro Q.I.G & al Yamaska no 1
A126	1963OA126-14	Geological and engineering report with well log for the Laduboro Q.I.G. Yamaska no 1 well
A128	1964OA128-11	Avis signifiant l'intention de commencer le forage, Laduboro-Bald Mountain-Intercity no 2 Trois-Rivieres
A153	1969OA153-12	Log of Laduboro LaBaie no 6 - Yamaska
A153	1969OA153-13	Notices, inspection reports, geological and engineering report with daily chronological report and daily drilling reports of well Laduboro no 6 La Baie-Yamaska
A156	1971OA156-01	2 notices, daily drilling and daywork reports, drill stem tests, core and sample description, well Husky Gentilly no 1, 3 well logs and bottle samples list
A158	1971OA158-01	Daily reports with geological log and well log for the Husky Bruyeres no. 1 well
A158	1971OA158-05	Rapport de modification de puits Husky-Bruyère no1, mise à jour des travaux (avec tower sheet)

<b>Puits</b>	<b>Numéro du document au MRNF</b>	<b>Titre du document</b>
A159	1971OA159-12	Well evaluation, SOQUIP Laduboro Baieville no 1
A159	1971OA159-15	Rapport de forage et diagraphies du puits SOQUIP Laduboro Baieville no 1
A163	1972OA163-01	Well logs, notices, drill stem test, table of drilling records, well history, daily reports on Shell Wickham no 1 well
A165	1972OA165-01	2 notices, daily drilling and daywork reports, drill stem tests, core and sample description, well c S SOQUIP Laduboro Nicolet no 1, 8 well logs
A165	1972OA165-03	Lithostratigraphie du puits Laduboro Canadian Industrial Gas, no.1 Nicolet
A165	1972OA165-04	Cole Engineering Ltd - Well evaluation of the CS SOQUIP Laduboro no 1 well - September 1, 1972
A165	1972OA165-06	Well evaluation - CS SOQUIP Laduboro Nicolet no 1 and no 1a - For SOQUIP by Cole Engineering Ltd - November, 1972 - report #4977
A165	1972OA165-08	Canada-Cities Service, Ltd - CS SOQUIP Laduboro Nicolet no 1 - Lac St-Pierre area, Quebec - report #7051
A165	1972OA165-11	Well log report with core analysis and drill stem test of CS SOQUIP Laduboro Nicolet no. 1a well
A185	1977OA185-01	Rapport de forage avec diagraphie pour le puits SOQUIP Dome Bon-Conseil no 1
A185	1977OA185-07	Évaluation géologique de SOQUIP Dome et al Notre-Dame du Bon Conseil #1 - novembre 1979 - projet 2075 - rapport #10636
A186	1977OA186-01	Avis (demande de permis pour le forage, abandon, ré-entrée), programme de forage, rapport de fin de forage et 7 essais aux tiges, rapports journaliers du puits SOQUIP Nicolet no 1, 5 diagraphies
A186	1977OA186-06	Engineering evaluation of SOQUIP Nicolet no 1 by Roberto Aguilera - March, 1978 - report #9237
A186	1977OA186-07	Rapport d'évaluation SOQUIP Nicolet no 1 - rapport #9239 - projet 2057
A188	1978OA188-01	Rapport de forage et diagraphie pour le puits SOQUIP Nicolet no 2
A188	1978OA188-09	Rapport d'évaluation - SOQUIP Nicolet no 2 - novembre 1978 - projet 2045 - rapport #9885
A188	1978OA188-10	Halliburton Services - Laboratory report for the SOQUIP Nicolet no 2 well (dolomite and basal sand) - report #10098
A188	1978OA188-12	Core Laboratories Inc - Caprock analysis for Societé Québécoise d'Initiatives Pétrolières - SOQUIP Nicolet no 2 well - Canada - report #10123
A188	1978OA188-15	Recommandation pour compléter le parachevement de SOQUIP Nicolet no 2 (avec diagraphies) - février 1979 - projet 2057 - rapport #10064
A197	1980OA197-01	Diagraphies et avis signifiant l'intention d'abandonner un puits ou de suspendre les travaux de forage, Texaco-SOQUIP Baieville no 1 Yamaska
A197	1980OA197-05	Interprétation des diagraphies - Recommandation des zones à perforer - Texaco SOQUIP Baieville no 1 Yamaska - aout 1981 - projet 2057 - rapport #11911
A199	1981OA199-01	Well report for Texaco Yamaska Est no 1 on research permit #714 with 7 electrical logs (well logs)
A203	1986OA203-01	Évaluation pétrophysique du puits Tioxide Tracy no.1
A222	1993OA222-01	Well program, BVI <i>et al.</i> St.Wenceslas no. 1, St.Lawrence Lowlands
A223	1993OA223-01	Rapport de forage pour le puits Intermont-Bécancour no 1

<b>Puits</b>	<b>Numéro du document au MRNF</b>	<b>Titre du document</b>
A223	1993OA223-02	Bécancour projet - phase 1
A229	1996OA229-04	Daily geological report, geological description, strip log and miscellaneous
A229	1996OA229-06	Rapport d'analyse de gaz, rapport géologique et liste des fioles et déblais acheminés au MRN pour le puits Genoil <i>et al.</i> Saint-Léonard no 1
A248	2006OA248-03	Drilling and geological report for the Talisman Energy-Saint François du Lac no 1 well

# **ANNEXES**



## Annexe 1 Nouveaux sommets des formations en forage

La compilation des sommets des formations dans les forages utilisés dans les coupes géologiques de ce rapport se trouve dans le tableau ci-dessous. Les profondeurs sont en mètres.

Forage	Sommet	Base	Groupe	Formation
A008	92,96	433,00	Lorraine	Nicolet
A008	433,00	514,00	Utica	
A008	514,00	606,55	Trenton	Tétreauville
A008	606,55	667,00	Trenton	Deschambault
A008	667,00	687,50	Black River	
A008	687,50	775,11	Chazy	
A025	12,19	143,26	Queenston	Bécancour
A025	143,26	210,31	Lorraine	Pontgravé
A025	210,31	1237,50	Lorraine	Nicolet
A025	1237,50	1319,80	Utica	
A025	1319,80	1429,51	Trenton	Tétreauville
A025	1429,51	1588,01	Trenton	Deschambault
A025	1588,01	1618,49	Black River	
A025	1618,49	1725,17	Chazy	
A025	1725,17	1837,94	Beekmantown	Beauharnois
A026	15,24	390,14	Queenston	Bécancour
A026	390,14	457,20	Lorraine	Pontgravé
A026	457,20	1411,22	Lorraine	Nicolet
A026	1411,22	1539,00	Utica	
A026	1539,00	1642,87	Trenton	Tétreauville
A026	1642,87	1755,65	Trenton	Deschambault
A026	1755,65	1780,03	Black River	
A026	1780,03	1844,04	Chazy	
A026	1844,04	1877,57	Beekmantown	Beauharnois
A060	94,49	563,88	Lorraine	Nicolet
A060	563,88	594,00	Utica	
A060	594,00	634,00	Trenton	Tétreauville
A060	634,00	750,00	Trenton	Deschambault
A060	750,00	764,00	Black River	
A060	764,00	775,72	Chazy	
A060	775,72	865,94	Beekmantown	Beauharnois
A065	28,96	769,62	Lorraine	
A065	769,62	799,00	Utica	
A065	799,00	845,00	Trenton	Tétreauville

<b>Forage</b>	<b>Sommet</b>	<b>Base</b>	<b>Groupe</b>	<b>Formation</b>
A065	845,00	937,50	Trenton	Deschambault
A065	937,50	947,00	Black River	
A065	947,00	1011,00	Chazy	
A065	1011,00	1062,00	Beekmantown	Beauharnois
A065	1062,00	1159,00	Beekmantown	Theresa
A065	1159,00	1313,00	Potsdam	Cairnside
A065	1313,00	1331,98	Potsdam	Covey Hill
A065	1331,98	1352,40	Précambrien	
A070	39,01	720,00	Lorraine	
A070	720,00	785,00	Utica	
A070	785,00	850,00	Trenton	Tétreauville
A070	850,00	959,00	Trenton	Deschambault
A070	959,00	979,00	Black River	
A070	979,00	998,22	Chazy	
A070	998,22	1095,00	Beekmantown	Beauharnois
A070	1095,00	1191,00	Beekmantown	Theresa
A070	1191,00	1256,08	Potsdam	Cairnside
A071	2,13	91,44	Queenston	Bécancour
A071	91,44	140,21	Lorraine	Pontgravé
A071	140,21	1452,37	Lorraine	Nicolet
A071	1452,37	1575,00	Utica	
A071	1575,00	1694,99	Trenton	Tétreauville
A071	1694,99	1817,00	Trenton	Deschambault
A071	1817,00	1833,00	Black River	
A071	1833,00	1900,00	Chazy	
A071	1900,00	1985,47	Beekmantown	Beauharnois
A125	30,48	1008,89	Lorraine	
A125	1008,89	1027,00	Faïlle	
A125	1027,00	1127,76	Beekmantown	Beauharnois
A125	1127,76	1201,00	Beekmantown	Theresa
A125	1201,00	1269,19	Potsdam	Cairnside
A126	39,62	803,00	Lorraine	
A126	803,00	831,00	Utica	
A126	831,00	877,00	Trenton	Tétreauville
A126	877,00	971,00	Trenton	Deschambault
A126	971,00	983,00	Black River	
A126	983,00	1027,18	Chazy	
A126	1027,18	1085,00	Beekmantown	Beauharnois
A126	1085,00	1185,00	Beekmantown	Theresa
A126	1185,00	1333,00	Potsdam	Cairnside

<b>Forage</b>	<b>Sommet</b>	<b>Base</b>	<b>Groupe</b>	<b>Formation</b>
A126	1333,00	1343,25	Précambrien	
A128	141,73	182,88	Lorraine	
A128	182,88	246,90	Utica	
A128	246,90	304,80	Trenton	Tétreauville
A128	304,80	362,10	Trenton	Deschambault
A128	362,10	373,08	Black River	
A128	373,08	441,96	Chazy	
A128	441,96	533,70	Potsdam	Cairnside
A128	533,70	539,50	Précambrien	
A156	15,24	119,79	Queenston	Bécancour
A156	119,79	122,83	Lorraine	Pontgravé
A156	122,83	1647,00	Lorraine	Nicolet
A156	1647,00	1769,00	Utica	
A156	1769,00	1871,00	Trenton	Tétreauville
A156	1871,00	2021,43	Trenton	Deschambault
A156	2021,43	2041,00	Black River	
A156	2041,00	2219,00	Beekmantown	Beauharnois
A156	2219,00	2273,00	Beekmantown	Theresa
A156	2273,00	2354,00	Potsdam	Cairnside
A156	2354,00	2612,14	Potsdam	Covey Hill
A158	4,88	131,37	Lorraine	Pontgravé
A158	131,37	751,00	Lorraine	Nicolet
A158	751,00	771,50	Utica	
A158	771,50	832,00	Trenton	Tétreauville
A158	832,00	951,00	Trenton	Deschambault
A158	951,00	968,00	Black River	
A158	968,00	999,74	Chazy	
A158	999,74	1069,00	Beekmantown	Beauharnois
A158	1069,00	1130,00	Beekmantown	Theresa
A158	1130,00	1245,00	Potsdam	Cairnside
A158	1245,00	1392,94	Potsdam	Covey Hill
A159	36,57	44,20	Queenston	Bécancour
A159	44,20	746,00	Lorraine	
A159	746,00	773,00	Utica	
A159	773,00	819,00	Trenton	Tétreauville
A159	819,00	908,30	Trenton	Deschambault
A159	908,30	917,00	Black River	
A159	917,00	996,70	Chazy	
A159	996,70	1035,00	Beekmantown	Beauharnois
A159	1035,00	1134,00	Beekmantown	Theresa

<b>Forage</b>	<b>Sommet</b>	<b>Base</b>	<b>Groupe</b>	<b>Formation</b>
A159	1134,00	1280,00	Potsdam	Cairnside
A159	1280,00	1304,54	Précambrien	
A165	35,052	91,44	Queenston	Bécancour
A165	91,44	1223,77	Lorraine	
A165	1223,772	1375,00	Utica	
A165	1375	1488,00	Trenton	Tétreauville
A165	1488	1612,40	Trenton	Deschambault
A165	1612,4	1624,60	Black River	
A165	1624,6	1697,70	Chazy	
A165	1697,7	1855,30	Beekmantown	Beauharnois et plus vieux
A165	1855,3	1946,76	Précambrien	
A165A	35,05	91,44	Queenston	Bécancour
A165A	91,44	1241,68	Lorraine	
A165A	1241,68	1410,00	Utica	
A165A	1410,00	1448,40	Trenton	Tétreauville
A165A	1448,40	1596,20	Trenton	Deschambault
A165A	1596,20	1606,90	Black River	
A165A	1606,90	1770,30	Chazy	
A165A	1770,30	1956,80	Beekmantown	Beauharnois
A165A	1956,80	2027,00	Beekmantown	Theresa
A165A	2027,00	2239,06	Potsdam	Cairnside
A185	21,34	899,16	Appalaches	Sillery
A185	899,16	996,70	Appalaches	Québec (Citadelle)
A185	996,70	1432,56	Appalaches	Lévis
A185	1432,56	1706,88	Appalaches	Québec (Citadelle)
A185	1706,88	2724,91	Lorraine	
A185	2724,91	2766,00	Utica	
A185	2766,00	2887,50	Trenton	Tétreauville
A185	2887,50	2992,00	Trenton	Deschambault
A185	2992,00	3006,25	Black River	
A185	3006,85	3108,96	Chazy	
A185	3108,96	3368,04	Beekmantown	
A185	3368,04	3391,00	Utica	
A185	3391,00	3504,00	Trenton	Tétreauville
A185	3504,00	3625,00	Trenton	Deschambault
A185	3625,00	3645,41	Black River	
A185	3645,41	3756,66	Chazy	
A185	3756,66	3941,06	Beekmantown	

<b>Forage</b>	<b>Sommet</b>	<b>Base</b>	<b>Groupe</b>	<b>Formation</b>
A185	3941,06	4125,47	Utica	
A185	4125,47	4261,10	Lorraine	
A185	4261,10	4277,26	Utica	
A186	27,74	799,00	Lorraine	
A186	799,00	830,00	Utica	
A186	830,00	877,00	Trenton	Tétreauville
A186	877,00	970,00	Trenton	Deschambault
A186	970,00	979,00	Black River	
A186	979,00	1075,00	Beekmantown	Beauharnois
A186	1075,00	1192,00	Beekmantown	Theresa
A186	1192,00	1345,00	Potsdam	Cairnside
A186	1345,00	1380,74	Potsdam	Covey Hill
A186	1380,74	1393,55	Précambrien	
A188	24,38	867,16	Lorraine	
A188	867,16	965,00	Trenton	Deschambault
A188	965,00	973,84	Black River	
A188	973,84	1091,00	Beekmantown	Beauharnois
A188	1091,00	1184,45	Beekmantown	Theresa
A188	1184,45	1336,00	Potsdam	Cairnside
A188	1336,00	1391,72	Potsdam	Covey Hill
A188	1391,72	1409,09	Précambrien	
A199	142,00	705,00	Lorraine	
A199	705,00	728,00	Utica	
A199	728,00	799,00	Trenton	Tétreauville
A199	799,00	863,00	Trenton	Deschambault
A199	863,00	877,00	Black River	
A199	877,00	1032,00	Beekmantown	Beauharnois
A199	1032,00	1148,00	Beekmantown	Theresa
A199	1148,00	1316,00	Potsdam	Cairnside
A199	1316,00	1348,00	Potsdam	Covey Hill
A203	79,86	549,00	Lorraine	Nicolet
A203	549,00	613,00	Utica	
A203	613,00	719,33	Trenton	Tétreauville
A203	719,33	777,24	Trenton	Deschambault
A203	777,24	798,58	Black River	
A203	798,58	884,15	Chazy	
A203	884,15	1087,00	Beekmantown	Beauharnois
A203	1087,00	1157,00	Beekmantown	Theresa
A203	1157,00	1279,86	Potsdam	Cairnside
A203	1279,86	1739,49	Potsdam	Covey Hill

<b>Forage</b>	<b>Sommet</b>	<b>Base</b>	<b>Groupe</b>	<b>Formation</b>
A203	1739,49	1744,07	Précambrien	
A222	47,60	2581,60	Lorraine	
A222	2581,60	2592,60	Utica	
A222	2592,60	2598,60	Lorraine	
A222	2598,60	2690,00	Utica	
A222	2690,00	2853,00	Trenton	Tétreauville
A222	2853,00	2968,00	Trenton	Deschambault
A222	2968,00	2977,00	Black River	
A222	2977,00	3060,00	Chazy	
A222	3060,00	3240,00	Beekmantown	Beauharnois
A222	3240,00	3337,00	Beekmantown	Theresa
A222	3337,00	3435,00	Potsdam	Cairnside
A222	3435,00	3452,50	Potsdam	Covey Hill
A222	3452,50	3454,30	Précambrien	
A223	5,45	652,00	Lorraine	
A223	652,00	704,00	Utica	
A223	704,00	765,00	Trenton	Tétreauville
A223	765,00	900,00	Trenton	Deschambault
A223	900,00	915,00	Black River	
A223	915,00	973,00	Beekmantown	Beauharnois
A223	973,00	1001,00	Beekmantown	Theresa
A229	8,00	692,00	Québec	
A229	692,00	3369,00	Lorraine	
A229	3369,00	3403,00	Utica	
A229	3403,00	3500,00	Trenton	Tétreauville
A229	3500,00	3603,00	Trenton	Deschambault
A229	3603,00	3611,00	Black River	
A229	3611,00	3659,50	Chazy	
A229	3659,50	3889,00	Beekmantown	Beauharnois
A229	3889,00	4012,00	Beekmantown	Theresa
A229	4012,00	4037,00	Potsdam	Cairnside
A248	46,30	718,00	Lorraine	
A248	718,00	748,00	Utica	
A248	748,00	817,00	Trenton	Tétreauville
A248	817,00	885,00	Trenton	Deschambault
A248	885,00	909,00	Black River	
A248	909,00	1039,00	Beekmantown	Beauharnois
A248	1039,00	1125,00	Beekmantown	Theresa
A248	1125,00	1294,00	Potsdam	Cairnside

## **Annexe 2                      Logs composites des forages analysés**

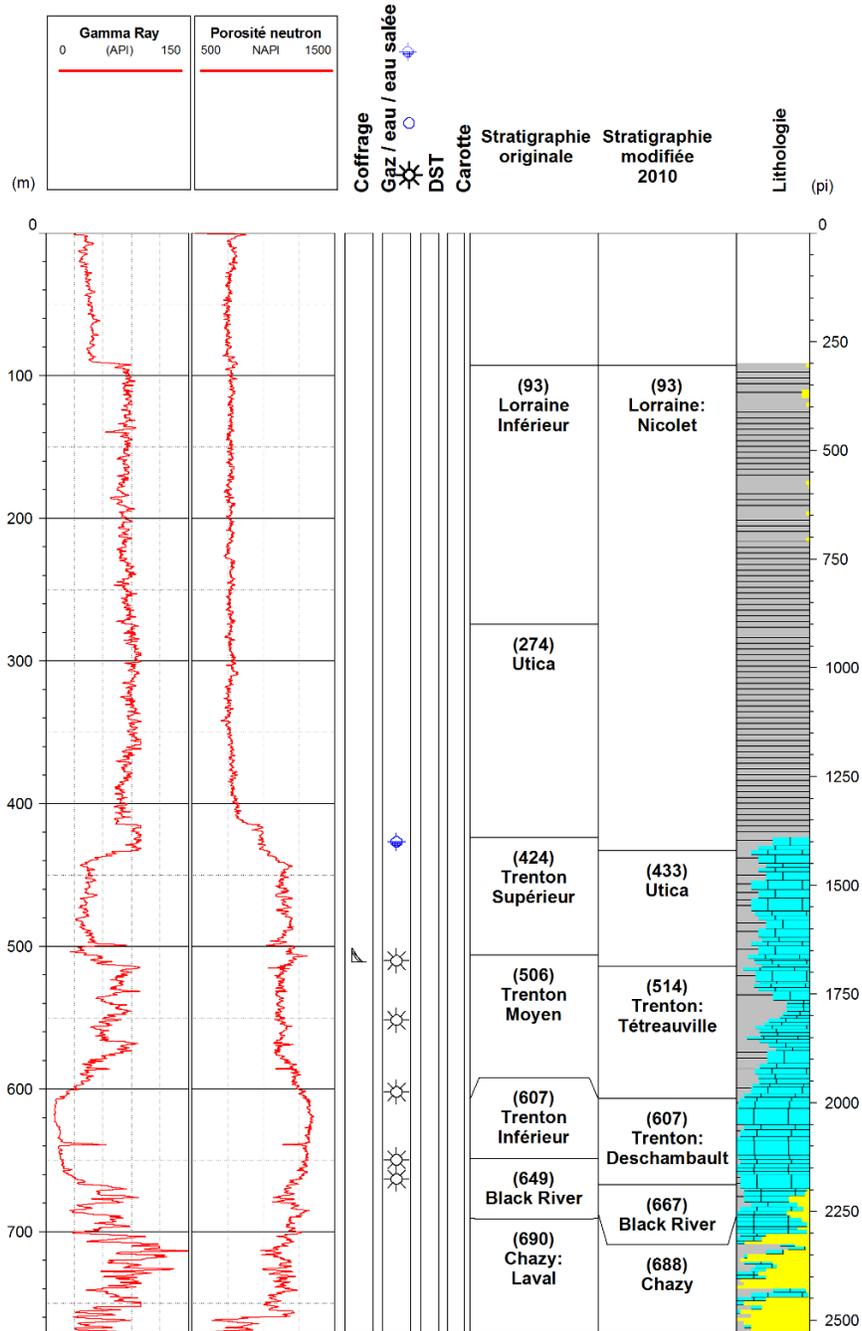
Cette annexe présente les logs composites qui ont été compilés aux fins des analyses et corrélations présentées dans ce rapport

## A008 - Bald Mountain, Berthierville No 1

Profondeur totale : 771,45 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 8,5 / 7,9 m

Année de forage : 1957

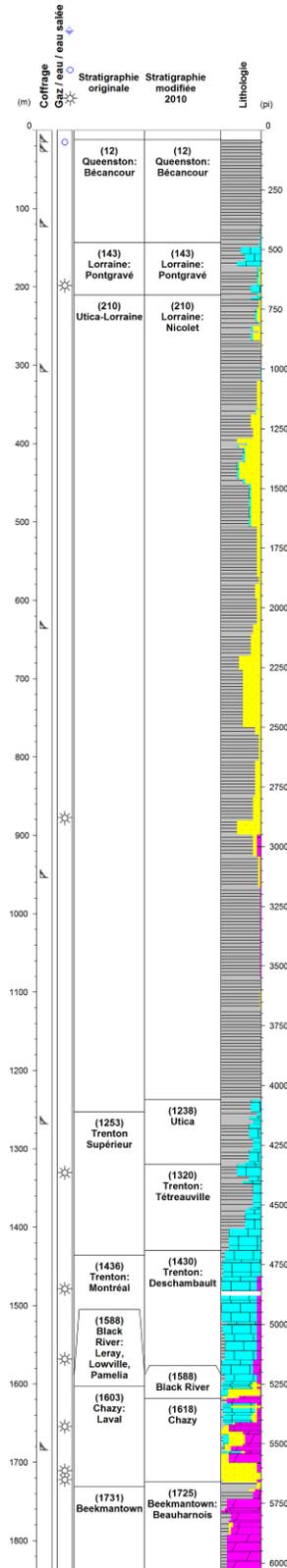


**A025 - Canadian Seaboard, Saint-Grégoire No 1**

Profondeur totale : 1837,94 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 25,3 / 24,7 m

Année de forage : 1934

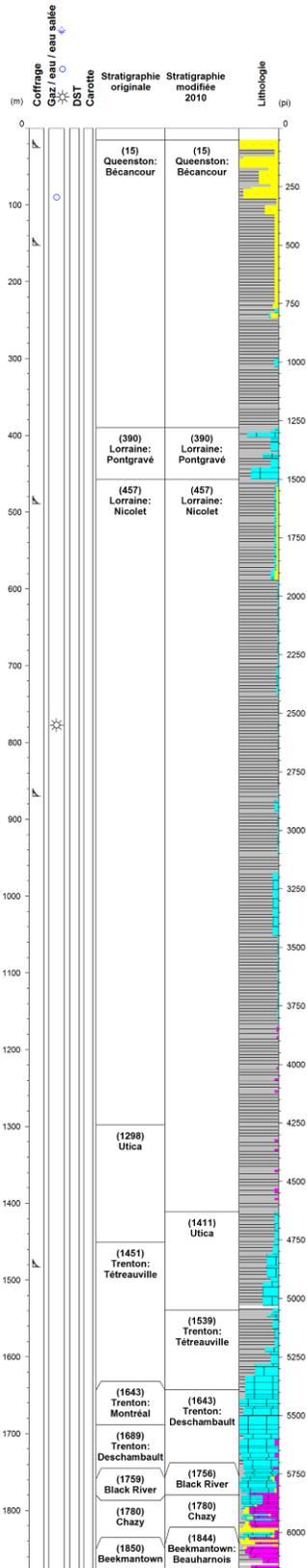


**A026 - Canadian Seaboard, Saint-Gérard No 1**

Profondeur totale : 1877,57 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 32 / 31,4 m

Année de forage : 1931

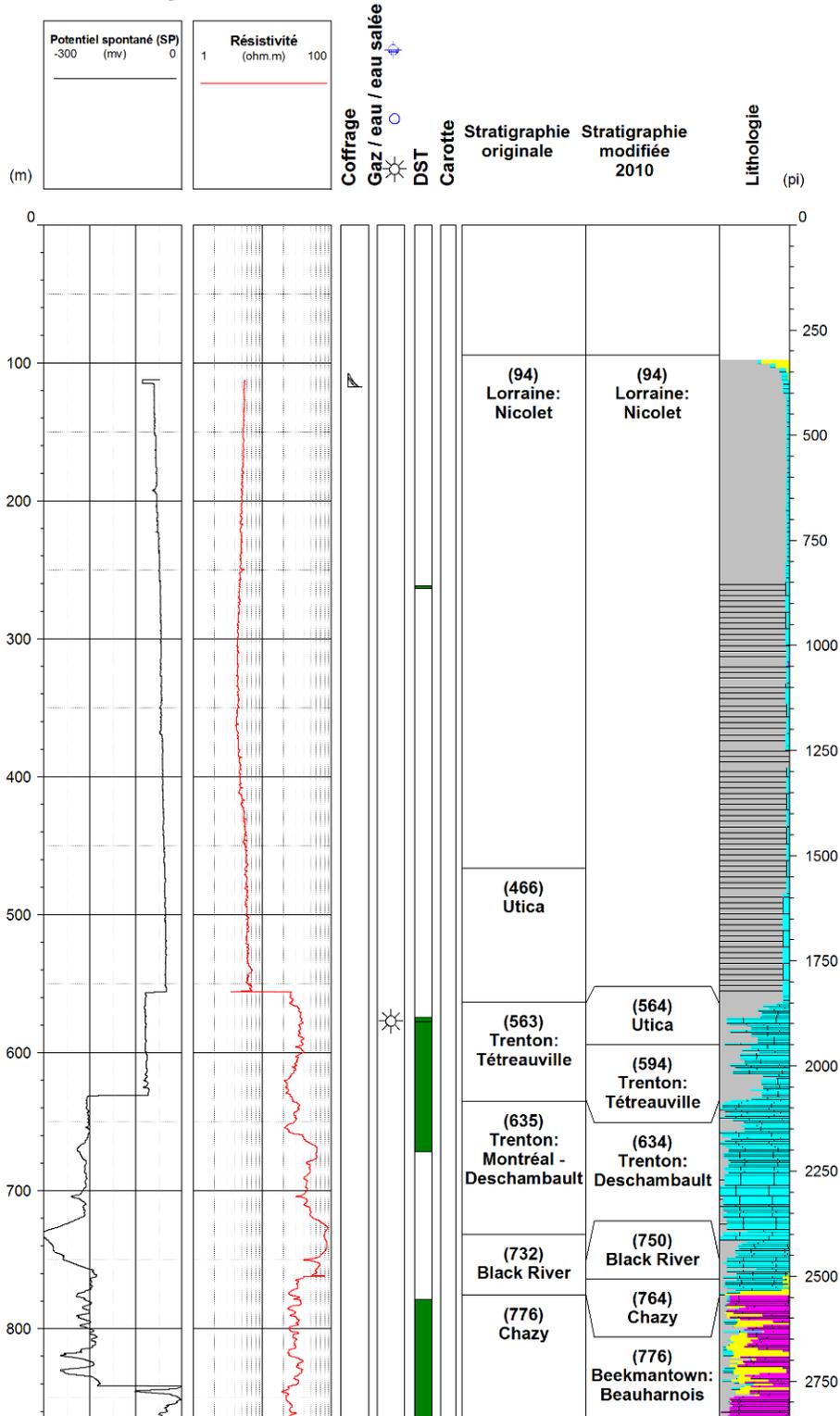


## A060 - Canso Saint-Maurice, Pointe-du-Lac No 1b

Profondeur totale : 865,94 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 19,8 / 17,4 m

Année de forage : 1957

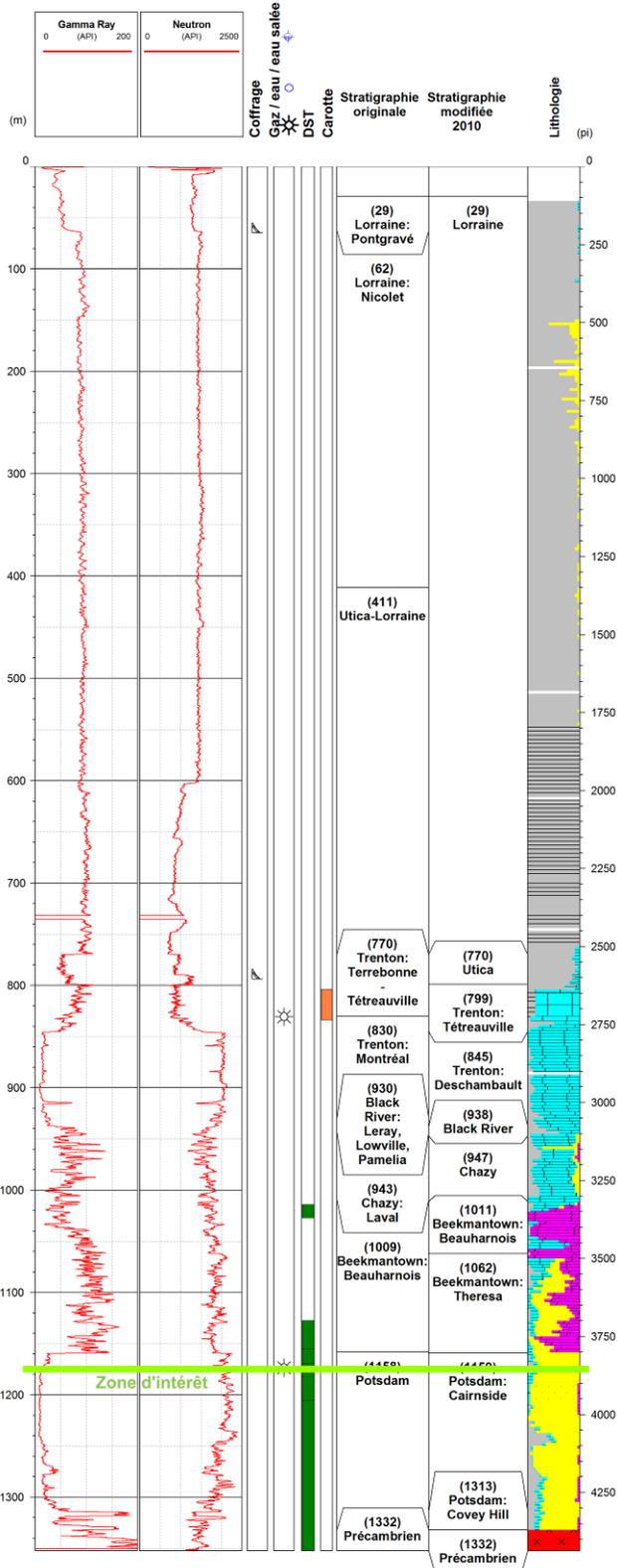


### A065 - Laduboro No 5, La Baie Yamaska

Profondeur totale : 1352,4 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 10,1 / 6,1 m

Année de forage : 1962

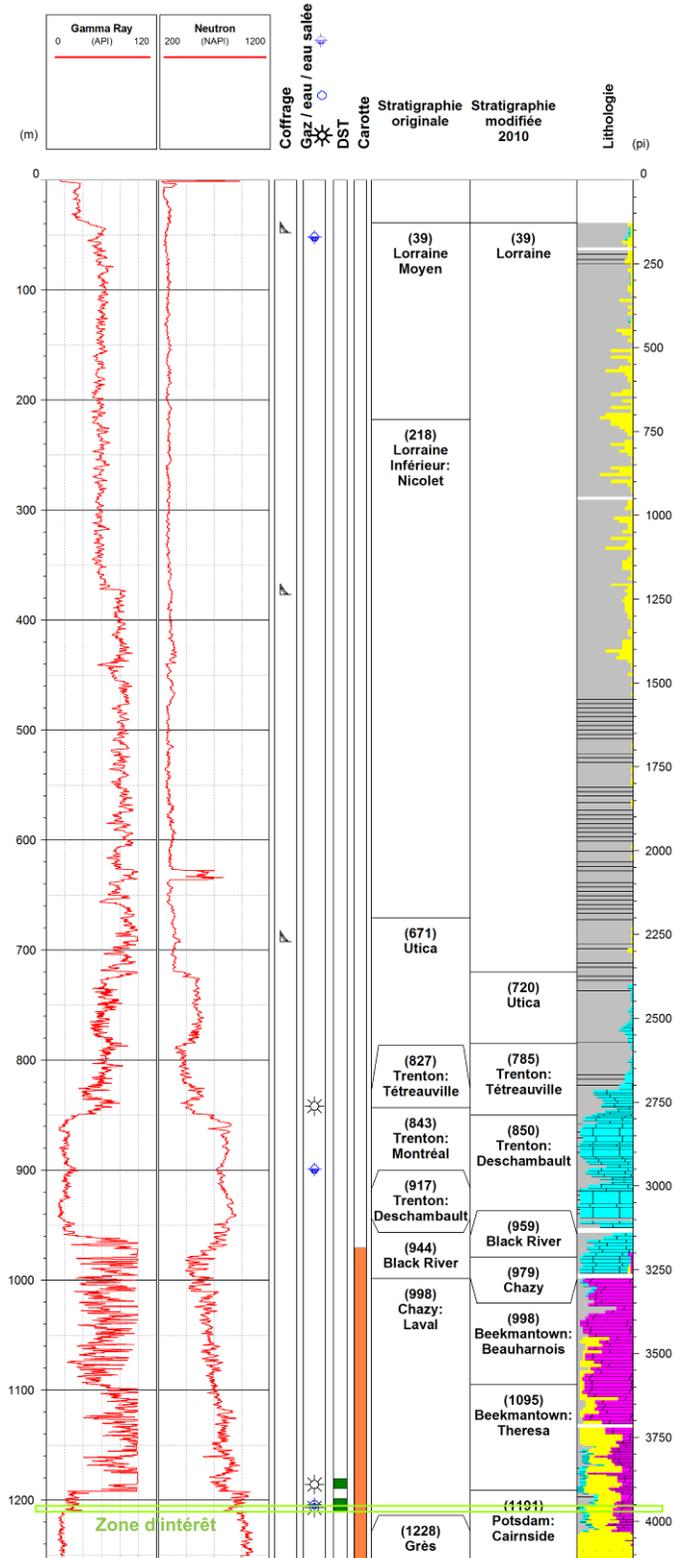


### A070 - Impérial Lowlands No 2

Profondeur totale : 1256,08 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 9,4 / 6,4 m

Année de forage : 1956

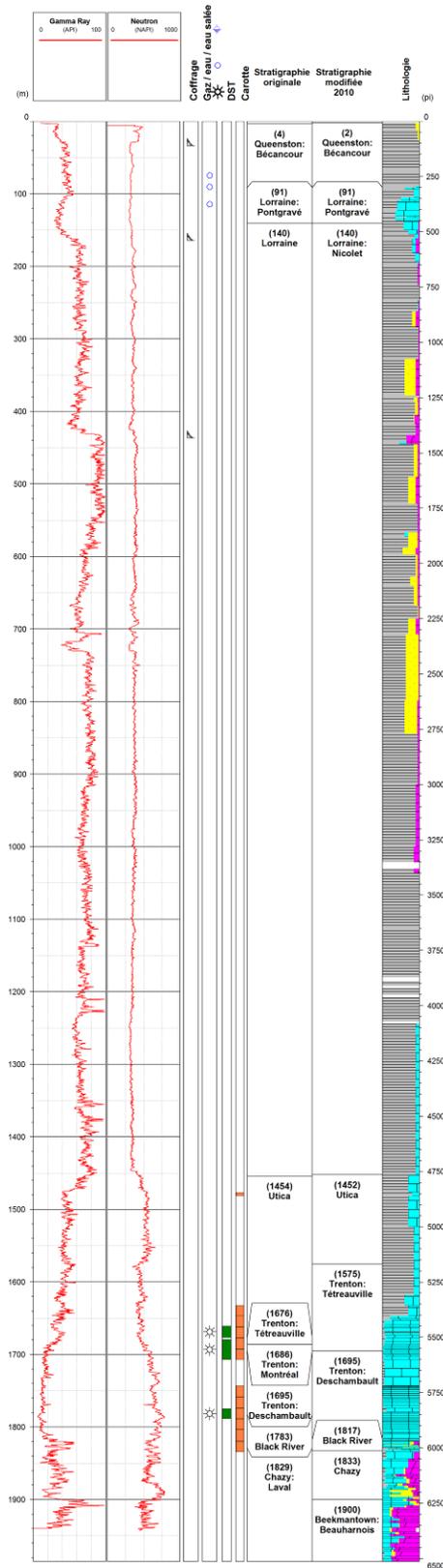


**A071 - Impérial Lowlands No 3**

Profondeur totale : 1985,47 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 45,1 / 41,5 m

Année du forage : 1956

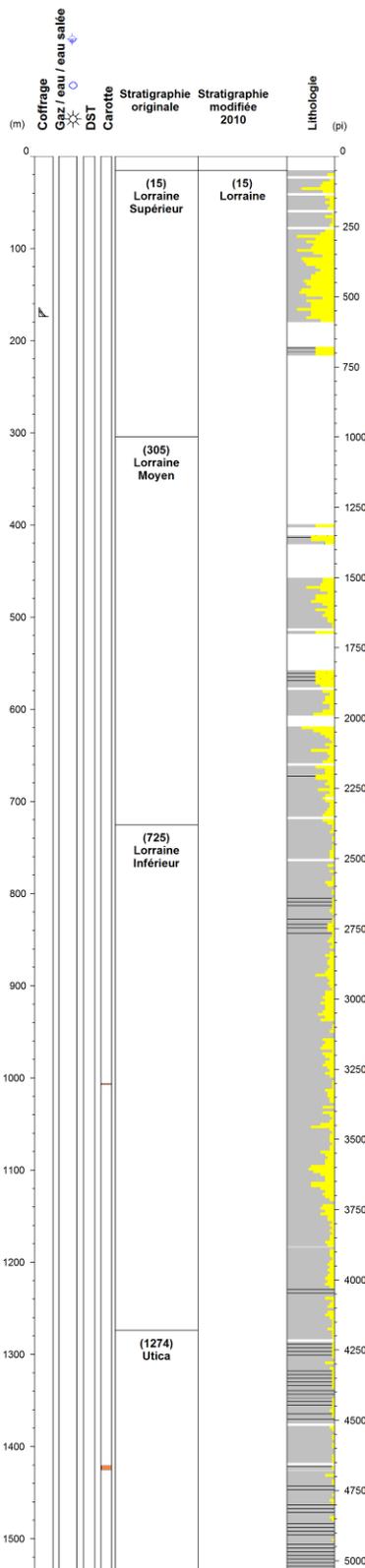


### A073 - Impérial Lowlands No 6, Nicolet

Profondeur totale : 1538,02 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 65,5 / 61,6 m

Année de forage : 1957

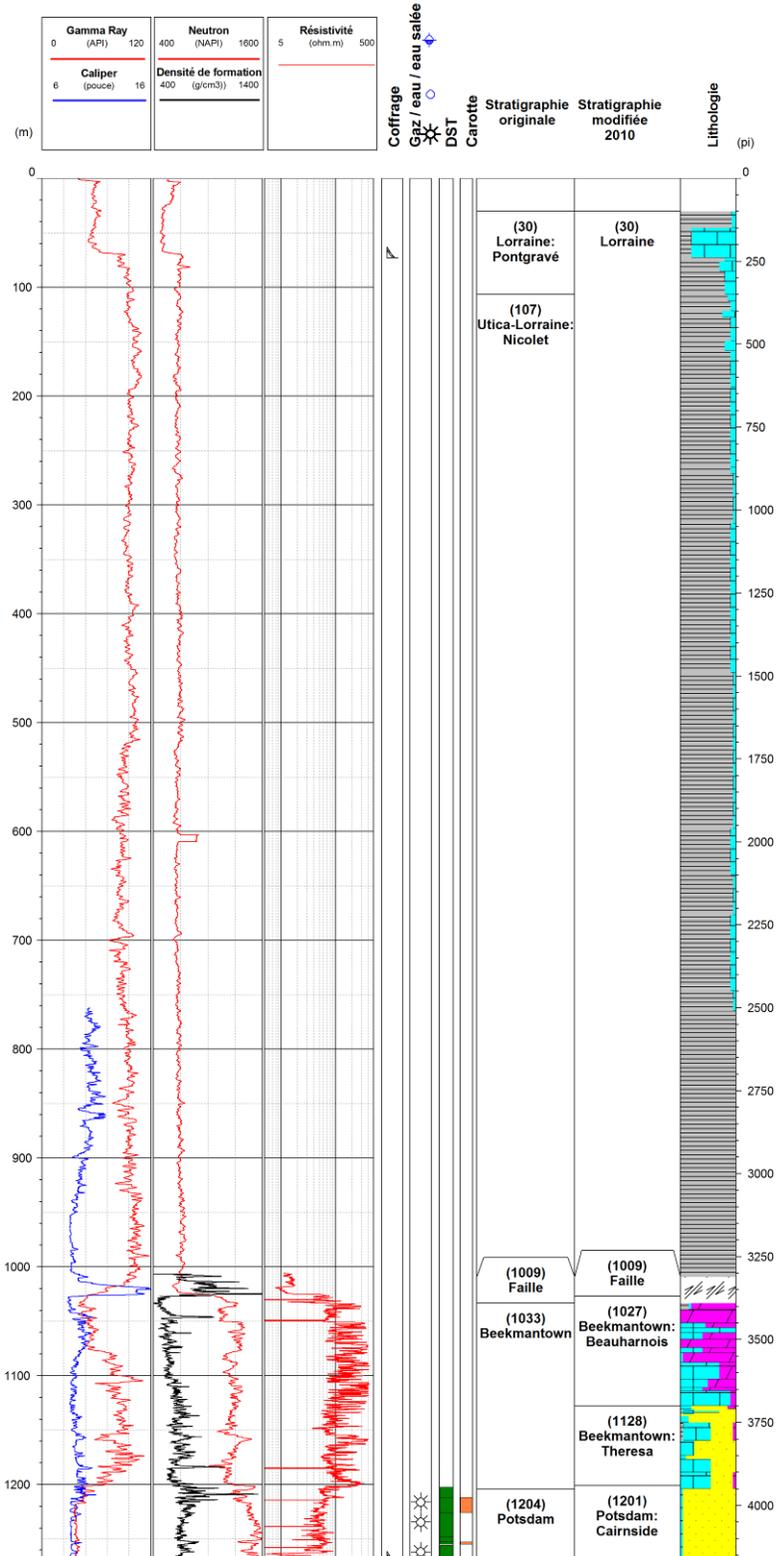


### A125 - Laduboro C.I.G. No 1, Nicolet

Profondeur totale : 1269,19 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 30,5 / 27,1 m

Année du forage : 1963

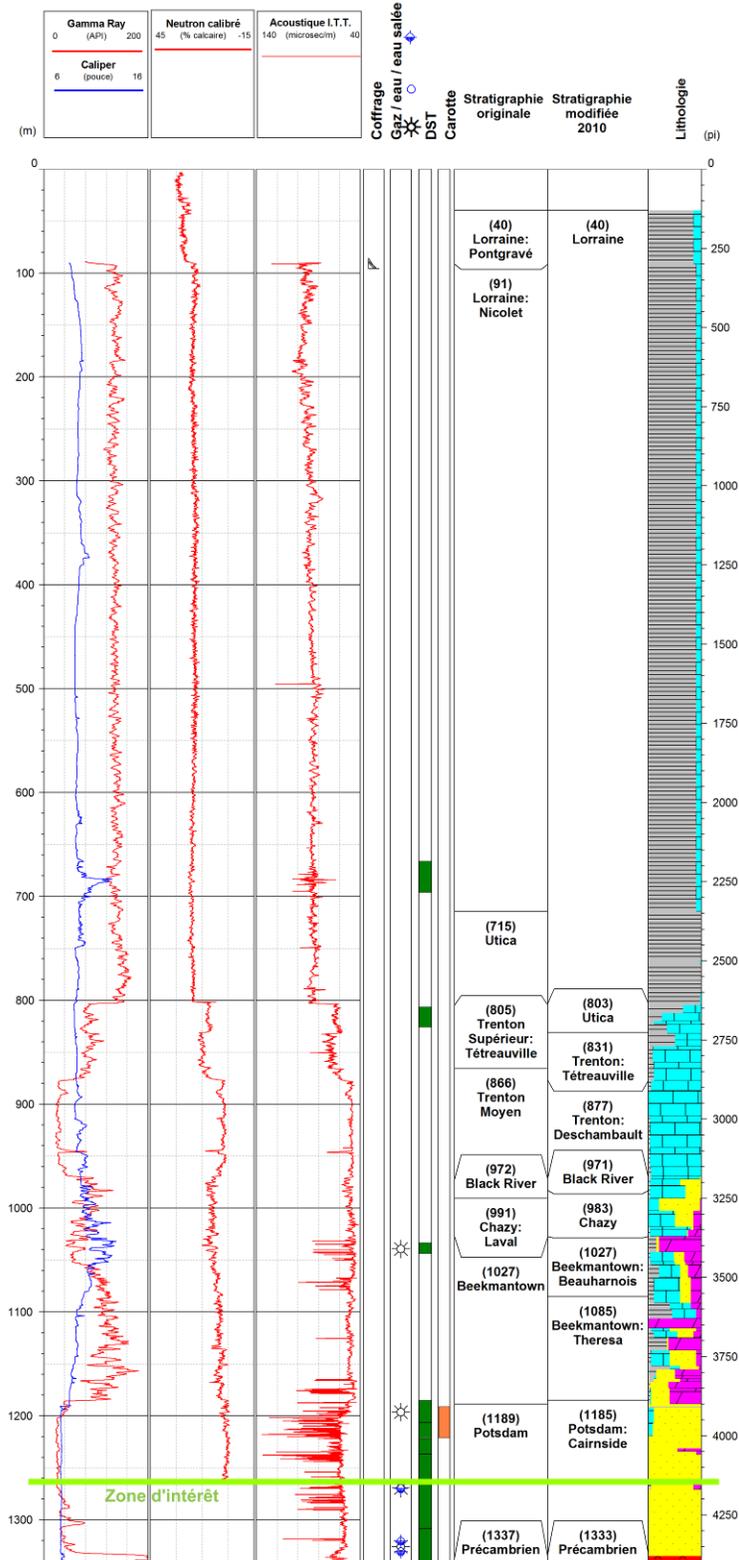


### A126 - Laduboro Q.I.G. et al. No 1, Yamaska

Profondeur totale : 1343,25 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 33,2 / 29,3 m

Année de forage : 1963

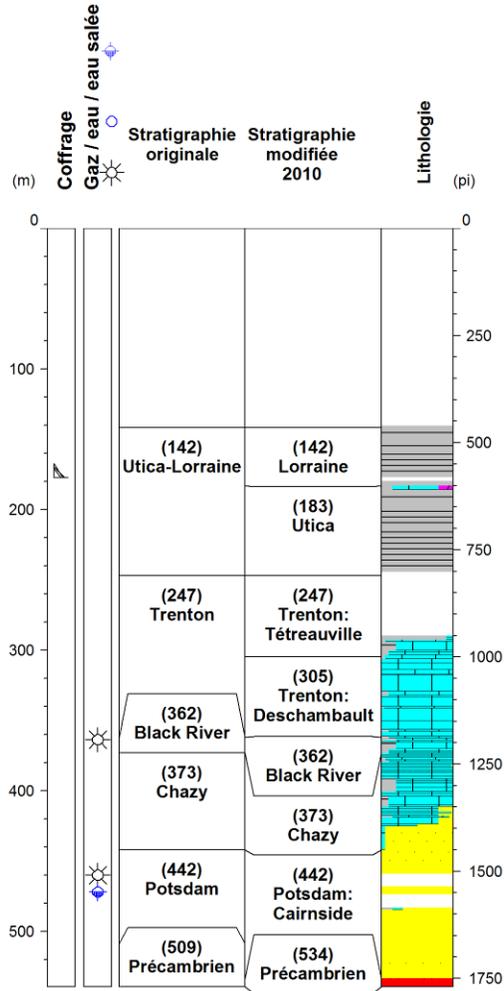


## A128 - Laduboro Bald Mountain-Intercity No 2, Trois-Rivières

Profondeur totale : 539,5 m

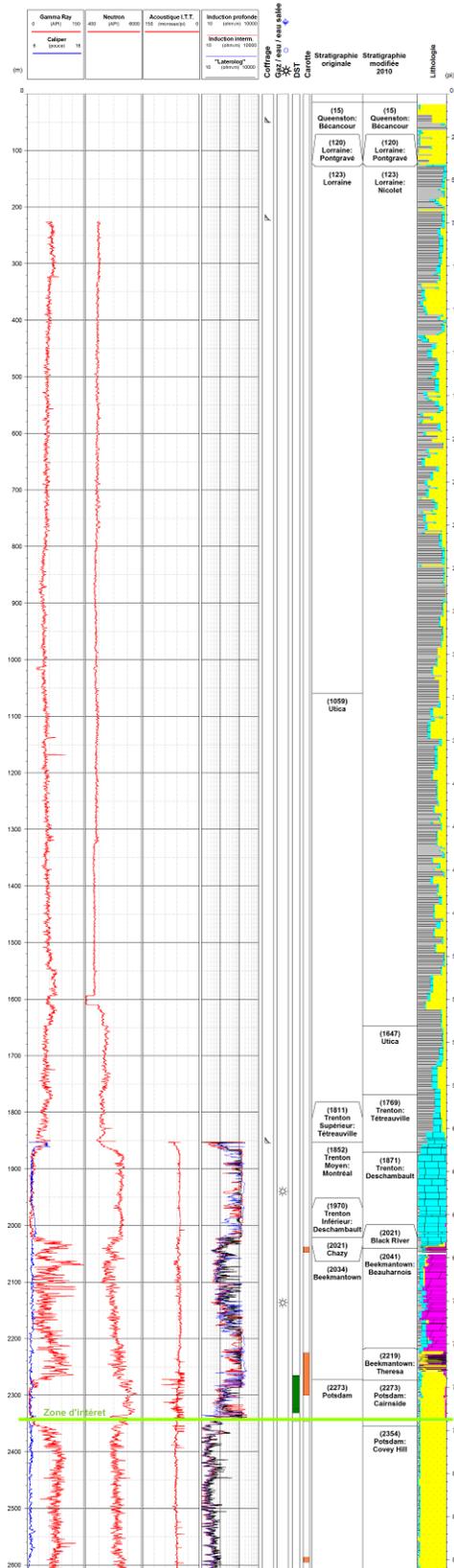
Élévation du KB / sol (p/mer) : 62,2 / 61 m

Année de forage : 1964



**A156 - Husky, Gentilly No 1**

Profondeur totale : 2612,14 m  
 Élévation du KB / sol (pimer) : 41,8 / 38,4 m  
 Année de forage : 1971

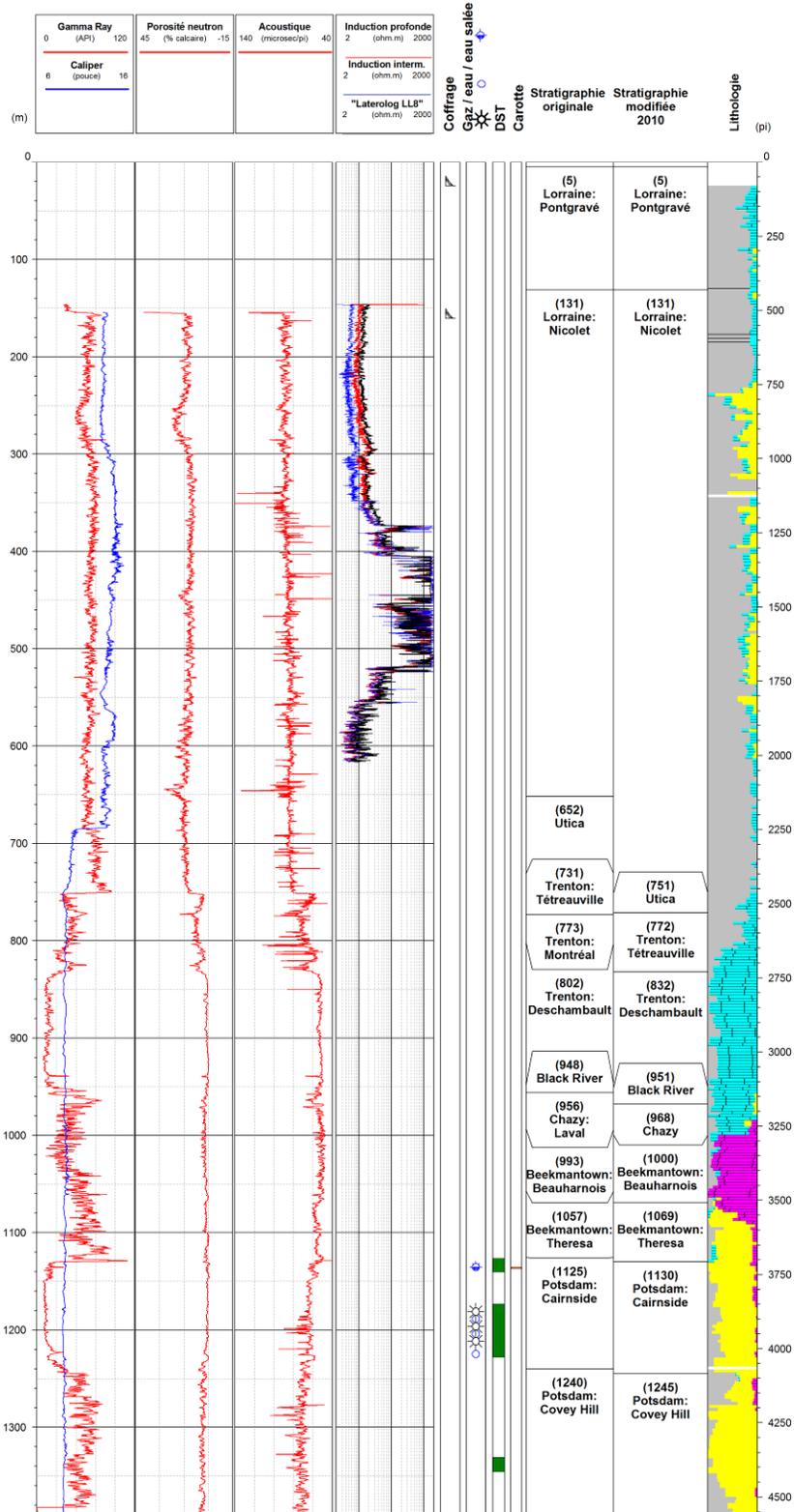


### A158 - Husky Bruyères No 1

Profondeur totale : 1392,94 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 34,1 / 29,9 m

Année de forage : 1971

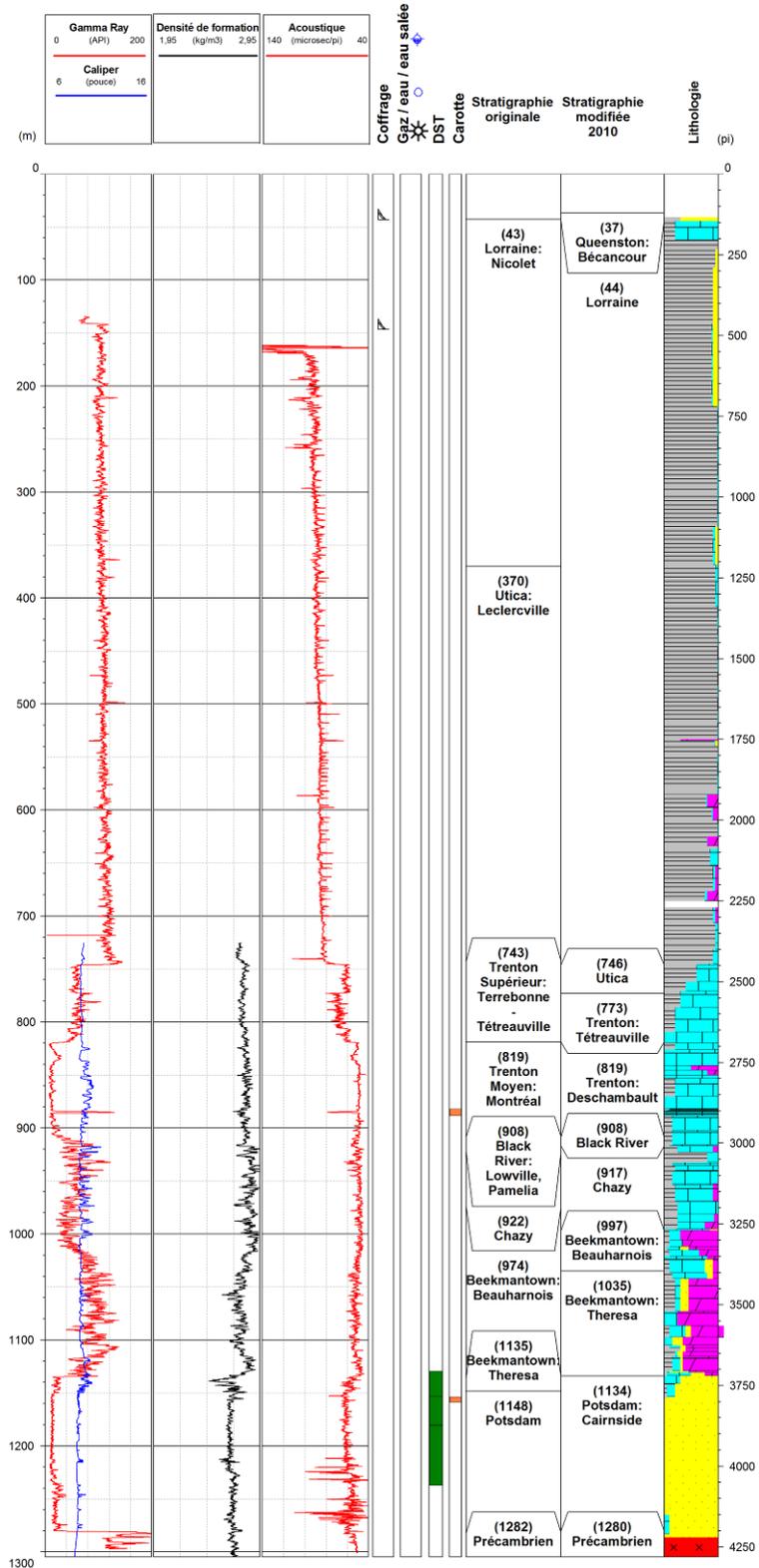


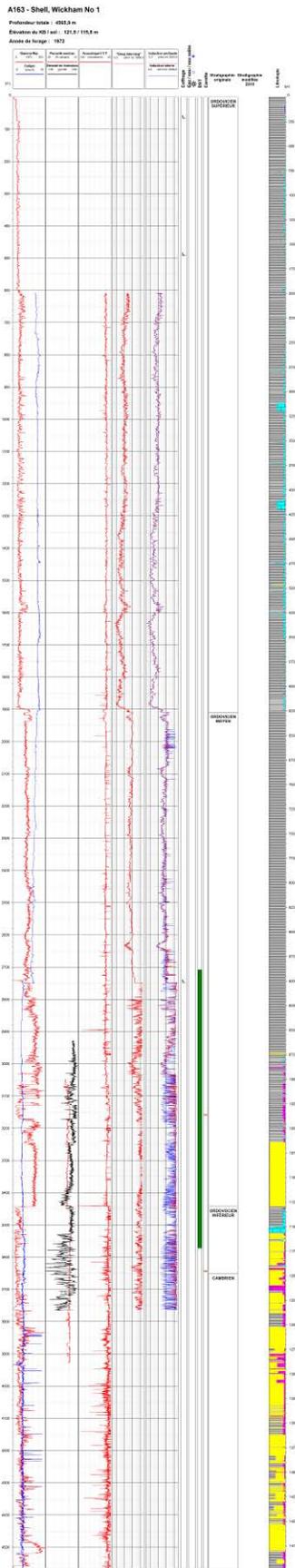
### A159 - SOQUIP Laduboro, Baieville No 1

Profondeur totale : 1304,54 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 12,8 / 9,1 m

Année de forage : 1971



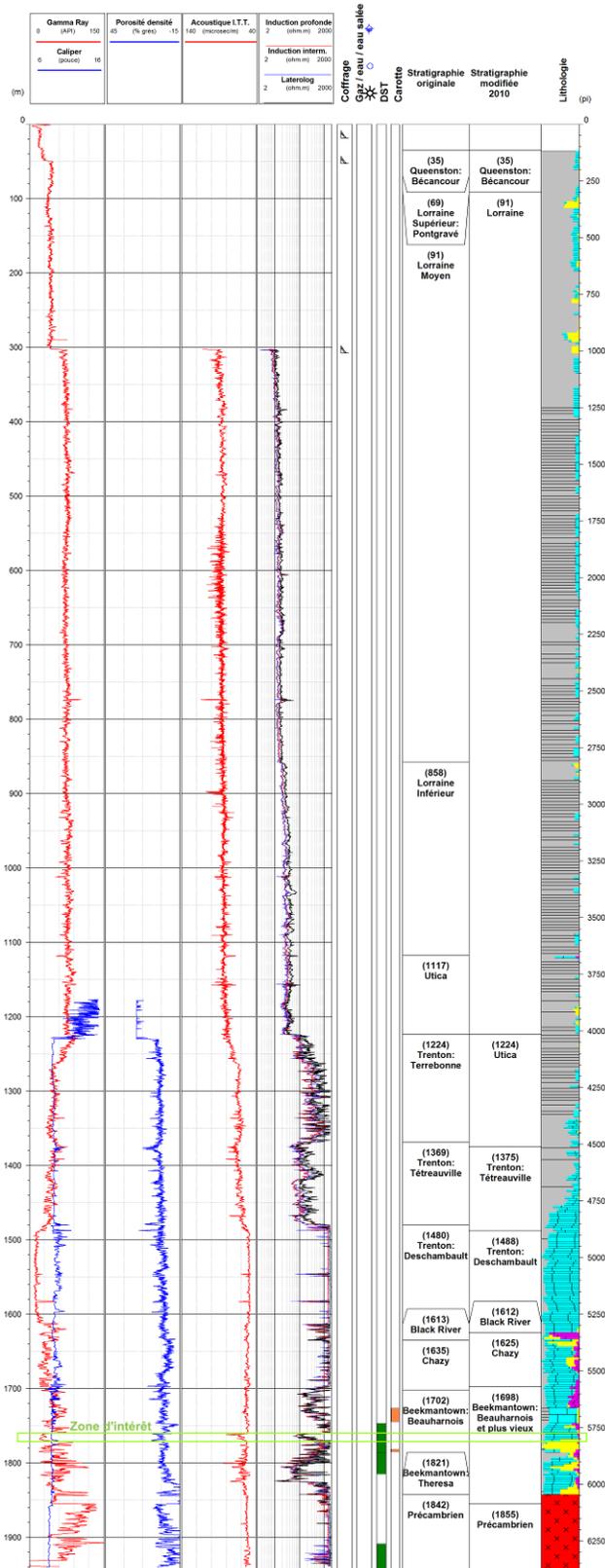


**A165 - C.S. SOQUIP Laduboro, Nicolet No 1**

Profondeur totale : 1946,76 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 41,5 / 35,4 m

Année de forage : 1972

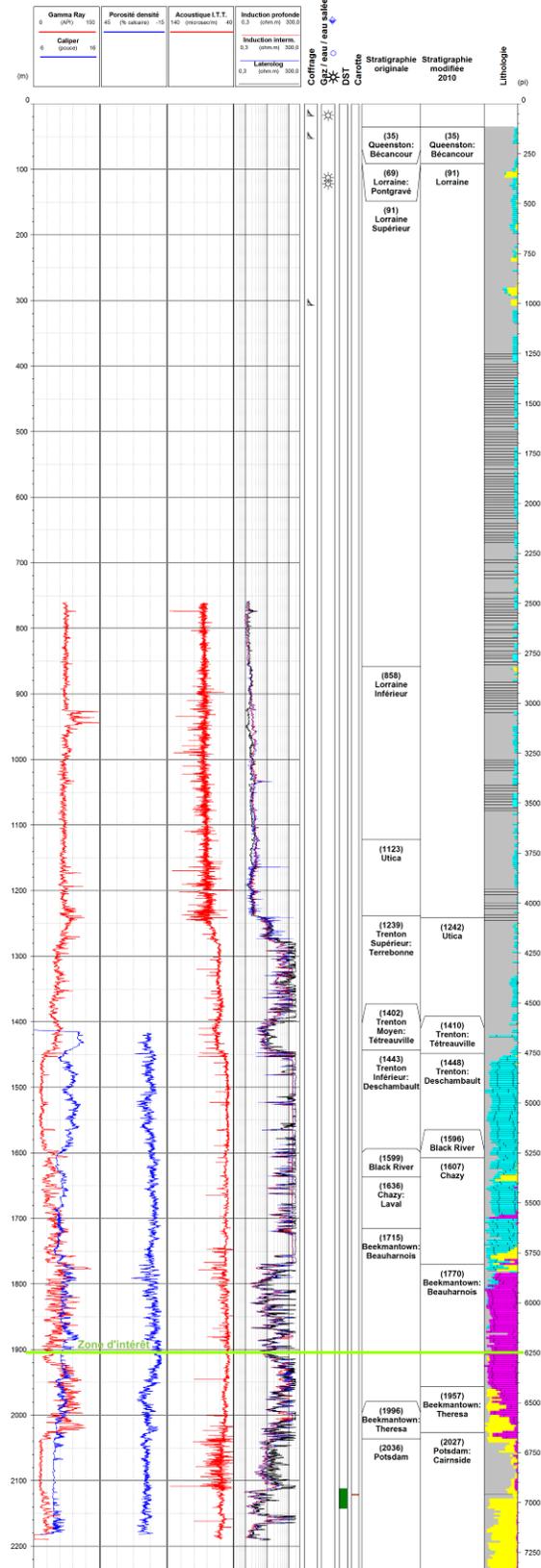


**A165a - C.S. SOQUIP Laduboro, Nicolet No 1a**

Profondeur totale : 2239,06 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 41,5 / 35,4 m

Année de forage : 1972



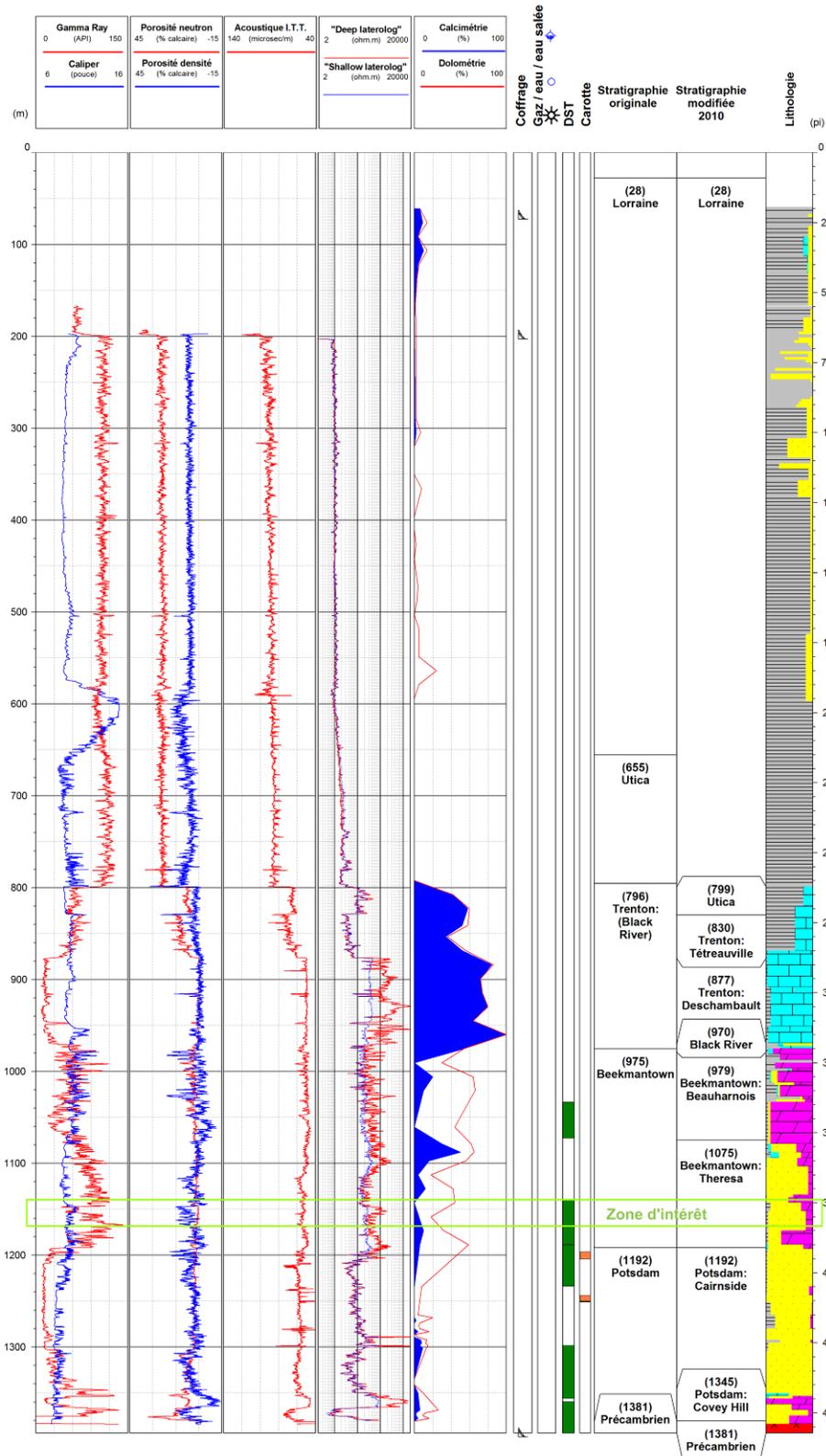


**A186 - SOQUIP, Nicolet No 1**

Profondeur totale : 1393,55 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 29,3 / 24,4 m

Année de forage : 1977

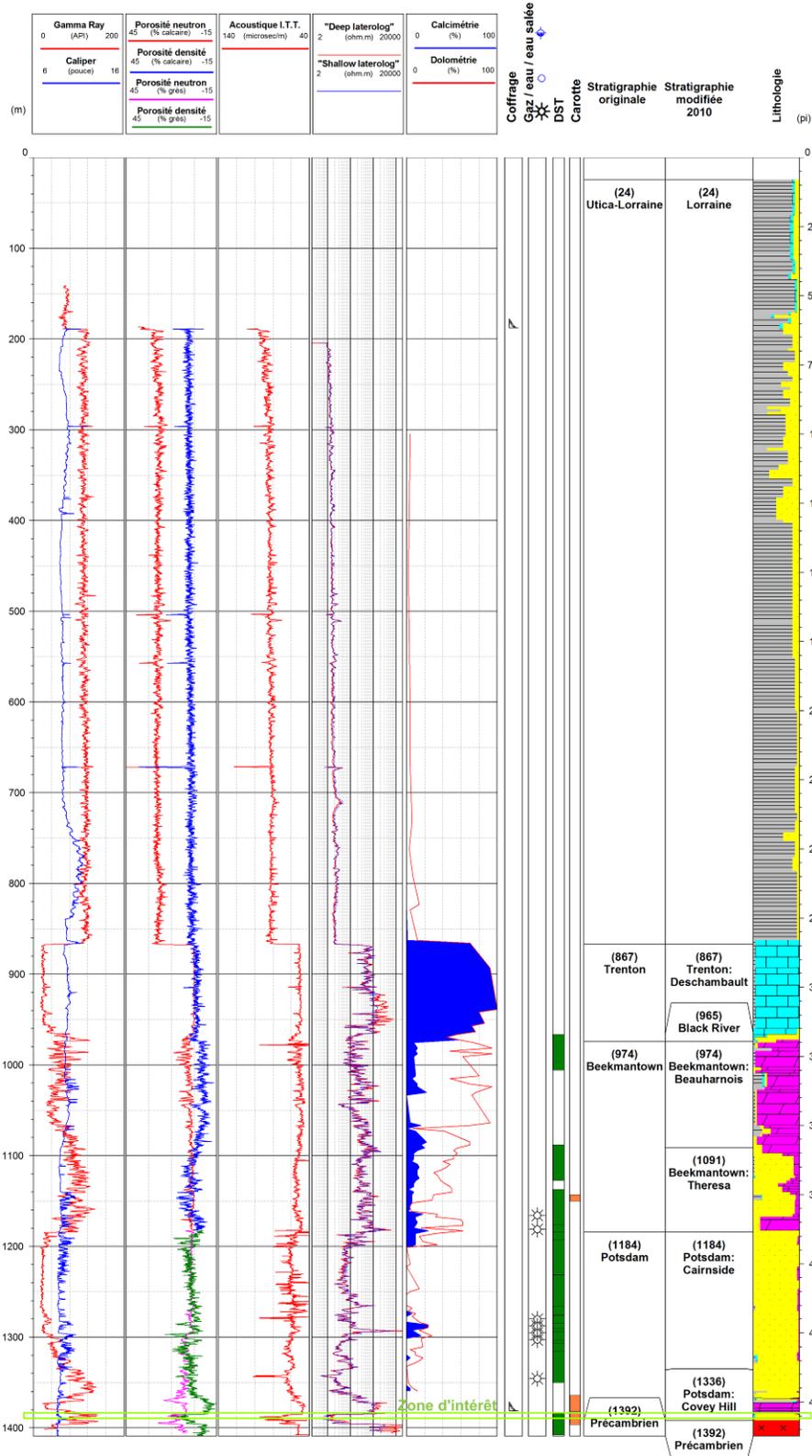


**A188 - SOQUIP, Nicolet No 2**

Profondeur totale : 1409,09 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 30,2 / 25,3 m

Année de forage : 1978

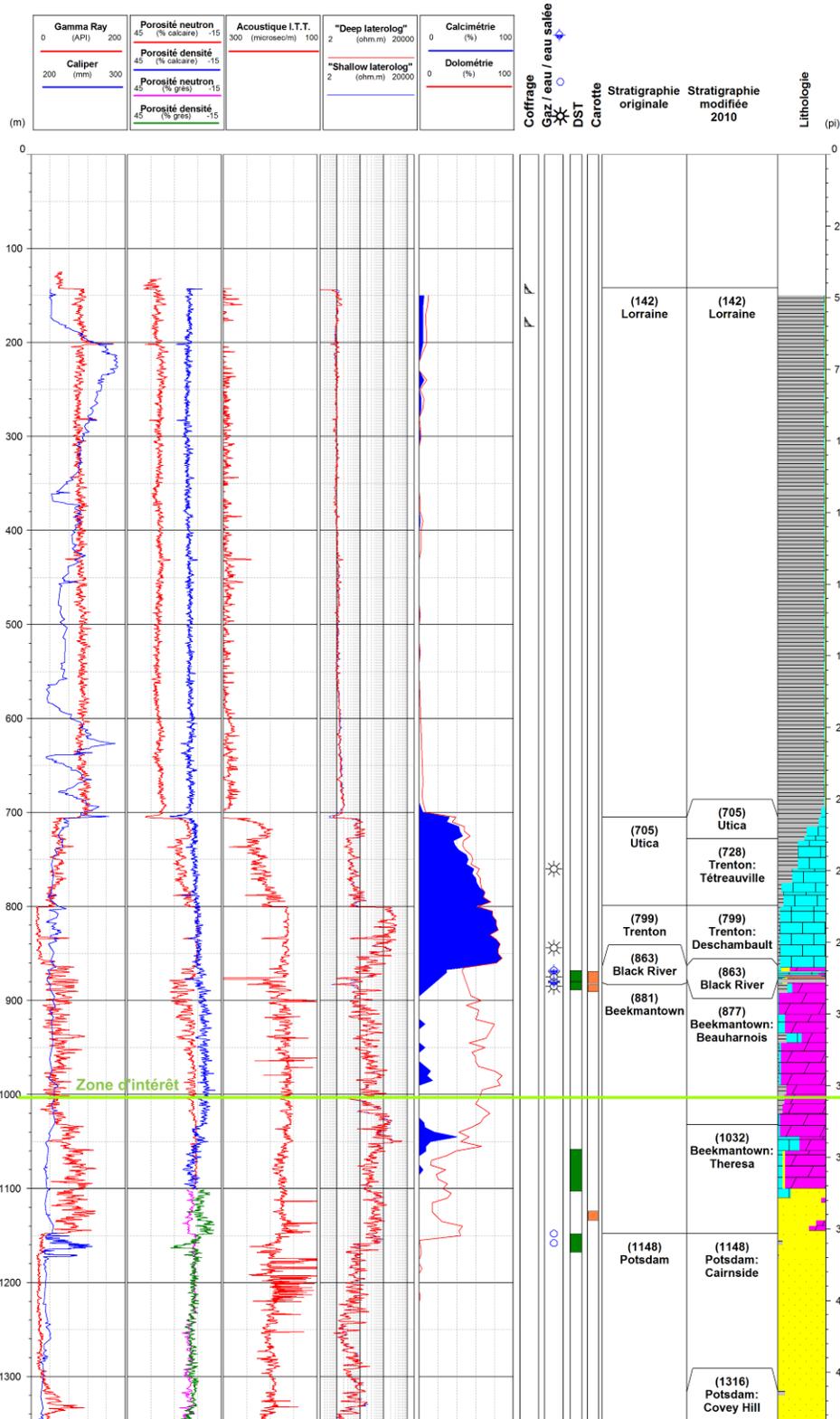


### A199 - Texaco, Yamaska-Est No 1

Profondeur totale : 1348 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 14 / 9 m

Année de forage : 1981

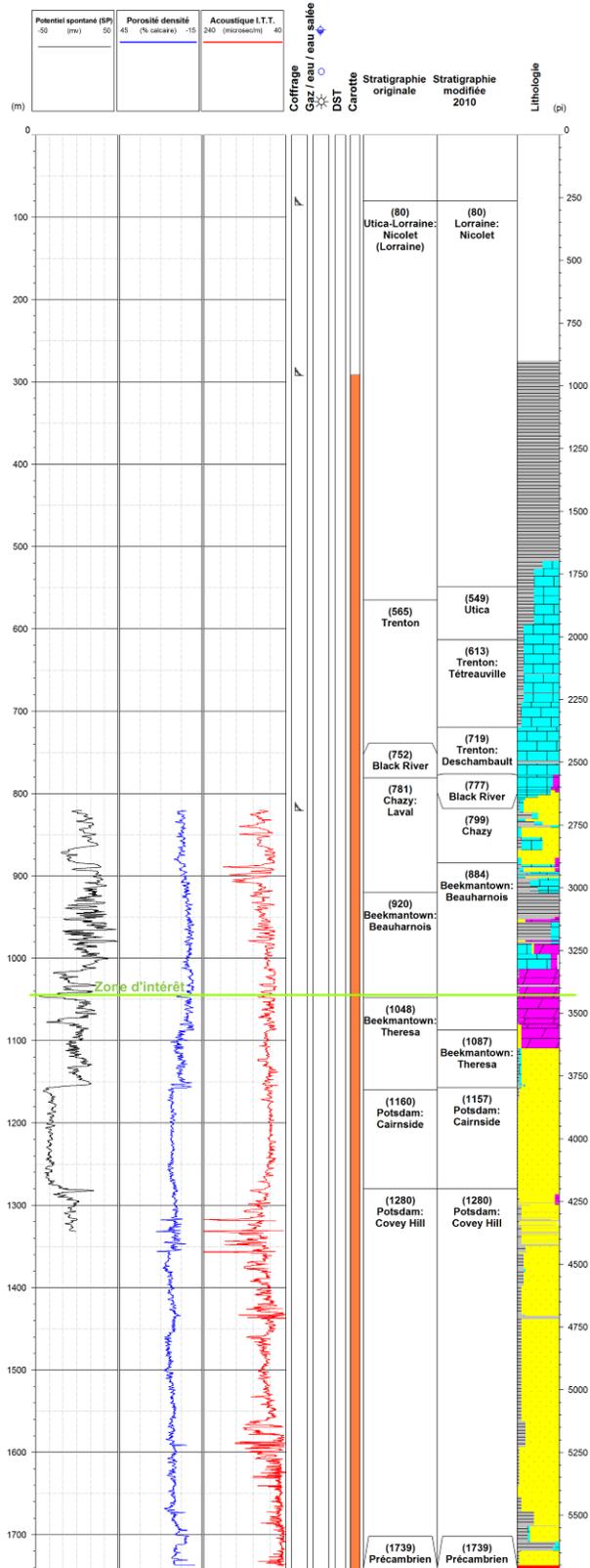


**A203 - Tioxide, Tracy No 1**

Profondeur totale : 1744,07 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 13,1 / 11,0

Année de forage : 1986

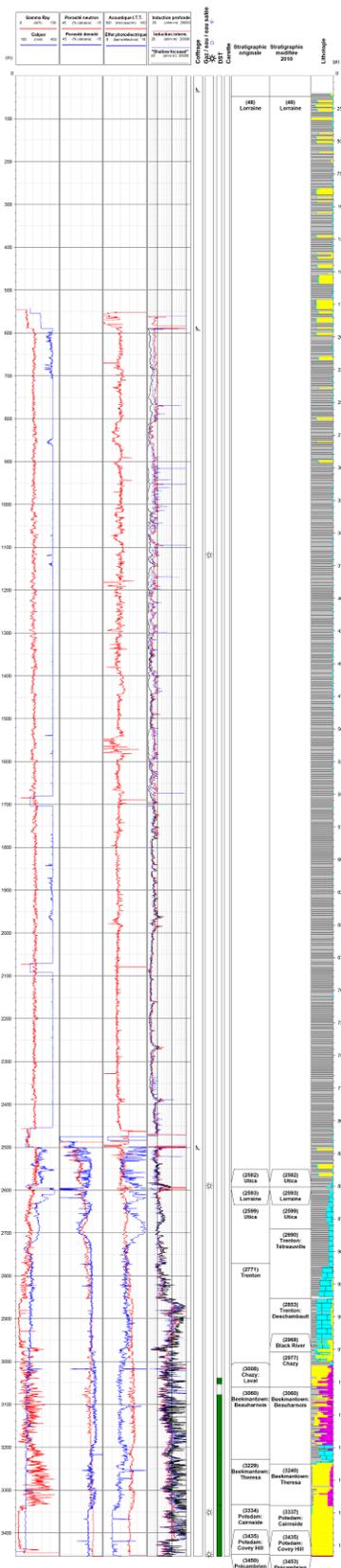


A222 - BVI et al, Saint-Wenceslas No 1

Profondeur totale : 3455 m

Élévation du KB / sol (palm): 98.14 / 90.54 m

Année de forage : 1993

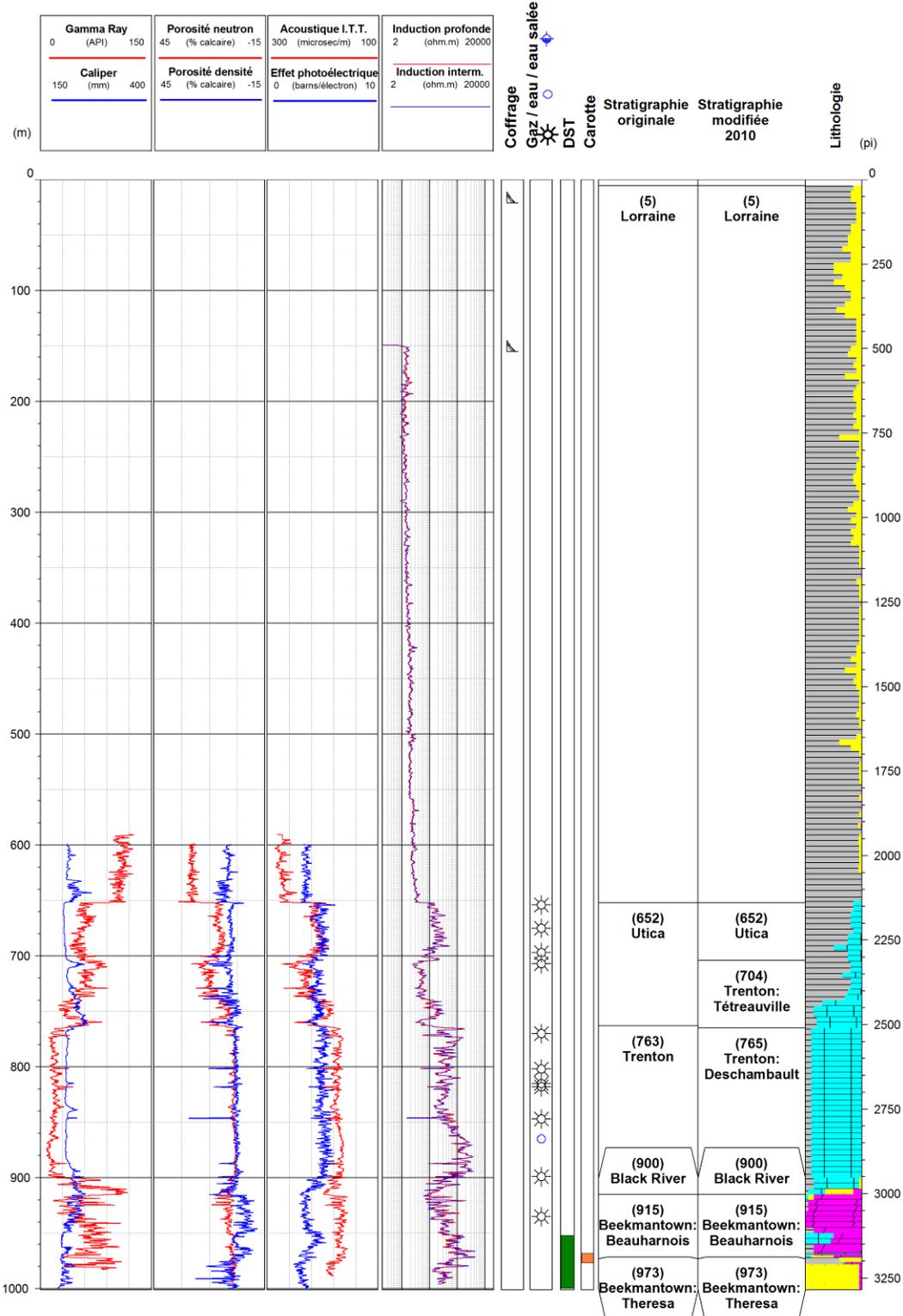


## A223 - Intermont, Bécancour No 1

Profondeur totale : 1001 m

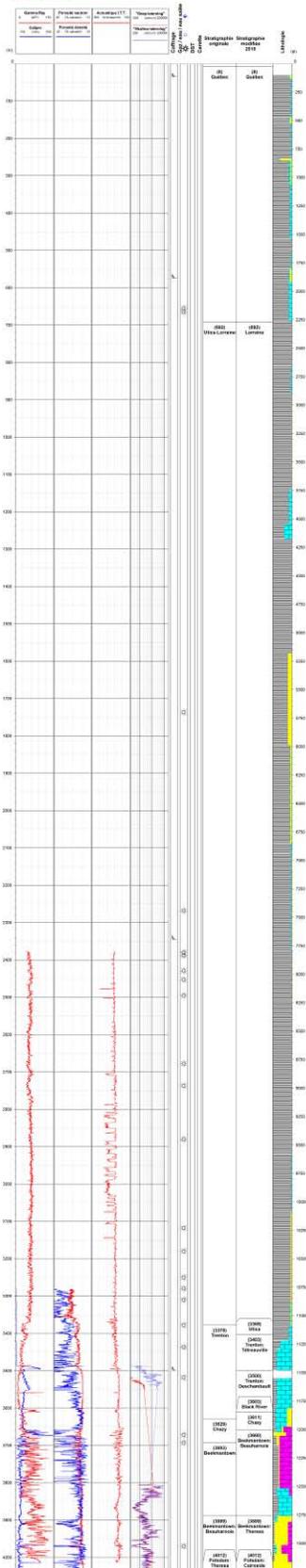
Élévation du KB / sol (p/mer) : 11 / 8 m

Année de forage : 1993



A229 - Genoil et al., Saint-Léonard No 1

Profondeur totale : 4027 m  
 Elevation du NS / sur (gènes) : 89 / 72 m  
 Année de forage : 1996

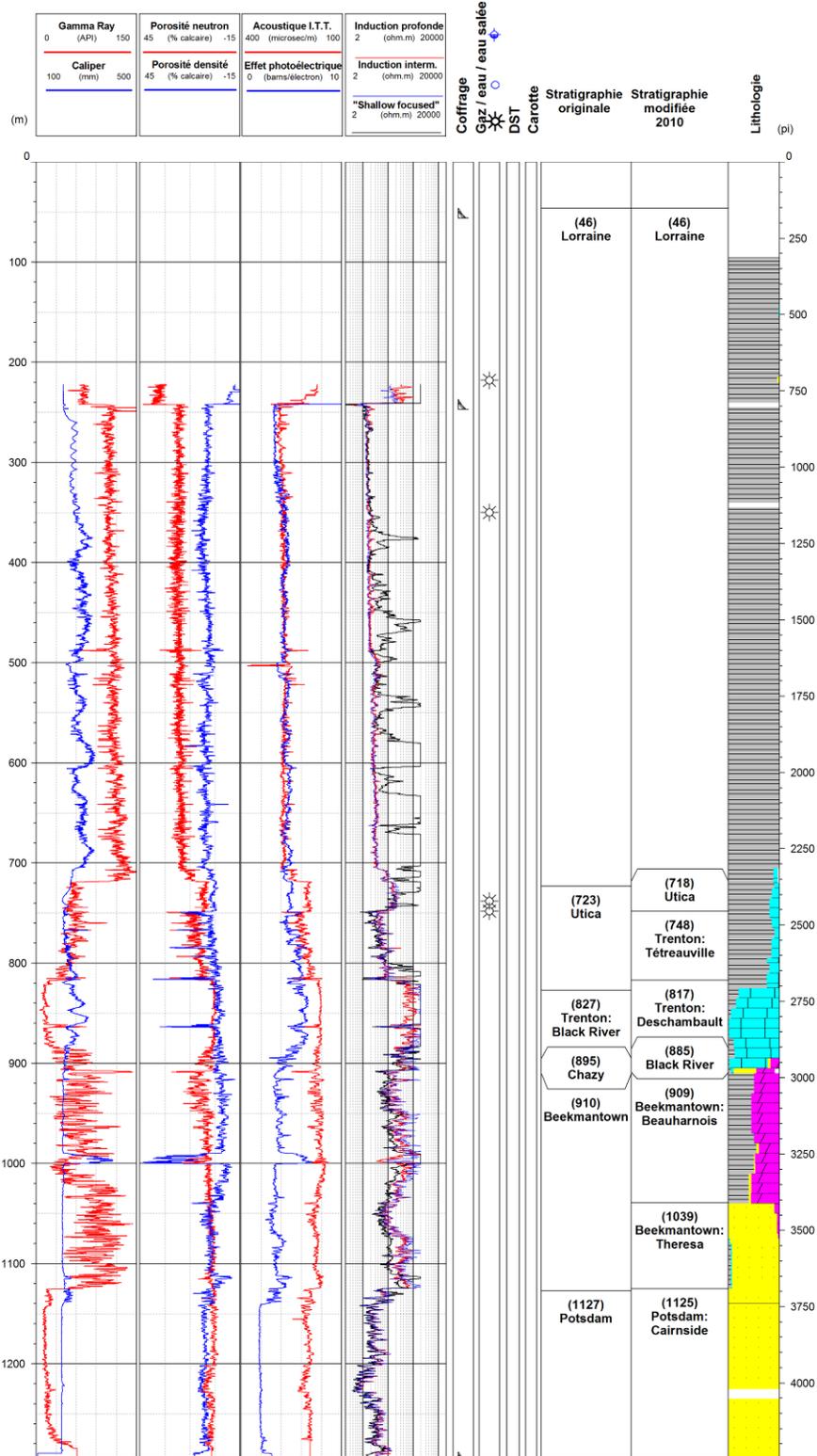


### A248 - Talisman Energy, St-François-du-Lac No1

Profondeur totale : 1294 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 13,5 / 9,0 m

Année de forage : 2006





### **Annexe 3    Coupes géologiques**

Cette annexe présente les coupes géologiques qui ont été interprétées et qui sont présentées dans ce rapport



