

SÉQUESTRATION GÉOLOGIQUE DU CO₂
CHAIRE DE RECHERCHE

INRS
Université d'avant-garde



**Lithostratigraphie standardisée et
modélisation géologique 3D
du bassin d'Anticosti**

RAPPORT FINAL

Par

Karine Bédard, Félix-Antoine Comeau et Michel Malo

Décembre 2014 – Québec

R-1561

© INRS, Centre - Eau Terre Environnement, 2014
Tous droits réservés

ISBN : 978-2-89146-891-6 (version électronique)

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

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES ILLUSTRATIONS	4
SOMMAIRE	7
1. INTRODUCTION	9
1.1. Géologie du bassin d'Anticosti.....	9
1.2. Problématique	12
2. CARACTÉRISATION DIAGRAPHIQUE DES UNITÉS DU BASSIN D'ANTICOSTI	14
2.1. Méthodologie	14
2.2. Unités du bassin d'Anticosti.....	16
2.2.1. <i>Unité de Chicotte/Jupiter/Gun River</i>	16
2.2.2. <i>Formation de Merrimack</i>	17
2.2.3. <i>Unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur</i>	18
2.2.4. <i>Unité de Vauréal inférieur</i>	21
2.2.5. <i>Formation de Macasty</i>	24
2.2.6. <i>Unité de Mingan supérieur</i>	26
2.2.7. <i>Unité de Mingan inférieur</i>	29
2.2.8. <i>Formation de Romaine</i>	31
2.3. Sommaire de la lithostratigraphie standardisée	34
3. MODÉLISATION GÉOLOGIQUE 3D DU BASSIN D'ANTICOSTI	36
3.1. Données de base.....	36
3.1.1. <i>Données de puits</i>	36
3.1.2. <i>Carte géologique</i>	36
3.1.3. <i>Données géophysiques</i>	36
3.2. Modélisation géologique 3D.....	38
3.2.1. <i>Faïlle normale</i>	38
3.2.2. <i>Sommet du socle précambrien</i>	38
3.2.3. <i>Sommets des unités géologiques</i>	38
3.2.4. <i>Modèle volumique</i>	38
3.3. Analyse du modèle géologique 3D	44
3.3.1. <i>Épaisseur des unités</i>	44
3.3.2. <i>Discordances sédimentaires locales</i>	44
4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	45
RÉFÉRENCES.....	46
ANNEXE 1 - DÉTAILS DES PUIITS RÉINTERPRÉTÉS.....	48
ANNEXE 2 - SOMMETS DES FORMATIONS DES PUIITS RÉINTERPRÉTÉS.....	49
ANNEXE 3 - DIAGRAPHIES COMPOSITES DES PUIITS RÉINTERPRÉTÉS.....	53

Table des illustrations

Figure 1 – Bassins sédimentaires du sud du Québec. C-P : permo-carbonifère. S-D : siluro-dévonien. O-S : ordovicien-silurien. Ć-O : cambro-ordovicien.....	10
Figure 2 – Carte géologique du bassin ordovicien-silurien d'Anticosti. Ligne A-B : coupe géologique interprétée à la Figure 4. Modifiée de Desrochers et Gauthier (2009) et Desrochers (1988).	10
Figure 3 – Carte géologique montrant l'interprétation de la géologie du bassin d'Anticosti submergée dans le golfe du Saint-Laurent. Modifiée de Sanford (1998).	11
Figure 4 – Architecture du bassin d'Anticosti. Voir Figure 2 pour localisation. Modifiée de Castonguay <i>et al.</i> (2005) et Desrochers <i>et al.</i> (2012).	11
Figure 5 – Colonne stratigraphique du bassin ordovicien-silurien d'Anticosti.	12
Figure 6 – Comparaison de la nomenclature de la stratigraphie du bassin d'Anticosti entre les années 1960 et aujourd'hui.	13
Figure 7 – Les diagraphies et leur signature en fonction des lithologies. Adaptée de Rider (2002) et Evenick (2008).	14
Figure 8 – Carte géologique de l'Île d'Anticosti (Desrochers et Gauthier, 2009) et localisation des puits réinterprétés (en vert) basés sur l'étude des diagraphies.	15
Figure 9 – Signature diagraphique de l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River.	16
Figure 10 – Signature diagraphique de la Formation de Merrimack.	17
Figure 11 – Signature diagraphique de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.	19
Figure 12 – Signature diagraphique de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.	20
Figure 13 – Signature diagraphique typique de l'unité Vauréal inférieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.	22
Figure 14 – Signature diagraphique typique de l'unité de Vauréal inférieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.	23
Figure 15 – Signature diagraphique typique de la Formation de Macasty dans le centre de l'Île d'Anticosti.	25
Figure 16 – Signature diagraphique typique de la Formation de Macasty dans l'est de l'Île d'Anticosti.	25
Figure 17 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan supérieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.	27
Figure 18 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan supérieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.	28
Figure 19 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan inférieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.	30
Figure 20 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan inférieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.	30
Figure 21 – Signature diagraphique typique de la Formation de Romaine dans le centre de l'Île d'Anticosti.	32
Figure 22 – Signature diagraphique typique de la Formation de Romaine dans l'est de l'Île d'Anticosti.	33
Figure 23 – Colonne stratigraphique du bassin d'Anticosti et résumé des caractéristiques diagraphiques de ses unités géologiques.	34
Figure 24 – Contacts géologiques de surface (sommets des unités) utilisés pour la modélisation 3D (Source des données : Desrochers, 1988; Desrochers et Gauthier, 2009; Sanford, 1998) et position des puits disponibles au MERN. Le contour noir représente l'étendue du modèle géologique 3D.	37

Figure 25 – Lignes sismiques publiques disponibles au MERN. Le contour noir représente l'étendue du modèle géologique 3D.	37
Figure 26 – Méthodologie de construction et d'analyse du modèle géologique 3D.	39
Figure 27 – Tracé de la faille de Jupiter au niveau du socle précambrien superposé sur une image des données aéromagnétiques (Shell Canada - Encal Energy, 2001) utilisée pour le positionnement de la faille. Les points verts montrent la présence des failles identifiées sur les lignes sismiques publiques disponibles au MERN. Le contour noir représente l'étendue du modèle géologique 3D.	40
Figure 28 – Étendue et dimensions du modèle géologique 3D dans GOCAD® et surface de la faille de Jupiter modélisée en 3D. Exagération verticale : 5X.	40
Figure 29 – Surface du socle précambrien en profondeur. L'échelle de couleur varie de 0 à 4000 mètre. Les points rouges représentent le sommet du socle dans les puits et en surface. Exagération verticale : 5X.	41
Figure 30 – Carte de la profondeur du socle précambrien modélisé et tracé de la faille de Jupiter au niveau du socle (ligne rouge).	41
Figure 31 – Modèle géologique 3D surfacique du bassin d'Anticosti. Les surfaces représentent le sommet des différentes unités modélisées. Les points de couleur représentent la positions du sommet des différentes unités dans les puits et selon la géologie de surface. Exagération verticale : 5X.	42
Figure 32 – Modèle géologique 3D volumique du bassin d'Anticosti. Les points de couleur représentent la position du sommet des unités dans les puits et selon la géologie de surface. Exagération verticale : 5X.	43
Figure 33 – Carte de l'épaisseur totale de la Formation de Macasty.	44
Figure 34 – Carte de l'épaisseur totale de la Formation de Romaine.	45
Figure 35 – Absence de la Formation de Macasty (à gauche) et de la Formation de Romaine (à droite) dans la partie est du bassin (régions entourées de blanc).	45

Sommaire

L'étude du potentiel géothermique du bassin sédimentaire ordovicien-silurien d'Anticosti nécessite une caractérisation de la géométrie des unités présentes en profondeur dans le bassin. La première étape pour caractériser le bassin consiste en une étude approfondie des données existantes fournies par les anciens puits d'exploration pétrolière et gazière. Par la suite, les résultats de l'analyse peuvent être utilisés, avec d'autres données, pour construire un modèle géologique 3D qui pourra servir, entre autres, à déterminer le potentiel géothermique du bassin.

La lithostratigraphie en surface du bassin sédimentaire d'Anticosti est bien définie et les cartes géologiques ont continuellement été mises à jour. Toutefois, les unités géologiques du bassin rencontrées en sous-surface dans les anciens puits d'exploration d'hydrocarbures n'ont jamais été uniformisées à l'échelle régionale. En effet, la nomenclature lithostratigraphique a évolué avec le temps et selon les compagnies d'exploration et les contacts entre les différentes unités géologiques ont changé tandis que l'interprétation géologique de chacun des puits n'a jamais été actualisée.

Comme les unités lithostratigraphiques du bassin d'Anticosti ont chacune une signature diagraphique propre, l'analyse détaillée des diagraphies permet de reconnaître huit unités lithostratigraphiques dans les puits, de la base au sommet : (1) la Formation de Romaine ; (2) l'unité de Mingan inférieur ; (3) l'unité de Mingan supérieur ; (4) la Formation de Macasty ; (5) l'unité de Vauréal inférieur ; (6) l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur ; (7) la Formation de Merrimack ; et (8) l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River. Ainsi, 14 puits du bassin d'Anticosti ayant des diagraphies ont été réinterprétés et uniformisés.

À la suite de l'uniformisation de la lithostratigraphie des puits, un modèle géologique 3D a été construit afin d'analyser le bassin d'Anticosti. Les données de base utilisées pour la construction de ce modèle 3D sont : (1) la carte géologique de surface ; (2) les données de puits réinterprétés à partir des diagraphies ; ainsi que (3) l'interprétation des données géophysiques. Une seule faille normale, la faille de Jupiter, a été intégrée dans le modèle géologique 3D. Celle-ci a été créée avec un pendage régulier de 60° perpendiculaire au tracé général de la faille. Chacune des huit unités géologiques lithostratigraphiques standardisées a été modélisée en trois dimensions dans le bassin.

Le modèle géologique 3D permet de réaliser plusieurs analyses comme les variations d'épaisseur des unités géologiques, l'identification de discordances locales dans la succession sédimentaire ainsi que des calculs de volume d'unités géologiques par exemple.

1. Introduction

1.1. Géologie du bassin d'Anticosti

Le bassin sédimentaire ordovicien-silurien d'Anticosti est localisé dans l'est du Québec, dans le golfe du Saint-Laurent (Figure 1). Les roches qui le composent affleurent dans la région de Havre-Saint-Pierre et sur l'Île d'Anticosti (Figure 2). Cependant, une section importante de la succession sédimentaire du bassin ne s'observe pas en affleurement et est submergée dans les détroits de Jacques-Cartier et d'Honguedo (Figure 3). Ainsi, l'interprétation des contacts géologiques en surface est donc plus incertaine dans la partie *offshore* du bassin.

Le bassin d'Anticosti est limité par le socle précambrien de la Province de Grenville au nord et les bassins cambro-ordovicien des Appalaches et permocarbonifère de Madeleine au sud. Il repose en discordance sur le socle précambrien et est composé d'une succession sédimentaire de roches allant de l'Ordovicien inférieur au Silurien inférieur. La succession sédimentaire est peu déformée et affiche un léger pendage (environ 3°) vers le sud-ouest (Bordet *et al.*, 2010; Castonguay *et al.*, 2005). Le bassin est affecté par des failles normales synsédimentaires qui, pour la plupart, n'affectent seulement que les unités inférieures de la séquence et n'atteignent pas la surface. La Figure 4 montre l'architecture du bassin.

La séquence sédimentaire, qui atteint près de 4000 mètres d'épaisseur dans la partie sud de l'Île d'Anticosti, est principalement composée de faciès carbonatés avec une faible proportion de faciès silico-clastiques (Desrochers *et al.*, 2010). Il s'agit de sédiments déposés sur la rampe d'une mer peu profonde balayée par les tempêtes (Desrochers *et al.*, 2010; Long, 2007). La succession sédimentaire représente la transition d'un environnement de marge passive à la base vers un bassin d'avant-pays au sommet (Chi *et al.*, 2010; Desrochers, 1988;

Desrochers *et al.*, 2012; Lavoie *et al.*, 2005; Long, 2007; Pinet *et al.*, 2012). La séquence est divisée en dix formations (Figure 5) qui sont résumées ci-dessous de la base au sommet (Bordet *et al.*, 2010; Desrochers, 1988, 2006; Desrochers *et al.*, 2010; Desrochers et Gauthier, 2009; Desrochers *et al.*, 2012; Lavoie *et al.*, 2005; Pinet *et al.*, 2012) :

- Formation de Romaine
 - Environnement de rampe passive
 - Dolomies et calcaires
 - Repose en discordance sur le socle précambrien
- Formation de Mingan
 - Environnement de déposition de bassin d'avant-pays plus profond
 - Grès basal surmontés de calcaires argileux
 - Surmonte la discordance de Sauk-Tippecanoe
- Formation de Macasty
 - Environnement de déposition incertain dans le bassin d'avant-pays
 - Shales noirs plus ou moins calcareux
- Groupe de Joliet : formations de Vauréal et d'Ellis Bay
 - Environnement de déposition de rampe carbonatée dominée par les tempêtes dans un bassin d'avant-pays
 - Calcaires de moins en moins argileux vers le sommet du groupe
- Groupe d'Anticosti : formations de Becscie, de Merrimack, de Gun River, de Jupiter et de Chicotte
 - Environnement de déposition de rampe carbonatée dominée par les tempêtes dans un bassin d'avant-pays
 - Calcaires très fossilifères avec un faible apport d'éléments silico-clastiques

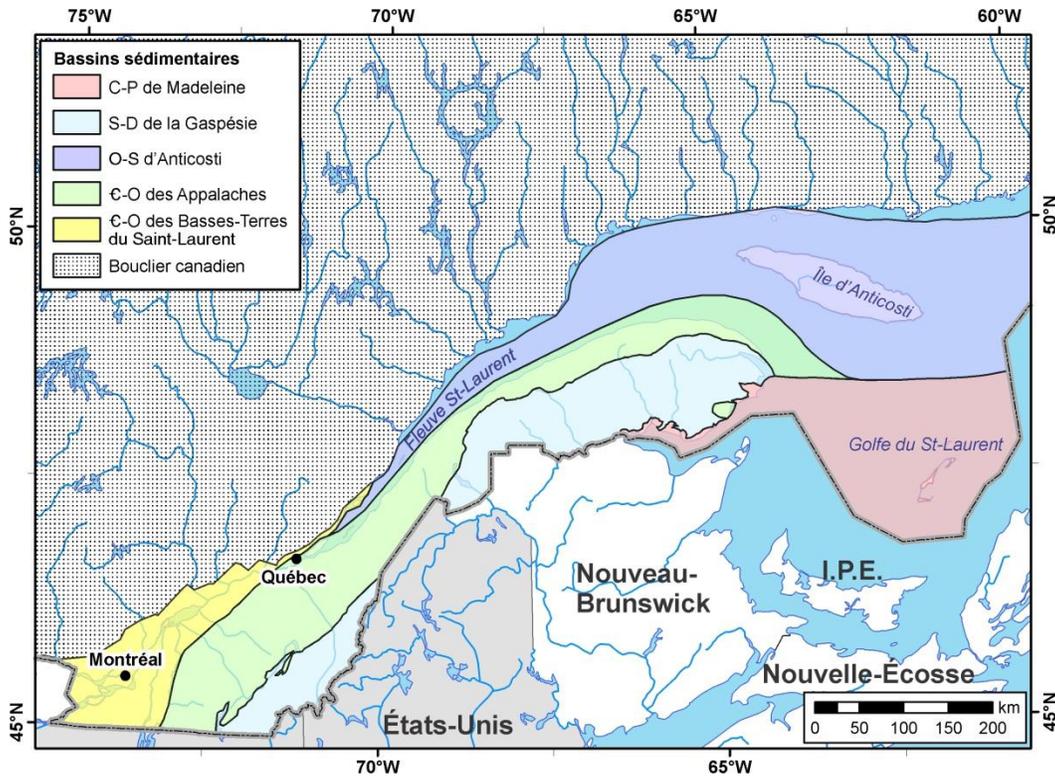


Figure 1 – Bassins sédimentaires du sud du Québec. C-P : permo-carbonifère. S-D : siluro-dévonien. O-S : ordovicien-silurien. C-O : cambro-ordovicien.

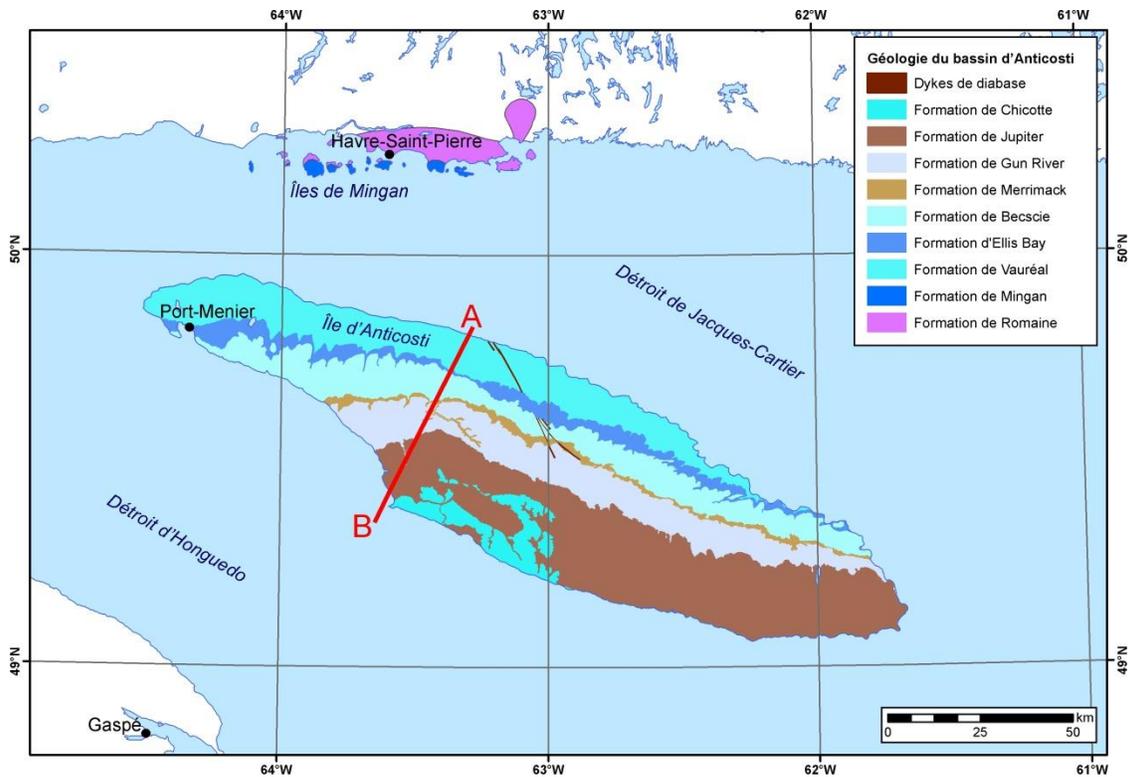


Figure 2 – Carte géologique du bassin ordovicien-silurien d'Anticosti. Ligne A-B : coupe géologique interprétée à la Figure 4. Modifiée de Desrochers et Gauthier (2009) et Desrochers (1988).

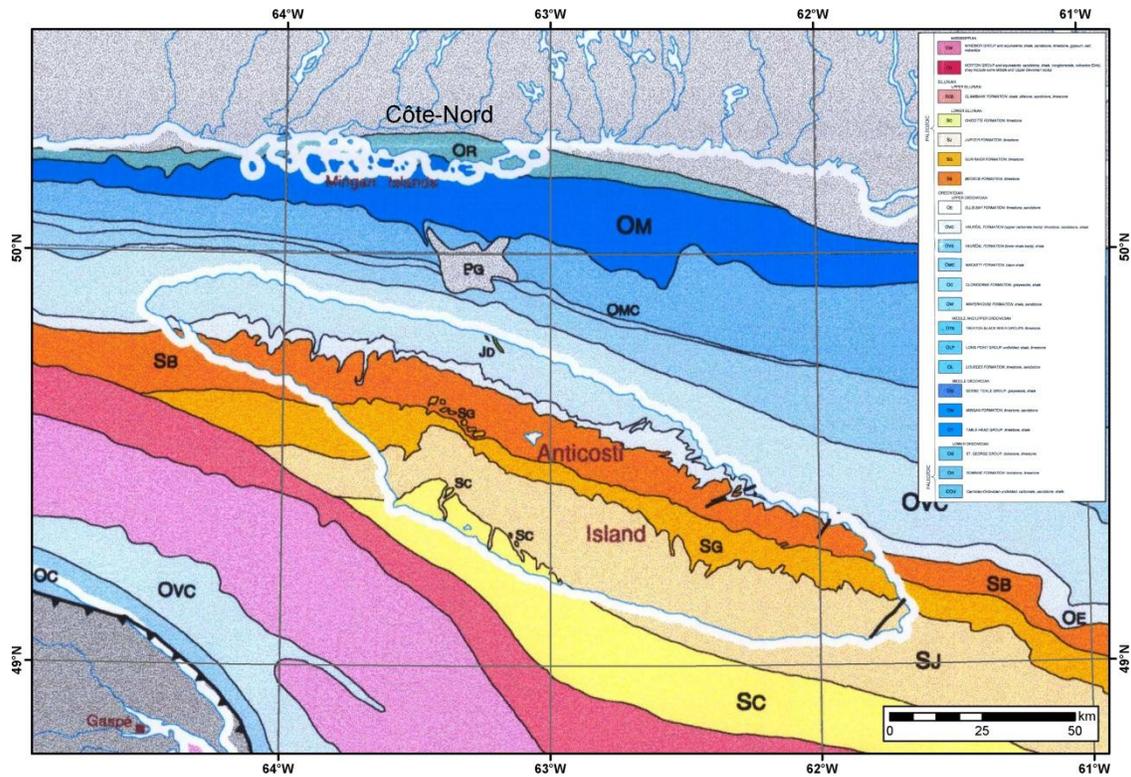


Figure 3 – Carte géologique montrant l'interprétation de la géologie du bassin d'Anticosti submergée dans le golfe du Saint-Laurent. Modifiée de Sanford (1998).

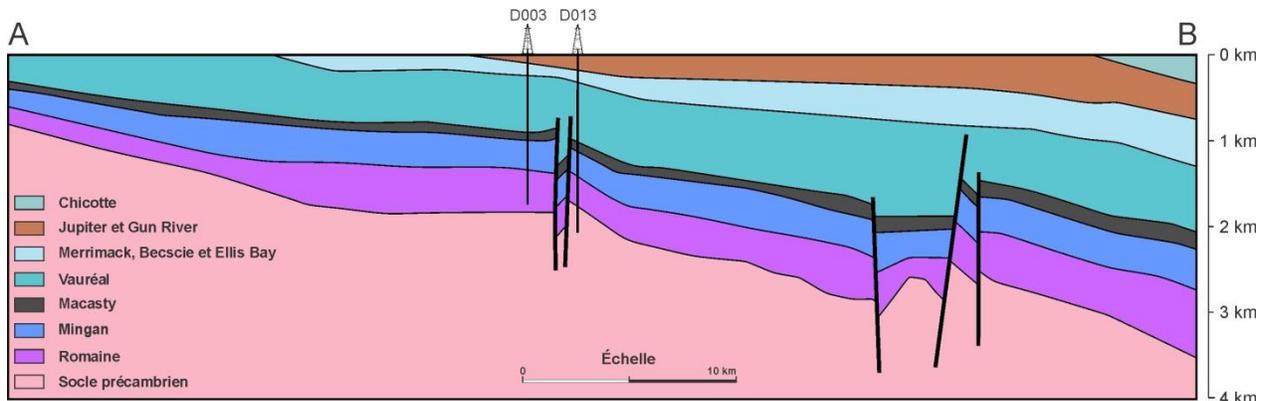


Figure 4 – Architecture du bassin d'Anticosti. Voir Figure 2 pour localisation. Modifiée de Castonguay *et al.* (2005) et Desrochers *et al.* (2012).

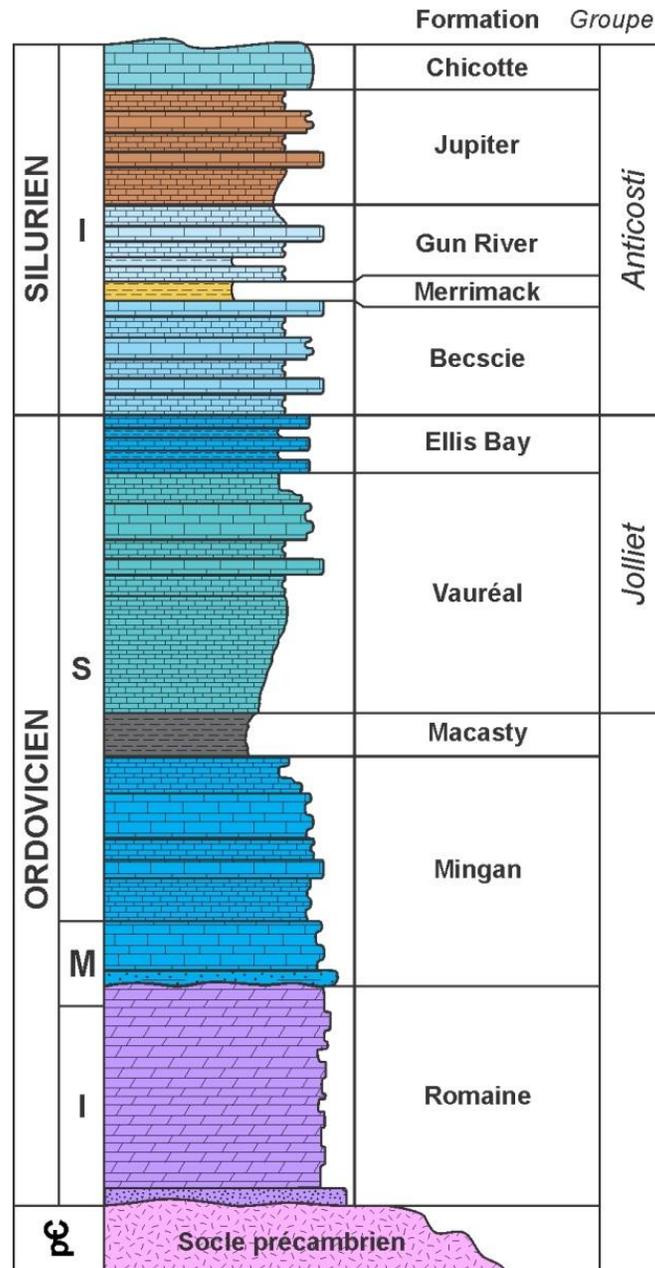


Figure 5 – Colonne stratigraphique du bassin ordovicien-silurien d'Anticosti.

1.2. Problématique

Afin de caractériser le bassin sédimentaire ordovicien-silurien d'Anticosti en sous-surface, une étude approfondie des données existantes fournies par les anciens puits d'exploration pétrolière et gazière est primordiale. De plus, l'étude du potentiel géothermique du bassin nécessite une caractérisation de la géométrie des unités présentes afin de déterminer les températures en profondeur à l'échelle du bassin.

Au fil du temps, plusieurs géologues ont étudié le bassin d'Anticosti de telle sorte que les cartes géologiques ont continuellement été remises à jour et que la géologie en surface (sur l'Île d'Anticosti et aux Îles de Mingan) est aujourd'hui bien définie (Figure 2). Toutefois, les unités géologiques du bassin rencontrées en sous-surface dans les puits d'exploration d'hydrocarbures n'ont jamais été uniformisées à l'échelle régionale. En effet, la nomenclature lithostratigraphique a évolué avec le temps et les contacts entre les différentes formations

géologiques ont changé, tandis que l'interprétation géologique de chacun des puits n'a jamais été actualisée (Figure 6). De plus, comme une section importante de la succession sédimentaire ne s'observe pas en affleurement, la corrélation entre les unités de surface et celles définies dans les puits dépend du géologue qui en a réalisé l'interprétation.

Aucun modèle géologique 3D du bassin d'Anticosti

n'a été construit jusqu'à présent. Ce modèle doit intégrer plusieurs sources de données afin de représenter la réalité le plus fidèlement possible. L'interprétation et l'intégration de ces données représentent un défi pour la modélisation, car peu de données publiques existent pour une superficie aussi grande. Le résultat de l'uniformisation de la lithostratigraphie du bassin sera utilisé comme donnée de base pour la modélisation géologique 3D.

		Desrochers <i>et al.</i> , 2012 Lavoie <i>et al.</i> , 2005 Pinet <i>et al.</i> , 2012	Long, 2007	Compagnies d'exploration, après 1998	Compagnies d'exploration, avant 1970	
SILURIEN	I	Chicotte	Chicotte			
		Jupiter	Jupiter			
		Gun River	Gun River			
		Merrimack	Merrimack			
		Becschie	Becschie			
ORDOVICIEN	S	Ellis Bay	Ellis Bay			
		Vauréal	Vauréal	Vauréal	Vauréal	
	M	Macasty	Macasty	Macasty	Utica (Macasty)	
		Mingan	Trenton - Black River	Trenton Black River	Trenton	
	I	Romaine	Mingan	Mingan	Chazy (Mingan)	
			Romaine	Romaine	Beekmantown (Romaine)	
	pC	Socle précambrien			Cambrien	Cambrien

Figure 6 – Comparaison de la nomenclature de la stratigraphie du bassin d'Anticosti entre les années 1960 et aujourd'hui.

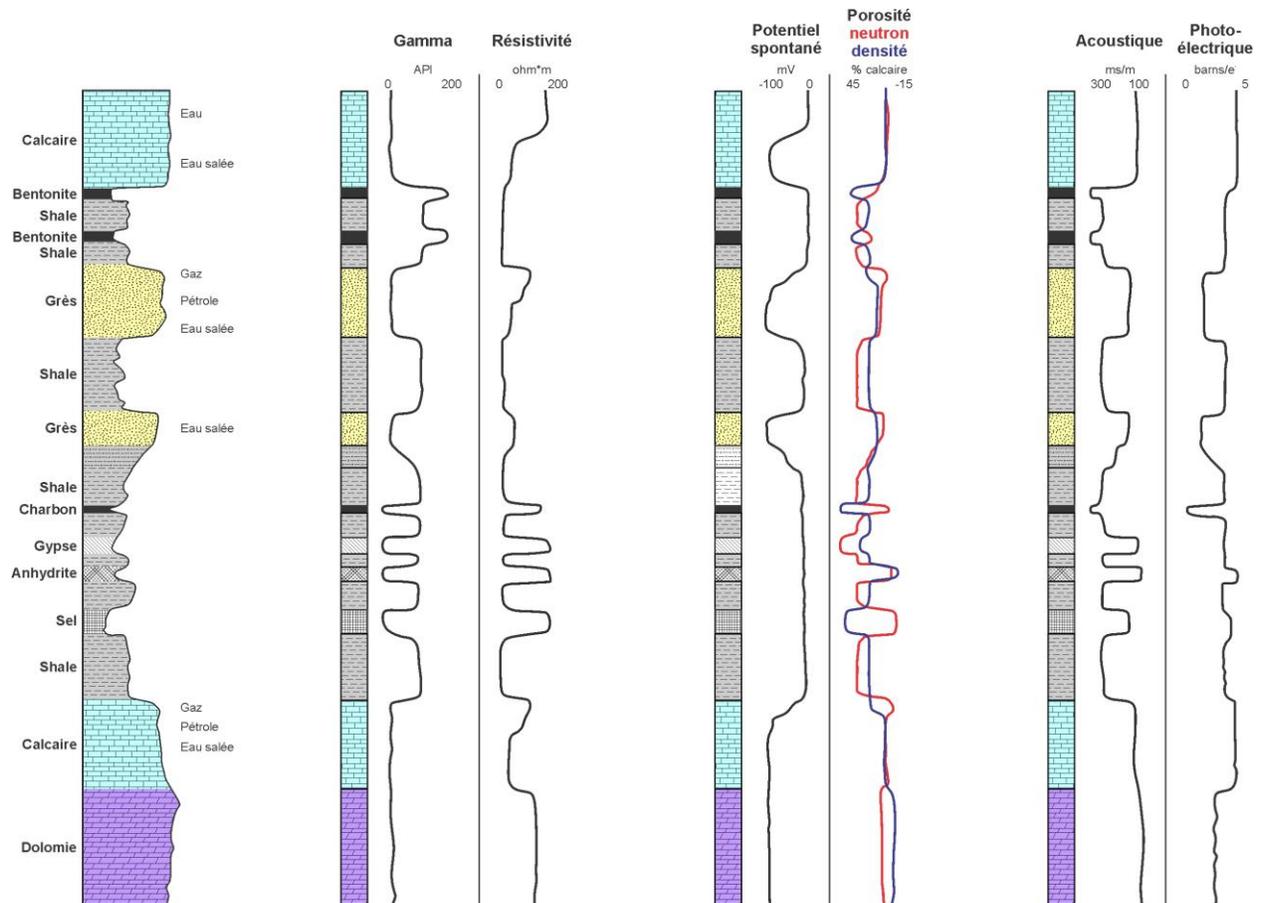
2. Caractérisation diagraphique des unités du bassin d'Anticosti

2.1. Méthodologie

La méthodologie décrite ci-dessous est détaillée dans le rapport de Comeau *et al.* (2013) sur la lithostratigraphie standardisée du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent.

Deux sources indépendantes de données lithologiques peuvent être disponibles pour un puits : (1) les retailles et les carottes de forage ; et (2) les diagraphies. L'interprétation des unités géologiques en profondeur s'appuie généralement sur l'étude des retailles de forage, alors que les diagraphies sont davantage utilisées dans le but d'identifier les zones poreuses et la présence de réservoirs d'hydrocarbures ou bien pour corréler différents niveaux entre deux puits.

Cependant, la reconnaissance de la signature des diagraphies enregistrées dans un puits peut jouer un rôle crucial dans la corrélation et l'interprétation des unités géologiques en profondeur. Évidemment, les lithologies et les faciès évoluent verticalement et latéralement, mais étant donné que leur signature diagraphique est habituellement similaire, il est ainsi possible de corréler ces lithologies et ces faciès sur de grandes distances en utilisant des marqueurs diagraphiques propres à ces lithologies et ces faciès. En fait, ce sont les hétérogénéités géologiques qui sont particulièrement intéressantes et utiles avec l'utilisation des diagraphies. En effet, les limites des formations géologiques, les discordances et les failles sont toutes des hétérogénéités qui sont primordiales dans l'interprétation de la géologie en sous-surface et qui peuvent être reconnues à partir de l'étude des diagraphies. La Figure 7 résume les différentes propriétés diagraphiques des lithologies couramment rencontrées dans les bassins sédimentaires.



À ce jour, les informations sur 19 puits d'exploration pétrolière et gazière forés sur l'Île d'Anticosti (Figure 8), sont disponibles au Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN). Alors que chacun contient la description des retailles de forage et/ou des carottes, 14 possèdent également des diagraphies.

L'étude des logs composites a permis de définir les caractéristiques lithologiques et diagraphiques des unités géologiques du bassin d'Anticosti rencontrées dans les puits. À partir de ces caractéristiques, les limites entre les unités stratigraphiques ont été définies de façon uniforme pour chacun des 14 puits étudiés (Figure 8 et annexes 1, 2 et 3). Les puits étudiés possèdent des diagraphies qui aident à bien identifier les sommets des formations. Il est relativement facile de faire la distinction entre les formations lorsqu'au minimum, les diagraphies du rayonnement gamma naturel, du neutron, de la densité et de l'acoustique sont disponibles. Lorsqu'il est plus difficile de distinguer la limite des formations à l'aide des

diagraphies seulement, la description des retailles de forage faite par le géologue de l'époque est alors essentielle afin de discriminer les grandes tendances lithologiques au sein d'un puits.

Ainsi, il peut être difficile d'identifier avec précision le contact entre les formations de Romaine et de Mingan à l'aide des diagraphies seulement. La description des retailles de forage permet d'identifier l'unité gréseuse qui caractérise la base de la Formation de Mingan et aide ainsi à positionner le contact. Certaines unités géologiques du bassin d'Anticosti sont cependant difficiles à distinguer car leur lithologie est très semblable. En effet, les formations calcaires de Vauréal supérieur, d'Ellis Bay et de Becscie ont été regroupées en une même unité lithostratigraphie de même que les formations de Gun River, de Jupiter et de Chicotte. Ces deux unités sont séparées par la Formation de Merrimack qu'il est possible de distinguer à l'aide des diagraphies car sa composition est plus argileuse.

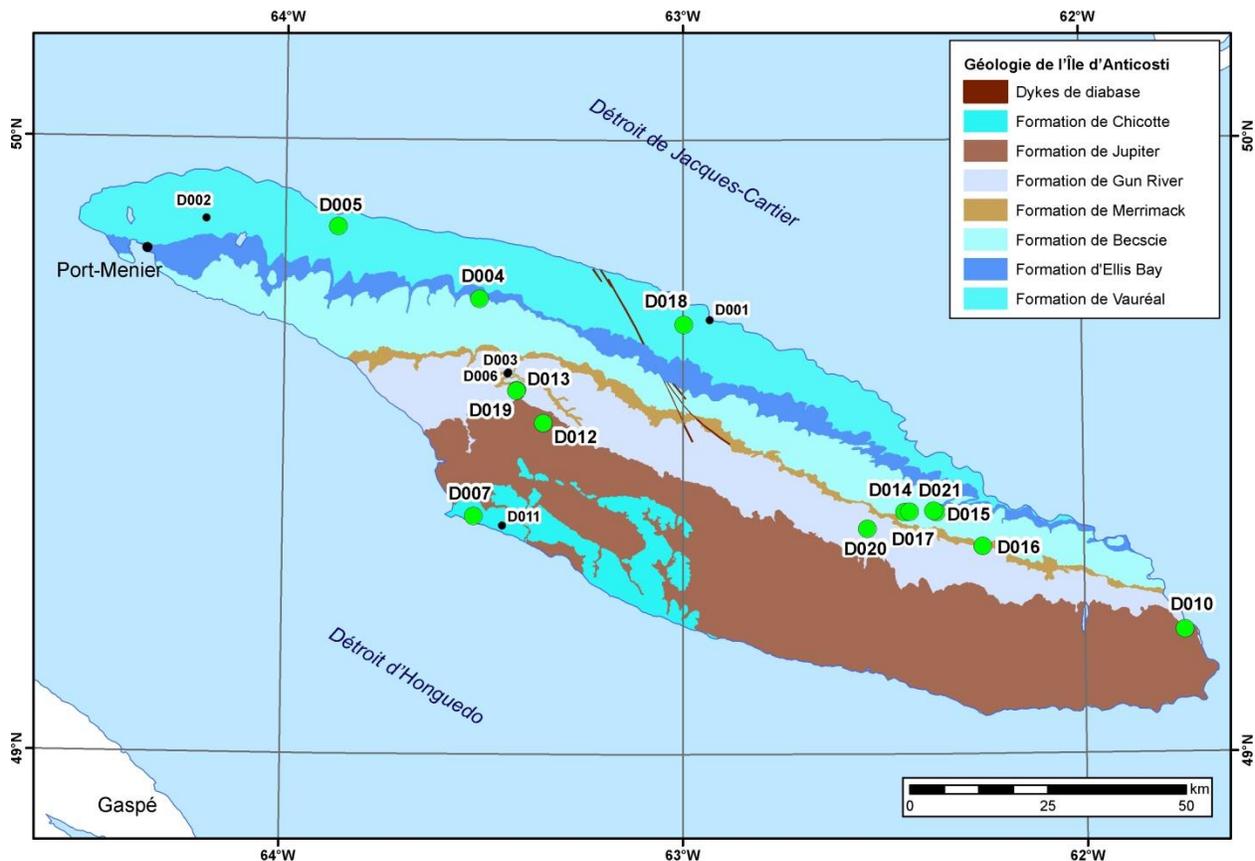


Figure 8 – Carte géologique de l'Île d'Anticosti (Desrochers et Gauthier, 2009) et localisation des puits réinterprétés (en vert) basés sur l'étude des diagraphies.

2.2. Unités du bassin d'Anticosti

2.2.1. Unité de Chicotte/Jupiter/Gun River

La Formation de Chicotte est composée de calcaires grainstones/packstones à crinoïdes (encrinites). On y note aussi la présence de petits biohermes récifaux. La Formation de Jupiter est composée de calcaires à grains très fins à grossiers (mudstones, wackestones, packstones et grainstones) interlités avec de très minces couches de shale calcaireux. On note aussi la présence de conglomérats intraformationnels. La Formation de Gun River contient des calcaires à grains très fins à moyens (mudstones, wackestones, packstones et grainstones) interlités avec de très minces couches de shale. La lithologie semblable des trois formations de même que le peu de puits qui les rencontrent en sous-surface ont incité à les grouper au sein d'une même unité lithostratigraphique car il est difficile de les séparer sur la base des diagraphies.

(Les informations ci-dessus sont tirées de Desrochers, 2006; Desrochers et Gauthier, 2009; Globensky, 1993; Long, 2007)

Puits-type

Le puits D007 (Arco, Anticosti No 1) montre la section la plus représentative et la plus complète de l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River de tous les puits de l'Île d'Anticosti (Figure 9).

Caractéristiques diagraphiques

Les caractéristiques diagraphiques typiques de l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River sont les suivantes :

1A – Le rayonnement gamma naturel est très faible et très peu variable, typique des roches calcaires.

1B – Les courbes de la porosité neutron et de la densité de formation sont peu variables et se superposent pratiquement tout au long de l'unité. Cette caractéristique diagraphique indique une lithologie calcaire peu variable, telle que montré à la Figure 7.

1C – Les valeurs de la diagraphie acoustique sont très faibles et très constantes au sein de l'unité ce qui est typique des roches calcaires.

1D – La résistivité est très constante au sein de l'unité.

D007 - ARCO, Anticosti No 1

Profondeur totale : 3846,6 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 68,0 m / 71,6 m

Année de forage : 1970

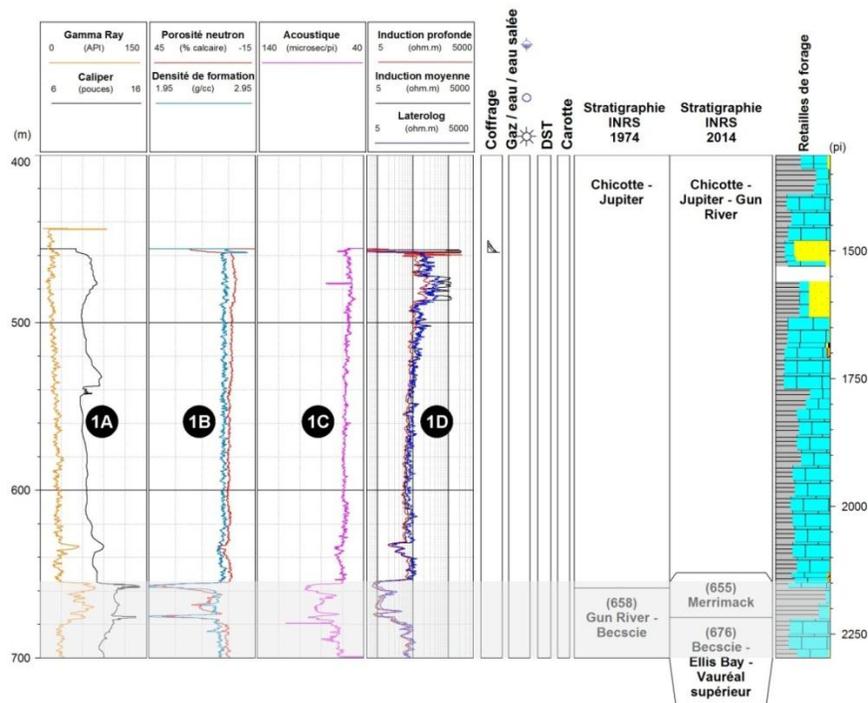


Figure 9 – Signature diagraphique de l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River.

2.2.2. Formation de Merrimack

La Formation de Merrimack est composée de shales calcaires verdâtres à gris foncés fossilifères avec des interlits mineurs de calcilutite et de calcarénite. Cette formation se démarque très bien des formations qui l'entourent et qui ont des lithologies très calcaires.

(Les informations ci-dessus sont tirées de Desrochers et Gauthier, 2009; Globensky, 1993; Long, 2007)

Puits-type

Le puits D007 (Arco, Anticosti No 1) montre la séquence typique de la Formation de Merrimack (Figure 10).

Caractéristiques diagaphiques

Les caractéristiques diagaphiques typiques de la Formation de Merrimack sont les suivantes :

2A – Le rayonnement gamma naturel augmente

brusquement par rapport à l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River. Ceci démontre une composition typiquement plus riche en shale telle que montrée à la Figure 7.

2B – On note une augmentation de la courbe de porosité neutron et une diminution de la densité de formation. Ce deux courbes démontrent aussi plus de variabilité par rapport aux valeurs des courbes des unités calcaires sous- et sus-jacentes.

2C – Les valeurs de la diagaphie acoustique augmentent brusquement au passage entre l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River et la Formation de Merrimack ce qui est typique d'un passage d'une lithologie calcaire à un shale.

1D – La résistivité montre aussi une diminution brusque au sommet de la Formation de Merrimack. La résistivité est faible dans le Merrimack par rapport aux unités sous- et sus-jacentes.

D007 - ARCO, Anticosti No 1

Profondeur totale : 3846,6 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 68,0 m / 71,6 m

Année de forage : 1970

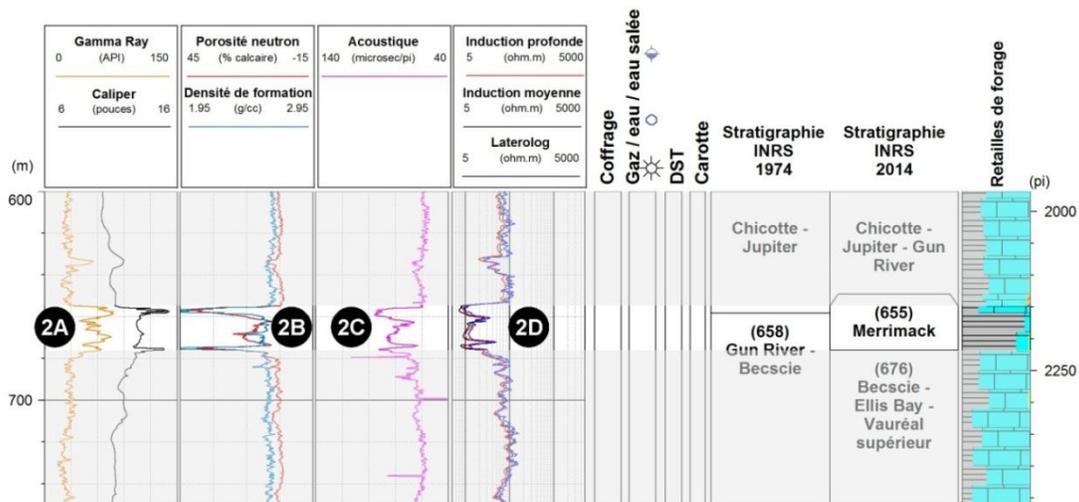


Figure 10 – Signature diagaphique de la Formation de Merrimack.

2.2.3. Unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur

La Formation de Becscie est composée de mudstones calcaireux, de calcisiltites, de calcarénites et de conglomérats intraformationnels. Les interlits argileux sont rares.

La Formation d'Ellis Bay est composée de calcarénites, de shale calcaireux, de calcirudites à oncolites et de petits biohermes (surtout présents dans la partie supérieure de la formation). Cette formation contient une proportion importante de faciès silico-clastiques dans l'est de l'Île d'Anticosti.

La Formation de Vauréal, telle que définie conventionnellement, a été séparée en deux unités selon l'analyse des diagraphies et de la lithologie décrite dans les puits. Basée sur la lithologie, la partie supérieure est jointe aux formations sus-jacentes dont la composition est très semblable. En effet, l'unité de Vauréal supérieur (équivalente à la Formation de Vauréal formelle), qui affleure sur l'Île d'Anticosti, est composée de calcaires (mudstones, calcisiltites, wackestones) interlités de calcarénites et de shale calcaireux. Plusieurs zones récifales sont présentes dans la partie supérieure de la formation. Des grès moyens à grossiers interlités de siltstones et de shale sont présents au sommet de la formation dans la partie est de l'Île d'Anticosti.

La lithologie semblable des trois formations de même que le peu de puits qui les rencontrent en sous-surface ont incité à les grouper au sein d'une même unité lithostratigraphique car il est difficile de les séparer sur la base des diagraphies.

(Les informations ci-dessus sont tirées de Desrochers et Gauthier, 2009; Globensky, 1993; Long, 2007)

Puits-type

Les puits D013 (Shell et al., Jupiter No 1) et D014 (Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1) fournissent deux exemples de signatures diagraphiques de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur en sous-surface (Figure 11 et Figure 12). Le premier présente l'unité dans le centre de l'Île d'Anticosti tandis que le second présente l'unité dans l'est de l'île.

Caractéristiques diagraphiques

Les caractéristiques diagraphiques typiques de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur sont les suivantes :

3A – Le rayonnement gamma naturel diminue brusquement par rapport à la Formation de Merrimack. Ceci démontre une composition typiquement moins riche en shale telle que montrée à la Figure 7.

3B – Dans le centre de l'Île d'Anticosti, le rayonnement gamma naturel est très faible et constant, typique des roches calcaires (puits D013, Figure 11). Dans la partie est de l'île, le rayonnement gamma naturel est un peu plus élevé et plus variable ce qui est cohérent avec les variations de lithologies entre les deux secteurs (puits D014, Figure 12). On retrouve en effet une plus grande proportion d'éléments silico-clastiques dans l'est de l'Île d'Anticosti dans ces formations (ex.: Desrochers et Gauthier, 2009; Long, 2007).

3C – Dans la partie est de l'île, la base de l'unité est caractérisée par une « bulle » (augmentation suivi d'une diminution) du rayonnement gamma naturel que l'on retrouve dans tous les puits analysés (puits D014, Figure 12). Cette bulle est généralement présente sur toutes les diagraphies.

3D – La courbe de densité de formation montre très peu de variation tout au long de l'unité dans tous les puits analysés. La courbe de porosité neutron montre un peu plus de variations tout en restant relativement faible.

3E – La courbe de l'effet photoélectrique est plutôt stable tout au long de l'unité et les valeurs se situent entre 4 et 5, ce qui correspond à des lithologies calcaires (Figure 7). L'acoustique est peu variable dans les puits du centre de l'Île d'Anticosti (puits D013, Figure 11) tandis qu'elle est plus variable dans l'est (puits D014, Figure 12). Ces variations sont corrélées en profondeur avec les variations de rayonnement gamma naturel.

3F – La résistivité est plutôt faible tout au long de l'unité et relativement peu variable.

D013 - Shell et al., Jupiter No 1

Profondeur totale : 2178,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 175,2 m / 180,7 m

Année de forage : 1998

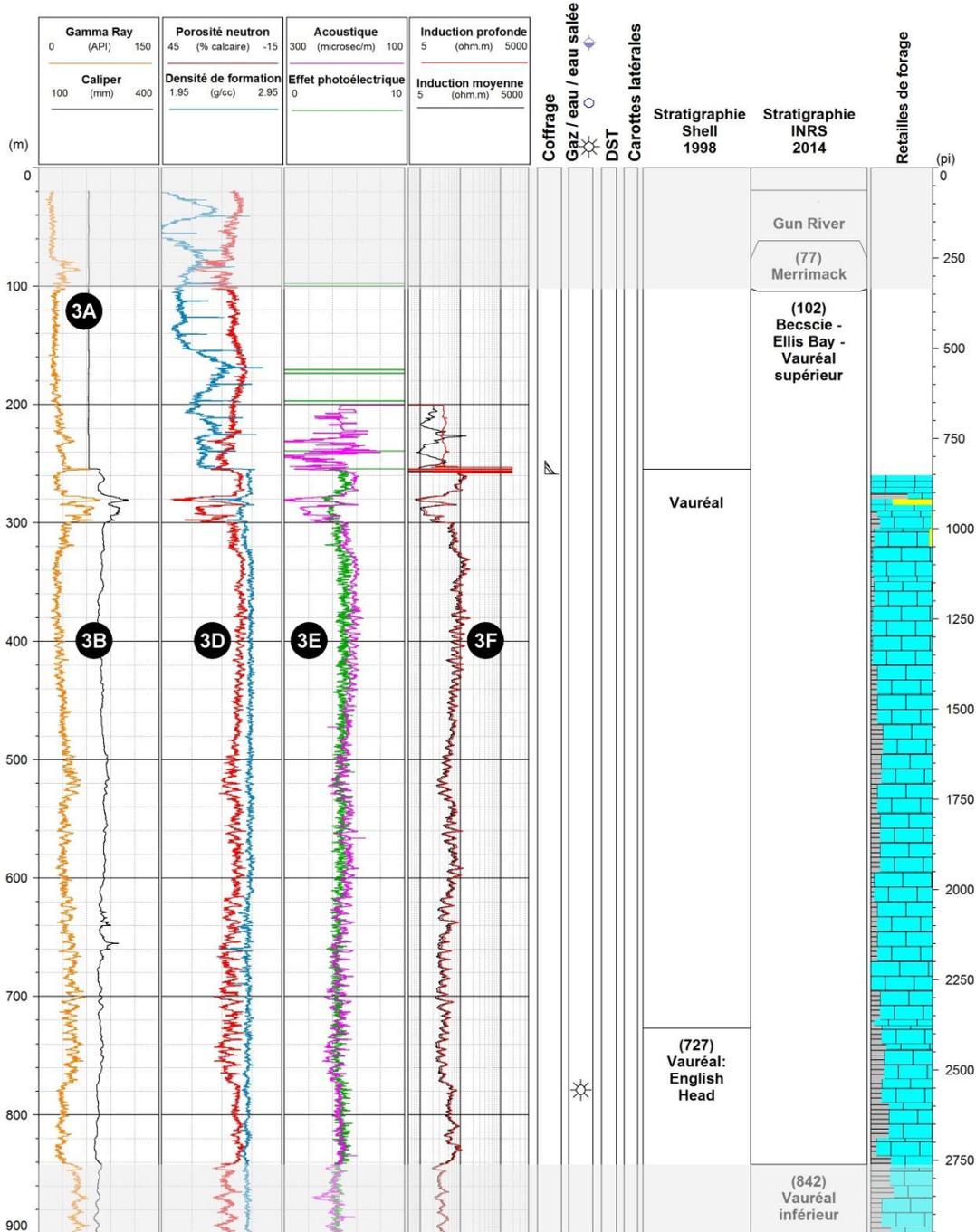


Figure 11 – Signature diagraphtique de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.

D014 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1421,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 87,0 m / 92,37 m

Année de forage : 1999

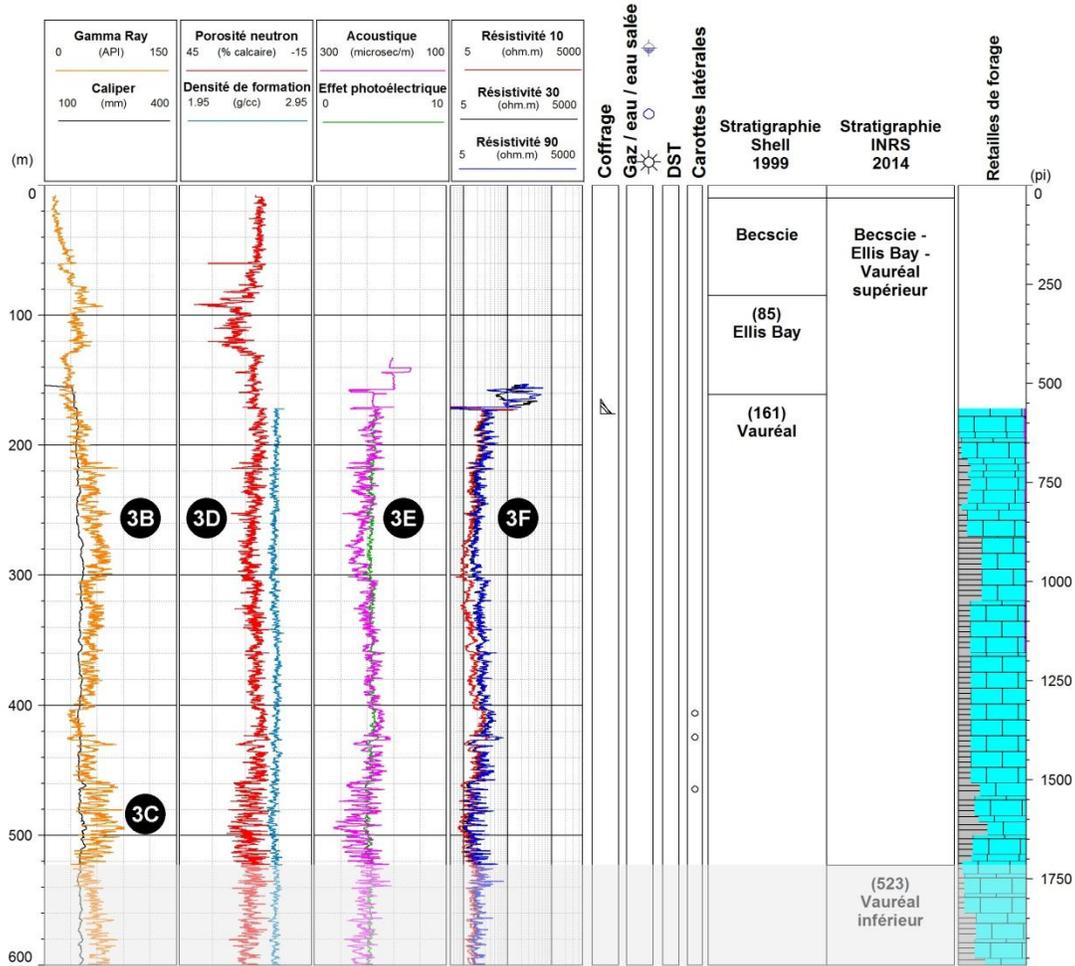


Figure 12 – Signature diagraphique de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.

2.2.4. Unité de Vauréal inférieur

L'unité de Vauréal inférieur est une unité informelle qui correspond plus ou moins à l'unité d'English Head souvent utilisée par les compagnies pétrolières lors de leurs interprétations de la géologie dans les puits. Comme l'unité ne s'observe pas en affleurement, peu de description sur sa lithologie existe dans la littérature. Les informations ci-dessous proviennent de rapports géologiques rédigés dans le cadre de l'exploration pétrolière de l'Île d'Anticosti (ex.: INRS-Pétrole, 1974, 1976; Moïse et Thérout, 1981).

L'unité de Vauréal inférieur est principalement composée de calcaires au sommet mais devient de plus en plus silteuse-argileuse avec la profondeur. On y retrouve des wackestones silteux, des siltstones calcaires fossilifères, des dolomies argileuses et des marnes boueuses.

Puits-type

Les puits D013 (Shell et al., Jupiter No 1) et D014 (Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1) fournissent deux exemples de signatures diagraphiques de l'unité de Vauréal inférieur en sous-surface (Figure 11 et Figure 14). Le premier présente l'unité dans le centre de l'Île d'Anticosti tandis que le second présente l'unité dans l'est de l'île.

Caractéristiques diagraphiques

Les caractéristiques diagraphiques typiques de l'unité de Vauréal inférieur sont les suivantes :

4A – Dans la partie centrale de l'Île d'Anticosti, le rayonnement gamma naturel augmente brusquement au passage du Vauréal inférieur (puits D013, Figure 13). Par la suite, la courbe augmente légèrement vers la base de l'unité. Dans la partie est de l'île, le sommet de l'unité est défini par le début de la hausse importante graduelle du rayonnement gamma naturel

après la « bulle » décrite à la base de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur (puits D014, Figure 14). L'augmentation du rayonnement gamma naturel est associée à l'augmentation du contenu argileux de l'unité vers le bas.

4B – Le sommet de la formation est caractérisé par une augmentation brusque de la porosité neutron dans le centre de l'île (puits D013, Figure 13). Tout comme le rayonnement gamma naturel, la courbe de porosité neutron augmente graduellement de façon importante vers la base de l'unité dans l'est de l'île (puits D014, Figure 14). La densité de formation n'affiche pas de variation marquée au sommet de l'unité mais augmente très légèrement vers la base, dans tous les puits analysés.

4C – Dans la partie centrale de l'Île d'Anticosti, l'acoustique augmente au passage du Vauréal inférieur tandis que l'effet photoélectrique diminue (puits D013, Figure 13). Par la suite, l'acoustique augmente légèrement et l'effet photoélectrique diminue (de 4 à 3 environ) vers la base de l'unité ce qui démontre une baisse du pourcentage en contenu calcaire vers la base de l'unité. Dans la partie est de l'île, le sommet de l'unité est défini par le début de la hausse importante graduelle de l'acoustique après la « bulle » décrite à la base de l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur (puits D014, Figure 14). L'effet photoélectrique n'affiche pas de variation marquée au sommet de l'unité dans la partie est de l'île mais diminue très légèrement vers la base (de 4 à 3,5 environ).

4D - La résistivité diminue au sommet de l'unité de Vauréal inférieur dans la partie centrale de l'Île d'Anticosti (puits D013, Figure 13) tandis qu'elle reste plutôt constante dans la partie est de l'île (puits D014, Figure 14). La résistivité est assez faible et constante tout le long de l'unité avec une légère augmentation vers la base dans la majorité des puits analysés.

D013 - Shell et al., Jupiter No 1

Profondeur totale : 2178,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 175,2 m / 180,7 m

Année de forage : 1998

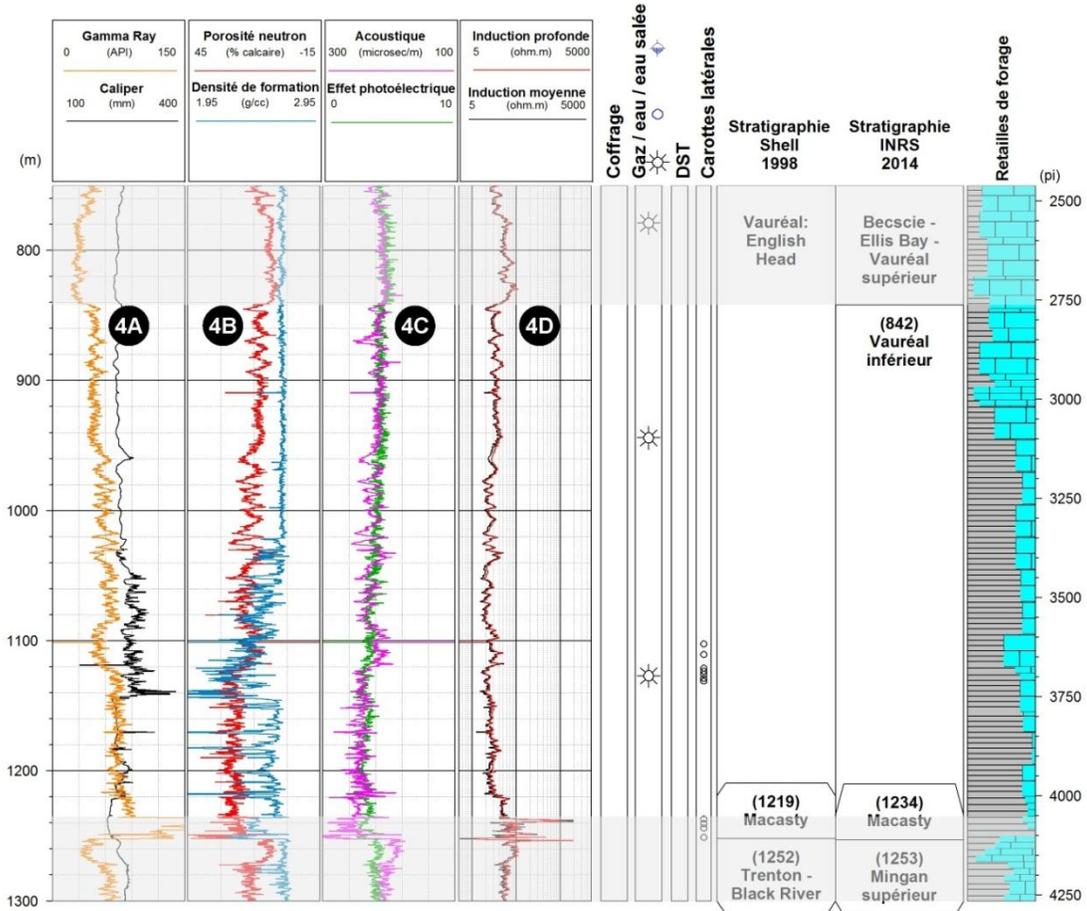


Figure 13 – Signature diagrapique typique de l'unité Vauréal inférieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.

D014 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1421,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 87,0 m / 92,37 m

Année de forage : 1999

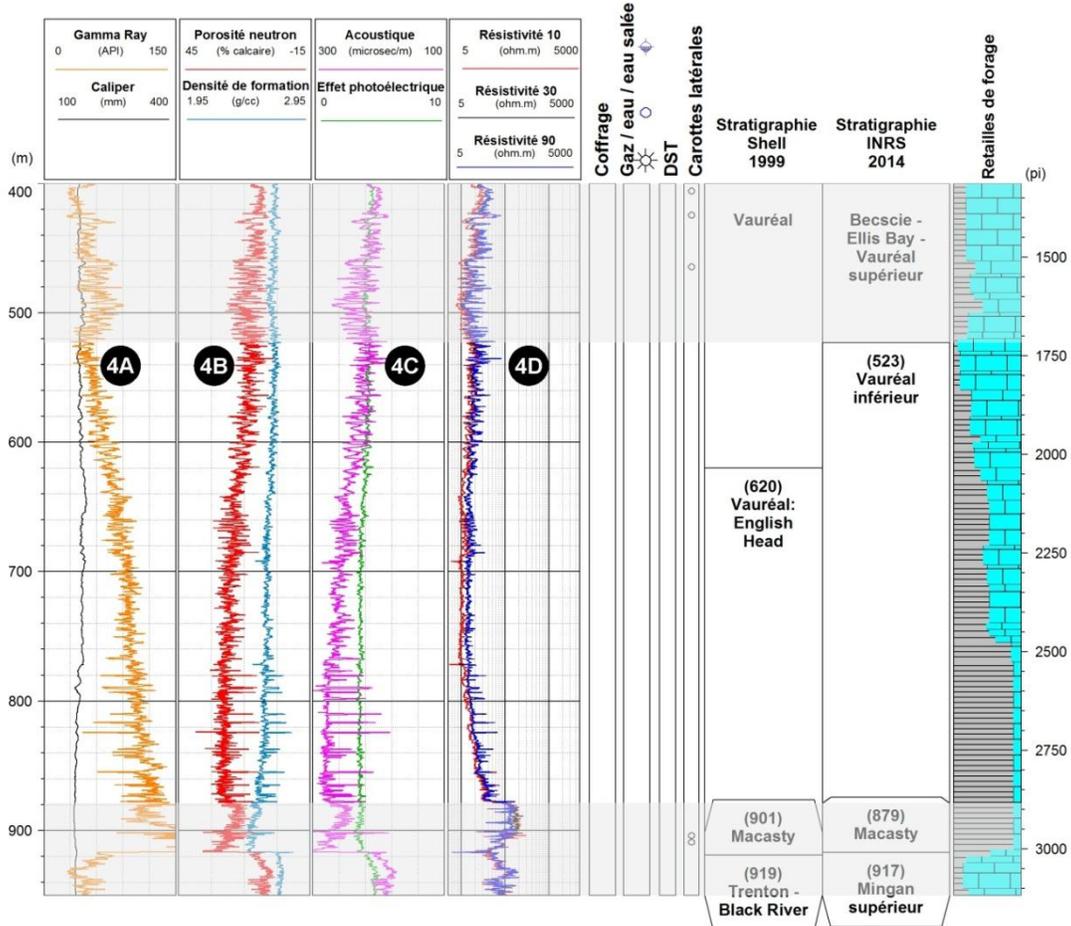


Figure 14 – Signature diagraphique typique de l'unité de Vauréal inférieure dans l'est de l'Île d'Anticosti.

2.2.5. Formation de Macasty

La Formation de Macasty ne s'observe pas en affleurement, mais est plutôt submergée dans le Détroit de Jacques-Cartier entre l'Île d'Anticosti et la Côte-Nord (Figure 3). Les informations que l'on possède sur la lithologie proviennent donc de blocs détachés retrouvés sur la rive nord de l'Île d'Anticosti et des forages réalisés sur l'île.

Le Macasty est composé de shales noirs bitumineux, plus ou moins calcaireux (Globensky, 1993; Moïse et Théroux, 1981).

Puits-type

Les puits D012 (Shell Encal Corridor, Roliff No 1) et D014 (Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1) fournissent deux exemples de signatures diagraphiques de la Formation de Macasty en sous-surface (Figure 15 et Figure 16). Le premier présente l'unité dans le centre de l'Île d'Anticosti tandis que le second présente l'unité dans l'est de l'île.

Caractéristiques diagraphiques

Les caractéristiques diagraphiques typiques de la Formation de Macasty sont les suivantes :

5A – Le rayonnement gamma naturel augmente brusquement au sommet de la formation et restent très

élevées dans la partie centrale de l'Île d'Anticosti (puits D012, Figure 15). En effet, telle que démontré à la Figure 7, les valeurs du rayonnement gamma naturel sont très élevées au sein d'un shale. Dans la partie est de l'île, la variation est moins importante car la base de l'unité de Vauréal inférieur sus-jacente est déjà caractérisée par des valeurs élevées de rayonnement gamma naturel (puits D014, Figure 16). On peut même noter une baisse qui est suivie d'une hausse des valeurs, il faut alors se fier aux autres diagraphies, comme la résistivité, pour bien identifier le contact.

5B – Les courbes de porosité neutron et de densité de formation montrent des diminutions de valeurs au passage du contact supérieur du Macasty dans tous les puits analysés.

5C - L'acoustique diminue légèrement au passage du contact supérieur Macasty pour ensuite devenir plus variable et diminuer quelque peu vers la base de la formation. L'effet photoélectrique ne montre pas de variation de valeur marquée par rapport à l'unité sus-jacente mais devient plus variable.

5D – La résistivité devient élevée au sommet de la Formation de Macasty dans tous les puits analysés, ce qui en fait un très bon indicateur pour déterminer la position du contact entre l'unité de Vauréal inférieur et la Formation de Macasty.

D012 - Shell Encal Corridor, Roliff No 1

Profondeur totale : 2785 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 290,7 M / 286,0 M

Année de forage : 1998

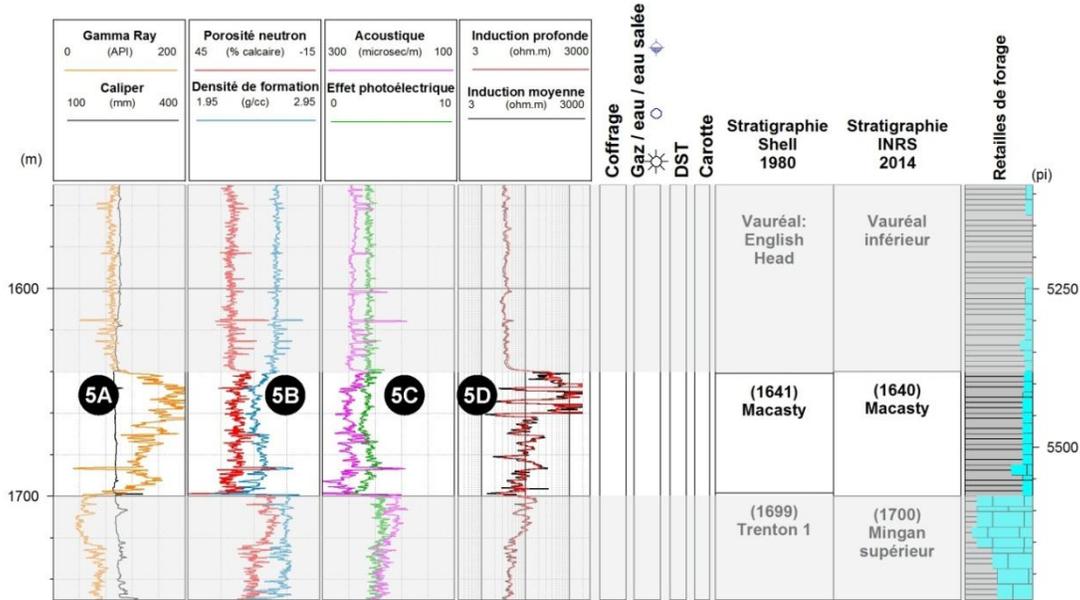


Figure 15 – Signature diagraphique typique de la Formation de Macasty dans le centre de l'Île d'Anticosti.

D014 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1421,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 87,0 m / 92,37 m

Année de forage : 1999

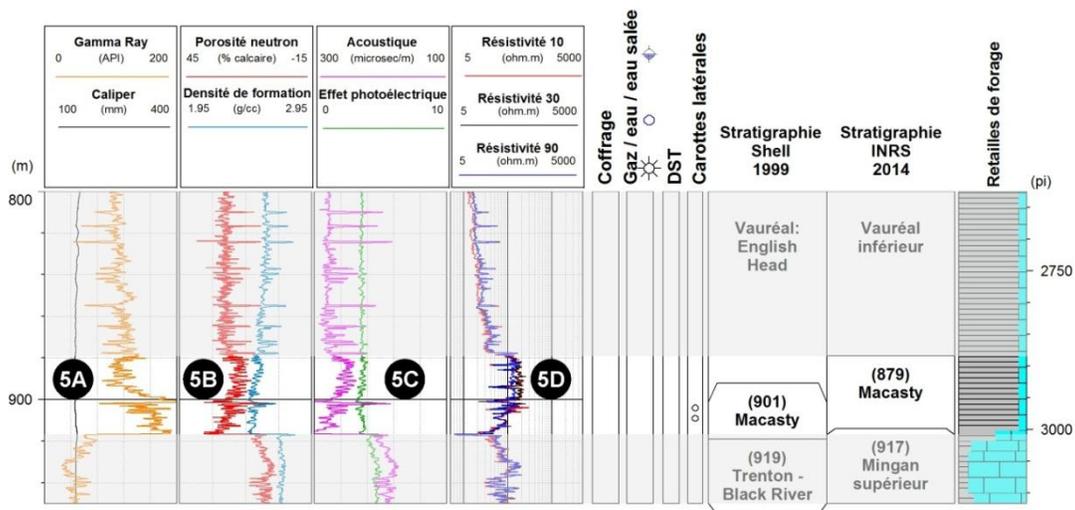


Figure 16 – Signature diagraphique typique de la Formation de Macasty dans l'est de l'Île d'Anticosti.

2.2.6. Unité de Mingan supérieur

La Formation de Mingan, telle que définie conventionnellement, a été séparée en deux unités selon l'analyse des diagraphies et de la lithologie décrite dans les puits. L'unité de Mingan supérieur ne s'observe pas en affleurement, mais est plutôt submergée dans le Déroit de Jacques-Cartier entre l'Île d'Anticosti et la Côte-Nord (Figure 3). Les informations que l'on possède sur la lithologie proviennent donc uniquement des forages.

La composition du Mingan supérieur est variable et montre des cycles d'augmentation et de diminution plus ou moins graduels du contenu calcaire par rapport au contenu en shale. On y retrouve des wackestones, des packstones et des grainstones fossilifères ainsi que des mudstones peu fossilifères.

(Les informations ci-dessus sont tirées de INRS-Pétrole, 1974, 1976; Moïse et Thérout, 1981)

Puits-type

Les puits D012 (Shell Encal Corridor, Roliff No 1) et D014 (Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1) fournissent deux exemples de signatures diagraphiques de l'unité de Mingan supérieur en sous-surface (Figure 17 et Figure 18). Le premier présente l'unité dans le centre de l'Île d'Anticosti tandis que le second présente l'unité dans l'est de l'île.

Caractéristiques diagraphiques

Les caractéristiques diagraphiques typiques de l'unité de Mingan supérieur sont les suivantes :

6A – On note une baisse importante du rayonnement gamma naturel au passage des roches de la Formation de Macasty vers le Mingan supérieur dans tous les puits analysés. Cette observation est caractéristique de la diminution de shale au passage d'une unité calcaire (Figure 7). Par la suite, les valeurs du rayonnement gamma naturel sont variables selon des cycles graduels à l'intérieur de l'unité. Ces cycles peuvent être différents et plus ou moins présents entre le centre et l'est de l'Île d'Anticosti.

6B – La porosité-neutron diminue tandis que la densité de formation augmente de façon importante au passage du Macasty au Mingan supérieur dans tous les puits analysés. Ceci est typique d'un passage d'un shale à un calcaire comme le montre la Figure 7. La densité de formation demeure relativement stable tout au long de l'unité tandis que la porosité neutron varie selon les mêmes cycles que le rayonnement gamma naturel.

6C – La courbe de l'acoustique montre une baisse marquée des valeurs tandis que l'effet photoélectrique augmente au passage du Macasty au Mingan supérieur dans tous les puits analysés. On note des valeurs entre 4 et 5, ce qui correspond à un contenu calcaire important. Les deux courbes montrent des variations cycliques comme les autres diagraphies décrites ci-dessus.

6D – La résistivité diminue au contact entre le Macasty et le Mingan supérieur dans tous les puits analysés. Par la suite la résistivité varie selon les mêmes cycles que les autres diagraphies en fonction de la lithologie.

D012 - Shell Encal Corridor, Roliff No 1

Profondeur totale : 2785 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 290,7 M / 286,0 M

Année de forage : 1998

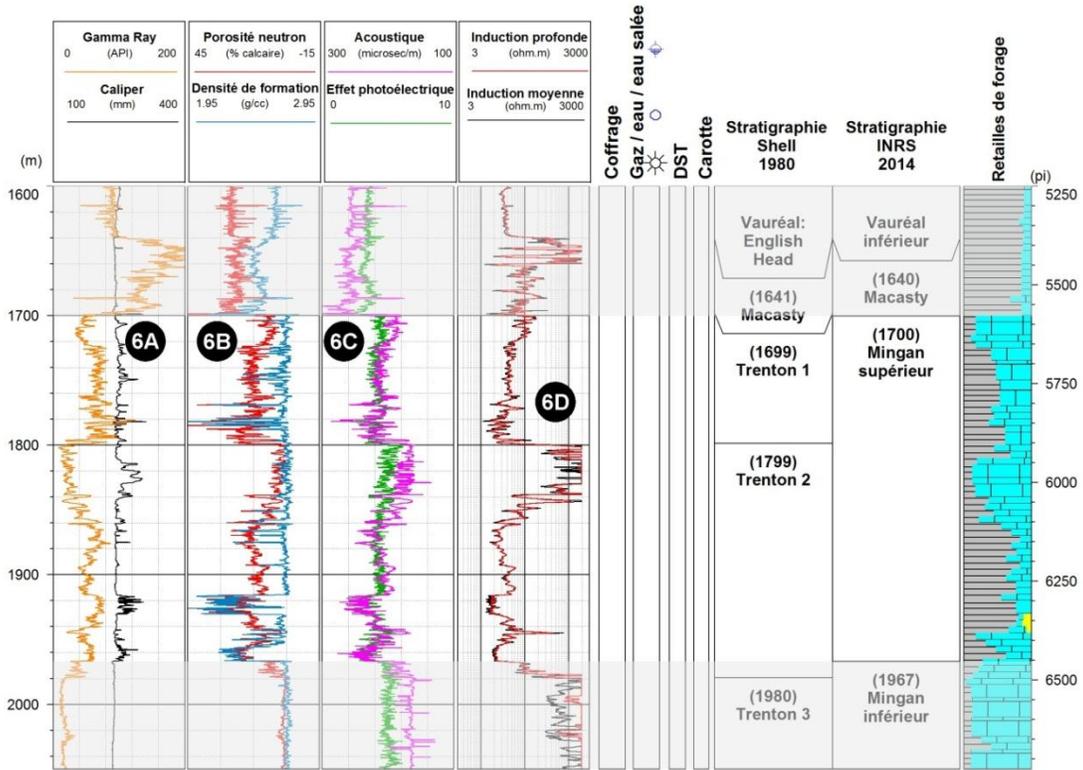


Figure 17 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan supérieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.

D014 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1421,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 87,0 m / 92,37 m

Année de forage : 1999

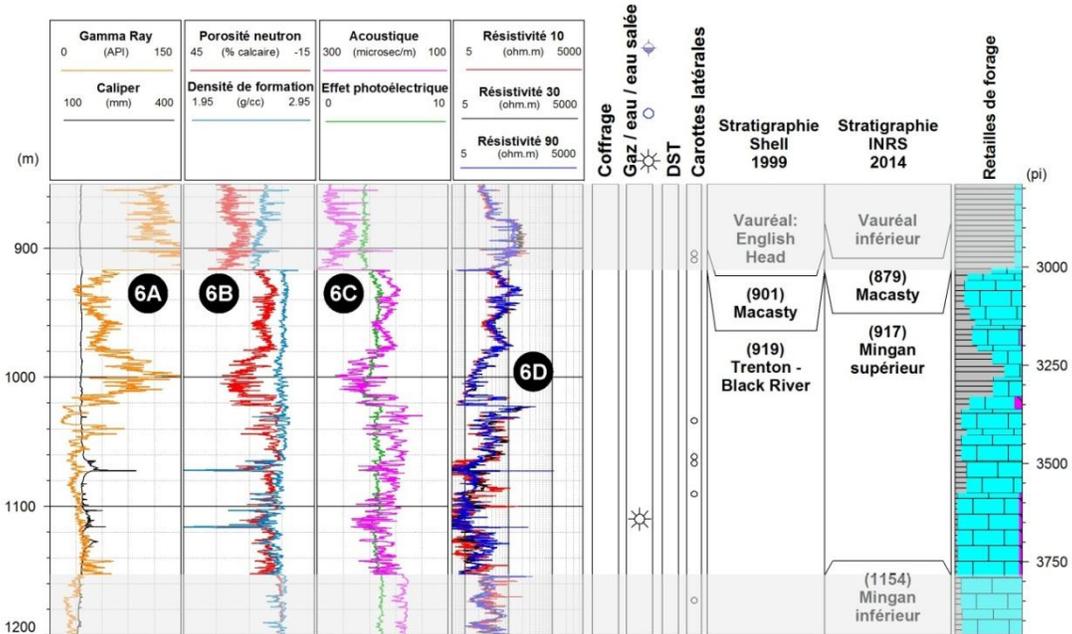


Figure 18 – Signature diagramme typique de l'unité de Mingan supérieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.

2.2.7. Unité de Mingan inférieur

La Formation de Mingan, telle que définie conventionnellement, a été séparée en deux unités selon l'analyse des diagraphies et de la lithologie décrite dans les puits. Les 50 premiers à la base de l'unité de Mingan inférieur s'observent en affleurement, aux Îles de Mingan (Figure 2).

Le Mingan inférieur est composé de faciès carbonatés tels que : packstones, wackestones, grainstones à bioclastes et à ooïdes, mudstones, calcaires récifaux. La base de l'unité est caractérisée par la présence de faciès silico-clastiques (grès et shales) qui surmontent la discordance majeure entre les formations de Mingan et de Romaine.

(Les informations ci-dessus sont tirées de Desrochers, 1988; Globensky, 1993; Shaw et Bolton, 2011)

Puits-type

Les puits D012 (Shell Encal Corridor, Roliff No 1) et D014 (Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1) fournissent deux exemples de signatures diagraphiques de l'unité de Mingan inférieur en sous-surface (Figure 19 et Figure 20). Le premier présente l'unité dans le centre de l'Île d'Anticosti tandis que le second présente l'unité dans l'est de l'île.

Caractéristiques diagraphiques

Les caractéristiques diagraphiques typiques de l'unité de Mingan supérieur sont les suivantes :

7A – Le rayonnement gamma naturel est très faible et constant, typique des roches calcaires. En effet, telle que démontré à la Figure 7, les valeurs du rayonnement gamma naturel sont très faibles au sein des roches calcaires. On note une augmentation des valeurs à la base de l'unité, ce qui est caractéristique du changement de lithologie vers des faciès gréseux.

7B – Les courbes de la porosité neutron et de densité de formation se superposent dans tous les puits analysés. Cette caractéristique diagraphique signifie un contenu calcaire pur (Figure 7).

7C – L'acoustique diminue au passage du Mingan supérieur au Mingan inférieur. L'effet photoélectrique est très stable avec des valeurs d'environ 5, ce qui est caractéristique d'un calcaire pur (Figure 7).

7D - La résistivité est élevée au sein de l'unité de Mingan inférieur. Cette caractéristique est plus marquée dans le centre de l'Île d'Anticosti, où on note une augmentation importante plus brusque (puits D012, Figure 19) que dans la partie est (puits D014, Figure 20).

D012 - Shell Encal Corridor, Roliff No 1

Profondeur totale : 2785 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 290,7 M / 286,0 M

Année de forage : 1998

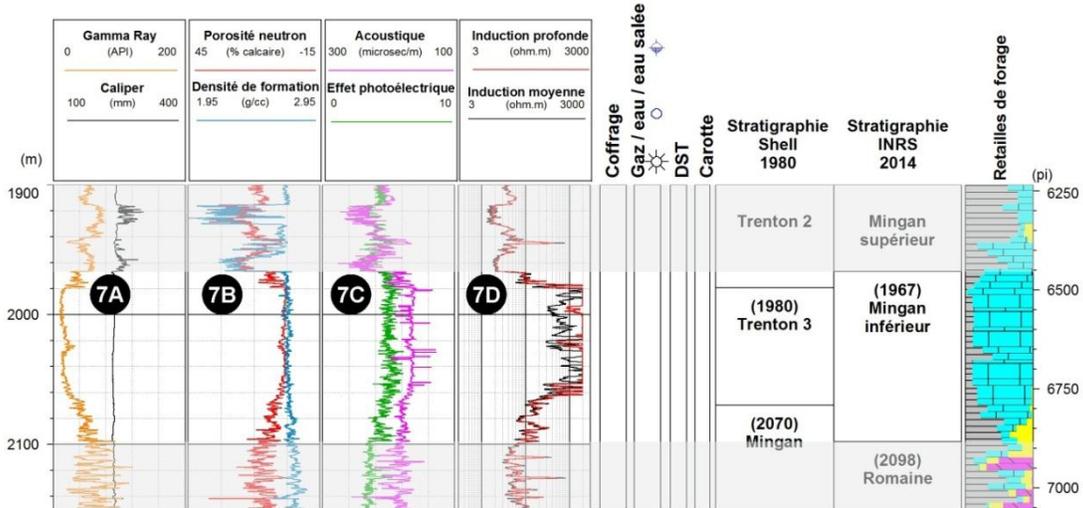


Figure 19 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan inférieur dans le centre de l'Île d'Anticosti.

D014 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1421,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 87,0 m / 92,37 m

Année de forage : 1999

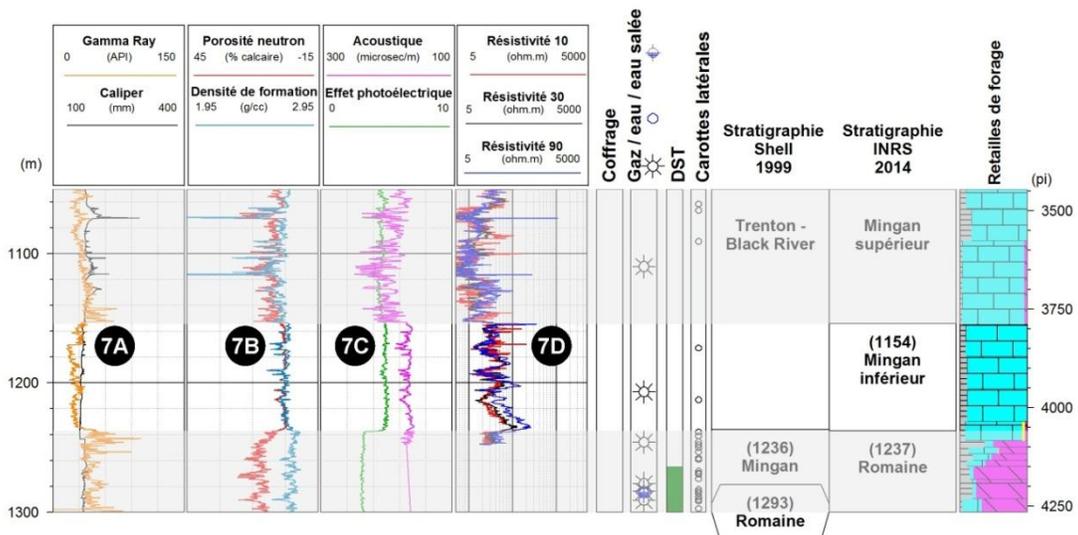


Figure 20 – Signature diagraphique typique de l'unité de Mingan inférieur dans l'est de l'Île d'Anticosti.

2.2.8. Formation de Romaine

À l'aide des affleurements présents aux Îles de Mingan et dans la région de Havre-St-Pierre (Figure 2), la Formation de Romaine est divisée en trois membres formels : les membres de Sauvage, de Sainte-Geneviève et de Grande-Île. Le Membre de Sauvage, à la base, est composée de d'arénites feldspathiques qui représente le grès de base de la succession sédimentaire. Le Membre de Sainte-Geneviève est composé de dolomies à texture saccharoïdale et de calcaires argileux fossilifères et on y retrouve des monticules de thrombolites. Le Membre de Grande Île est, quant à lui, composé de dolomie à grain fin, de dolomies à ooïdes, de dolomicrites et d'interlits de shale.

La Formation de Romaine est surmontée d'une discordance majeure (Sauk-Tippecanoe) liée à une exposition subaérienne due à un bas niveau marin majeur régional. Les unités sommitales de la formation sont donc plus ou moins érodées par cette discordance.

(Les informations ci-dessus sont tirées de Desrochers, 1988; Desrochers *et al.*, 2012; Lavoie *et al.*, 2005)

Puits-type

Les puits D013 (Shell *et al.*, Jupiter No 1) et D015 (Shell Encal Corridor, Anticosti, Saumon No 1) fournissent deux exemples de signatures diagrapiques de la Formation de Romaine en sous-surface (Figure 21 et Figure 22). Le premier présente la formation dans le centre de l'Île d'Anticosti tandis que le deuxième la présente dans l'est de l'île. On note que la Formation de Romaine est beaucoup plus mince vers l'est. La partie supérieure qui est présente plus à l'ouest semble absente à l'est. Ceci est cohérent avec les interprétations sédimentologiques établies qui montrent un amincissement de la Formation de Romaine vers l'est dû à une remontée du socle et une érosion des lits supérieurs de la formation (Desrochers *et al.*, 2012; Lavoie *et al.*, 2005).

Caractéristiques diagrapiques

Les caractéristiques diagrapiques de la Formation de Romaine sont les suivantes :

8A – La base de l'unité de Mingan inférieur est marquée par l'augmentation du rayonnement gamma naturel (puits D013, Figure 21) associée au grès de base du Membre de Corbeau déposé au-dessus de la discordance qui marque le sommet de la Formation de Romaine. Cette augmentation n'est cependant pas présente dans les puits de l'est de l'Île d'Anticosti et la transition entre l'unité de Mingan inférieur et la Formation de Romaine est plus brusque au niveau du rayonnement gamma naturel (puits D015, Figure 22).

8B – On note une variation marquée du rayonnement gamma naturel au passage des roches de l'unité de Mingan inférieur vers la Formation de Romaine. Si la caractéristique 8A est présente, on note une baisse importante du rayonnement gamma naturel au sommet de la Formation de Romaine (puits D013, Figure 21). Cependant, si la base de l'unité de Mingan inférieur est caractérisée par un rayonnement gamma naturel très stable, on note alors une augmentation de cette propriété (Figure 22). Le rayonnement gamma naturel est très variable et bruité dans l'ensemble de la Formation de Romaine.

8C - Les valeurs de la courbe de porosité neutron sont plus élevées que celles de la porosité densité, signe d'un contenu majoritairement dolomitique. En effet, cette caractéristique est typique des roches dolomitiques tel que montré à la Figure 7.

8D – L'effet photoélectrique est un bon indicateur de la lithologie rencontrée dans le puits. La courbe de l'effet photoélectrique est de l'ordre de 3 dans la Formation de Romaine ce qui est typique des roches dolomitique. Cependant, comme le sommet de l'unité est généralement composé de calcaire, on observe alors des valeurs d'environ 5 pour l'effet photoélectrique. Le changement observé au sommet de la Formation de Romaine est généralement brusque et l'augmentation ou la diminution dépend de la présence ou non de l'unité gréseuse à la base de l'unité de Mingan inférieur.

D013 - Shell et al., Jupiter No 1

Profondeur totale : 2178,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 175,2 m / 180,7 m

Année de forage : 1998

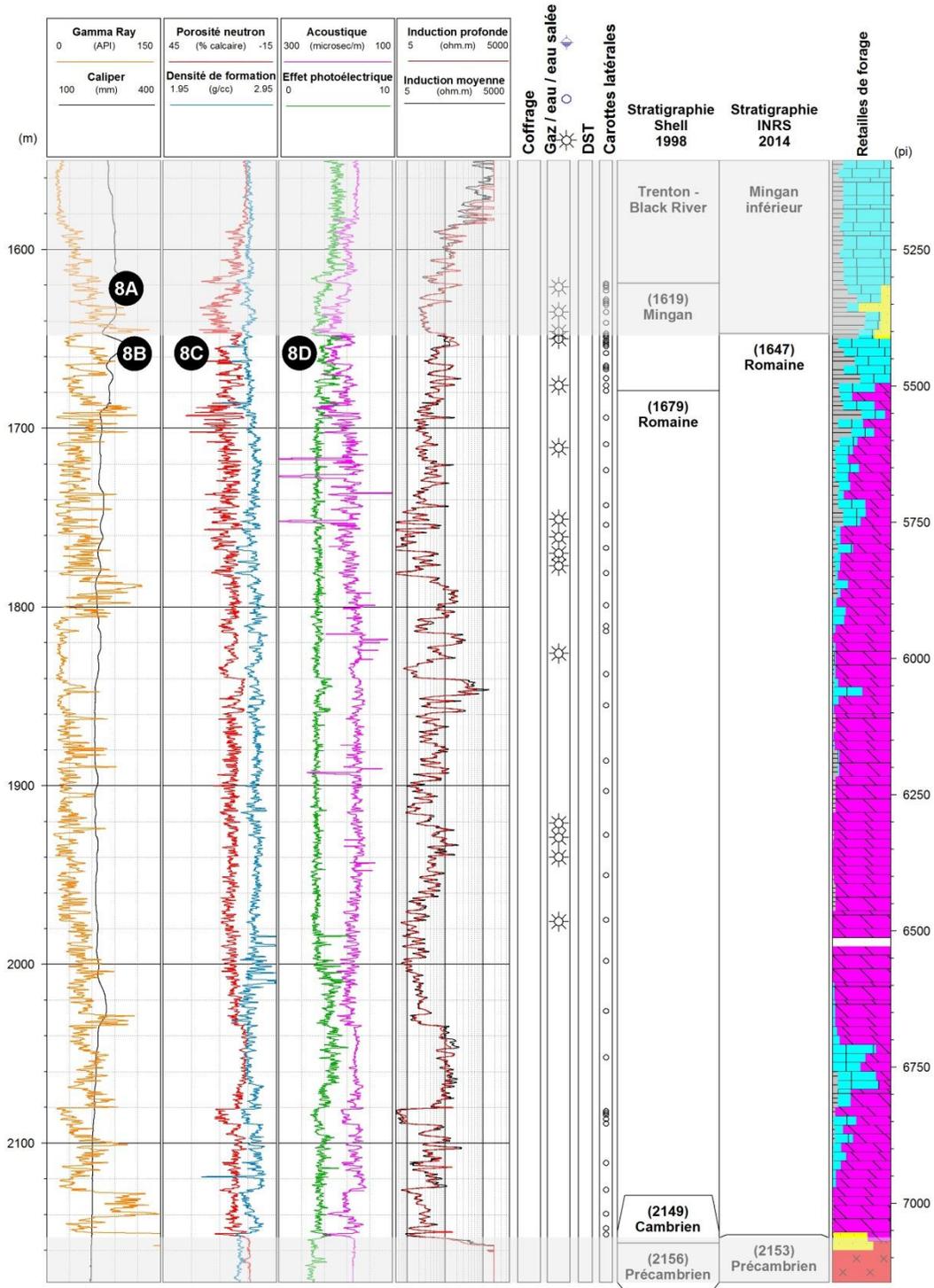


Figure 21 – Signature diagrapique typique de la Formation de Romaine dans le centre de l'Île d'Anticosti.

D015 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Saumon No 1

Profondeur totale : 1375,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 106,0 m / 111,4 m

Année de forage : 1999

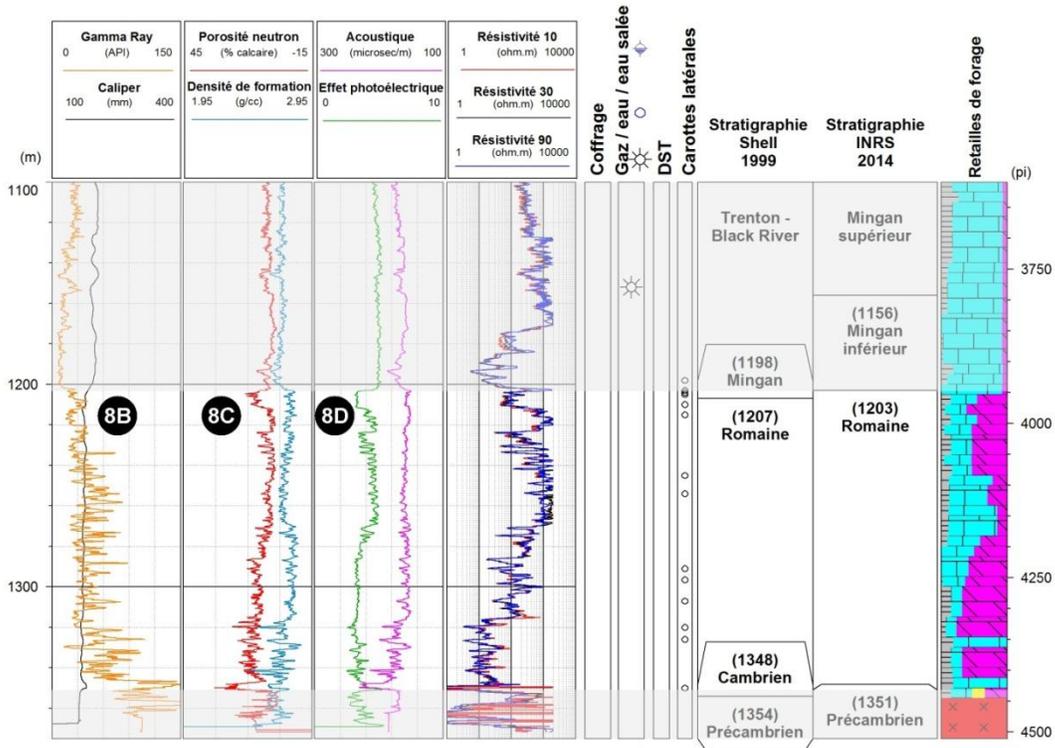


Figure 22 – Signature diagrapique typique de la Formation de Romaine dans l'est de l'Île d'Anticosti.

2.3. Sommaire de la lithostratigraphie standardisée

Par l'étude détaillée de la signature des diagraphies des puits d'exploration pétrolière et gazière, il est possible de reconnaître huit unités distinctes au sein du

bassin ordovicien-silurien d'Anticosti. La Figure 23 résume les caractéristiques diagraphiques de ces unités et montre leur variation tout le long de la succession sédimentaire du bassin d'Anticosti.

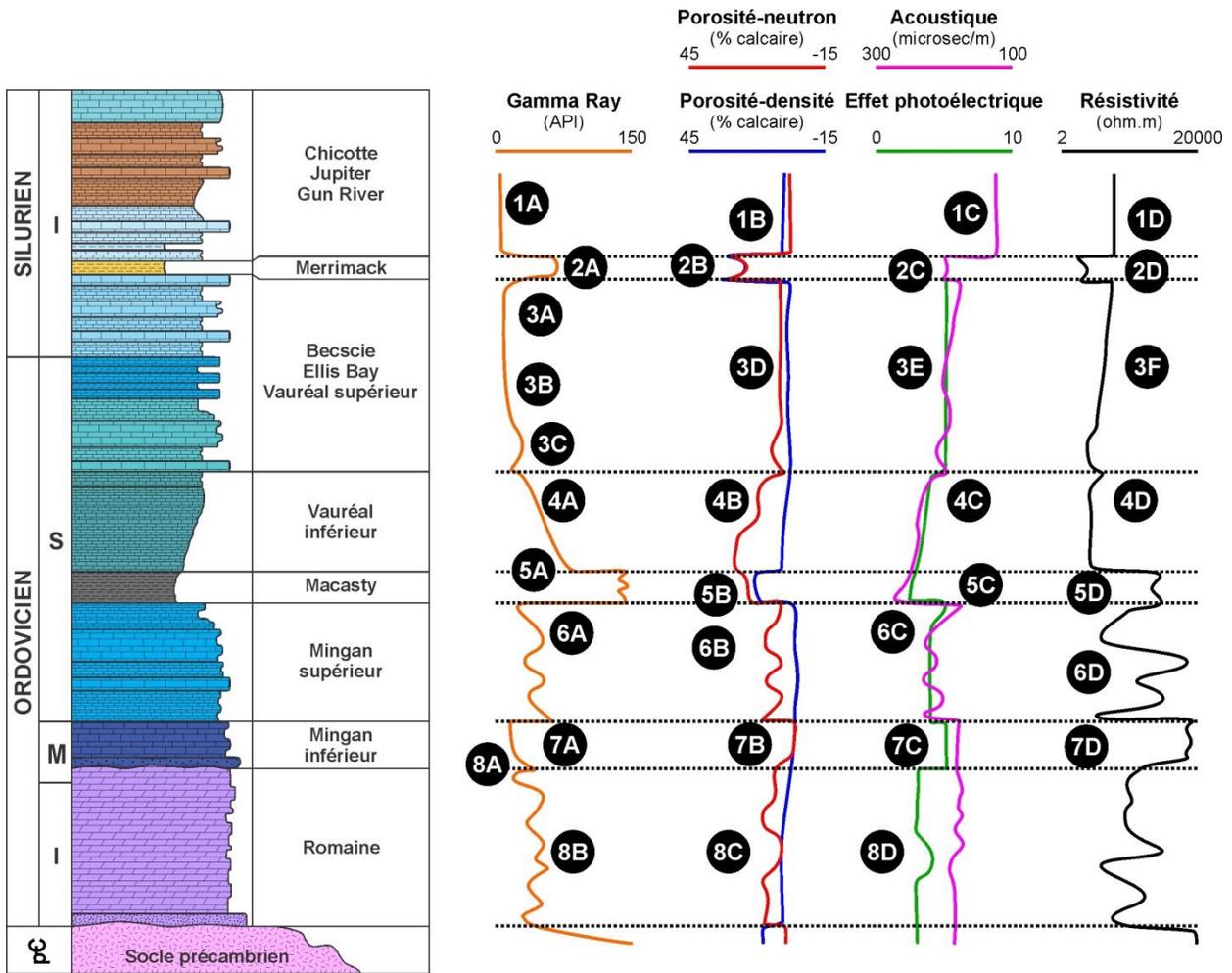


Figure 23 – Colonne stratigraphique du bassin d'Anticosti et résumé des caractéristiques diagraphiques de ses unités géologiques.

3. Modélisation géologique 3D du bassin d'Anticosti

3.1. Données de base

Les données de base utilisées pour la modélisation géologique 3D sont les données de puits, la carte géologique et les données géophysiques.

3.1.1. Données de puits

Les sommets des unités géologiques rencontrées dans les puits ont été utilisés afin d'estimer la profondeur et l'épaisseur de ces unités lors de la modélisation 3D. Comme les données d'origine disponibles au Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) ont été acquises au cours des 50 dernières années et que les interprétations du bassin ont évolué avec le temps, une mise à jour et une uniformisation du jeu de données ont été nécessaires afin que les sommets des unités géologiques soient uniformisés au sein de tous les puits (voir section précédente).

Une fois ces données corrigées au sein des 14 puits possédant des diagraphies, elles ont ensuite été utilisées pour estimer la profondeur des unités dans le modèle 3D. Le puits D021 n'a pas été réinterprété car la qualité des données disponible n'était pas suffisante pour obtenir une interprétation satisfaisante. Les sommets identifiés dans les puits sont les suivants :

- Merrimack : identifié dans 4 puits
- Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur : identifié dans 4 puits
- Vauréal inférieur : identifié dans 13 puits
- Macasty : identifié dans 12 puits
- Mingan supérieur : identifié dans 14 puits
- Mingan inférieur : identifié dans 12 puits
- Romaine : identifié dans 10 puits
- Précambrien : identifié dans 9 puits

Les sommets des formations dans les quatre puits qui n'ont pas été réinterprétés ont été utilisés dans la mesure où leur interprétation était jugée adéquate et qu'ils correspondaient bien aux réinterprétations des autres puits.

3.1.2. Carte géologique

La carte géologique de l'Île d'Anticosti (Desrochers et Gauthier, 2009) et la géologie interprétée aux Îles de Mingan (Desrochers, 1988) et dans la région de Havre-Saint-Pierre (Figure 2) permettent de connaître les unités présentes en affleurement et celles situées directement sous les dépôts meubles. Ceci a permis de contraindre en surface les interprétations du modèle géologique 3D. L'interprétation par Sanford (1998) des unités géologiques qui sont submergées dans le golfe Saint-Laurent (Figure 3) a été partiellement utilisée afin de mieux contraindre les sommets de ces unités dans le modèle 3D. Les contacts géologiques de surface qui ont été utilisés pour la modélisation 3D sont présentés à la Figure 24.

3.1.3. Données géophysiques

Les données géophysiques disponibles sur l'Île d'Anticosti ont été utilisées de façon visuelle et qualitative afin d'identifier et de positionner les failles majeures présentes à l'intérieur du modèle 3D. Les profils sismiques publiques disponibles au MERN ainsi que les images des données aéromagnétiques acquises par Shell (Shell Canada - Encal Energy, 2001) lors de ses campagnes d'exploration sur l'île ont été utilisées.

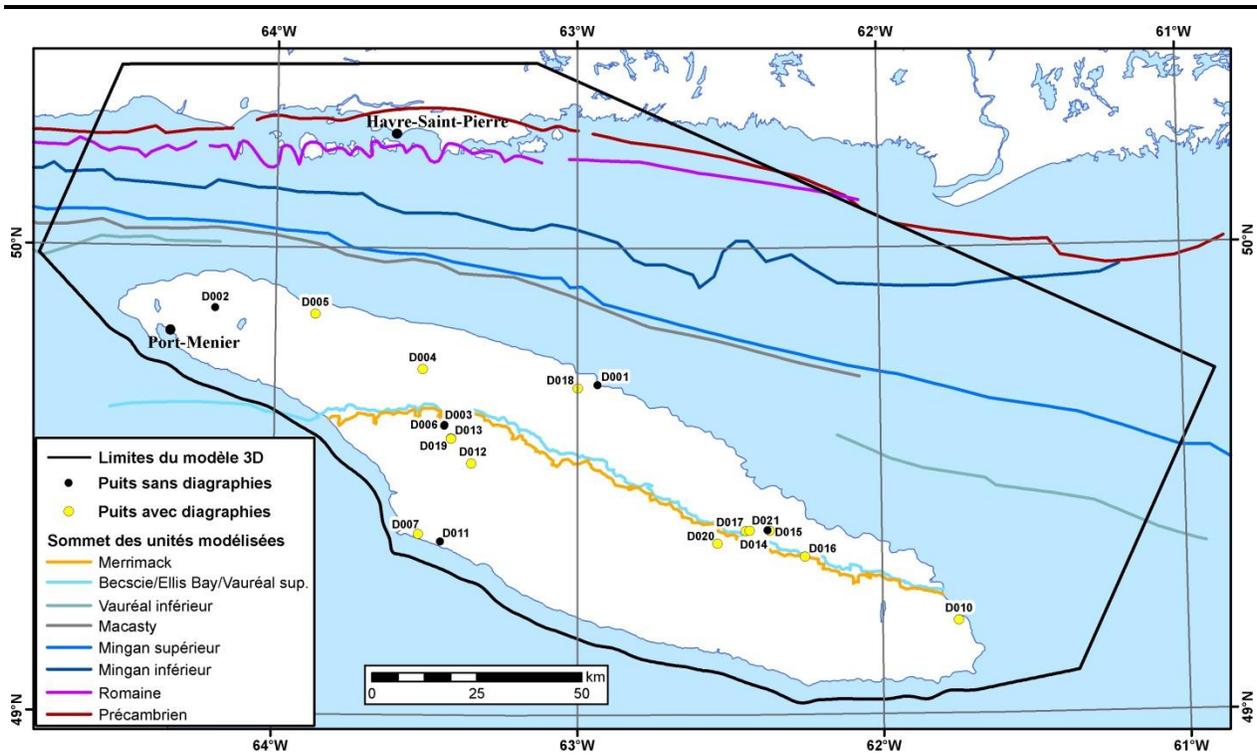


Figure 24 – Contacts géologiques de surface (sommets des unités) utilisés pour la modélisation 3D (Source des données : Desrochers, 1988; Desrochers et Gauthier, 2009; Sanford, 1998) et position des puits disponibles au MERN. Le contour noir représente l'étendue du modèle géologique 3D.

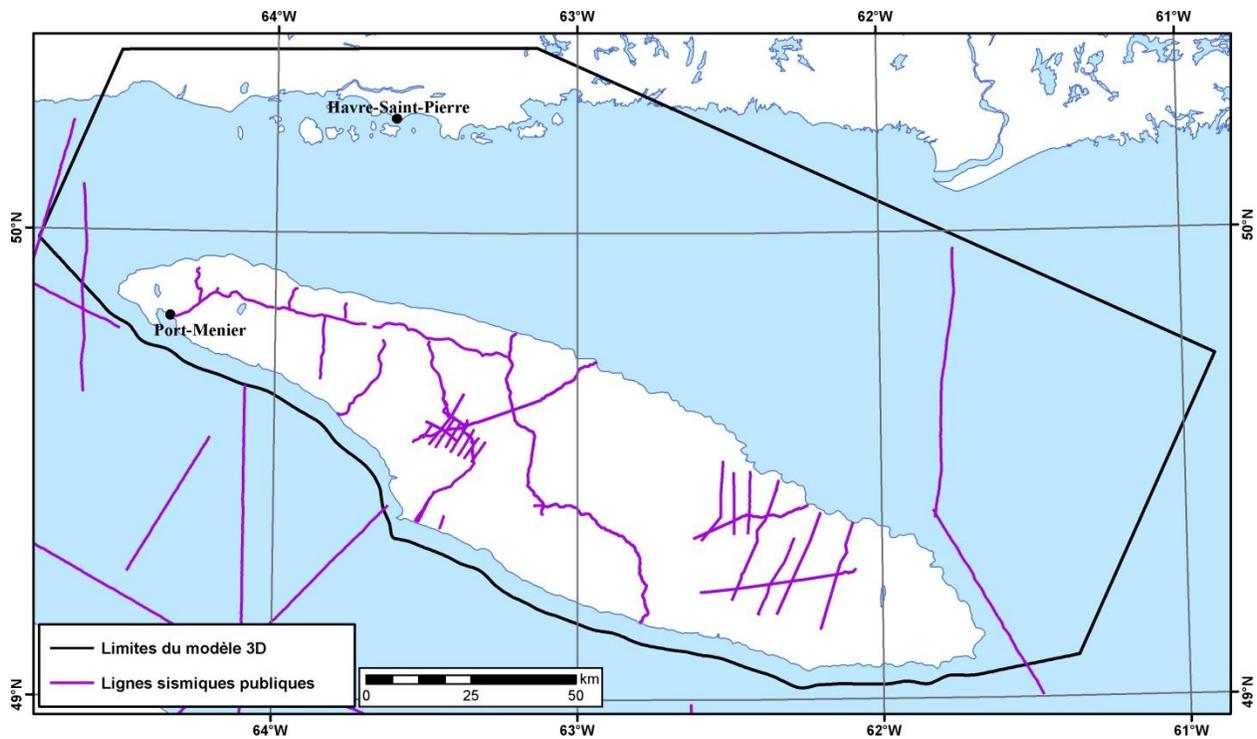


Figure 25 – Lignes sismiques publiques disponibles au MERN. Le contour noir représente l'étendue du modèle géologique 3D.

3.2. Modélisation géologique 3D

La modélisation 3D du bassin a été réalisée avec le logiciel GOCAD® qui est spécialement conçu pour la modélisation géologique 3D. La méthodologie suivie est présentée à la Figure 26 et est inspirée de la méthodologie de construction du modèle 3D du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent (Bédard *et al.*, 2013).

3.2.1. Faille normale

Seule la faille de Jupiter a été modélisée car elle est associée à un déplacement vertical important et montre une continuité latérale à l'échelle du bassin. Le positionnement de la faille a été réalisé à l'aide des données géophysiques disponibles au MERN. Les images des données aéromagnétiques acquises par Shell (Shell Canada - Encal Energy, 2001) ainsi que les profils sismiques ont permis de localiser la faille de Jupiter avec assez de certitude dans la partie centrale de l'Île d'Anticosti (Figure 27). Cependant, la localisation de la faille vers l'est est moins certaine car il n'existe pas de données publiques permettant de contraindre son tracé.

Comme peu d'informations existent sur le pendage des failles normales dans le bassin d'Anticosti, la faille de Jupiter a été modélisée avec un pendage constant de 60° perpendiculaire au tracé de la faille, c'est-à-dire vers le sud-ouest (Figure 28).

La faille se termine dans l'unité de Vauréal inférieur et affecte donc le socle précambrien, les formations de Romaine, de Mingan, de Macasty ainsi que la base de l'unité du Vauréal inférieur (Bordet *et al.*, 2010; Castonguay *et al.*, 2005; Roliff, 1985; Shell Canada - Encal Energy, 2001).

3.2.2. Sommet du socle précambrien

La seconde étape de la modélisation a consisté à construire la surface du sommet du socle précambrien, sur lequel repose le bassin d'Anticosti, à l'aide des données de puits et de la géologie de surface (Figure 29 et Figure 30). La surface du socle est coupée par la faille de Jupiter qui impose un déplacement vertical qui augmente des extrémités vers le centre de la faille.

3.2.3. Sommets des unités géologiques

Une fois la surface du sommet du socle précambrien

construite, les surfaces des sommets des unités géologiques ont par la suite été modélisées, à l'aide des données de puits et des contacts géologiques de surface (Figure 31).

Ces surfaces ont été contraintes à l'aide des connaissances géologiques du bassin qui indiquent la présence ou l'absence de certaines unités géologiques dans certaines régions spécifiques. Par exemple, les formations de Romaine (Figure 32-2) et de Macasty (Figure 32-5) ne sont pas présentes dans la partie est du modèle (Desrochers *et al.*, 2012; Sanford, 1998).

De plus, chacune des surfaces a été contrainte par rapport aux autres afin de s'assurer que les unités respectaient la séquence stratigraphique (Figure 5). Ceci permet, par exemple, d'éviter que la surface d'une unité géologique plus jeune ne passe au-dessous de la surface d'une unité géologique plus vieille.

3.2.4. Modèle volumique

Après que toutes les surfaces du sommet des unités géologiques aient été modélisées, un modèle volumique a par la suite été construit en remplissant l'espace entre chacune des surfaces pour chacun des blocs de faille avec des voxels (« *Volume element* », en référence au pixel (« *picture element* ») en deux dimensions) ayant des propriétés différentes selon l'unité qu'ils composent (Figure 32).

Comme la capacité de traitement des ordinateurs utilisés pour la modélisation 3D est limitée, la quantité de cellules (voxels) du modèle a dû être également limitée. Compte tenu de cette contrainte, et afin de respecter la géométrie du bassin où les changements les plus importants se produisent avec l'approfondissement du bassin vers le sud-ouest, les voxels ne sont pas cubiques. Ils ont plutôt une longueur de 1000 mètres (NO-SE), une largeur de 500 mètres (NE-SO) et une épaisseur verticale de 10 mètres, ce qui permet de mieux représenter les changements brusques dans le bassin vers le sud-ouest et d'avoir tout de même une bonne résolution verticale.

Comme aucune donnée, excepté quelques profils sismiques, n'existe au sud de l'Île d'Anticosti, le modèle géologique 3D s'arrête environ 5 kilomètres au sud de l'île (voir Figure 24 pour les limites du modèle). Ceci permet d'éviter des fausses interprétations dues à des extrapolations non contraintes.

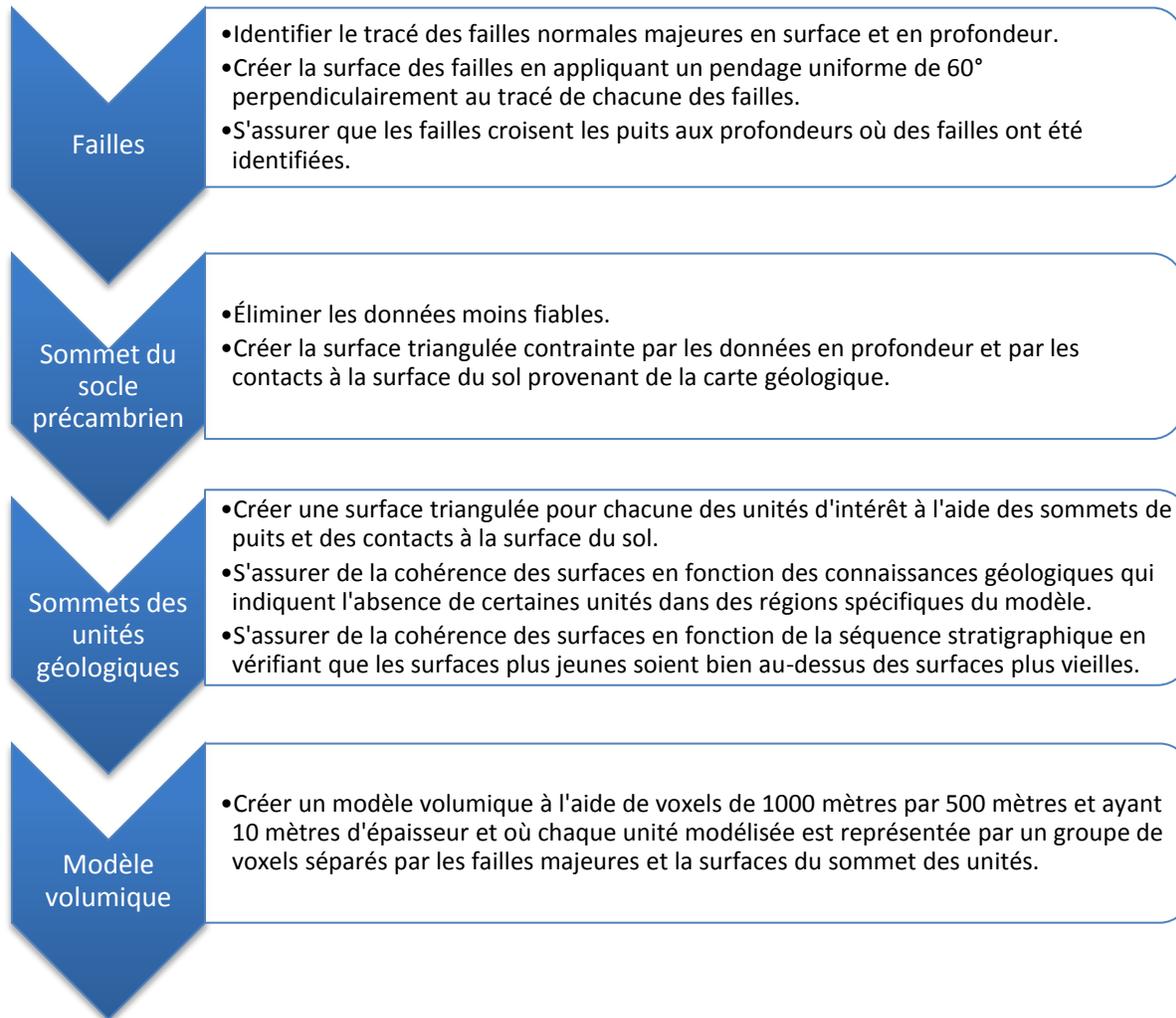


Figure 26 – Méthodologie de construction et d'analyse du modèle géologique 3D.

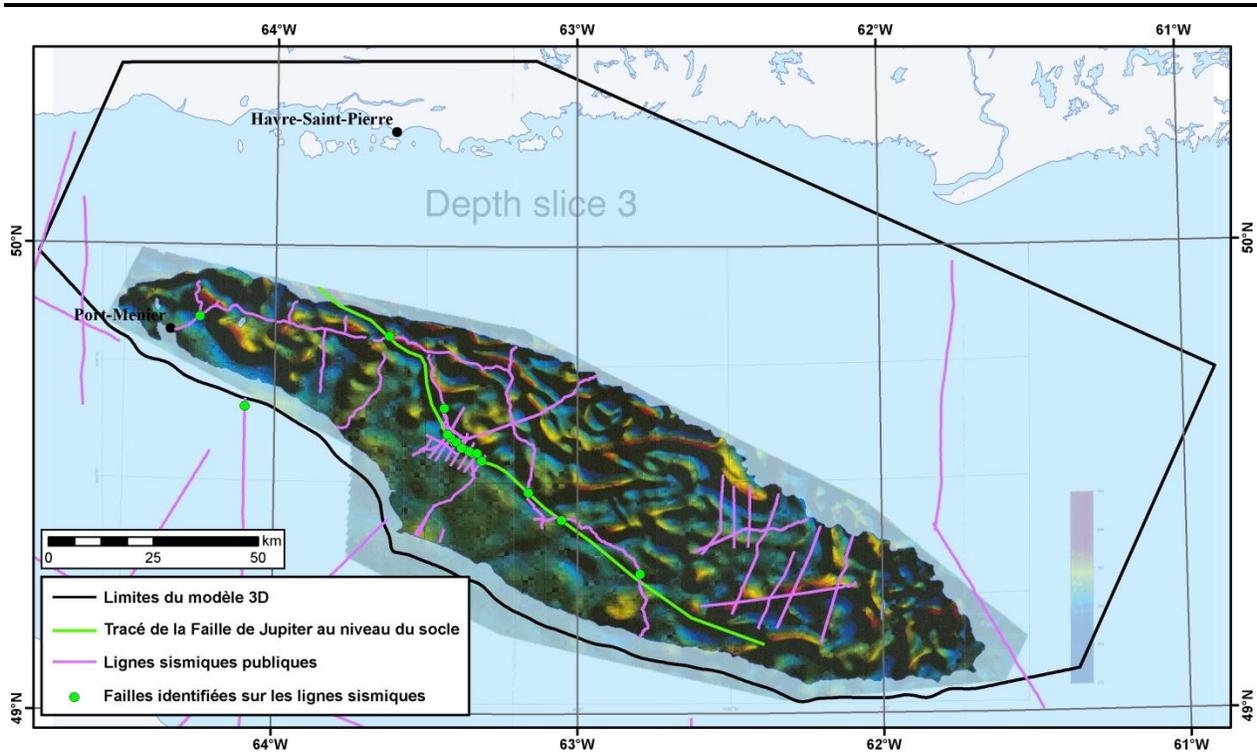


Figure 27 – Tracé de la faille de Jupiter au niveau du socle précambrien superposé sur une image des données aéromagnétiques (Shell Canada - Encal Energy, 2001) utilisée pour le positionnement de la faille. Les points verts montrent la présence des failles identifiées sur les lignes sismiques publiques disponibles au MERN. Le contour noir représente l'étendue du modèle géologique 3D.

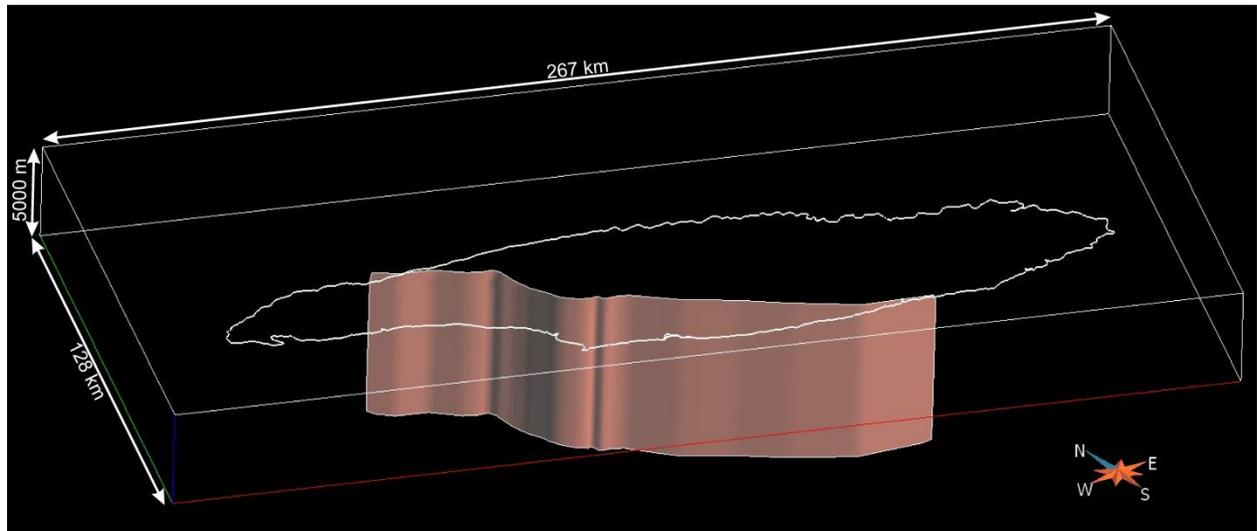


Figure 28 – Étendue et dimensions du modèle géologique 3D dans GOCAD® et surface de la faille de Jupiter modélisée en 3D. Exagération verticale : 5X.

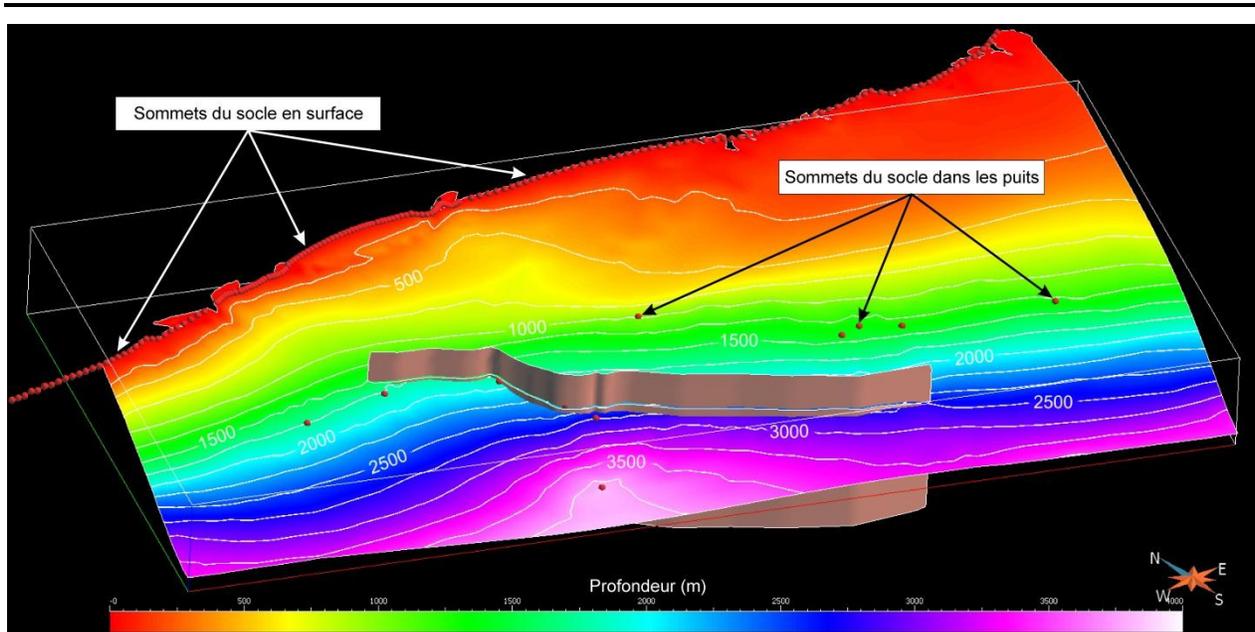


Figure 29 – Surface du socle précambrien en profondeur. L'échelle de couleur varie de 0 à 4000 mètre. Les points rouges représentent le sommet du socle dans les puits et en surface. Exagération verticale : 5X.

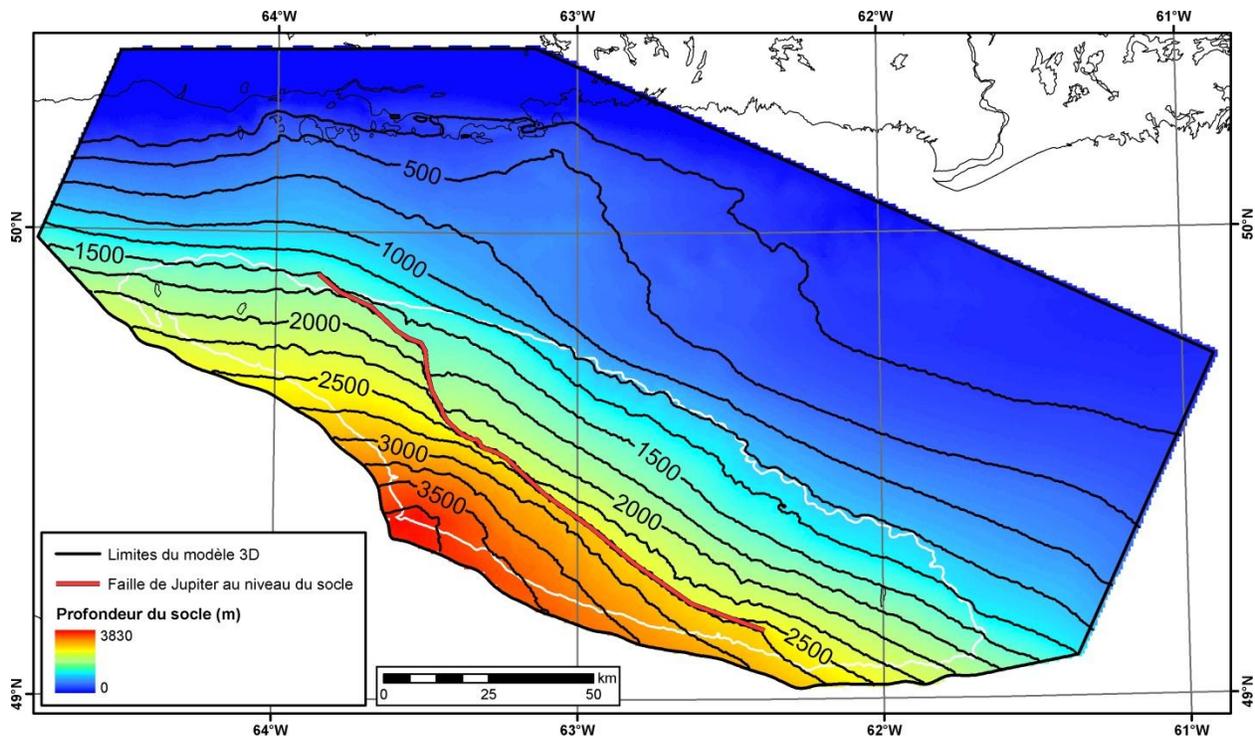


Figure 30 – Carte de la profondeur du socle précambrien modélisé et tracé de la faille de Jupiter au niveau du socle (ligne rouge).

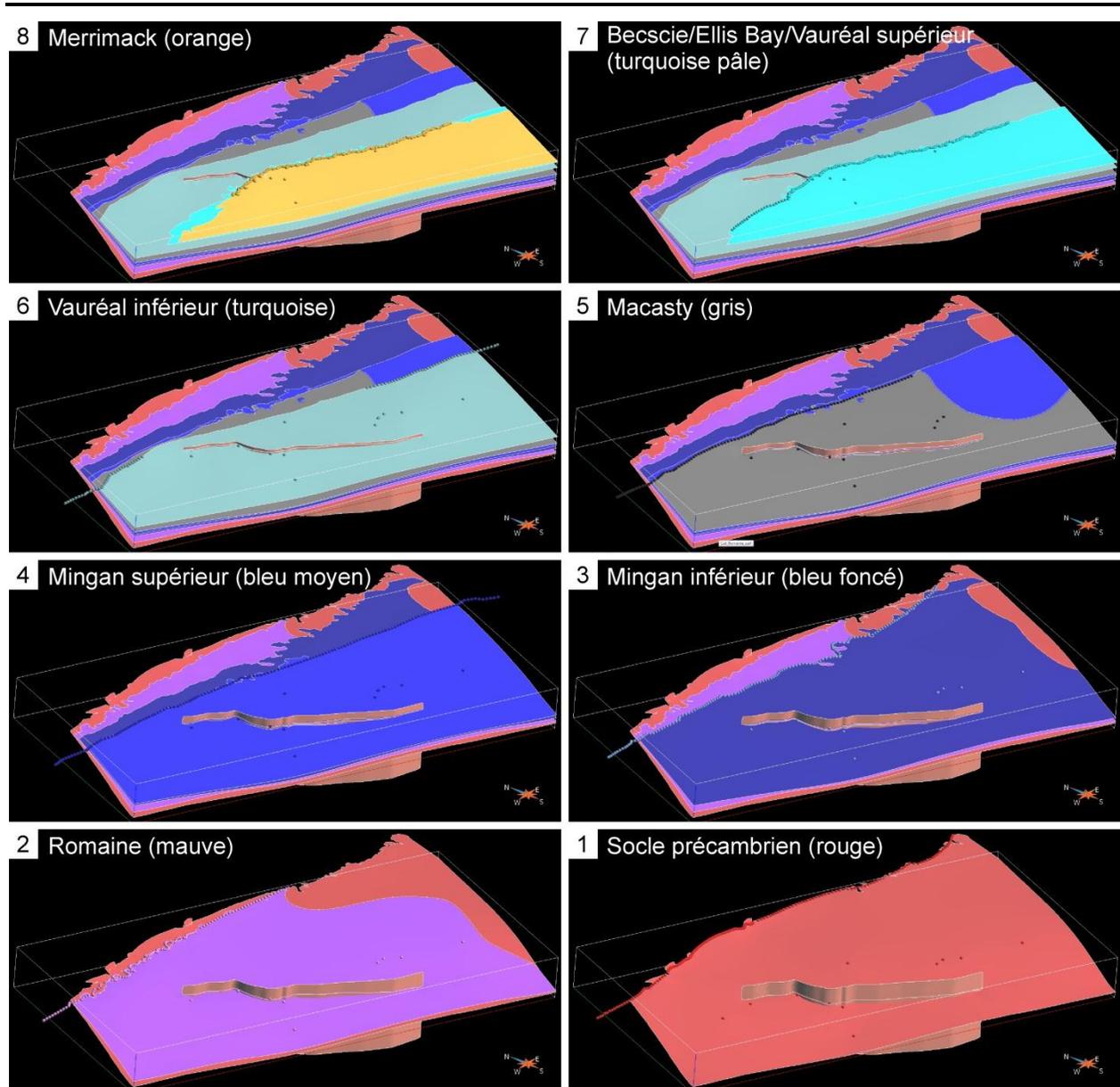


Figure 31 – Modèle géologique 3D surfacique du bassin d'Anticosti. Les surfaces représentent le sommet des différentes unités modélisées. Les points de couleur représentent la positions du sommet des différentes unités dans les puits et selon la géologie de surface. Exagération verticale : 5X.

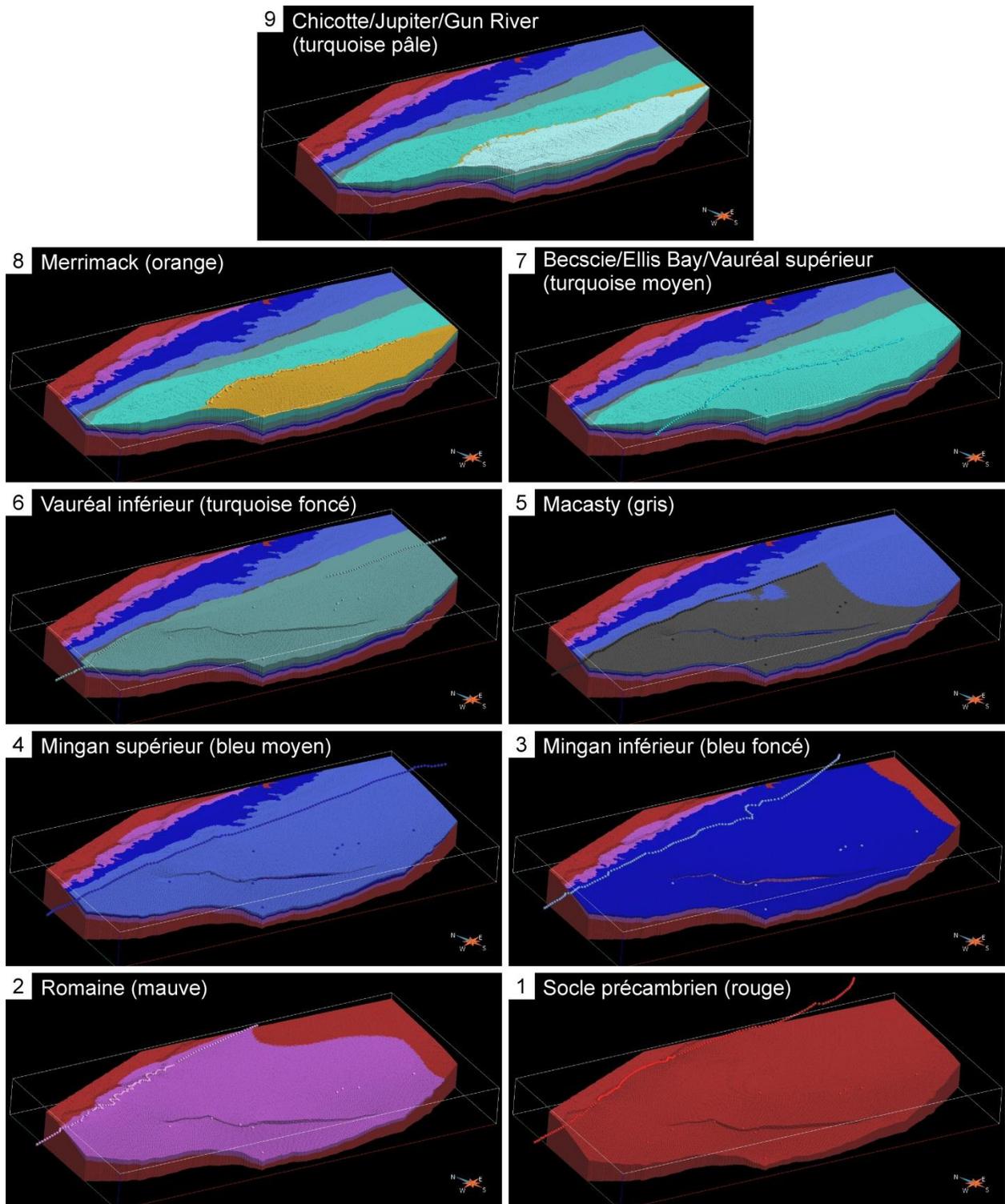


Figure 32 – Modèle géologique 3D volumique du bassin d'Anticosti. Les points de couleur représentent la position du sommet des unités dans les puits et selon la géologie de surface. Exagération verticale : 5X.

3.3. Analyse du modèle géologique 3D

Le modèle géologique 3D permet d'analyser certaines caractéristiques du bassin comme les variations d'épaisseur des unités et d'identifier des discordances locales dans la succession sédimentaire.

3.3.1. Épaisseur des unités

On note une certaine augmentation de l'épaisseur des unités modélisées vers le sud-ouest du bassin (Figure 33 et Figure 34).

La carte de l'épaisseur de la Formation de Macasty (Figure 33) montre des épaisseurs très élevées aux extrémités de la faille de Jupiter qui sont interprétées comme des problèmes liés à la modélisation près de la faille. Il semble en effet peu probable que l'épaisseur de la formation soit aussi élevée à ces endroits. Cela démontre l'utilité d'avoir plus de données pour l'ensemble du bassin. Lorsque les données de la campagne actuelle de sondages stratigraphiques

(<http://hydrocarbures.gouv.qc.ca/exploration-petroliere-anticosti.asp>) seront rendues publiques, il sera alors possible de mieux contraindre la géométrie de la Formation de Macasty.

3.3.2. Discordances sédimentaires locales

La construction du modèle géologique 3D permet aussi de montrer l'étendue des discordances sédimentaires locales dans le bassin. La Figure 35 permet de visualiser ces discordances locales au sein de la succession sédimentaire.

On note l'absence, dans la partie est du bassin modélisé, des formations de Romaine et de Macasty. La Formation de Mingan repose en effet directement sur le socle précambrien. Une hypothèse avancée est que, dans cette région, le socle précambrien émergeait au moment du dépôt de la Formation de Romaine et qu'il se serait par la suite enfoncé sous le niveau marin au moment du dépôt de la Formation de Mingan (Desrochers *et al.*, 2012; Shell Canada - Encal Energy, 2001).

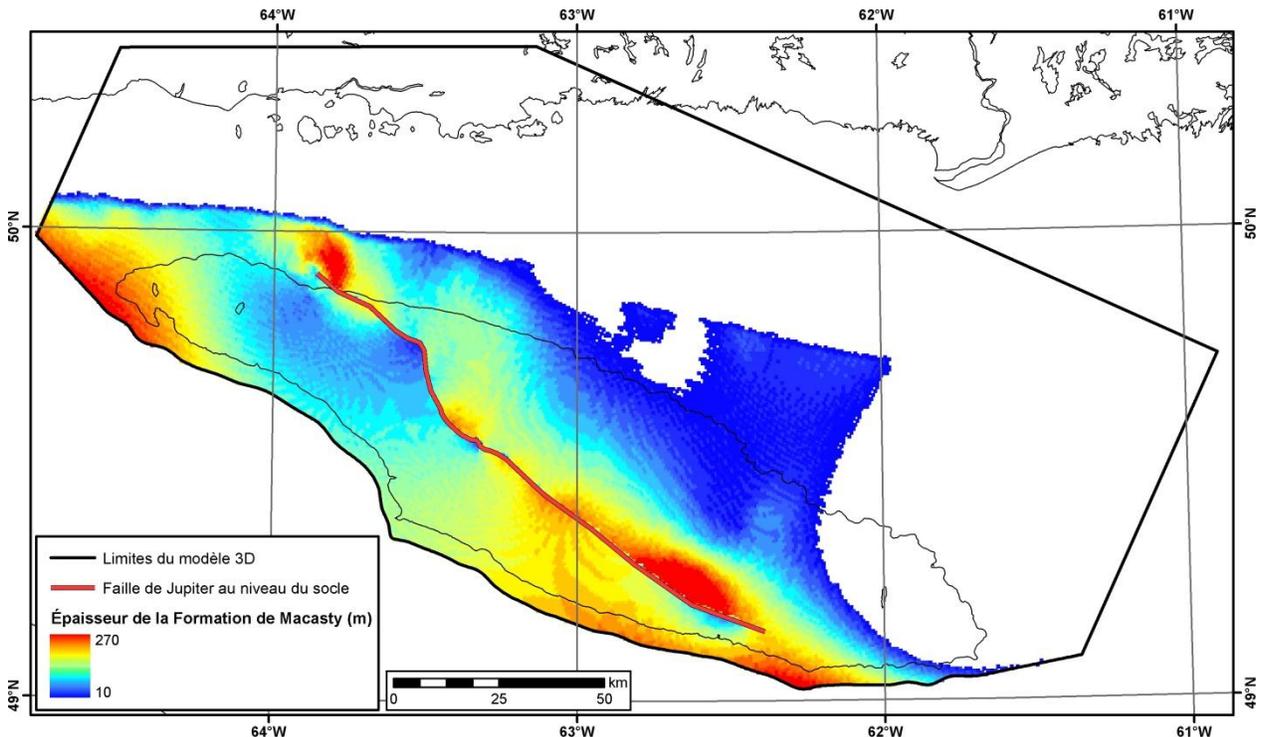


Figure 33 – Carte de l'épaisseur totale de la Formation de Macasty.

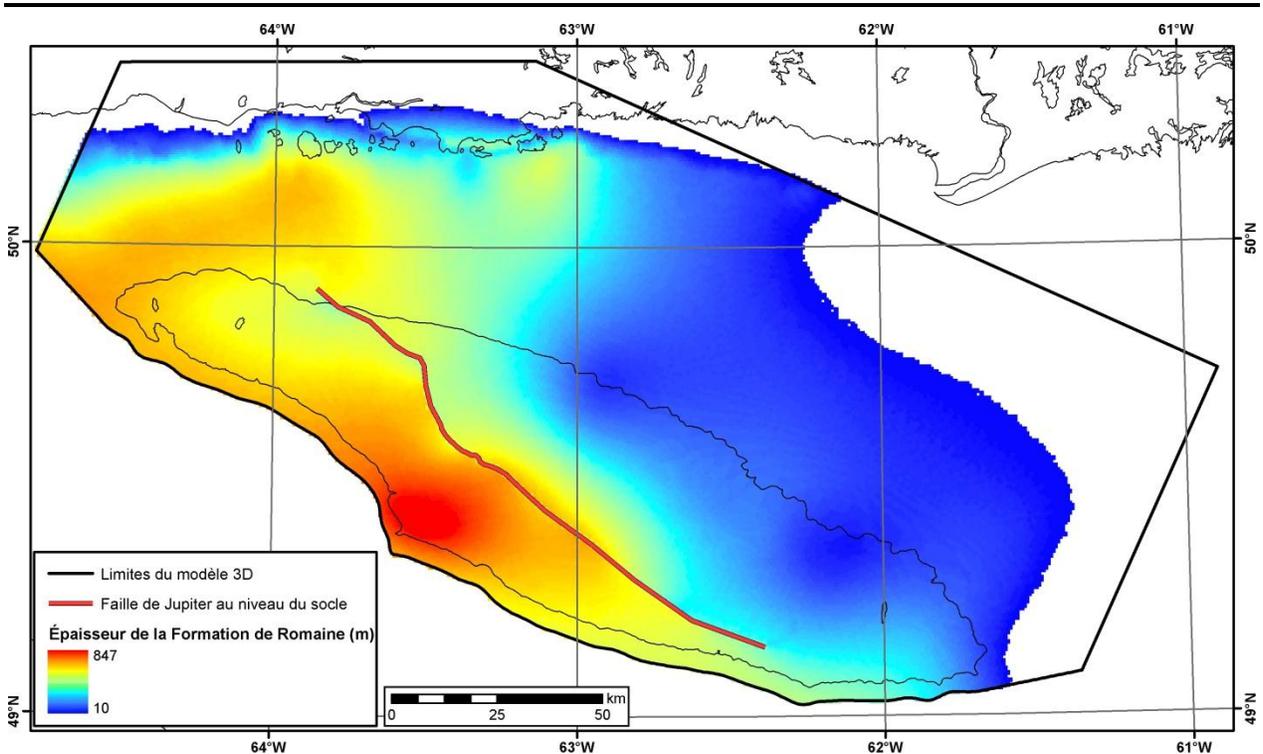


Figure 34 – Carte de l'épaisseur totale de la Formation de Romaine.

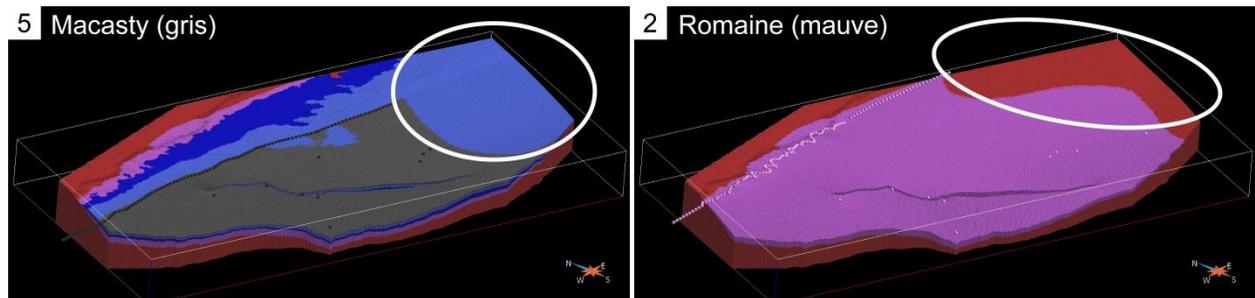


Figure 35 – Absence de la Formation de Macasty (à gauche) et de la Formation de Romaine (à droite) dans la partie est du bassin (régions entourées de blanc).

4. Conclusions générales

L'uniformisation de la lithostratigraphie du bassin ordovicien-silurien d'Anticosti et la construction du modèle géologique 3D permettent d'avoir une représentation de la géométrie des unités géologiques à l'échelle du bassin.

Les unités géologiques identifiées et modélisées à l'échelle du bassin sont, de la base au sommet : (1) la Formation de Romaine ; (2) l'unité de Mingan inférieur ; (3) l'unité de Mingan supérieur ; (4) la Formation de Macasty ; (5) l'unité de Vauréal inférieur ; (6) l'unité de Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur ; (7) la Formation de Merrimack ; et (8)

l'unité de Chicotte/Jupiter/Gun River.

Le modèle géologique 3D permet entre autre d'analyser les variations d'épaisseur des unités géologiques et d'identifier les discordances locales dans la succession sédimentaire.

Le modèle pourra être utilisé, dans le futur, afin d'évaluer le potentiel géothermique du bassin. En effet, à l'aide des données de températures des puits, il sera possible de calculer des températures en profondeur dans l'ensemble du bassin.

Références

- Bédard, K., Comeau, F.-A. et Malo, M. (2013) *Modélisation 3D du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent*. Institut national de la recherche scientifique. Québec. Rapport de recherche R-1439 (INRSCO2-2013-V1.5). 30 pages. <http://espace.inrs.ca/1643/>
- Bordet, E., Malo, M. et Kirkwood, D. (2010) A structural study of western Anticosti Island, St. Lawrence platform, Québec: a fracture analysis that integrates surface and subsurface structural data. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, **58** (1), 36-55.
- Castonguay, S., Wilson, R.A., Brisebois, D., Desrochers, A. et Malo, M. (2005) *Compilation géologique, Anticosti-Gaspé-Campbelton, Les ponts géologiques de l'est du Canada, Transect 4, Québec-Nouveau-Brunswick*. Commission géologique du Canada. Dossier public 4883.
- Chi, G., Lavoie, D., Bertrand, R. et Lee, M.K. (2010) Downward hydrocarbon migration predicted from numerical modeling of fluid overpressure in the Paleozoic Anticosti Basin, eastern Canada. *Geofluids*, **10** (3), 334-350.
- Comeau, F.-A., Bédard, K. et Malo, M. (2013) *Lithostratigraphie standardisée du bassin des Basses-Terres du Saint-Laurent basée sur l'étude des diagraphies*. Institut national de la recherche scientifique. Québec. Rapport de recherche R-1442 (INRSCO2-2013-V1.4). 201 pages. <http://espace.inrs.ca/1645/>
- Desrochers, A. (1988) *Stratigraphie de l'Ordovicien de la région de l'archipel de Mingan*. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec. MM 87-01. 70 pages.
- Desrochers, A. (2006) Rocky shoreline deposits in the Lower Silurian (upper Llandovery, Telychian) Chicotte Formation, Anticosti Island, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **43** (8), 1205-1214.
- Desrochers, A., Farley, C., Achab, A., Asselin, E. et Riva, J.F. (2010) A far-field record of the end Ordovician glaciation: The Ellis Bay Formation, Anticosti Island, Eastern Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **296** (3-4), 248-263.
- Desrochers, A. et Gauthier, É.L. (2009) *Carte géologique synthèse de l'Île d'Anticosti*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. DV 2009-03.
- Desrochers, A., Lavoie, D., Brennan-Alpert, P. et Chi, G. (2012) Regional Stratigraphic, Depositional, and Diagenetic Patterns of the Interior of St. Lawrence Platform: The Lower Ordovician Romaine Formation, Western Anticosti Basin, Quebec. *Dans*: Derby, J.R., R.D. Fritz, S.A. Longacre, W.A. Morgan et C.A. Sternbach (eds.) *The great American carbonate bank: The geology and economic resources of the Cambrian – Ordovician Sauk megasequence of Laurentia*. AAPG. **AAPG Memoir 98**. p. 525-543.
- Evenick, J. (2008) *Introduction to well logs and subsurface maps*. Pennwell Books. 236 pages.
- Globensky, Y. (1993) *Lexique stratigraphique canadien. Volume V-B : région des Appalaches, des Basses-Terres du Saint-Laurent et des Îles de la Madeleine*. Gouvernement du Québec, Ministère de l'énergie et des ressources, Direction générale de l'exploration géologique et minérale. DV-91-23. 327 pages.
- INRS-Pétrole (1974) *Étude sédimentologique, minéralogique, bio-stratigraphique, géochimique, organique et minérale, diagenèse et potentiel pétrolier du sondage ARCO-Anticosti No 1 (MRN No 7)*. Ministère des Richesses Naturelles du Québec. DP-256. 65 pages.
- INRS-Pétrole (1976) *Stratigraphie, potentiel roche-mère, diagenèse minérale-organique du forage New Associated Consolidated Paper (NACP) Anticosti No. 1*. Ministère des Richesses Naturelles du Québec. DP-360. 324 pages.
- Lavoie, D., Chi, G., Brennan-Alpert, P., Desrochers, A. et Bertrand, R. (2005) Hydrothermal dolomitization in the Lower Ordovician Romaine Formation of the Anticosti Basin: Significance for hydrocarbon exploration. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, **53** (4), 454-472.
- Long, D.G.F. (2007) Tempestite frequency curves: a key to Late Ordovician and Early Silurian subsidence, sea-level change, and orbital forcing in the Anticosti foreland basin, Quebec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **44** (3), 413-431.
- Moïse, P.A. et Thérout, R. (1981) *SOQUIP - Compilation géologique de l'Île d'Anticosti 1981 - rapport no 11891*. Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec. 1981TD669-03. 131 pages.
- Pinet, N., Keating, P., Lavoie, D., Dietrich, J., Duchesne, M.J. et Brake, V. (2012) Revisiting the Appalachian structural front and offshore Anticosti Basin (northern Gulf

- of St. Lawrence, Canada) by integrating old and new geophysical datasets. Marine and Petroleum Geology, **32** (1), 50-62.
- Rider, M. (2002) *The geological interpretation of well logs. 2nd edition*. Rider French Consulting Ltd. Sutherland, Scotland. 280 pages.
- Roliff, W.A. (1985) *Geological report, petroleum exploration permits 698, 375, 377, 380, 381. Anticosti Island - Province of Quebec*. Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec. 1985TD698-01. 25 pages.
- Sanford, B.V. (1998) *Geology of the Gulf of St. Lawrence region, Geology and oil and gas possibilities of the Gulf of St. Lawrence region, Southeastern Canada*. Commission géologique du Canada. Dossier public 3632. 4 pages.
- Shaw, F.C. et Bolton, T.E. (2011) Ordovician trilobites from the Romaine and Mingan formations (Ibexian-late Whiterockian), Mingan Islands, Quebec. Journal of Paleontology, **85** (3), 406-441.
- Shell Canada - Encal Energy (2001) *Anticosti Island Exploration - 1997-2000*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. 2000TD456-01.

Annexe 1 - Détails des puits réinterprétés

Numéro du puits	Nom du puits	Année de forage	Profondeur totale (m)	Profondeur totale verticale (m)	Dernière formation rencontrée	Diagraphies
D004	Lowlands Gamache, Oil River No 1	1965	1873	1873	Précambrien	A-GR-N-R-Rho
D005	Lowlands Gamache, Highcliff No 1	1965	1773	1773	Précambrien	A-GR-N-R-Rho
D007	ARCO, Anticosti No 1	1970	3849	3845	Précambrien	A-GR-NPhi-R-Rho
D010	SOQUIP Scurry Rainbow, Sandtop No 1 (Anticosti)	1974	1433	1433	Précambrien	A-GR-R
D012	Shell Encal Corridor, Roliff No 1	1998	2786	2786	Précambrien	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D013	Shell et al., Jupiter No 1	1998	2182	2182	Précambrien	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D014	Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1	1999	1421	1421	Précambrien	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D015	Shell Encal Corridor, Anticosti, Saumon No 1	1999	1375	1375	Précambrien	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D016	Shell Encal Corridor, Anticosti, Dauphine No 1	1999	1375	1375	Précambrien	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D017	Corridor/HQ, Anticosti, Chaloupe No 1	2005	1215	1215	Mingan inférieur	DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D018	HQ/Corridor, Anticosti, MacDonald No 1	2005	648	648	Mingan supérieur	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D019	Corridor/HQ, Anticosti, Jupiter No 1	2005	1920	1918	Romaine	DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho
D019-R1	Corridor/HQ, Anticosti, Jupiter No 1, R1	2010	2038	1688	Mingan inférieur	DPhi-GR
D020	Pétrolia/Corridor, Anticosti, Chaloupe No. 1	2010	1639	1278	Mingan supérieur	A-DPhi-GR-NPhi-PEF-R-Rho

Abréviations des diagraphies

A	Acoustique, sonic		NPhi	Porosité neutron
DPhi	Porosité densité		PEF	Facteur photo-électrique
GR	Gamma Ray		R	Résistivité, induction, laterolog
N	Neutron non calibré		Rho	Densité de formation

Annexe 2 - Sommets des formations des puits réinterprétés

No Puits	Sommet (mkb)	Base (mkb)	Épaisseur (m)	Unité géologique	
D004	4	582	578	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	
D004	582	1012	430	Vauréal inférieur	
D004	1012	1039	27	Macasty	
D004	1039	1282	243	Mingan supérieur	
D004	1282	1419	137	Mingan inférieur	
D004	1419	1870	451	Romaine	
D004	1870	1873	3	Précambrien	
D005	14	641	627	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	
D005	641	849	208	Vauréal inférieur	
D005	849	889	40	Macasty	
D005	889	1114	225	Mingan supérieur	
D005	1114	1326	212	Mingan inférieur	
D005	1326	1768	442	Romaine	
D005	1768	1773	5	Précambrien	
D007	4	655	651	Chicotte/Jupiter/Gun River	
D007	655	676	21	Merrimack	
D007	676	1602	926	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	
D007	1602	2405	803	Vauréal inférieur	
D007	2405	2493	88	Macasty	
D007	2493	2802	309	Mingan supérieur	
D007	2802	3011	209	Mingan inférieur	
D007	3011	3828	817	Romaine	
D007	3828	3849	21	Précambrien	
D010	14	956	942	Chicotte/Jupiter/Gun River Merrimack Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur Vauréal inférieur	Non différencié
D010	956	1106	150	Mingan supérieur	
D010	1106	1200	94	Mingan inférieur	
D010	1200	1318	118	Romaine	
D010	1318	1433	115	Précambrien	
D012	5	287	282	Chicotte/Jupiter/Gun River	
D012	287	305	18	Merrimack	
D012	305	1062	757	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	
D012	1062	1640	578	Vauréal inférieur	
D012	1640	1700	60	Macasty	

No Puits	Sommet (mkb)	Base (mkb)	Épaisseur (m)	Unité géologique
D012	1700	1967	267	Mingan supérieur
D012	1967	2098	131	Mingan inférieur
D012	2098	2742	644	Romaine
D012	2742	2786	44	Précambrien
D013	6	77	71	Chicotte/Jupiter/Gun River
D013	77	102	25	Merrimack
D013	102	842	740	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur
D013	842	1234	392	Vauréal inférieur
D013	1234	1254	20	Macasty
D013	1254	1507	253	Mingan supérieur
D013	1507	1647	140	Mingan inférieur
D013	1647	2153	506	Romaine
D013	2153	2182	29	Précambrien
D014	5	523	518	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur
D014	523	879	356	Vauréal inférieur
D014	879	917	38	Macasty
D014	917	1154	237	Mingan supérieur
D014	1154	1237	83	Mingan inférieur
D014	1237	1394	157	Romaine
D014	1394	1421	27	Précambrien
D015	5	497	492	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur
D015	497	849	352	Vauréal inférieur
D015	849	885	36	Macasty
D015	885	1155	270	Mingan supérieur
D015	1155	1203	48	Mingan inférieur
D015	1203	1351	148	Romaine
D015	1351	1375	24	Précambrien
D016	5	490	485	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur
D016	490	904	414	Vauréal inférieur
D016	904	920	16	Macasty
D016	920	1216	296	Mingan supérieur
D016	1216	1286	70	Mingan inférieur
D016	1286	1346	60	Romaine
D016	1346	1375	29	Précambrien
D017	5	530	525	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur
D017	530	898	368	Vauréal inférieur
D017	898	920	22	Macasty
D017	920	1178	258	Mingan supérieur
D017	1178	1215	37	Mingan inférieur

No Puits	Sommet (mkb)	Base (mkb)	Épaisseur (m)	Unité géologique	
D018	5	284	279	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	
D018	284	527	243	Vauréal inférieur	
D018	527	568	41	Macasty	
D018	568	648	80	Mingan supérieur	
D019	5	850	845	Chicotte/Jupiter/Gun River Merrimack Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	Non différencié
D019	850	1321	471	Vauréal inférieur	
D019	1321	1512	191	Mingan supérieur	
D019	1512	1648	136	Mingan inférieur	
D019	1648	1920	272	Romaine	
D019-R1	5	850	845	Chicotte/Jupiter/Gun River Merrimack Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	Non différencié
D019-R1	850	1321	471	Vauréal inférieur	
D019-R1	1321	1339	18	Macasty	
D019-R1	1339	1514	175	Mingan supérieur	
D019-R1	1514	2038	524	Mingan inférieur	
D020	5	49	44	Chicotte/Jupiter/Gun River	
D020	49	65	16	Merrimack	
D020	65	639	574	Becscie/Ellis Bay/Vauréal supérieur	
D020	639	1021	382	Vauréal inférieur	
D020	1021	1081	60	Macasty	
D020	1081	1157	76	Mingan supérieur	

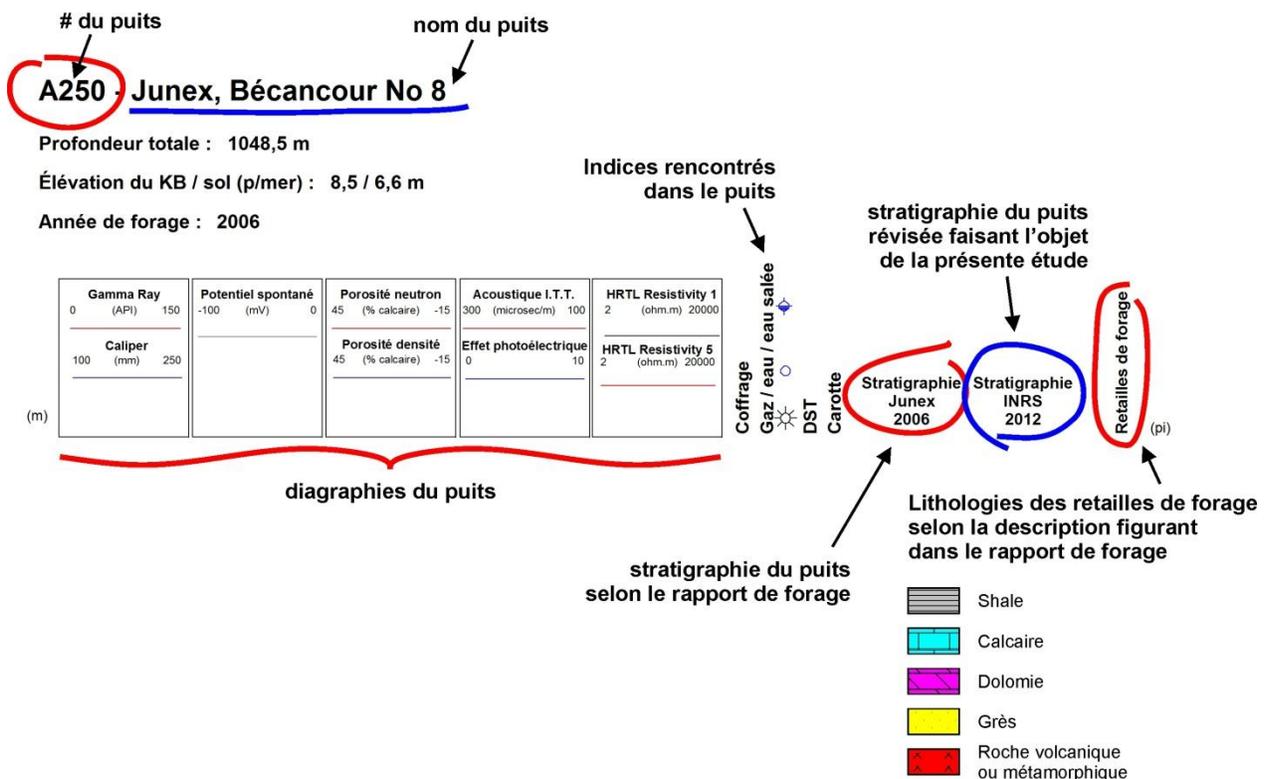
Annexe 3 - Diagraphies composites des puits réinterprétés

Une diagraphie composite a été construite pour chacun des puits revisités et réinterprétés dans ce rapport. Cette diagraphie composite consiste en fait en une compilation des informations faisant partie du domaine public. Ces données sont disponibles au Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) après que trois années se soient écoulées suivant la fin du forage du puits, notamment sous forme de rapports géologiques, géophysiques et de puits. Par exemple, les descriptions géologiques sur les retailles de forage (aussi appelées « déblais de forage ») et/ou les carottes de même que les diagraphies sont contenues à l'intérieur d'un rapport de fin de forage remis par le détenteur du puits.

Mis à part les diagraphies enregistrées tout le long du puits mises côte à côte, les informations regroupées dans les diagraphies composites sont :

- (1) la position des coffrages et des carottes de forage ;
- (2) les indices survenus au cours du forage ;
- (3) des intervalles des essais aux tiges (« *Drilling Stem Test* ou *DST* ») ;
- (4) la stratigraphie établie par le détenteur du puits ;
- (5) la stratigraphie révisée et réinterprétée faisant l'objet de ce rapport ;
- (6) la description lithologique des retailles de forage telle qu'apparaissant dans le rapport de forage.

Voici la légende expliquant l'entête des diagraphies composites :

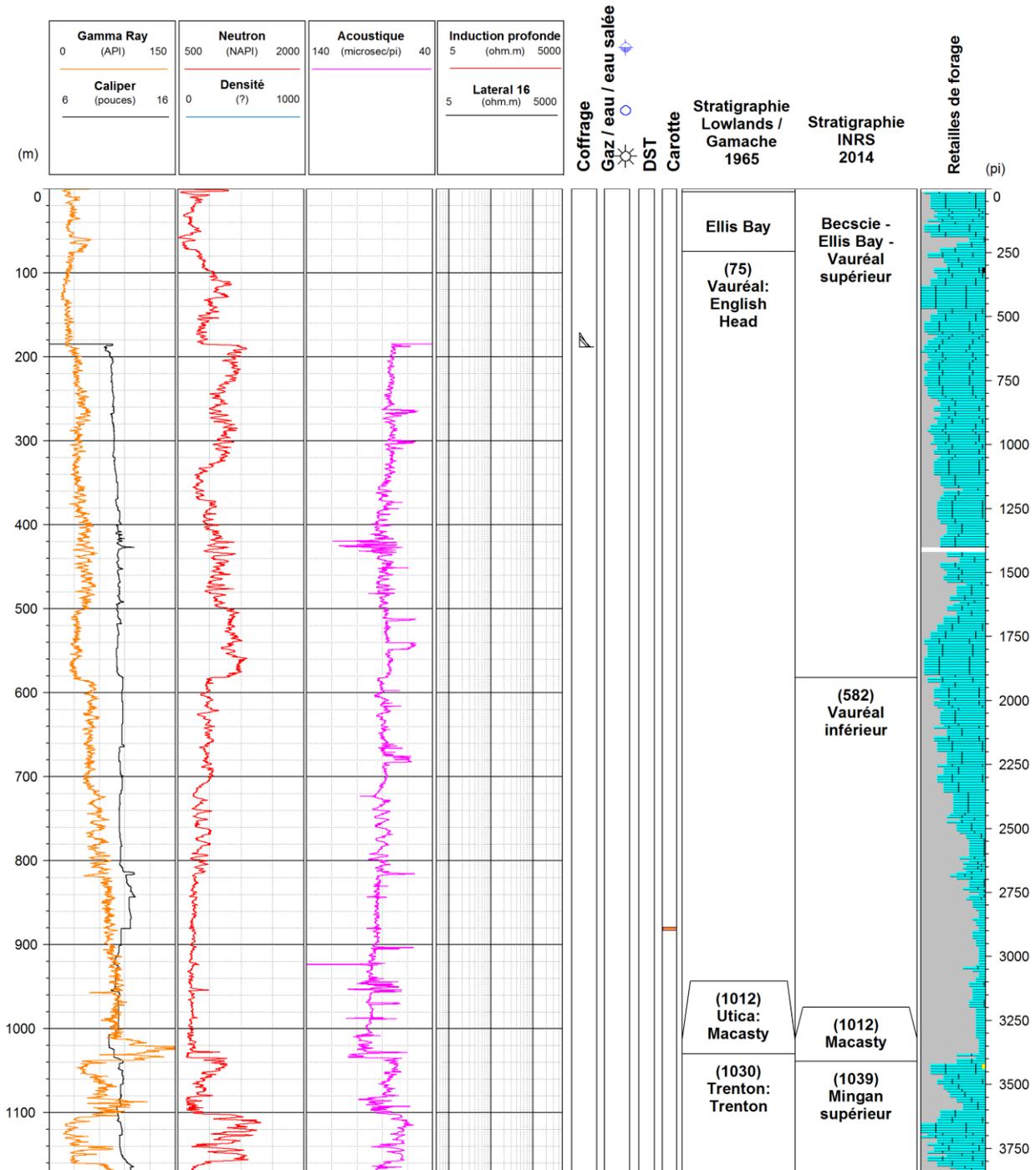


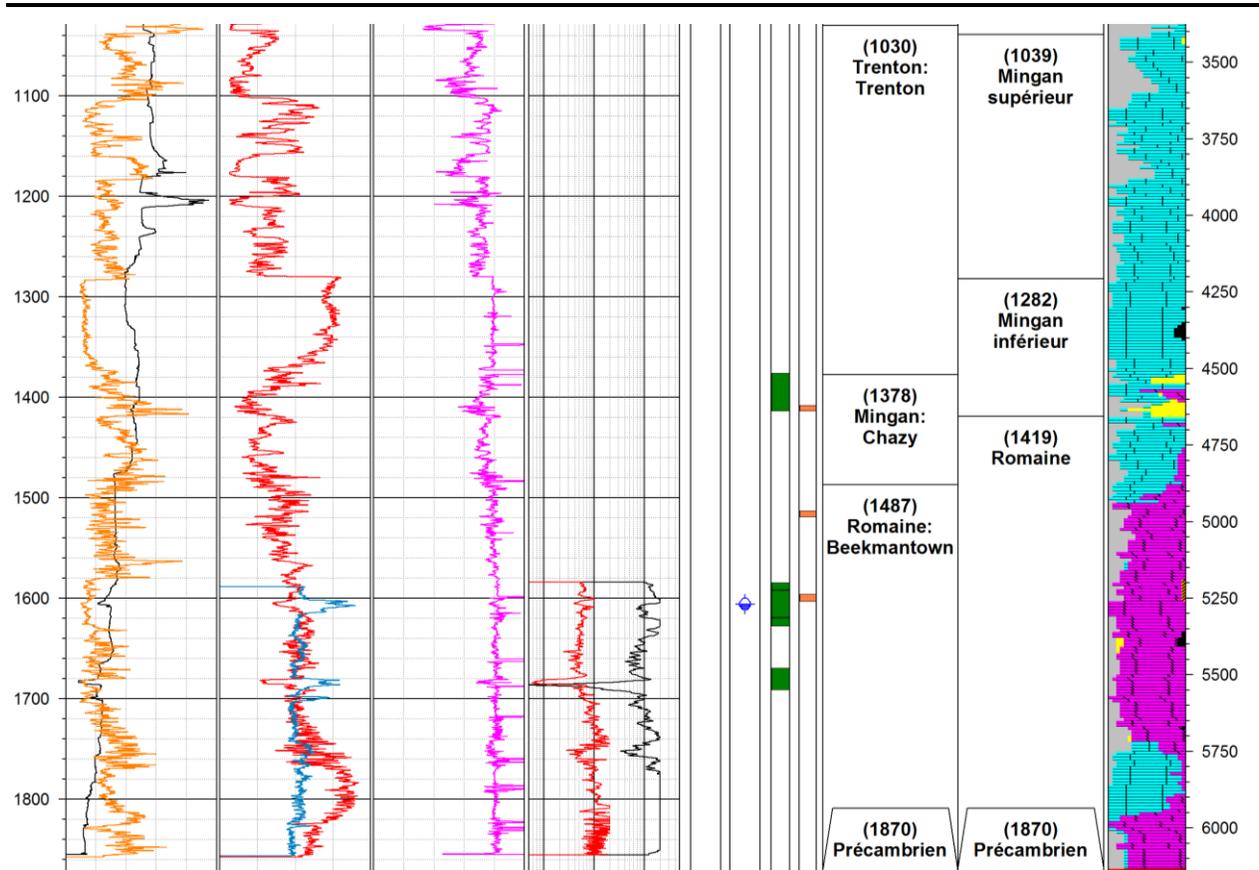
D004 - Lowlands Gamache, Oil River No 1

Profondeur totale : 1873,3 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 153,6 m / 157,6 m

Année de forage : 1965



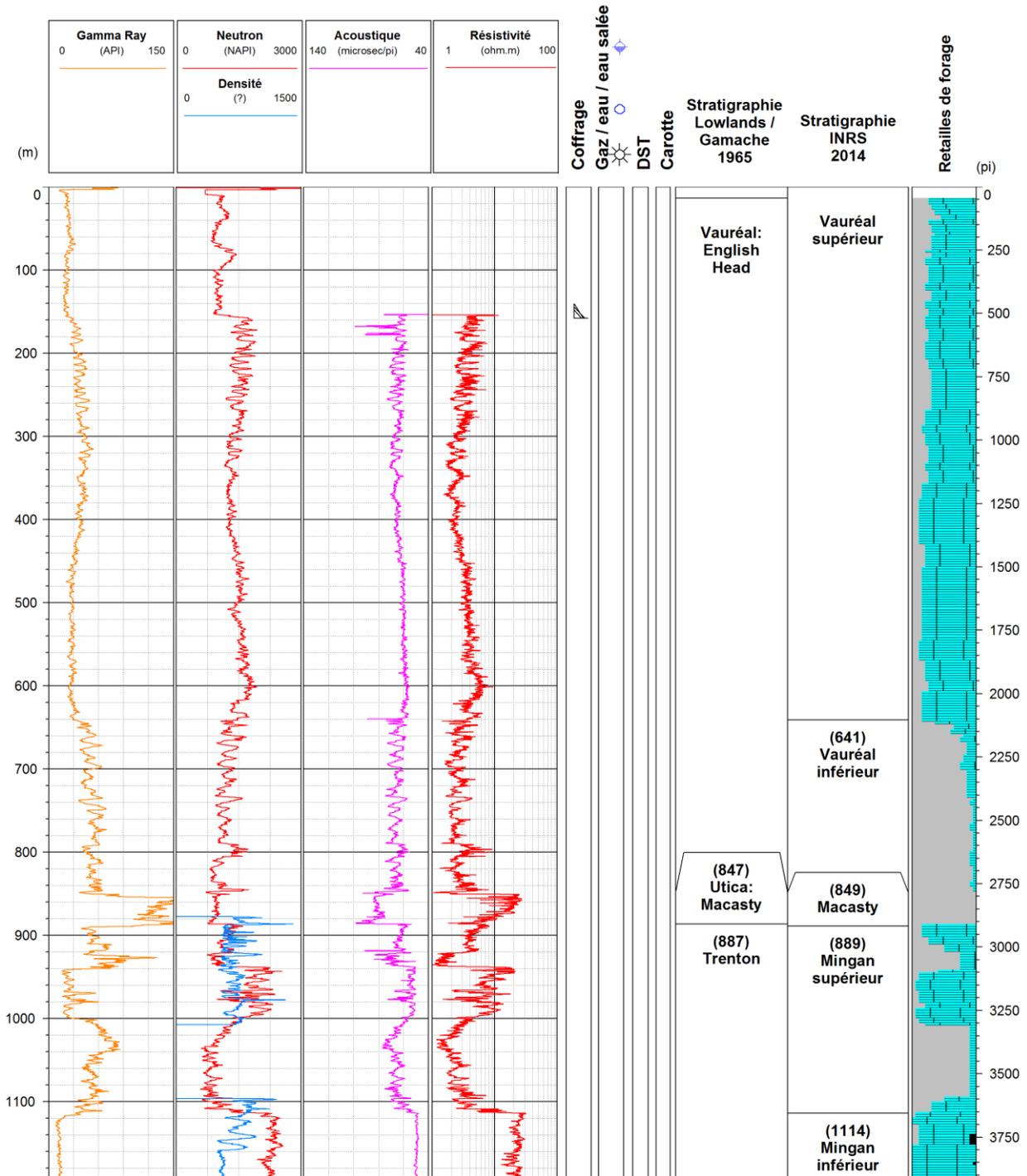


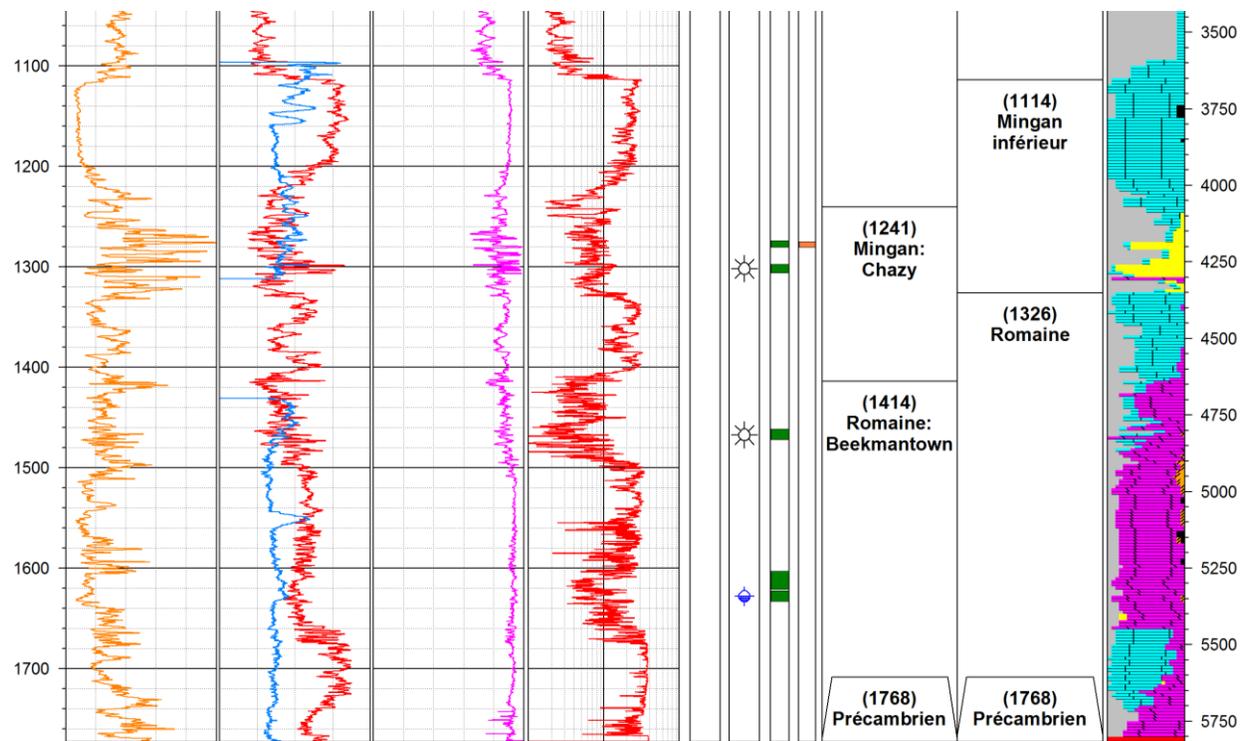
D005 - Lowlands Gamache, Highcliff No 1

Profondeur totale : 1773,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 45,7 m / 20,9 m

Année de forage : 1965



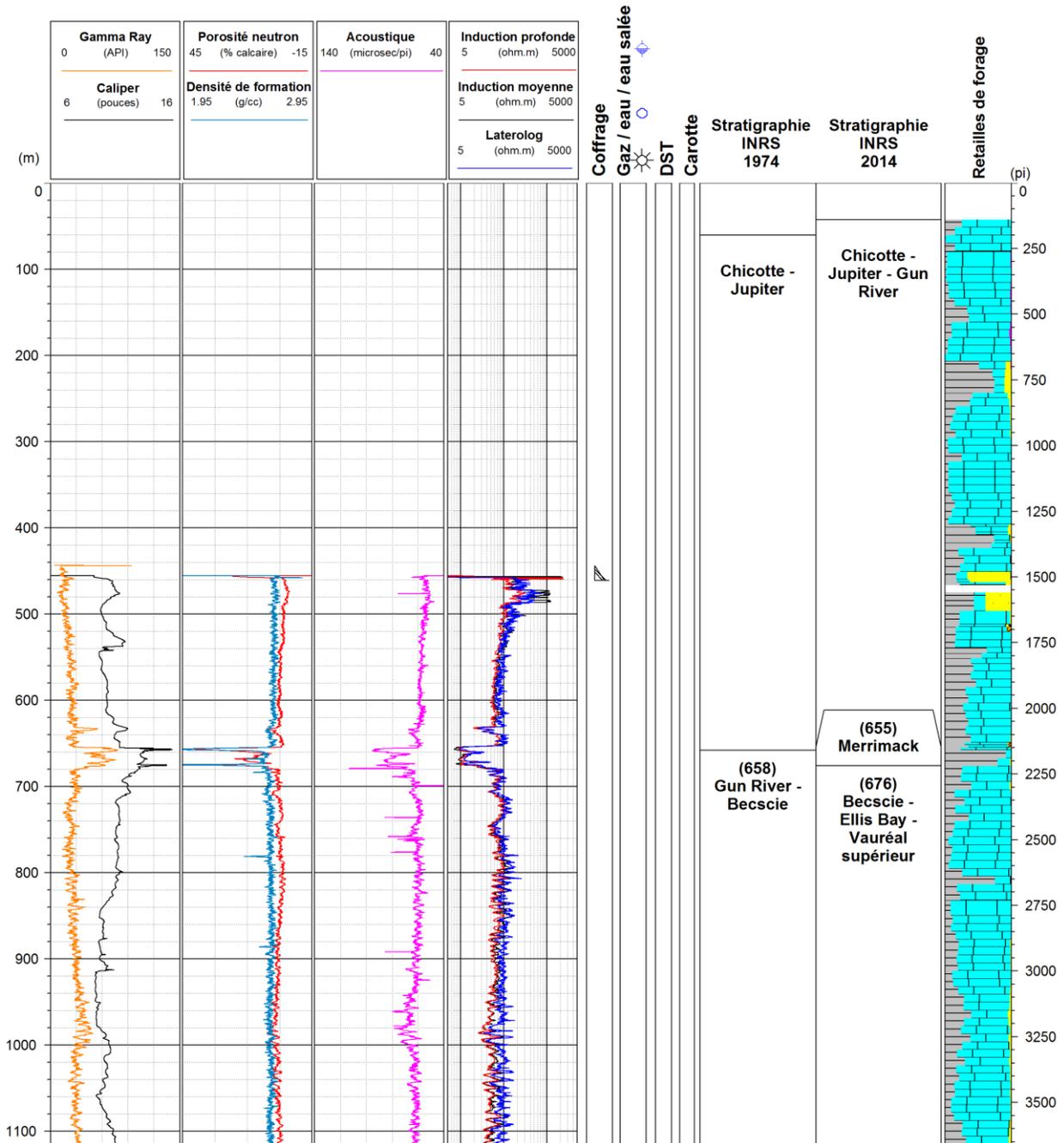


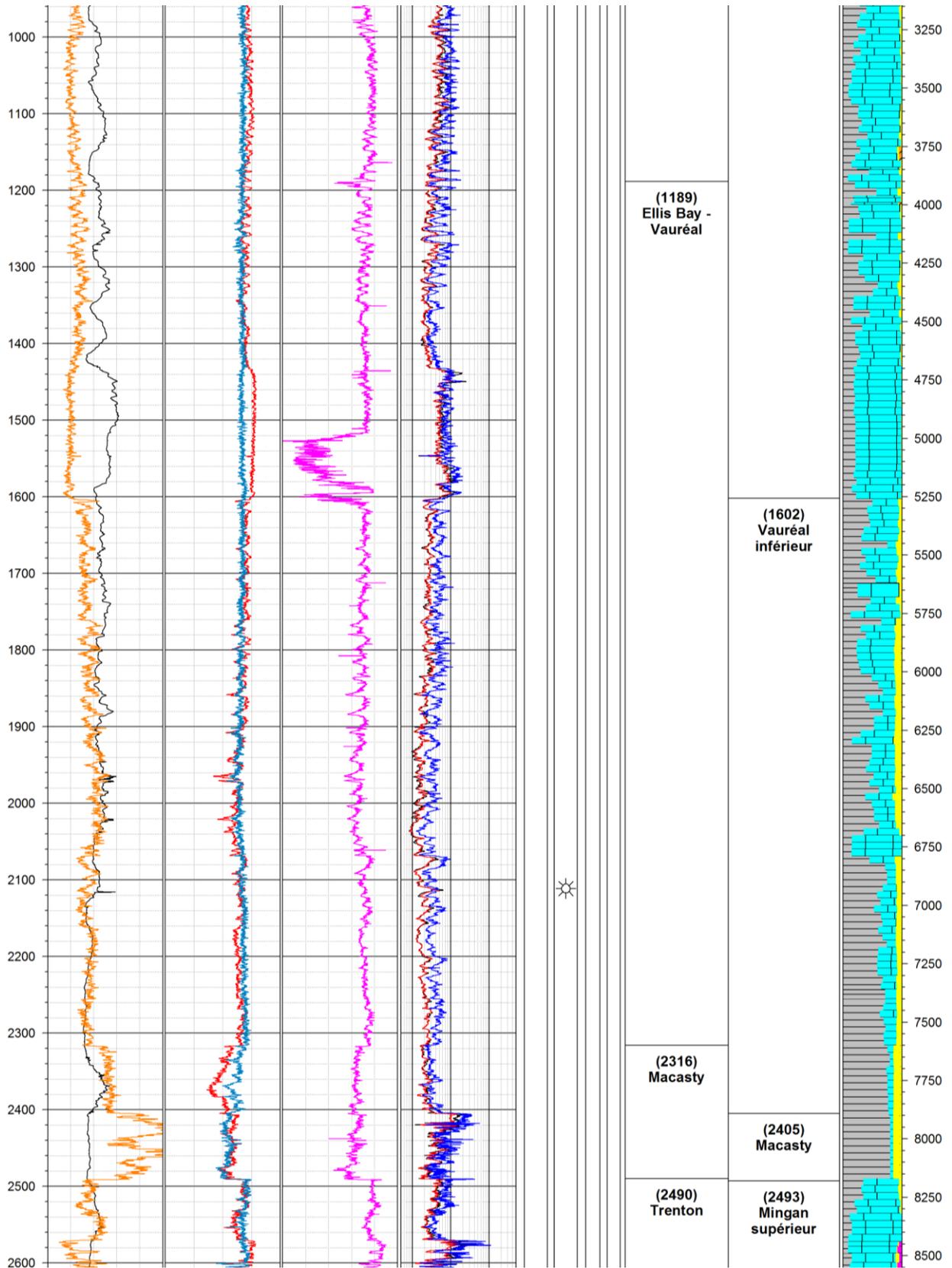
D007 - ARCO, Anticosti No 1

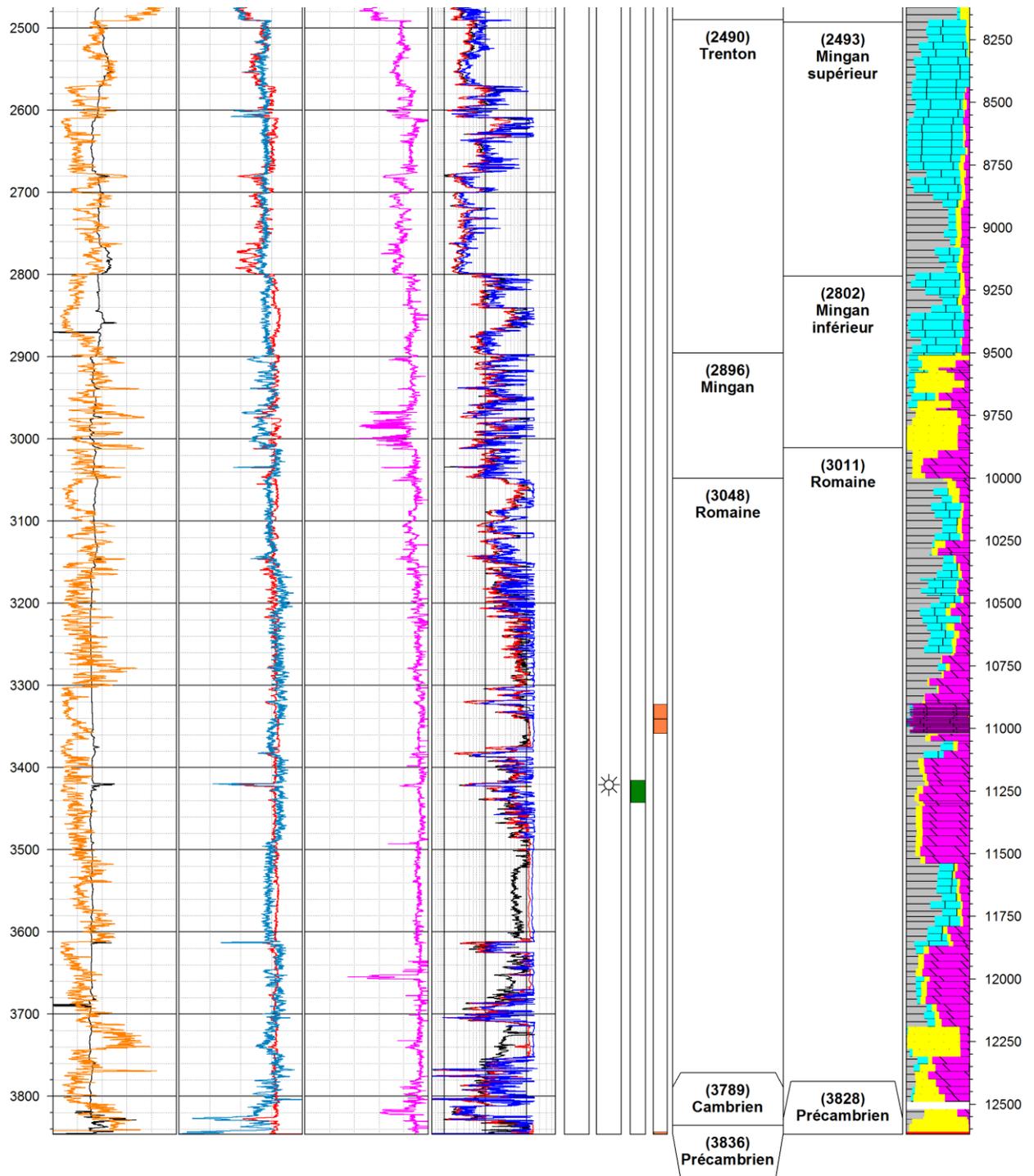
Profondeur totale : 3846,6 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 68,0 m / 71,6 m

Année de forage : 1970





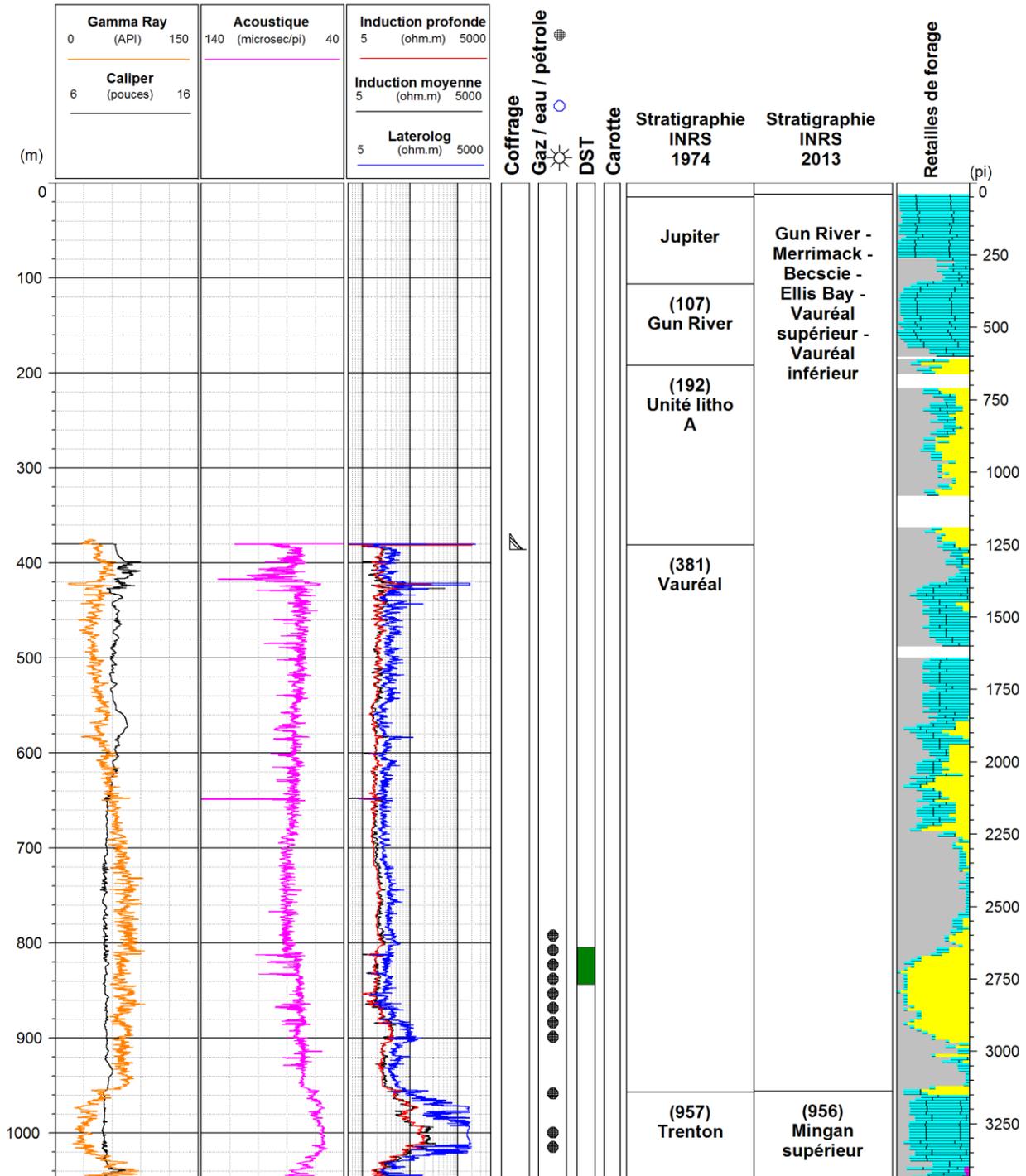


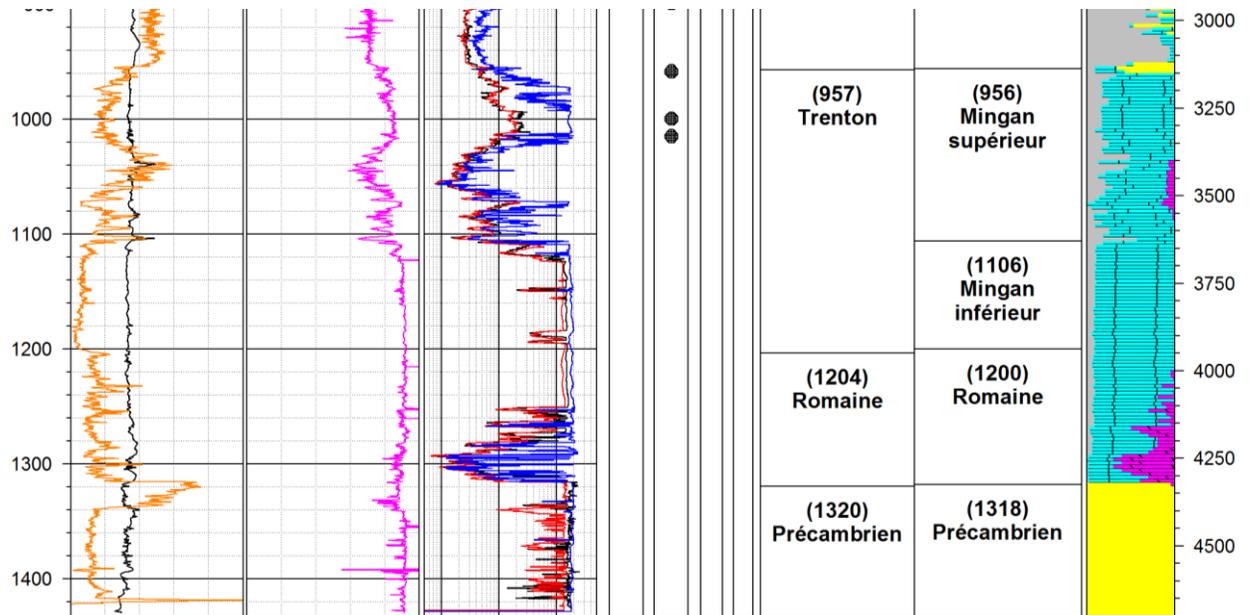
D010 - SOQUIP Scurry Rainbow, Sandtop No 1

Profondeur totale : 1432,6 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 27,7 m / 31,5 m

Année de forage : 1974



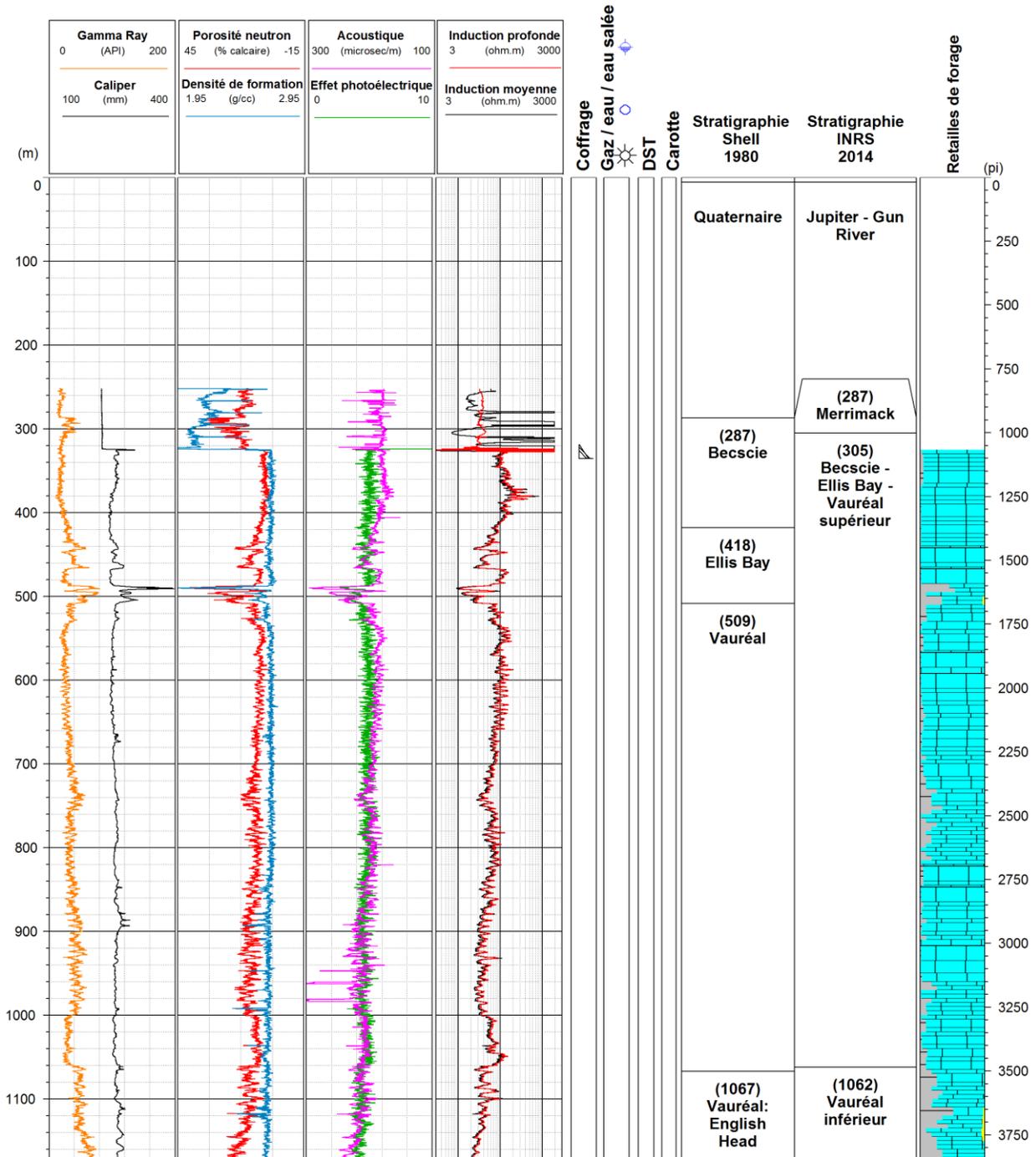


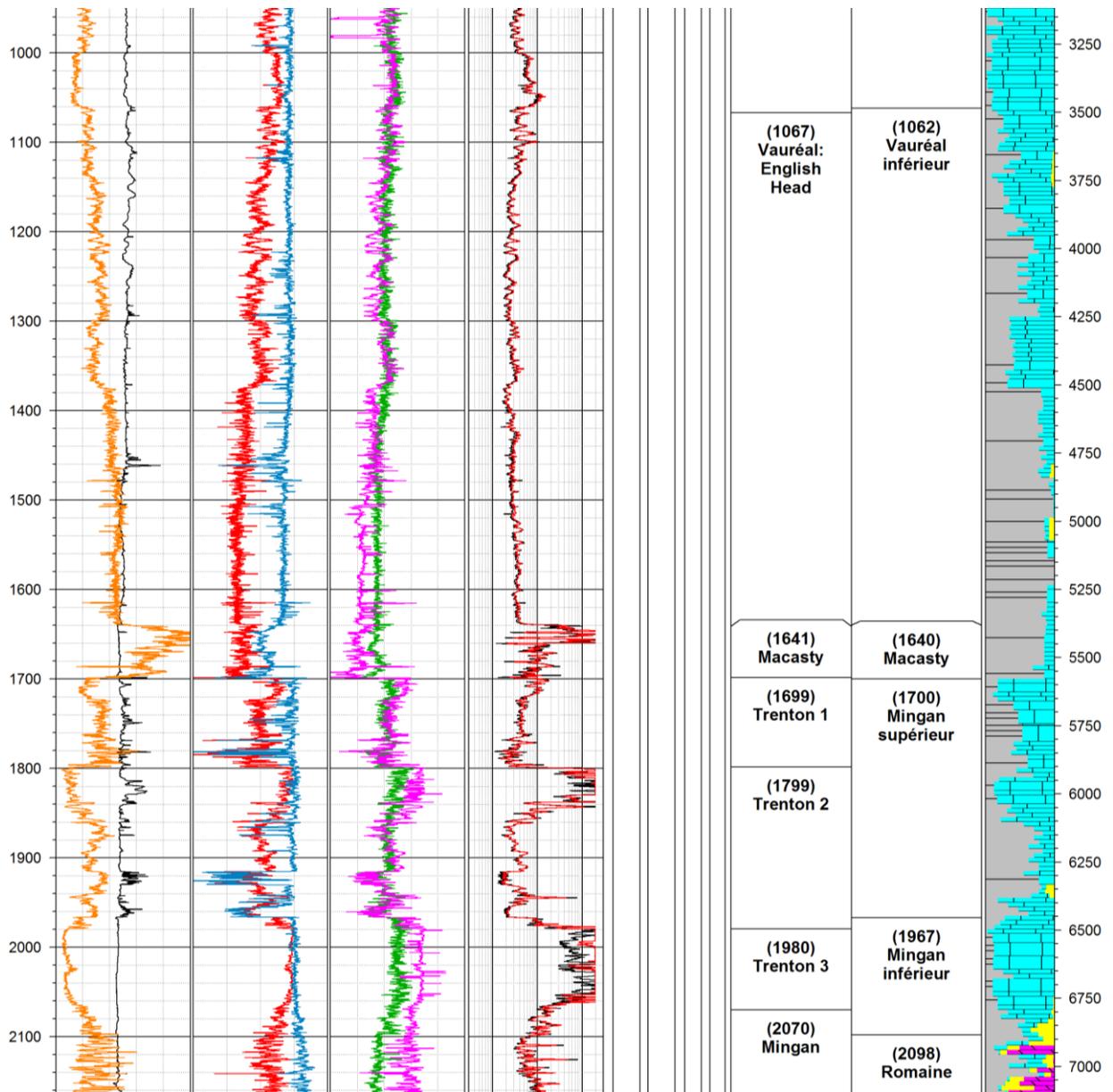
D012 - Shell Encal Corridor, Roliff No 1

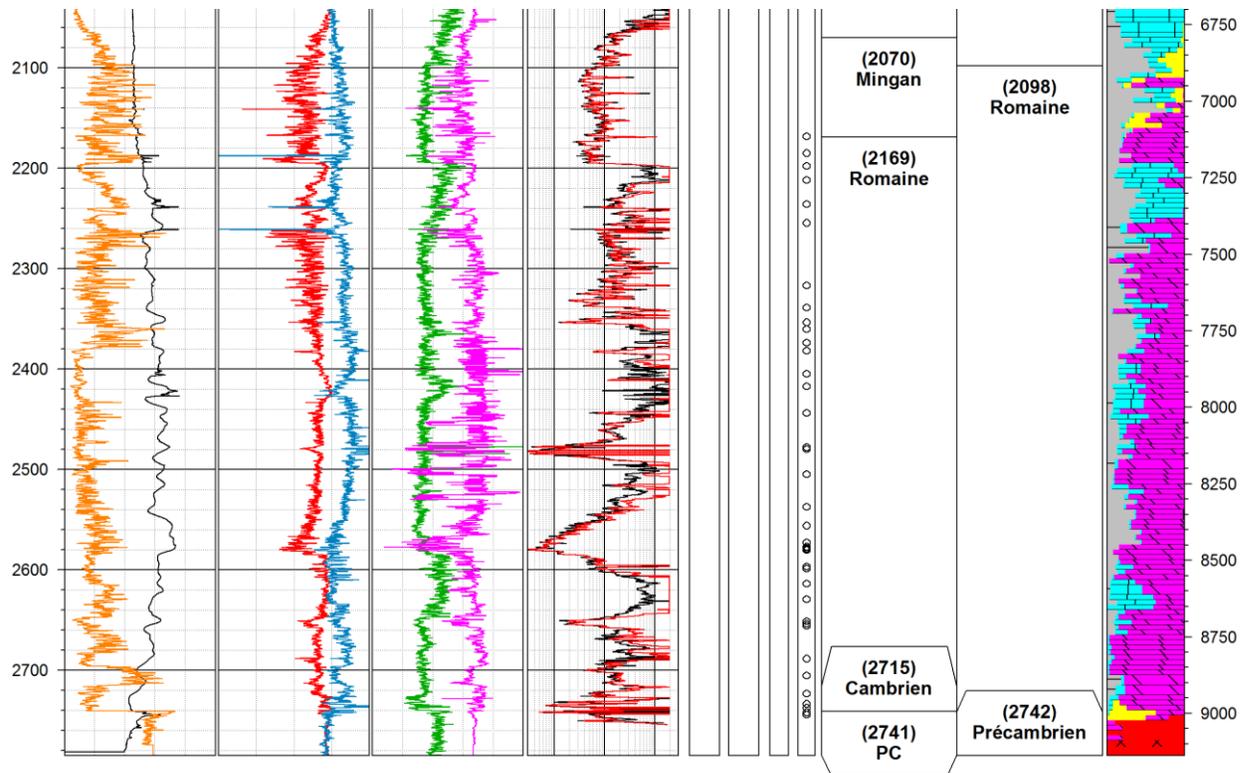
Profondeur totale : 2785 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 290,7 M / 286,0 M

Année de forage : 1998





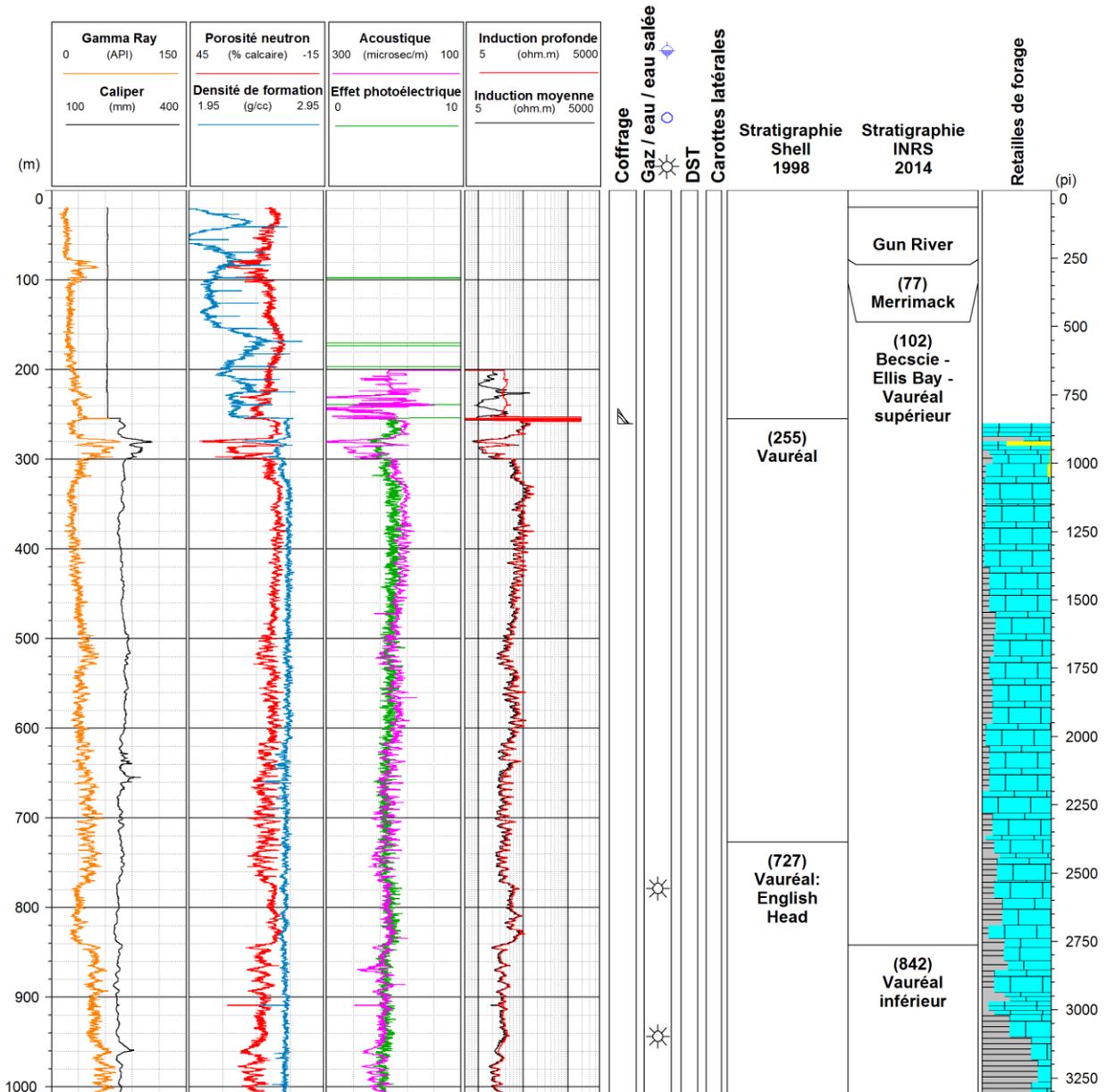


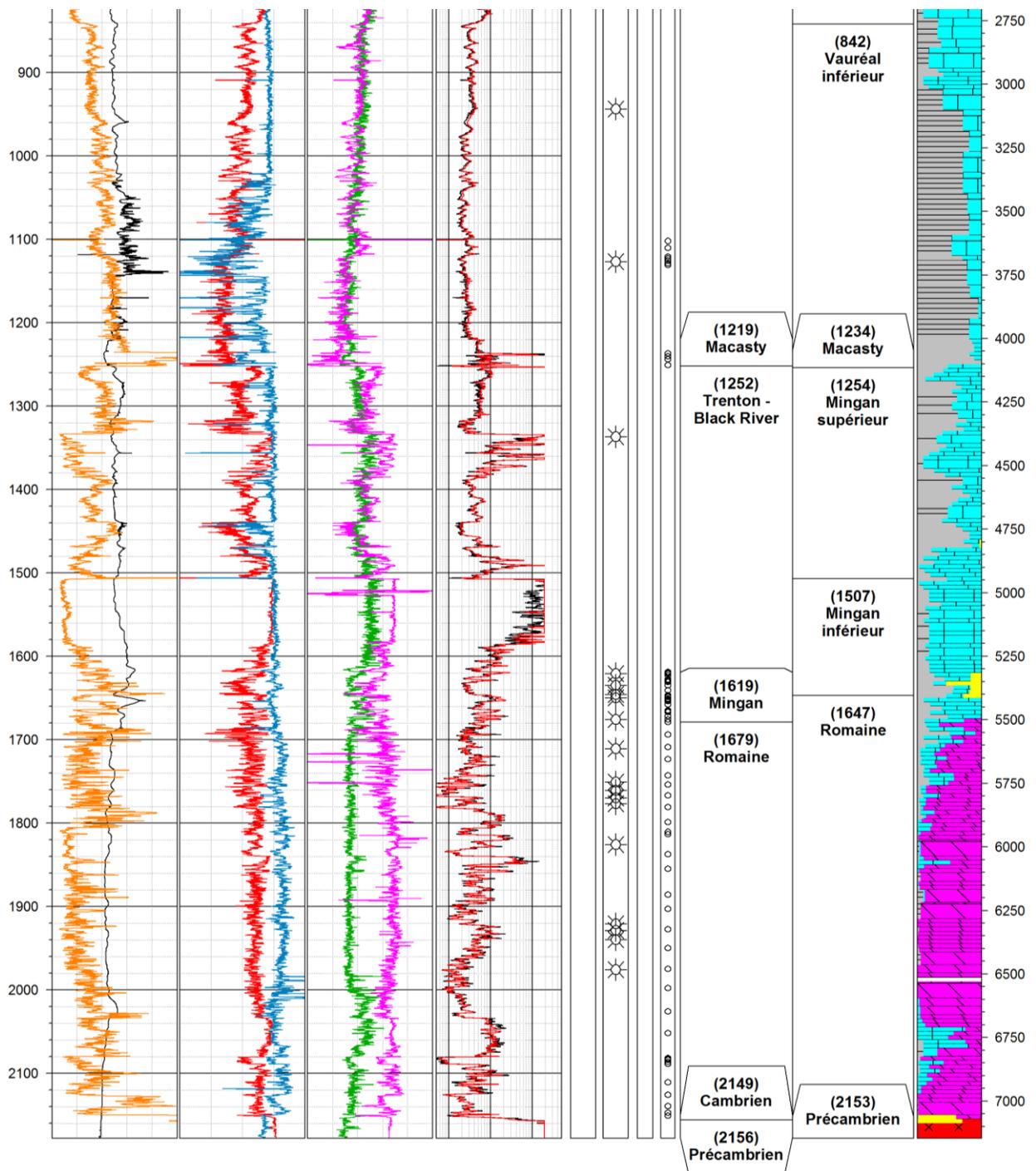
D013 - Shell et al., Jupiter No 1

Profondeur totale : 2178,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 175,2 m / 180,7 m

Année de forage : 1998



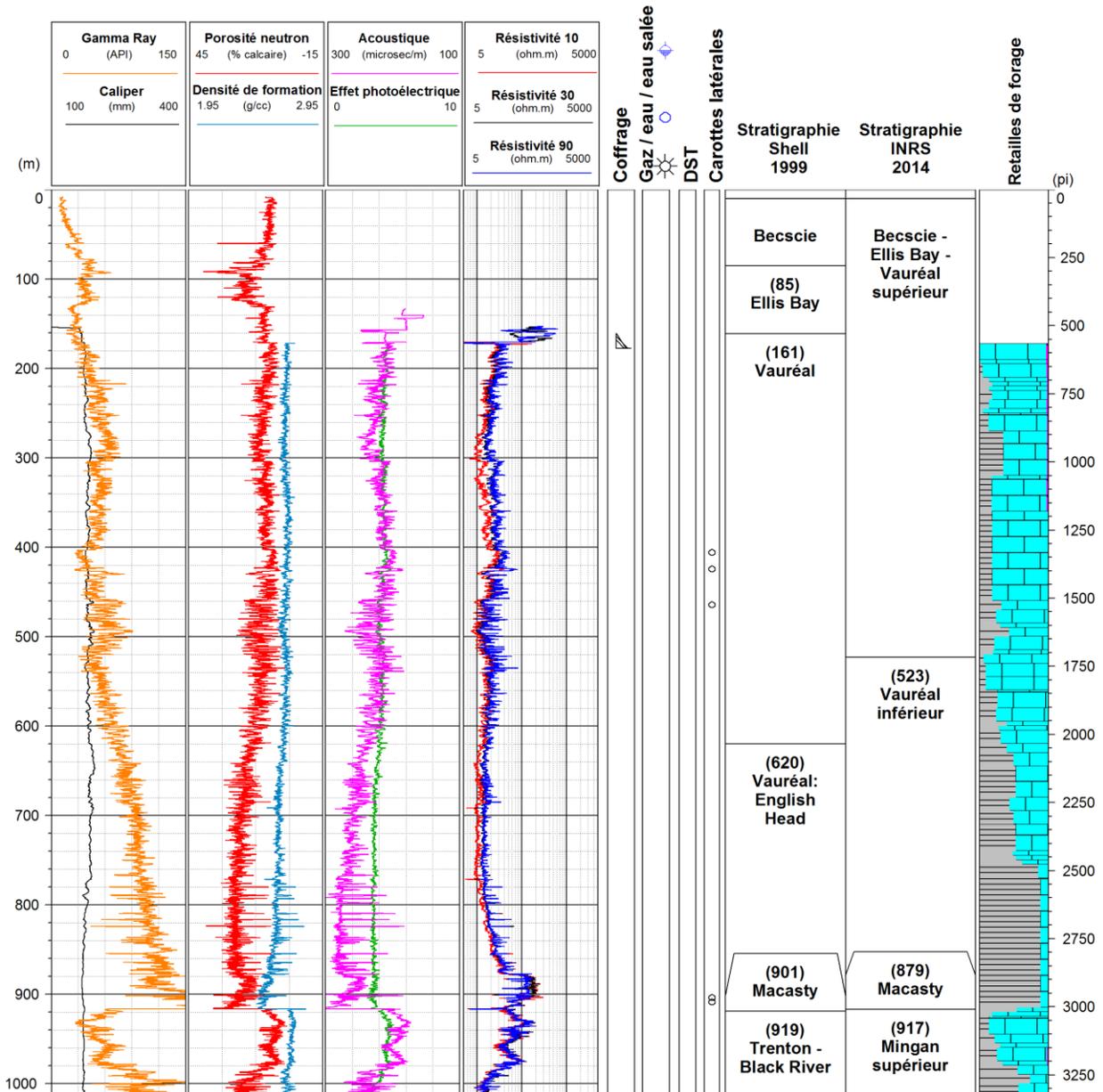


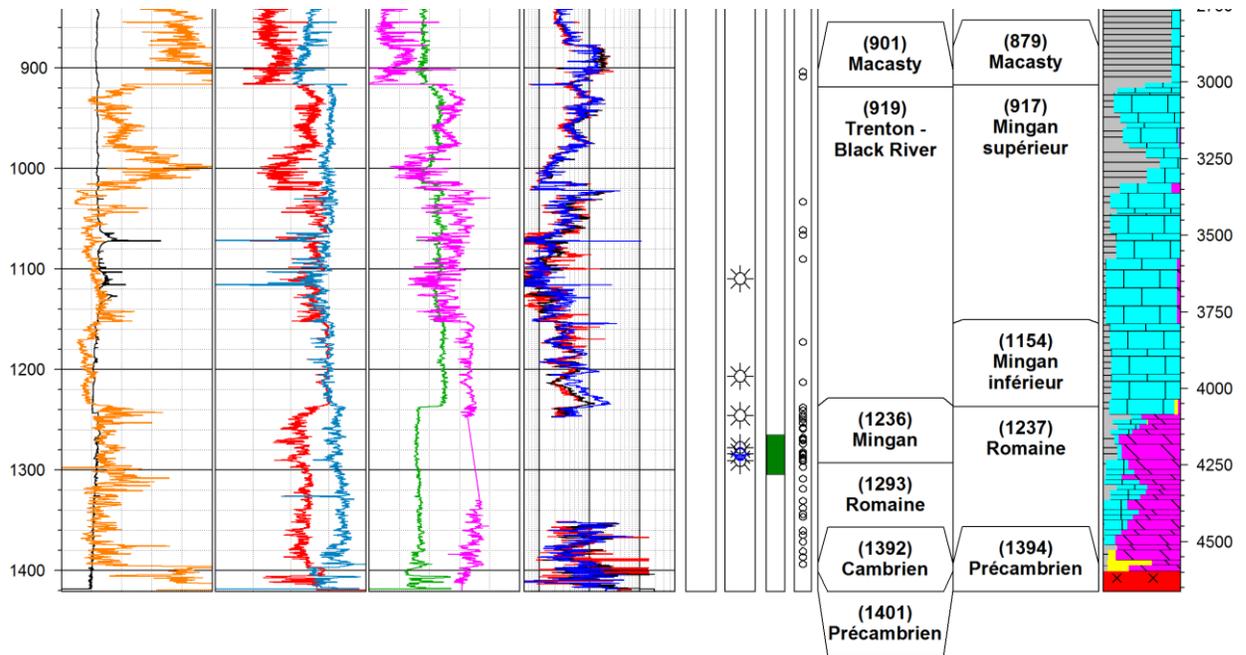
D014 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1421,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 87,0 m / 92,37 m

Année de forage : 1999



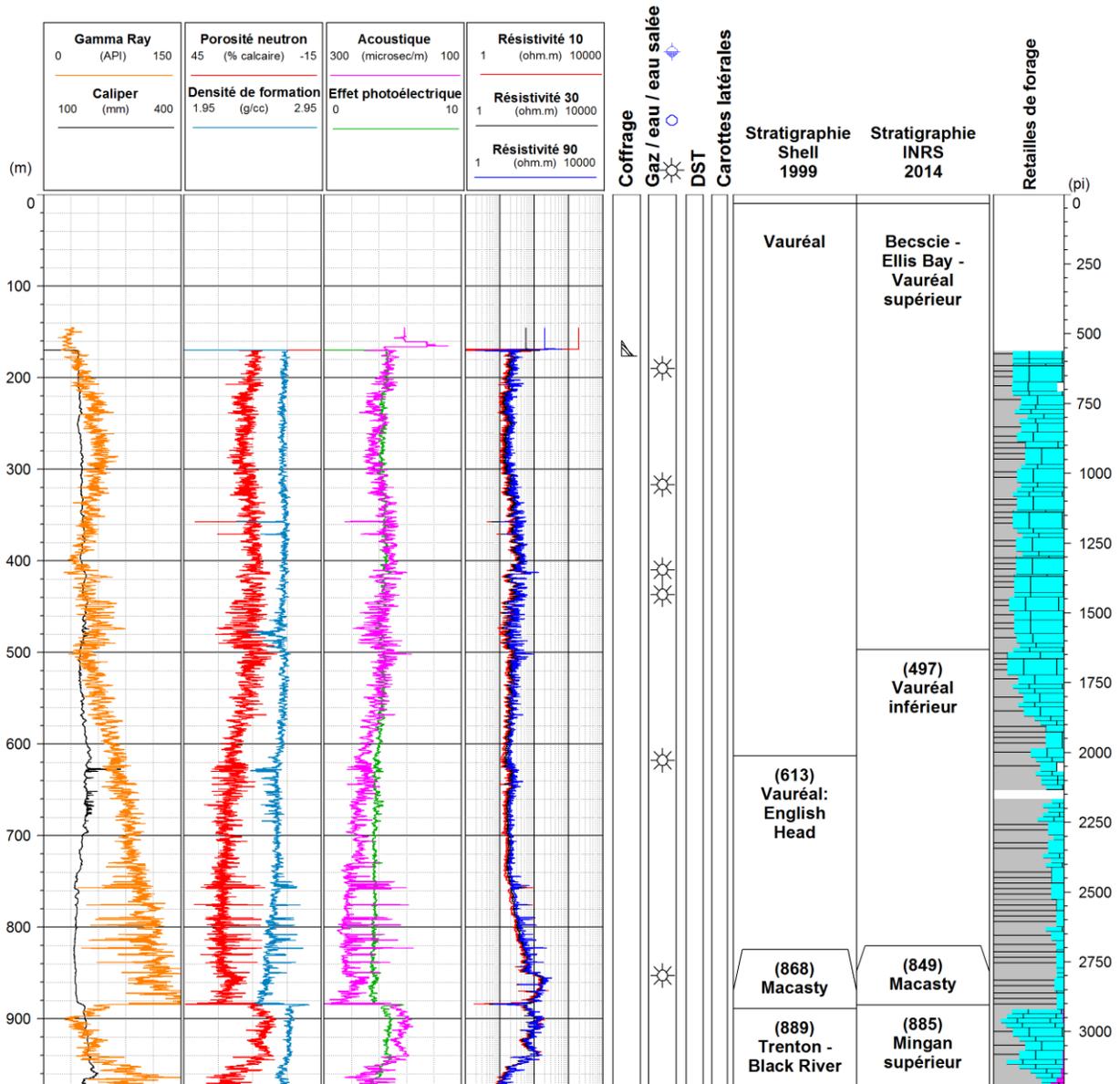


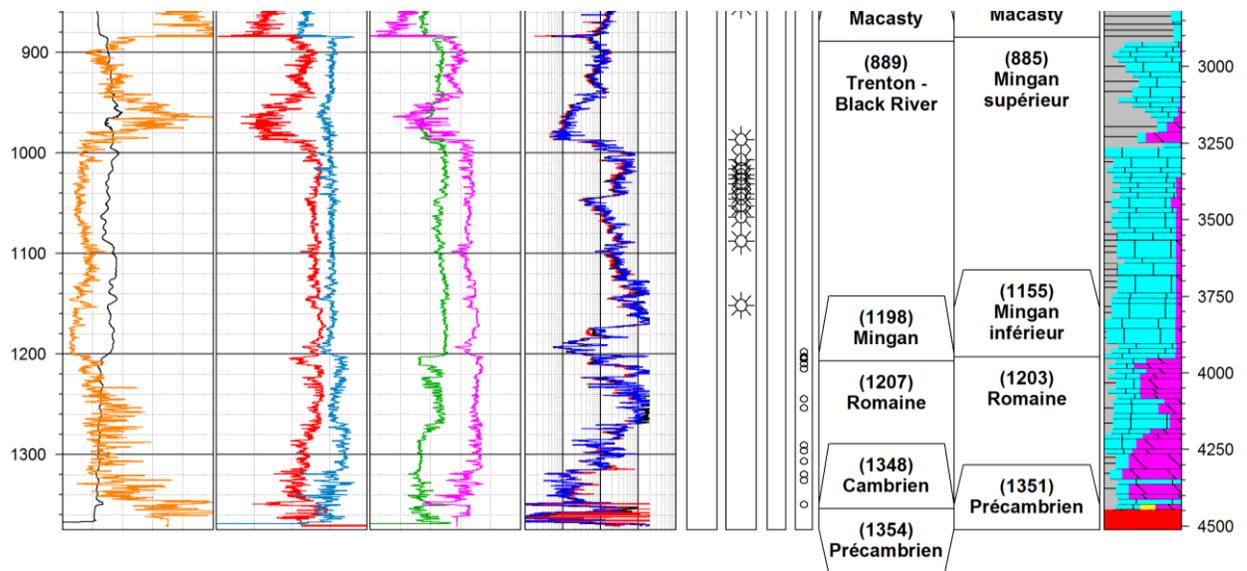
D015 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Saumon No 1

Profondeur totale : 1375,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 106,0 m / 111,4 m

Année de forage : 1999



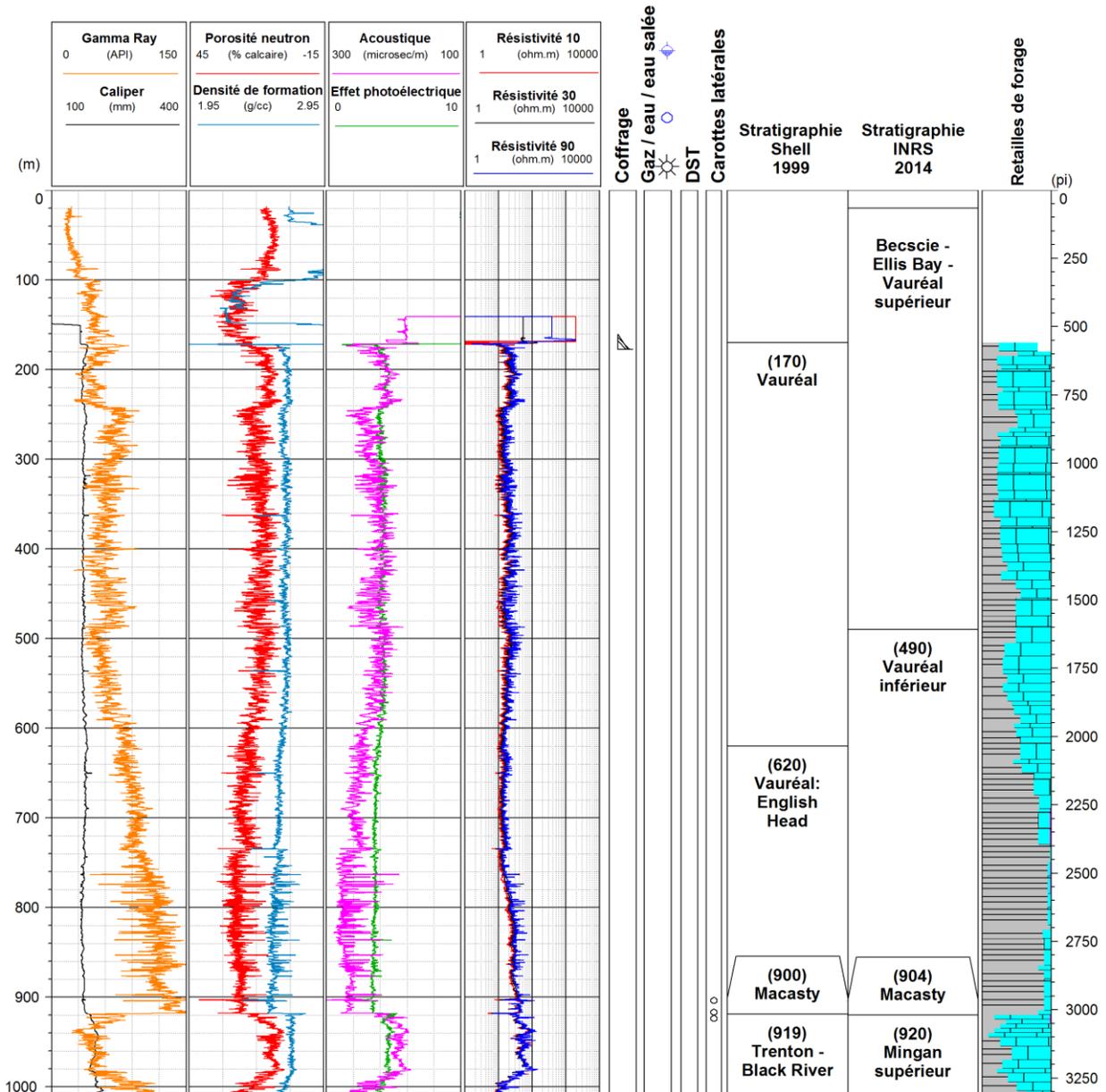


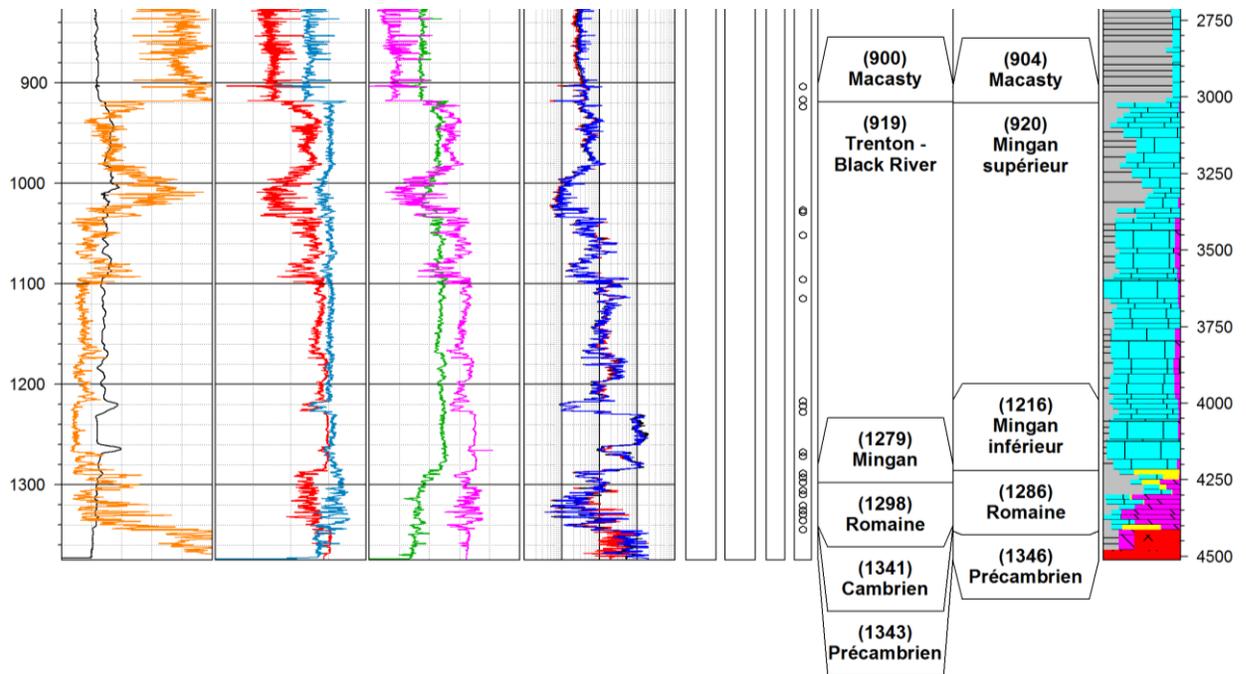
D016 - Shell Encal Corridor, Anticosti, Dauphine No 1

Profondeur totale : 1375,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 67,0 m / 72,4 m

Année de forage : 1999



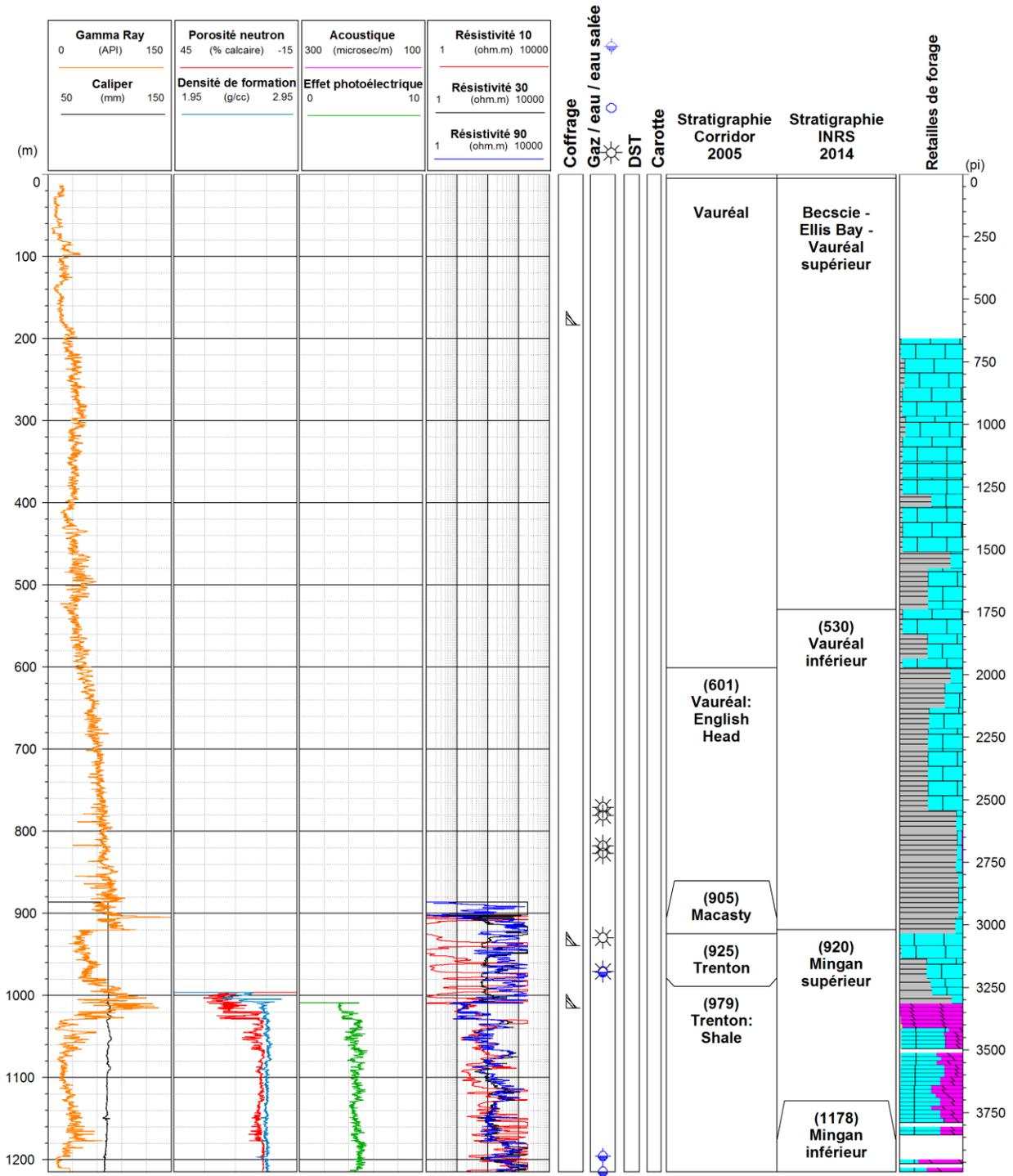


D017 - Corridor/HQ, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1215,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 100,0 m / 104,5 m

Année de forage : 2005

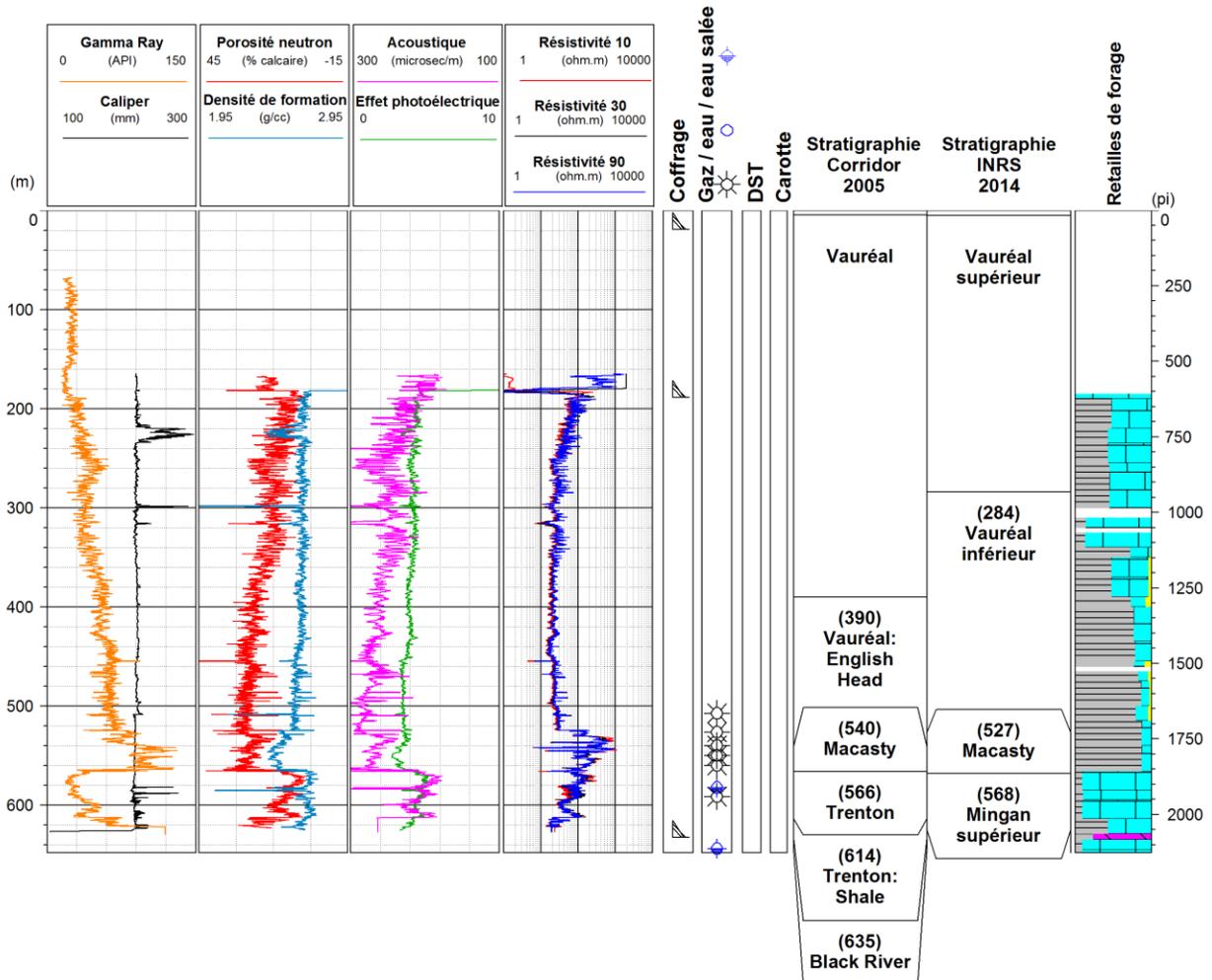


D018 - HQ/Corridor, Anticosti, MacDonald No 1

Profondeur totale : 648,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 90,9 m / 95,4 m

Année de forage : 2005

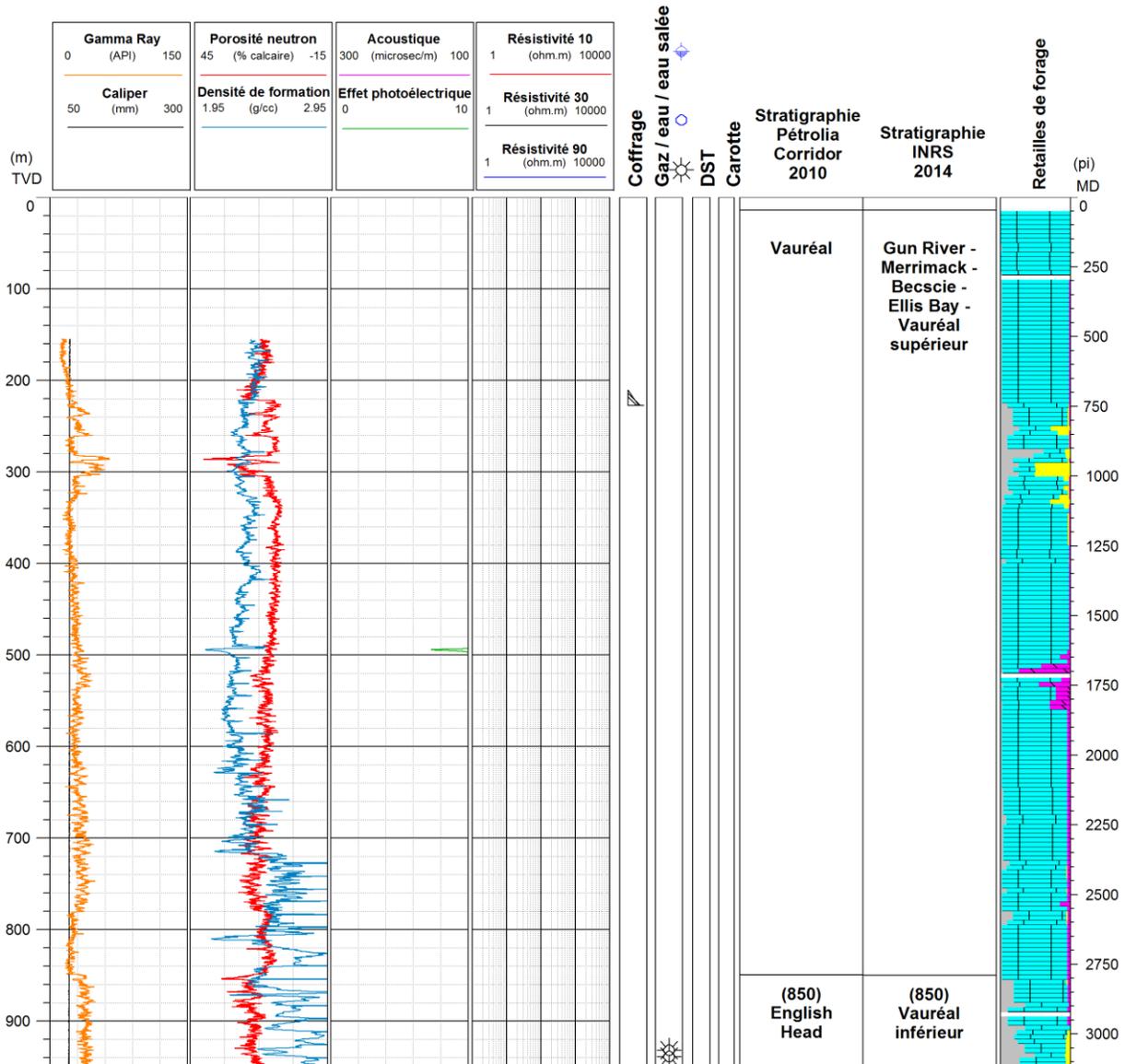


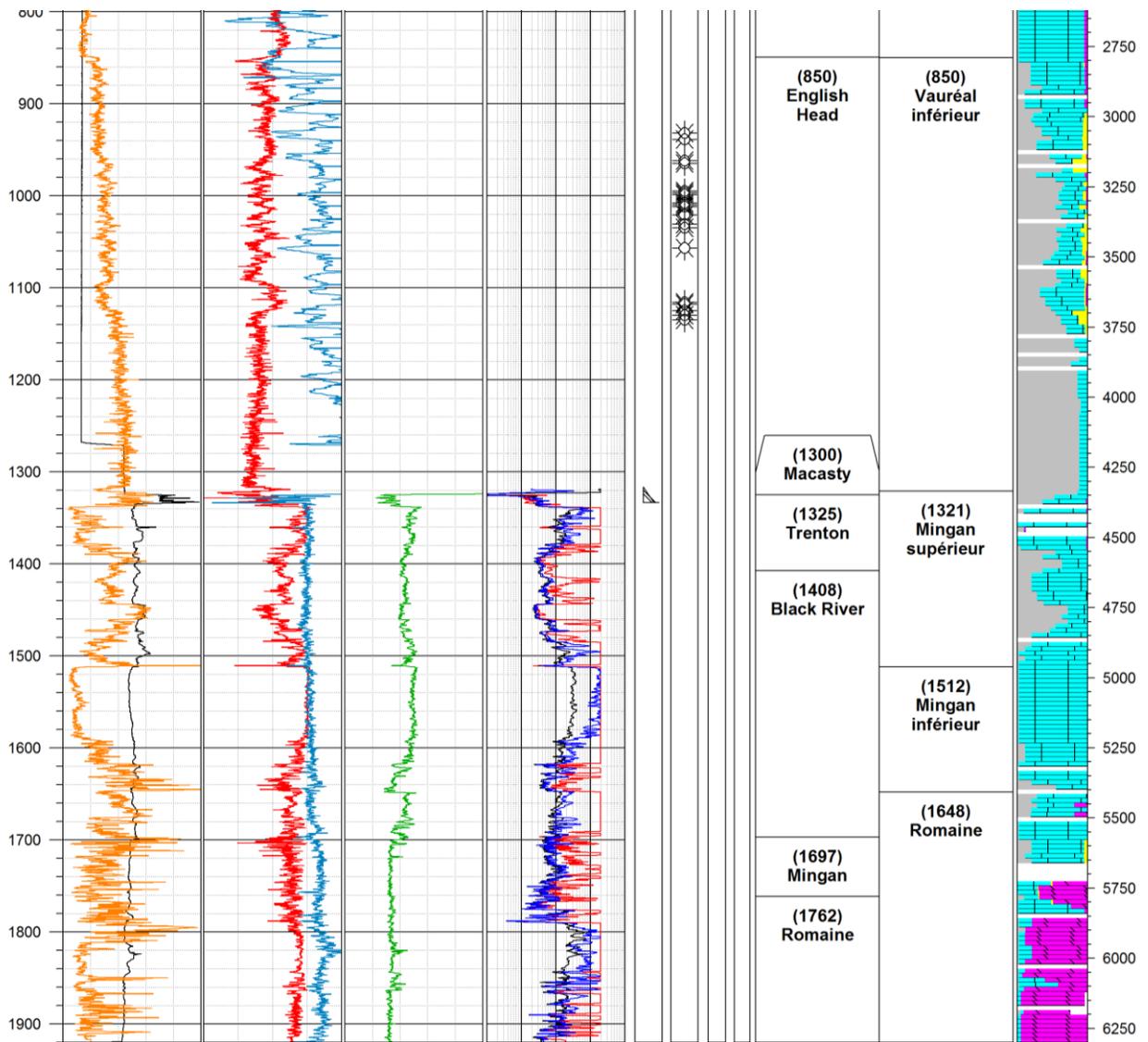
D019 - Corridor/HQ, Anticosti, Jupiter No 1

Profondeur totale : 1920,0 m

Élévation du KB / sol (p/mer) : 175,6 m / 180,1 m

Année de forage : 2005



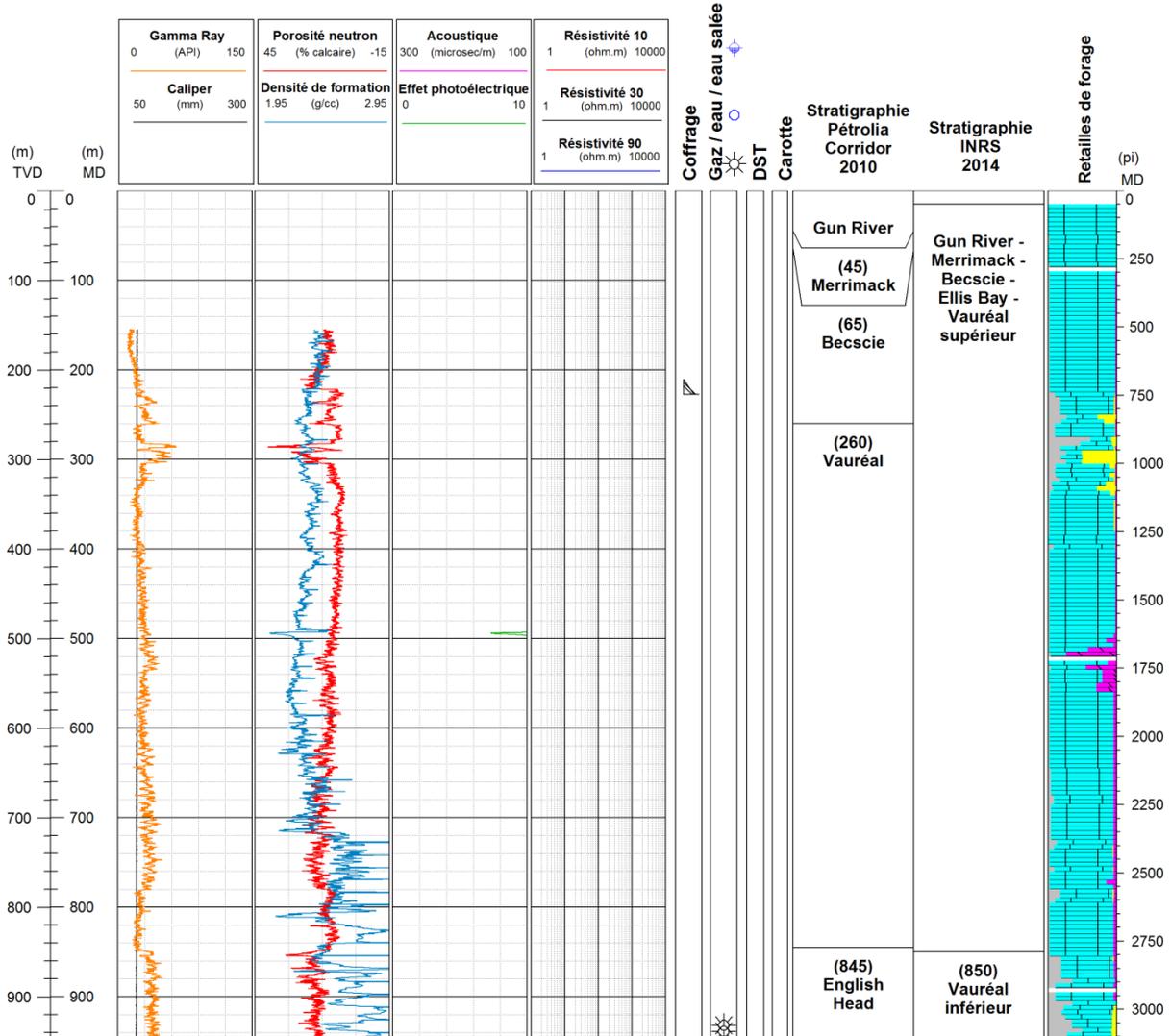


D019-R1 - Corridor/HQ, Anticosti, Jupiter No 1, R1

Profondeur totale : 2038,0 m (MD) / 1668,4 m (TVD)

Élévation du KB / sol (p/mer) : 175,6 m / 180,1 m

Année de forage : 2005 et 2010 (ré-entrée)



D020 - Pétrolia/Corridor, Anticosti, Chaloupe No 1

Profondeur totale : 1639,2 m (MD) / 1278,2 m (TVD)

Élévation du KB / sol (p/mer) : 143,6 m / 148,0 m

Année de forage : 2010

