PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET POINTE-DU-LAC

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 4

2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU SITE DE POINTE-DU-LAC QUI ONT UNE INCIDENCE SUR LE PROJET 6

3. BARRIÈRE DE PERMÉABILITÉ 7

4. RÉSERVOIR TRÈS POREUX, TRÈS PERMÉABLE ET HOMOGÈNE 8

5. GISEMENT ÉPUISÉ EN MILIEU ACQUIFÈRE 9

6. PROJET POINTE DU LAC 11

6.1. RACCORDEMENT DE PUITS DANS LA ZONE NORD 11

6.2. AJOUT DE COMPRESSION 13

7. BONIFICATIONS AU PROJET PAR RAPPORT À 2013 13

8. MODÉLISATION 14

9. CONCLUSION 14

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 - COMPARAISON DU PROFIL DE SOUTIRAGE ACTUEL À CELUI DU PROJET 4

FIGURE 2 - VUE D'ENSEMBLE DU RÉSERVOIR 6

FIGURE 3 - COUPE SCHÉMATIQUE DU SITE DE POINTE-DU-LAC 8

FIGURE 4 - PRODUCTION DE GAZ ET D'EAU PAR RAPPORT AU PLAN D'EAU 10

FIGURE 5 - ÉVOLUTION DE PLAN D'EAU ENTRE LA ZONE SUD ET LA ZONE NORD 11

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 - HAUTEUR NETTE EN GAZ DES PUITS DU NORD 12

1. INTRODUCTION

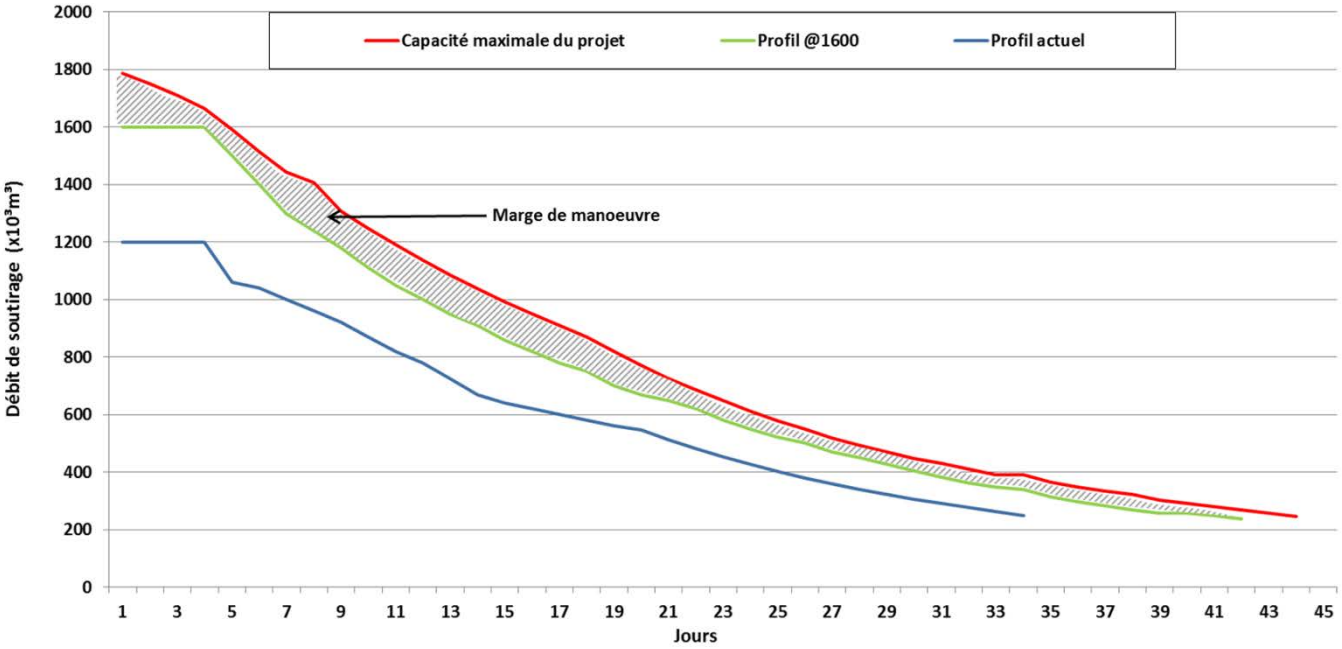
L'objectif de ce document est de présenter les principales caractéristiques techniques du Projet Pointe-du-Lac qui permettent d'optimiser le site de stockage de Pointe-du-Lac. Nous élaborons également sur les bonifications qui ont été apportées à l'édition 2018 du Projet.

En guise de rappel le Projet Pointe-du-Lac (le « Projet ») est constitué des éléments suivants :

- Raccordement des puits existants B-57, B-297 et B-306 situés dans la zone nord du réservoir exigeant la construction de conduites de collecte totalisant 2 880 mètres composées d'une conduite de 219,1 mm de diamètre d'une longueur de 2 110 mètres, d'une conduite de 168,3 mm de diamètre d'une longueur de 525 mètres ainsi que d'une conduite de 114,3 mm de diamètre d'une longueur de 245 mètres;
- Ajout d'un compresseur de 2 500 HP et d'un déshydrateur.

Le Projet vise principalement à faire passer le volume maximal de retrait quotidien de 1 200 10^3 m^3 à 1 600 10^3 m^3 selon un profil de soutirage comparable à ce qui a été offert historiquement à Énergir tel qu'illustré dans la figure suivante, tout en maintenant la marge de manœuvre opérationnelle historique[1].

FIGURE 1 – COMPARAISON DU PROFIL DE SOUTIRAGE ACTUEL À CELUI DU PROJET



[1] La marge de manœuvre opérationnelle représente la différence entre la capacité de retrait maximale du site et le service offert à Énergir.

Le Projet ferait également passer le volume utile contractuel de 22,7 10^6 m^3 à 36,6 10^6 m^3.

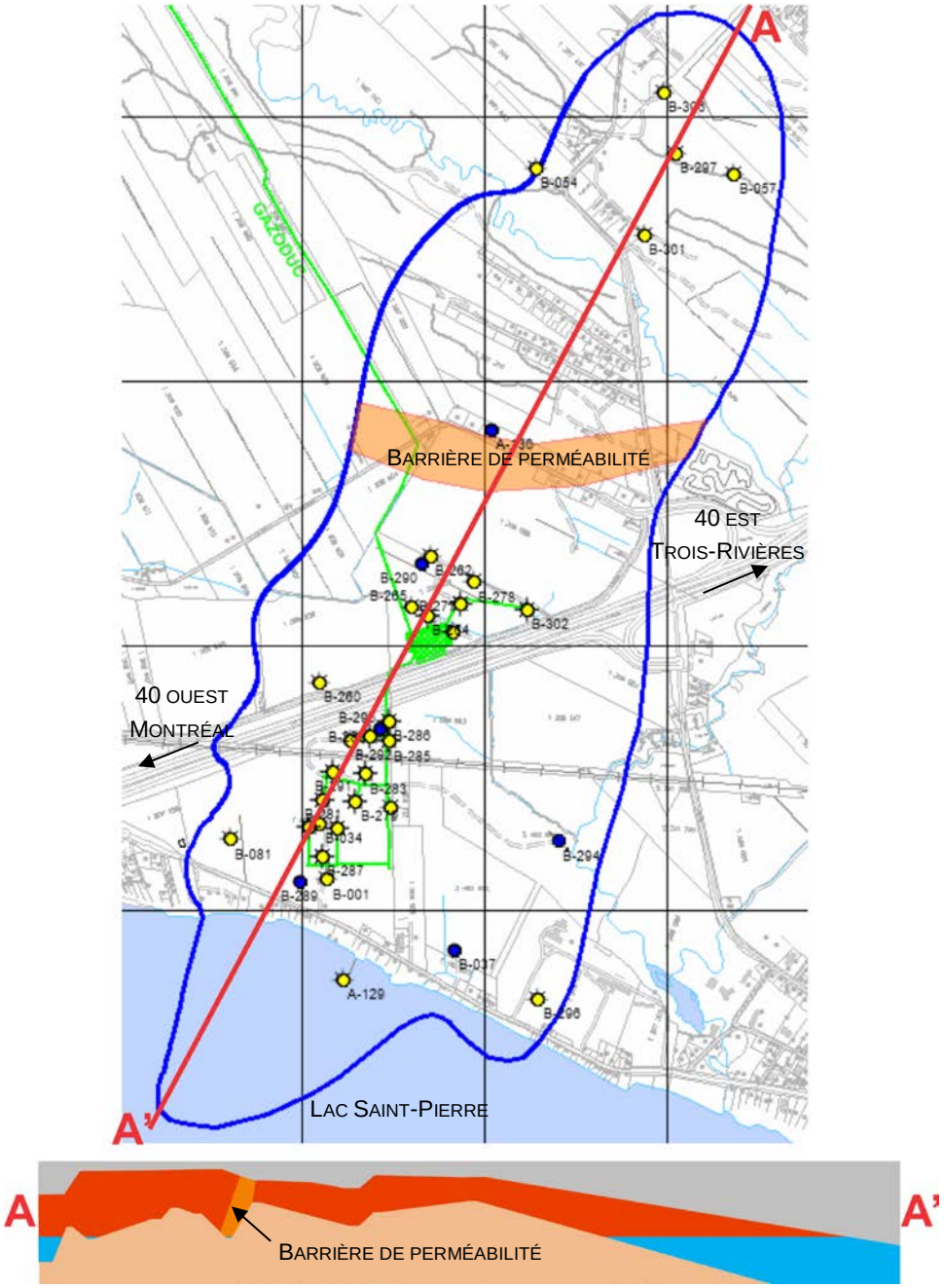
Il est important de souligner que le Projet ne vise pas le développement d'un nouveau site de stockage ou même l'expansion d'un site de stockage mais bien l'optimisation du stockage de Pointe-du-Lac existant qui est exploité depuis 28 ans.

Ainsi, les connaissances et l'expérience acquises par Intragaz dans le développement et l'exploitation du réservoir de Pointe-du-Lac sont directement transposables au Projet.

2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU SITE DE POINTE-DU-LAC QUI ONT UNE INCIDENCE SUR LE PROJET

Le site de stockage de Pointe-du-Lac est situé dans le secteur Pointe-du-Lac de la ville de Trois-Rivières. La superficie du réservoir est d'environ un kilomètre sur trois kilomètres. Le réservoir a une forme allongée avec une orientation nord-est dont la partie sud est située sous le Lac Saint-Pierre.

FIGURE 2 - VUE D'ENSEMBLE DU RÉSERVOIR



L'épaisseur du réservoir varie entre 4,8 et 8,8 mètres. Le réservoir est peu profond (profondeur variant de 60 à 120 mètres) et est exploité à une pression relativement faible de 740 kPa[2], ce qui implique que la pression du gaz acheminé du réseau TQM doit être détendue lors de l'injection dans le réservoir et que le gaz doit être comprimé lors de sa réinjection dans le réseau TQM. Le site de Pointe-du-Lac compte 13 puits d'injection/soutirage et trois compresseurs totalisant 7890 HP, ces derniers étant tous requis lors du soutirage de pointe.

Les principales caractéristiques propres au site de Pointe-du-Lac qui ont une incidence directe sur l'analyse et la conception du Projet sont :

- Le réservoir de Pointe-du-Lac est divisé en deux « zones » par une barrière de perméabilité;
- Le réservoir de Pointe-du-Lac est très poreux, très perméable et homogène;
- Le site de stockage de Pointe-du-Lac est situé dans un gisement épuisé en aquifère.

3. BARRIÈRE DE PERMÉABILITÉ

Une particularité du réservoir de Pointe-du-Lac est qu'il est divisé en deux zones (sud et nord) par une bande peu perméable (« barrière de perméabilité ») qui rend la communication entre le sud et le nord du réservoir moins fluide. La barrière de perméabilité est présente dans le réservoir sous forme d'un creux contenant des sédiments argileux beaucoup moins perméables que le reste du réservoir. Nous vous référons à la figure 2 qui illustre la barrière de perméabilité.

Il est important de noter que présentement le réservoir est exploité uniquement à partir de puits situés dans la zone sud.

Le Projet permettrait ainsi d'injecter et de soutirer du gaz directement dans la zone nord, ce qui aurait pour effet d'optimiser l'exploitation du réservoir. En conséquence, le Projet doit être vu comme un projet d'optimisation puisqu'il permet en quelque sorte de contourner la barrière de perméabilité.

Le Projet n'est donc pas un projet de développement d'un réservoir inconnu ou d'agrandissement d'un réservoir existant.

[2] La pression a été ramenée de 718 kPa à 740 kPa en 2015 par l'ajout de gaz coussin.

4. RÉSERVOIR TRÈS POREUX, TRÈS PERMÉABLE ET HOMOGÈNE

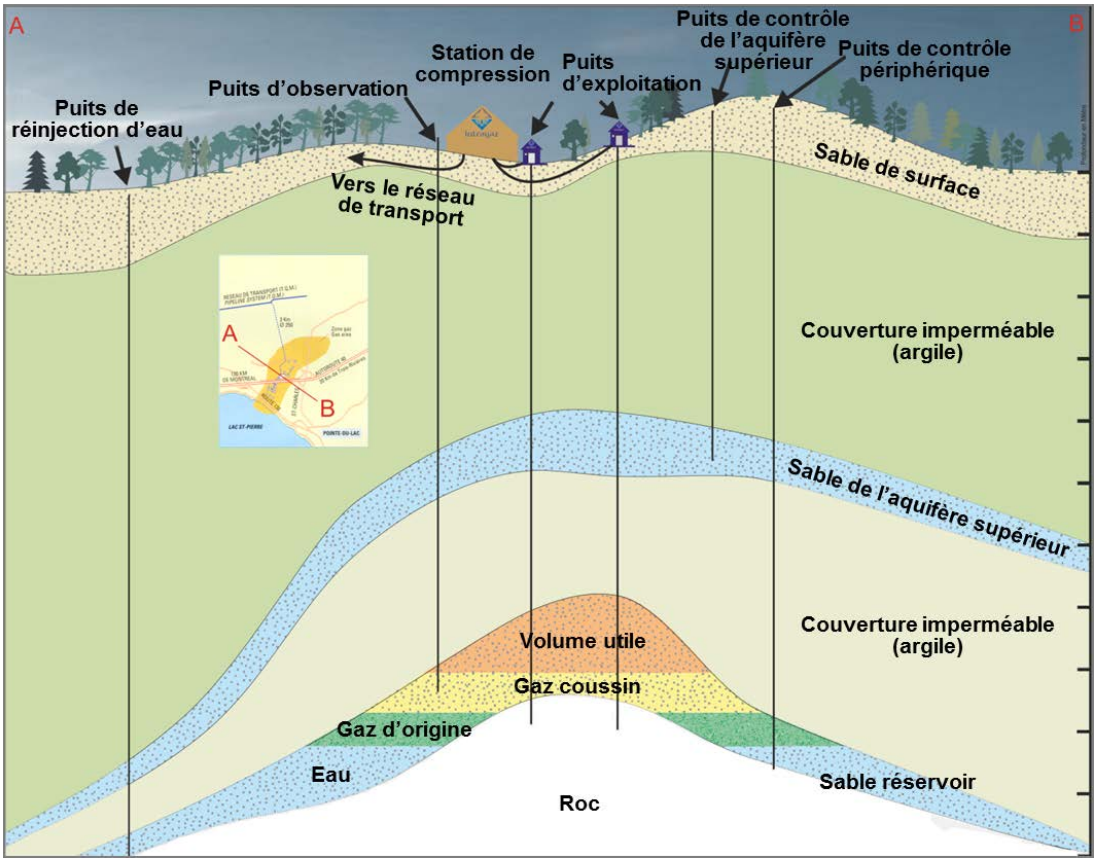
De part et d'autre de la barrière de perméabilité, le réservoir de Pointe-du-Lac est très poreux, perméable et homogène, trois caractéristiques recherchées et prisées dans un stockage. Ce sont ces caractéristiques qui font du site de Pointe-du-Lac un excellent outil de pointe pouvant réagir rapidement aux besoins d'Énergir et de sa clientèle.

La porosité représente l'espace où le gaz peut être stocké. Toutes choses étant égales par ailleurs, plus un réservoir est poreux plus on peut y stocker du gaz.

La perméabilité est ce qui connecte les pores entre elles. Plus la perméabilité est élevée, plus le gaz peut se déplacer rapidement dans le réservoir. Nonobstant la barrière de perméabilité mentionnée ci-dessus, le gaz circule aisément dans le réservoir.

La grande porosité et perméabilité du réservoir de Pointe-du-Lac résulte du fait qu'il est composé de sol non consolidé (sable et gravier), lequel est de plus en plus graveleux en fonction de la profondeur (voir la figure 3 ci-dessous). Entre chaque grain de sable, il y a de l'espace pour stocker le gaz (pores) et le gaz peut facilement se déplacer entre les grains (perméabilité).

FIGURE 3 – COUPE SCHÉMATIQUE DU SITE DE POINTE-DU-LAC



L'homogénéité de la porosité et de la perméabilité du réservoir de Pointe-du-Lac facilite la prévision du comportement du réservoir lors de son exploitation ou lors de modifications telles que celles proposées par le Projet.

5. GISEMENT ÉPUISÉ EN MILIEU ACQUIFÈRE

En terme simple, l'eau constitue majoritairement[3] le plancher du réservoir et le niveau d'eau varie en fonction du niveau de gaz dans le réservoir.

Au moment de la conversion du réservoir en stockage, le niveau d'eau était très élevé car le réservoir était épuisé, c'est-à-dire que la majorité du gaz qui s'y trouvait originalement avait été produit.

Le principal enjeu technique de la conversion en stockage du réservoir de Pointe-du-Lac était de réussir à abaisser le niveau d'eau par l'injection de gaz afin d'accroître l'épaisseur disponible du réservoir. L'augmentation de l'épaisseur disponible du réservoir permettait ainsi d'augmenter le volume de gaz pouvant y être stocké (« volume utile ») tout en diminuant la production d'eau[4].

La conversion du réservoir de Pointe-du-Lac en stockage fut un succès sur toute la ligne :

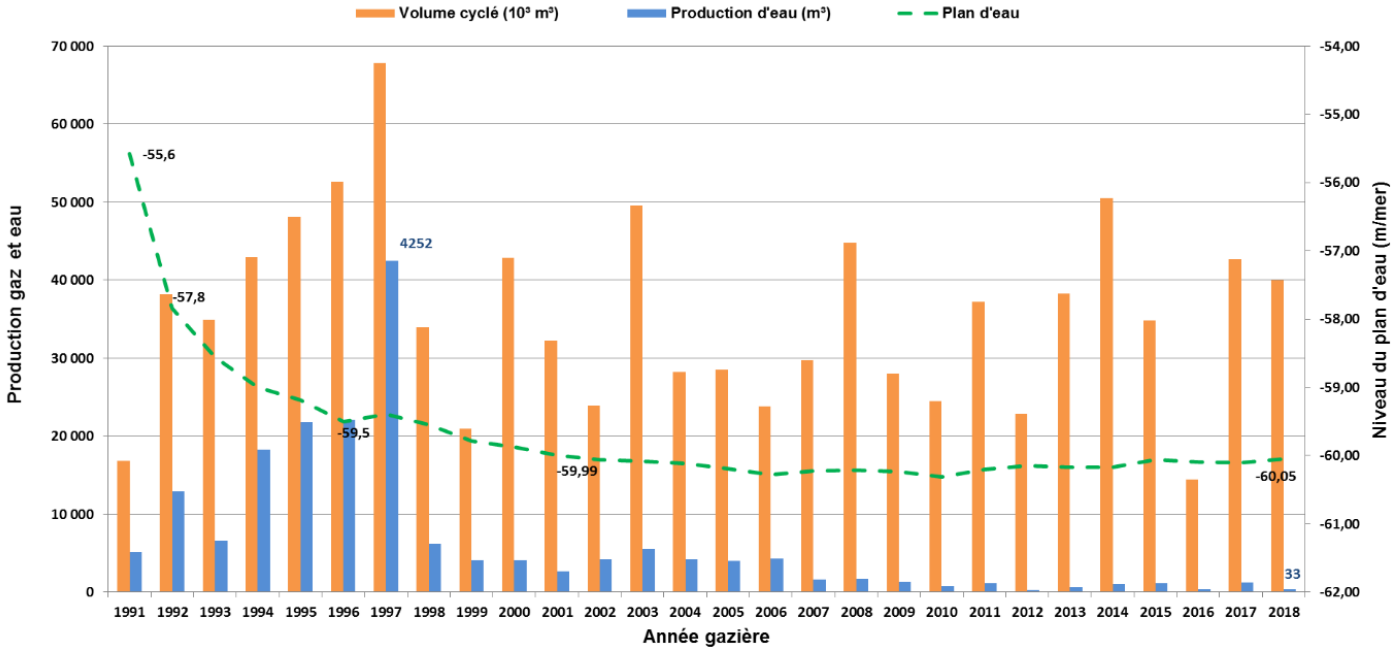
- Les objectifs de performance du stockage ont été dépassés;
- Le niveau d'eau a été abaissé au niveau souhaité et maintenu à travers les 28 années d'exploitation du site;
- La production d'eau a diminué à un niveau négligeable.

La figure 4 ci-dessous présente la « Production de gaz et d'eau par rapport au niveau du plan d'eau » de 1991 à 2018 soit pendant une période de 28 ans.

[3] La majorité des puits d'injection/de soutirage sont dans des sections du réservoir où il y a de l'eau.

[4] La production d'eau correspond à l'eau qui est soutirée avec le gaz.

FIGURE 4 - PRODUCTION DE GAZ ET D'EAU PAR RAPPORT AU PLAN D'EAU

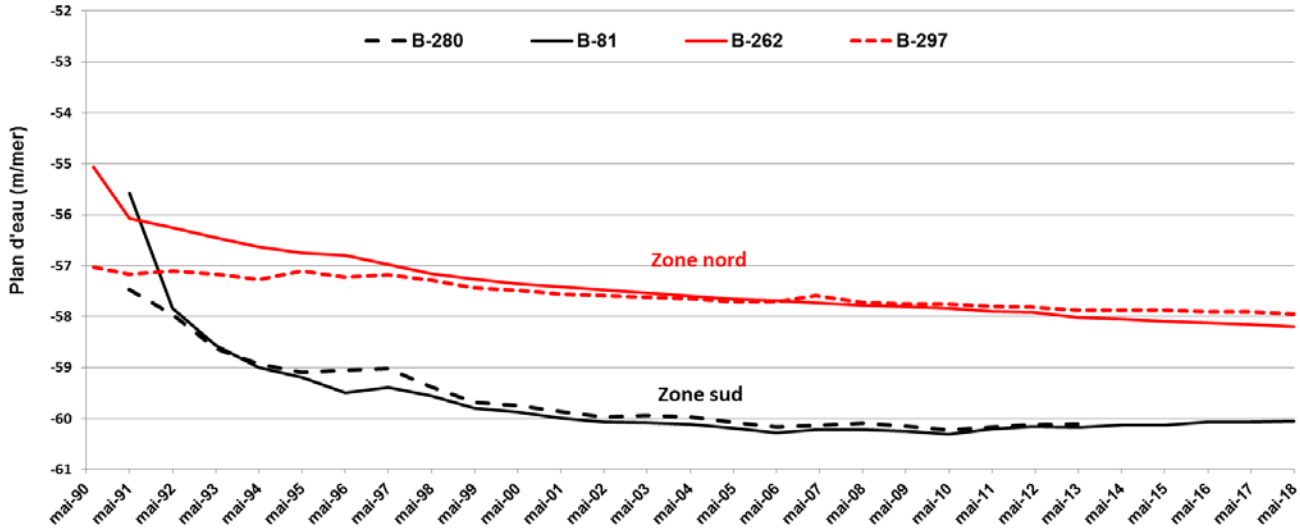


À la lecture de la figure 4, nous constatons que la production d'eau est à la fois fonction de la production (ou soutirage) de gaz et du niveau du plan d'eau qui est représenté par la ligne pointillée verte sur la figure. La faible production d'eau depuis 2007 témoigne d'un assèchement accru du réservoir. Il est à noter que la production d'eau n'est pas à l'échelle. La production d'eau telle qu'illustrée sur la figure est multipliée par 10 afin de mieux la visualiser.

Le niveau du plan d'eau est passé d'environ 55,6 mètres au-dessous du niveau de la mer en 1991 à environ 60,05 mètres au-dessous du niveau de la mer en 2018. De plus, le niveau du plan d'eau se situe à environ 60 mètres au-dessous du niveau de la mer depuis approximativement 2001. À titre d'information, le niveau du plan d'eau initial au moment de la découverte du réservoir est estimé à environ 62 mètres au-dessous du niveau de la mer.

Tel qu'illustré à la figure 5, le niveau d'eau au nord de la barrière de perméabilité est plus élevé car il n'y a jamais eu d'injection directe de gaz dans cette zone. Par ailleurs, le niveau d'eau a tout de même baissé dans la zone nord depuis le début de l'exploitation du stockage en relation avec la baisse du niveau d'eau au sud de la barrière de perméabilité, confirmant ainsi la communication entre les deux zones.

FIGURE 5 - ÉVOLUTION DE PLAN D'EAU ENTRE LA ZONE SUD ET LA ZONE NORD



6. PROJET POINTE-DU-LAC

6.1. RACCORDEMENT DE PUITS DANS LA ZONE NORD

Tel qu'indiqué précédemment, le Projet vise à optimiser l'exploitation du réservoir de Pointe-du-Lac en permettant d'injecter et de soutirer du gaz naturel directement dans la zone nord dont la contribution est présentement affectée par une barrière de perméabilité et l'absence de puits d'injection/soutirage dans cette zone.

Pour ce faire, il est essentiel d'avoir recours à des puits situés directement dans la zone nord du réservoir. Le Projet vise donc à raccorder des puits d'observation qui avaient été forés antérieurement dans la zone nord.

Le choix des puits s'est arrêté sur les puits B-297, B-306 et B-57 à cause de leurs caractéristiques et leur localisation dans le réservoir. Le puits B-297 sera le principal contributeur du fait qu'il est situé sur la partie plus haute du réservoir.

La performance anticipée du puits B-297 ne soulève aucune préoccupation car il a été testé à quatre reprises et à chaque fois sa performance s'est significativement améliorée à cause de l'abaissement du niveau d'eau dans la zone nord découlant de l'injection de gaz dans la zone sud du réservoir.

Ceci étant dit, il n'aurait pas été judicieux de raccorder un seul puits dans le cadre du Projet. Étant donné les coûts relativement faibles de raccorder les puits B-57 et B-306, la décision fut prise de les inclure dans le design final du Projet. Ainsi, la marge de manœuvre opérationnelle du Projet s'en trouve bonifiée.

Il est à noter que l'information obtenue lors des forages permet de connaître avec précision la porosité, la perméabilité et l'épaisseur du réservoir à l'endroit de ces trois puits en plus du niveau d'eau. L'information recueillie au fil des ans de ces puits permet également de mesurer l'évolution du niveau d'eau.

Les puits B-297 et B-306 ont fait l'objet de tests de production qui consistent à mesurer le débit et la pression sur un laps de temps donné afin d'en calculer la productivité. Les résultats des tests de production se sont à chaque fois améliorés en fonction de la baisse du niveau d'eau.

Le puits B-57 n'a pu être testé à cause de sa production d'eau mais son débit potentiel absolu a été déterminé lors de son forage.

Un fait important à noter est que la productivité de ces trois puits va augmenter dès que du gaz y sera injecté, car l'injection directe de gaz fera baisser le niveau d'eau, tel que constaté dans la zone sud. La baisse du niveau d'eau fera augmenter l'épaisseur nette en gaz[5] du réservoir ce qui aura un effet direct sur la productivité des puits et la diminution de la production d'eau, surtout que la partie inférieure du réservoir tend à être plus poreuse et perméable.

Le tableau suivant présente l'épaisseur du réservoir et la hauteur nette en gaz de chacun des puits B-297, B-306 et B-57. On dénote une amélioration de l'épaisseur nette en gaz au fil des ans malgré qu'il n'y ait eu aucune injection de gaz dans ces puits.

TABLEAU 1 - HAUTEUR NETTE EN GAZ DES PUITS DU NORD

Puits	**Année de forage**	**Épaisseur du réservoir (m)**	**Hauteur nette en gaz (m)**	
			En date du forage	**2018**
B-57	1961	5,2	ND	3,88
B-297	1992	5,09	2,76	4,54
B-306	2009	4,8	1,01	1,18

[5] L'épaisseur nette en gaz est l'épaisseur du réservoir au-dessus du niveau d'eau.

6.2. AJOUT DE COMPRESSION

Afin de pouvoir profiter pleinement de la performance globale accrue du réservoir rendue disponible par le raccordement de puits de la zone nord, il nous faut accroître la capacité de compression qui est présentement à pleine capacité en soutirage de pointe. Nous devons également ajouter un déshydrateur qui est présentement utilisé à pleine capacité.

Ainsi, le raccordement des puits B-297, B-306 et B-57, combiné à l'ajout de 2 500 HP de compression et d'un déshydrateur, permettront à Intragaz d'optimiser l'exploitation du réservoir de Pointe-du-Lac en injectant et soutirant directement dans une zone présentement sous exploitée du réservoir à cause de la présence d'une barrière de perméabilité.

7. BONIFICATIONS AU PROJET PAR RAPPORT À 2013

Dans le cadre de la mise à jour du Projet, Intragaz a apporté les modifications suivantes :

1) *Diminution de pertes de charge* : À la lumière des résultats obtenus par l'optimisation réalisée en 2017 sur les quatre meilleurs puits de la zone sud du réservoir, le diamètre de certaines conduites du Projet a été augmenté pour limiter au maximum les possibilités de pertes de charge. Une perte de charge occasionne une baisse de la pression disponible à l'aspiration des compresseurs et affecte la performance globale du site de stockage. L'augmentation du diamètre est prévue pour la conduite reliant le puits B-306 au puits B-297 et également pour la tuyauterie à l'intérieur de l'unité de séparation au puits B-297. Dans les deux cas, le diamètre de 114,3 mm envisagé en 2013 serait maintenant de 168,3 mm.

2) *Récupération de capacité de compression* : Présentement, le gaz utilisé comme carburant pour alimenter les moteurs des compresseurs est prélevé à la sortie des compresseurs une fois qu'il a été comprimé. Ainsi, la totalité du gaz comprimé par les compresseurs n'est donc pas acheminée vers le réseau de transport de TQM. Il en résulte une perte d'efficacité des compresseurs. Dans le but de récupérer ces volumes et d'en faire bénéficier le Projet, le gaz servant de carburant sera dorénavant prélevé à l'aspiration des compresseurs existants C-3 et C-4 ainsi que du nouveau compresseur C-5. Par rapport à 2013, la capacité de compression récupérée est de l'ordre de 45 000 m^3/jour.

3) *Mesurage précis des volumes de gaz injectés et soutirés au nord du réservoir* : La conception d'une nouvelle unité de séparation pour le puits B-297 permet d'y inclure un compteur de type ultrasonique par lequel tout le gaz de la portion nord du réservoir transitera. En 2013, deux unités de séparation étaient récupérées dans le cadre du projet. Ces unités sont équipées de compteur de type Vortex pour le mesurage du

gaz. Cette technologie offre une précision inférieure à la technologie par ultrasons. Cet ajout permettra une gestion optimisée de la performance entre la partie nord et sud du réservoir.

4) *Stimulation de certains puits (nettoyage)* : L'opération de stimulation de puits vise à nettoyer la crépine de certains puits qui s'obstrue avec le temps, ce qui résulte en une baisse de production graduelle des puits affectés. Intragaz avait procédé à la stimulation de cinq puits en 2006 qui a résulté en une augmentation de la productivité globale du réservoir de 134 % alors que certains puits ont vu leur productivité augmenter au-delà de 200 %. Il est à noter que l'augmentation de la productivité au-delà de la productivité initiale résultait du fait que les crépines de puits étaient partiellement obstruées par des débris découlant des forages initiaux. Il est donc à prévoir que les futurs nettoyages de puits qui ont déjà fait l'objet d'un nettoyage ramèneraient la productivité de ces puits au niveau de celle de 2006. Cette opération permettrait d'optimiser la contribution des puits concernés dès 2019.

Ces bonifications du Projet contribuent à en accroître la marge de manœuvre opérationnelle.

8. MODÉLISATION

Le Projet a été modélisé afin de s'assurer qu'il serait en mesure d'offrir une capacité de soutirage quotidienne maximale de 1 600 10^3 m^3 selon un profil de soutirage similaire à celui historiquement offert à Énergir. Il est important de noter que cette modélisation comprend une marge de manœuvre opérationnelle comparable à celle qui a été maintenue historiquement, laquelle est d'environ 10 %. Cette marge de manœuvre opérationnelle a fait ses preuves au cours des 28 années d'exploitation du réservoir en permettant à Intragaz d'offrir à Énergir un service d'une grande fiabilité.

Il est à noter que la modélisation ne reflète pas les bonifications qui ont été intégrées au Projet, telles qu'énumérées ci-dessus, par rapport au projet qui a été soumis à l'approbation de la Régie en 2013, ni les capacités additionnelles qui ont été libérées par les travaux d'optimisation réalisés en 2017 qui ont permis de diminuer les pertes de charge des quatre meilleurs puits de la zone sud du stockage de Pointe-du-Lac. Ces éléments viendront accroître davantage la marge de manœuvre opérationnelle du site de Pointe-du-Lac.

9. CONCLUSION

L'expérience acquise par Intragaz lors du développement du site de stockage de Pointe-du-Lac et son exploitation au cours des 28 dernières années, combinées à

l'homogénéité du réservoir, ont permis à Intragaz de développer le Projet avec un niveau de confiance très élevé.

Ce Projet permettra d'optimiser l'exploitation du réservoir de Pointe-du-Lac en donnant directement accès à une zone présentement sous-exploitée de ce réservoir.