

Annexe 1.5.1

Études d'intégration OASIS #262R, 263R et 264R

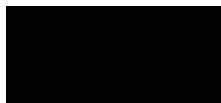
(Version caviardée)

Étude d'intégration OASIS #262R, 263R et 264R

Accroissement de puissance aux centrales René-Lévesque, Jean-Lesage et Manic-1

21 août 2024

Préparé par :



2024.08.21

13:03:50 -04'00'

Mathieu Péloquin, ing.

Approuvé par :



2024.08.26

16:06:46 -04'00'

Ahmed Amine Sibachir, ing.

Chef Conception du réseau principal

Table des matières

Sommaire exécutif	1
Mise en contexte	2
Introduction	3
1 Hypothèses d'étude et méthodologie	5
1.1 Modèle de réseau	5
1.2 Charge	5
1.3 Réseau de transport principal	5
1.4 Réseau de transport local	5
1.5 Puissance des centrales	6
1.6 Modélisation des groupes turbine-alternateur à l'étude	6
2 Résultats de l'étude	7
2.1 Régime permanent	7
2.1.1 Niveaux de tension	7
2.1.2 Capacité thermique des lignes	7
2.1.3 <i>Capacité de transformation</i>	7
2.1.4 Capacité en courant des plates-formes de compensation série	8
2.2 Régime de court-circuit	8
2.3 Régime dynamique	8
2.3.1 Stabilité en tension (long terme)	8
2.3.2 Stabilité transitoire	8
3 Scénarios étudiés	9
3.1 Raccordement local	9
3.2 Renforcement du réseau principal	10
4 Solution de raccordement et conclusion	11

Sommaire exécutif

Ce rapport présente les résultats de l'étude d'intégration d'un accroissement de puissance de 148 MW¹ à la centrale René-Lévesque, de 345 MW à la centrale Jean-Lesage et de 63 MW à la centrale Manic-1 pour le client Hydro-Québec dans ses activités de production d'électricité (ci-après « le Producteur »). Il s'agit respectivement des demandes OASIS #262R, 263R et 264R. Suivant une entente intervenue entre Hydro-Québec dans ses activités de transport d'électricité (ci-après « le Transporteur ») et le Producteur, la présente étude a été réalisée pour l'intégration des augmentations de puissance des trois centrales. Les solutions de raccordement locales ont été élaborées individuellement pour chaque centrale, alors que les renforcements nécessaires sur le réseau de transport principal ont été évalués pour l'ensemble des augmentations de puissance.

Centrale René-Lévesque

Une augmentation de puissance à la centrale René-Lévesque de 380 MW avait déjà fait l'objet d'une étude d'intégration qui s'est conclue en 2021 (OASIS #227R). Suivant la réception en décembre 2022 de la présente demande d'intégration de 148 MW, des ajustements à la capacité projetée des équipements du poste de départ de la centrale ont été effectués afin d'intégrer la puissance additionnelle. La présente étude porte donc seulement sur les renforcements nécessaires sur le réseau de transport principal induits par la puissance additionnelle demandée par le Producteur.

Suivant les résultats de la présente étude, aucun renforcement additionnel sur le réseau de transport principal n'est nécessaire.

Centrale Jean-Lesage

Le Transporteur, pour répondre à la demande d'accroissement de puissance du Producteur à la centrale Jean-Lesage, doit remplacer deux des quatre transformateurs élévateurs du poste de départ et augmenter la capacité des deux autres transformateurs remplacés en 2013-2014 en modifiant leur système de refroidissement. De plus, un rehaussement thermique des circuits à 315 kV reliant le poste de départ et le poste de la Manicouagan est à prévoir.

Le Transporteur rappelle également au client la nécessité d'installer, à ses frais, des stabilisateurs de type multi-bandes (MBPSS) et des systèmes d'excitation statique dotés de plafonds de ± 10 pu en respect des exigences de raccordement en vigueur.

Centrale Manic-1

Le Transporteur, pour répondre à la demande d'accroissement de puissance du Producteur à la centrale Manic-1, doit remplacer les trois transformateurs élévateurs du poste de départ. De plus, la construction d'une ligne à 161 kV d'environ 6 km entre le poste de départ et le poste Hauterive est nécessaire.

Le Transporteur rappelle également au client la nécessité d'installer, à ses frais, des stabilisateurs de type multi-bandes (MBPSS) et des systèmes d'excitation statique dotés de plafonds de ± 10 pu en respect des exigences de raccordement en vigueur.

¹ Augmentation de puissance totale de 528 MW à la centrale René-Lévesque suivant la demande OASIS 227R
Accroissement de puissance aux centrales René-Lévesque, Jean-Lesage et Manic-1 – Étude d'intégration

Mise en contexte

Une étude d'intégration est réalisée conformément aux obligations d'Hydro-Québec dans ses activités de transport d'électricité (le « Transporteur ») en vertu des Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec (« Tarifs et conditions ») et fournit une première estimation des ajouts au réseau et de leurs coûts, basé sur l'information disponible et sur des hypothèses de base et ce, dans la mesure permise par le processus d'une telle étude.

Des questions ou préoccupations ultérieures peuvent être identifiées par le Transporteur préalablement à l'étude d'avant-projet, lesquelles peuvent requérir des modifications aux équipements ou à leur configuration de façon à respecter les critères applicables et les termes et conditions des Tarifs et conditions.

Des changements dans l'ordonnancement d'autres projets peuvent affecter ou modifier l'évaluation fournie par le Transporteur. L'étude d'avant-projet sera basée sur de l'information plus détaillée et sur des hypothèses plus précises. Suivant l'article 19.5 des Tarifs et conditions, ces informations et hypothèses peuvent évoluer pendant la réalisation de cette étude et avant l'achèvement des travaux de construction.

L'étude d'intégration faisant l'objet du présent rapport est conforme aux critères de conception du Transporteur, aux exigences du NPCC (Northeast Power Coordinating Council) définies dans le document Directory-1 et à ceux du NERC (North American Electric Reliability Corporation) définies dans le document TPL-001-4 et aux autres normes applicables.

Ce rapport présente les résultats de l'étude d'intégration d'une augmentation de puissance de 148 MW² à la centrale René-Lévesque, de 345 MW à la centrale Jean-Lesage et de 63 MW à la centrale Manic-1 pour le Producteur. Il s'agit respectivement des demandes OASIS #262R, 263R et 264R.

² Augmentation de puissance totale de 528 MW à la centrale René-Lévesque en combinaison avec la demande OASIS 227R

Introduction

Centrale René-Lévesque

La centrale René-Lévesque (Manic-3) d'une puissance de 1326 MW, est une centrale hydroélectrique au fil de l'eau érigée sur la rivière Manicouagan en aval des centrales de Manic-5 et Manic-5-PA et en amont des centrales de Manic-2, de Manic-1 et de McCormick (SCHM³). Elle est munie de six groupes turbine-alternateur (GTA) et a été mise en service de 1975 à 1976.

La centrale est actuellement raccordée au poste Micoua par une ligne biterne à 315 kV de 12 km. Une augmentation de puissance à la centrale René-Lévesque de 380 MW a déjà fait l'objet d'une étude d'intégration qui s'est conclue en 2021 (OASIS 227R). Au terme de ce projet, la centrale sera raccordée au poste aux Outardes à 315 kV. C'est donc cette configuration qui est considérée aux fins de la présente étude.

La figure suivante représente la localisation géographique de la centrale René-Lévesque.

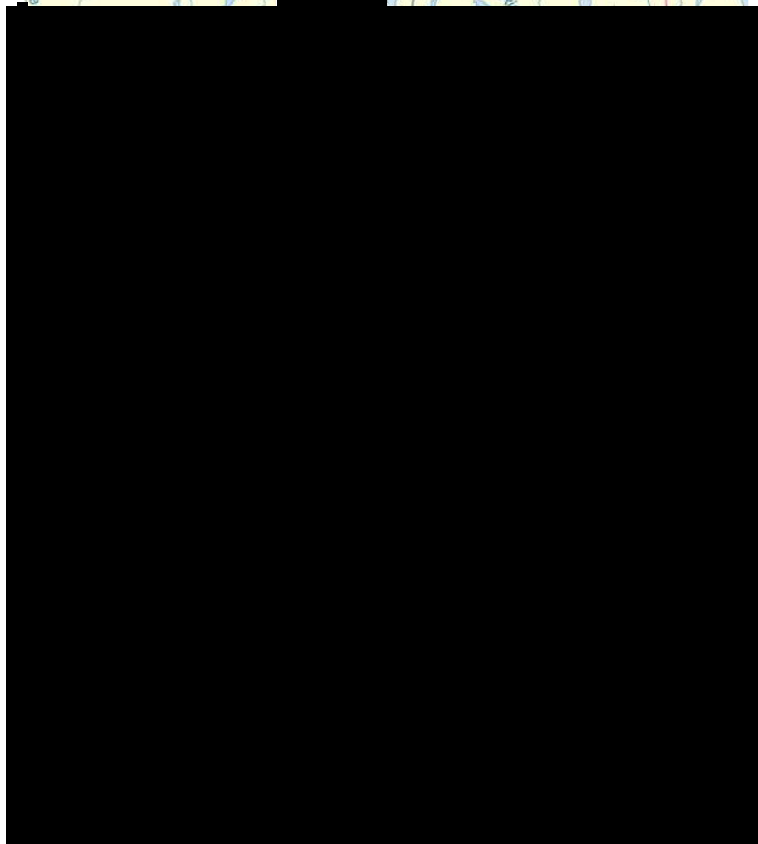


Figure 1 – Localisation de la centrale René-Lévesque

³ Société en Commandite Hydroélectrique Manicouagan.

Centrale Jean-Lesage

La centrale Jean-Lesage (Manic-2) d'une puissance de 1229 MW, est une centrale hydroélectrique au fil de l'eau érigée sur la rivière Manicouagan, en aval de la centrale René-Lévesque et en amont des centrales de Manic-1 et de McCormick (SCHM). La centrale est raccordée radialement au poste de la Manicouagan par deux lignes biterne à 315 kV. Elle est munie de 8 GTA et a été mise en service de 1965 à 1967.

Centrale Manic-1

La centrale Manic-1 d'une puissance de 184 MW, est une centrale hydroélectrique au fil de l'eau érigée sur la rivière Manicouagan en aval de la central Jean-Lesage. La centrale est raccordée radialement au réseau de SCHM par une ligne à 161 kV. Elle est munie de 3 GTA et a été mise en service de 1966 à 1967.

La figure suivante représente la localisation géographique des centrales Jean-Lesage et Manic-1.

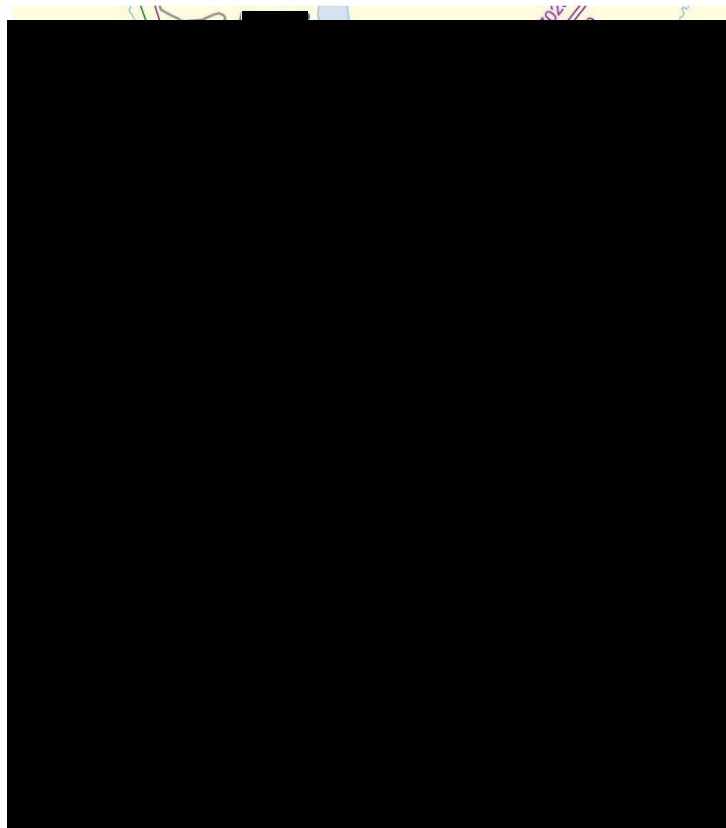


Figure 2 – Localisation des centrales Jean-Lesage et Manic-1

La présente étude d'intégration évalue l'impact de l'augmentation de puissance de ces centrales et établit les renforcements nécessaires au réseau de transport en respect des critères en vigueur.

1 Hypothèses d'étude et méthodologie

Cette section présente les équipements aux postes de départ, le niveau de charge/production du réseau local ainsi que les caractéristiques associées au réseau de transport qui ont été considérés pour cette étude.

1.1 Modèle de réseau

Le réseau planifié de la pointe hivernale 2032-2033 a servi de référence pour l'analyse du comportement en régimes permanent et dynamique. Les centrales de la région Manicouagan raccordées au poste aux Outardes et au poste de la Manicouagan sont considérées comme produisant à leur puissance maximale afin de s'assurer que cette puissance puisse être transitée en tout temps.

Le réseau de pointe d'été 2033 a servi de référence pour les analyses d'atteinte de la capacité thermique des équipements.

Toutes les demandes OASIS actives qui précèdent la présente étude, autres que celles déjà incluses au réseau planifié d'hiver 2032-2033, ont été considérées.

1.2 Charge

La charge résidentielle considérée correspond à la prévision des besoins réguliers d'Hydro-Québec agissant dans ses activités de distribution d'électricité (le « Distributeur ») pour la pointe de charge 2032-2033.

1.3 Réseau de transport principal

Les centrales à l'étude sont raccordées au réseau de transport principal à 735 kV par le poste aux Outardes (centrale René-Lévesque) et le poste de la Manicouagan (centrales Jean-Lesage et Manic-1). L'accroissement de puissance totale de 556 MW a un impact direct sur le transit des lignes à 735 kV et sur le comportement du réseau.

1.4 Réseau de transport local

La centrale René-Lévesque est actuellement raccordée au poste Micoua par l'entremise d'une ligne biterne à 315 kV d'environ 12 km. Tel que mentionné précédemment, au terme du projet en cours, la centrale sera raccordée radialement au poste aux Outardes par cette même ligne biterne à 315 kV qui aura été déviée par l'ajout d'une portion d'environ 3,5 km. Ce projet inclut également l'ajout de ■■■ transformateurs à 735/315 kV au poste aux Outardes et le remplacement des six transformateurs élévateurs du poste de départ. C'est cette configuration qui est considérée pour la présente étude.

La centrale Jean-Lesage est raccordée au poste de la Manicouagan par deux lignes biterne à 315 kV d'environ 5 km. La centrale compte quatre transformateurs élévateurs à 315/13,8 kV qui intègre chacun la puissance de deux groupes turbine-alternateur. Ces transformateurs sont raccordés radialement par un circuit à 315 kV. Deux de ces transformateurs ont été remplacés en 2013 dans le cadre d'un projet d'augmentation de puissance de deux groupes de la centrale.

La centrale Manic-1 est raccordé au poste McCormick (SCHM) par une ligne à 161 kV de moins de 1 km. Le réseau de la SCHM est raccordé au poste Hauterive par une ligne biterne à 161 kV d'environ 5 km. Enfin, le poste Hauterive est raccordé au poste de la Manicouagan par trois circuits à 315 kV d'environ 15 km. Le poste de départ

de la centrale comprend trois transformateurs élévateurs intégrant chacun la production d'un groupe turbine-alternateur.

1.5 Puissance des centrales

Le tableau suivant présente le détail des accroissements de puissance demandés aux centrales à l'étude :

Centrale	Nombre de groupes	Puissance installée actuelle (MW)	Puissance maximale d'injection au point de raccordement et facteur de puissance	
			Actuels	Demandés
René-Lévesque	6	1326	Pmax = 1182 MW FP = 0,85	Pmax = 1710 MW ⁴ FP = 0,90
Jean-Lesage	8 ⁵	1229	Pmax = 1130 MW FP = 0,90	Pmax = 1475 MW FP = 0,90
Manic-1	3	184	Pmax = 177 MW FP = 0,90	Pmax = 240 MW FP = 0,90

Tableau 1 – Détail des accroissements de puissance demandés

1.6 Modélisation des groupes turbine-alternateur à l'étude

Les paramètres utilisés pour la présente étude correspondent aux données fournies dans les conventions d'étude d'intégration ainsi qu'aux valeurs transmises le 30 octobre 2023 pour les centrales Jean-Lesage et Manic-1, et le 22 mars 2024 pour la centrale René-Lévesque. Des systèmes d'excitation statique avec une tension plafond de ± 10 p.u. et des stabilisateurs multi-bandes de type MBPSS sont considérés pour les groupes des centrales à l'étude.

⁴ Inclut les accroissements de puissance des demandes OASIS 227R et 262R

⁵ Les groupes A26 et A28 ayant fait l'objet d'une réfection en 2013, seulement six groupes font l'objet de la présente demande d'accroissement de puissance.

2 Résultats de l'étude

2.1 Régime permanent

2.1.1 Niveaux de tension

Les niveaux de tension en régime permanent en réseau noble suivant la surpuissance sont dans les plages permises par les critères de planification tant au niveau du réseau local que du réseau principal. À noter que les niveaux de tension post-contingence sont évalués par des simulations dynamiques en long terme (voir section 2.3).

2.1.2 Capacité thermique des lignes

Centrale René-Lévesque

Aucun dépassement de capacité thermique identifié.

Centrale Jean-Lesage

La capacité thermique des lignes [REDACTED] à 315 kV raccordant le poste de départ au poste de la Manicouagan est dépassée suivant l'intégration de l'accroissement de puissance.

Centrale Manic-1

La ligne [REDACTED] à 161 kV raccordant le poste de départ au poste McCormick (SCHM) n'a pas la capacité suffisante pour raccorder la puissance additionnelle. Sa température d'exploitation étant déjà à 95°C, elle ne peut faire l'objet d'un rehaussement thermique.

Les circuits [REDACTED] raccordant le poste McCormick au poste Hauterive sont surchargés en première contingence pour une température ambiante de 30°C. Un rehaussement thermique à une température d'exploitation de 95°C ne permet pas une capacité suffisante pour intégrer la puissance additionnelle.

2.1.3 Capacité de transformation

Centrale René-Lévesque

Tel qu'indiqué en introduction, une augmentation de puissance à la centrale René-Lévesque de 380 MW a déjà fait l'objet d'une étude d'intégration qui s'est conclue en 2021 (OASIS 227R). Lors de la réception de la présente demande, le Transporteur s'est assuré de la compatibilité de la solution de raccordement locale en cours d'avant-projet. Ainsi, des ajustements à la capacité des transformateurs du poste de départ de la centrale ont dû être effectués afin d'intégrer la puissance additionnelle.

Centrale Jean-Lesage

Le poste de départ de la centrale Jean-Lesage est constitué de quatre transformateurs raccordant chacun deux groupes turbine-alternateur au réseau. Les transformateurs élévateurs du poste de départ n'ont pas une capacité suffisante pour intégrer la puissance additionnelle.

De plus, le poste de la Manicouagan raccorde la puissance de la centrale au moyen de ■■■ transformateurs à 735/315 kV. La capacité de transformation au poste de la Manicouagan est suffisante considérant la perte d'un des ■■■ transformateurs à 735/315 kV de ■■■ MVA.

Centrale Manic-1

Le poste de départ de la centrale de Manic-1 est constitué de trois transformateurs élévateurs intégrant chacun la puissance d'un groupe turbine-alternateur. Ces transformateurs n'ont pas la capacité requise pour intégrer la puissance additionnelle.

2.1.4 Capacité en courant des plates-formes de compensation série

La capacité en courant des plates-formes de compensation série est respectée.

2.2 Régime de court-circuit

L'analyse de la capacité de coupure des disjoncteurs n'a révélé aucun dépassement tant au niveau du réseau local qu'au niveau du réseau de transport principal. Aucun renforcement n'est donc nécessaire.

2.3 Régime dynamique

Une étude de stabilité a été réalisée afin de s'assurer que le comportement du réseau respecte les performances prescrites par les critères de conception. Le comportement observé est adéquat pour l'ensemble des événements simulés. À noter que les simulations effectuées considèrent des systèmes d'excitation statique doté d'une tension plafond de ± 10 pu et de stabilisateurs de type multi-bandes à chacun des groupes des centrales à l'étude qui doivent être installés aux frais du Producteur conformément aux exigences de raccordement.

2.3.1 Stabilité en tension (long terme)

Tous les événements simulés résultent en un comportement adéquat du réseau de transport. Les niveaux de tension observés respectent les critères en vigueur.

2.3.2 Stabilité transitoire

Tous les événements simulés résultent en un comportement adéquat du réseau de transport. La stabilité des centrales est assurée (aucun décrochage) et les oscillations observées respectent les critères en vigueur.

3 Scénarios étudiés

Dû à la nature des problèmes observés et aux renforcements requis, un seul scénario de renforcement viable est possible par centrale.

3.1 Raccordement local

Centrale René-Lévesque

Aucun renforcement requis.

Centrale Jean-Lesage

Deux des quatre transformateurs du poste de départ de la centrale doivent être remplacés par des transformateurs de plus grande capacité. La capacité des deux autres transformateurs remplacés en 2013-2014 pourra être augmentée en remplaçant le système de refroidissement.

De plus, les quatre circuits à 315 kV raccordant la centrale au poste de la Manicouagan doivent faire l'objet d'un rehaussement thermique. La faisabilité d'une solution alternative telle que des capteurs de flèche sera évaluée en avant-projet.

Interventions	Année de MES
Poste Manic-2 : <ul style="list-style-type: none"> Remplacement des transformateurs T1 et T2 à 315/13,8 kV par des transformateurs de plus grande capacité Remplacement du système de refroidissement des transformateurs T3 et T4 	À déterminer selon l'ordre de réfection des GTA
Rehaussement thermique des circuits [REDACTED]	À déterminer selon l'ordre de réfection des GTA

Tableau 2 – Interventions de la solution recommandée pour l'accroissement de puissance à la centrale Jean-Lesage

Centrale Manic-1

Les trois transformateurs du poste de départ de la centrale doivent être remplacés par des transformateurs de plus grande capacité.

De plus, les circuits à 161 kV qui raccordent la centrale au réseau ne pouvant faire l'objet d'un rehaussement thermique, une ligne à 161 kV d'environ 6 km devra être construite entre le poste de départ et le poste Hauterive.

Interventions	Année de MES
Poste Manic-1 : <ul style="list-style-type: none"> Remplacement des 3 transformateurs à 161/13,8 kV par des transformateurs de plus grande capacité 	2030 à 2032
Construction d'une ligne à 161 kV d'environ 6 km entre le poste Manic-1 et le poste Hauterive	2032

Tableau 3 – Interventions de la solution recommandée pour l'accroissement de puissance à la centrale Manic-1

3.2 Renforcement du réseau principal

Aucun renforcement sur le réseau de transport principal n'est requis.

4 Solution de raccordement et conclusion

Le Transporteur, pour répondre aux demandes d'accroissement de puissance des centrales René-Lévesque, Jean-Lesage et Manic-1 doit procéder aux ajouts et modifications suivants :

- Remplacement de deux transformateurs élévateurs et remplacement du système de refroidissement des deux autres transformateurs élévateurs du poste de départ de la centrale Jean-Lesage ;
- Rehaussement thermique des quatre circuits à 315 kV reliant la centrale Jean-Lesage au poste de la Manicouagan ;
- Remplacement des transformateurs élévateurs du poste de départ de la centrale Manic-1 ;
- Construction d'une ligne à 161 kV d'environ 6 km entre le poste de départ de la centrale Manic-1 et le poste Hauterive.

De plus, le Transporteur confirme qu'aucun renforcement n'est requis sur le réseau de transport principal afin d'acheminer la puissance additionnelle.

Le Transporteur rappelle également au client la nécessité d'installer, à ses frais, des stabilisateurs de type multi-bandes et des systèmes d'excitation statique dotés d'un plafond de ± 10 pu aux centrales faisant l'objet de la présente étude, en respect des exigences de raccordement en vigueur.