Projet du Transporteur visant les modifications aux travaux de remplacement des compensateurs statiques au poste de la Nemiscau

Table des matières

1 Introduction **5**

2 Mise en contexte **6**

2.1 Rappel des faits **6**

2.2 Révision de la solution retenue **8**

2.3 Réévaluation du coût du projet et explication des écarts **10**

3 Objectifs visés **10**

4 Description et justification du projet en relation avec les objectifs visés **12**

4.1 Justification du Projet en relation avec les objectifs **13**

5 Solutions envisagées **15**

5.1 Solution 1 : Remplacement des compensateurs statiques existants – Condensateurs fixes et transformateurs de puissance conservés (topologie existante) **15**

5.2 Solution 2 : Remplacement des compensateurs statiques existants – CMT et transformateurs de puissance conservés (topologie existante avec configuration de type CMT) **15**

5.3 Estimation des coûts des solutions envisagées **16**

6 Coûts associés au projet **17**

6.1 Sommaire des coûts **17**

6.2 Principales composantes du coût des travaux **19**

7 Impact tarifaire **24**

8 Impact sur la fiabilité et sur la qualité de prestation du service de transport d'électricité **24**

8.1 Impact sur les réseaux planifiés **25**

8.2 Impact sur l'exploitation du réseau **25**

9 Conclusion **26**

Liste des tableaux

Tableau 1 Concordance entre les sections de la demande et le *Règlement* 6
Tableau 2 Coûts d'hébergement 10
Tableau 3 Calendrier de réalisation 14
Tableau 4 Comparaison économique des solutions (M$ actualisés 2012) 16
Tableau 5 Coûts des travaux avant-projet et projet par élément (en milliers de dollars de réalisation) 17
Tableau 6 Comparaison de la répartition des coûts et des mises en service (en millions de dollars de réalisation) 18
Tableau 7 Taux d'inflation spécifiques 18
Tableau 8 Coûts du « Client » 21

Liste des figures

Figure 1 Emplacement du poste de la Nemiscau 11
Figure 2 Répartition des coûts internes et externes pour la phase projet 20
Figure 3 Répartition des coûts des activités 20

Liste des annexes

Annexe 1 Schéma unifilaire des compensateurs statiques du poste de la Nemiscau (Pièce déposée sous pli confidentiel)

Annexe 2 Liste des principales normes techniques

Annexe 3 Analyse économique

Annexe 4 Impact tarifaire

1 Introduction

Par la présente demande, Hydro-Québec dans ses activités de transport d'électricité (le « Transporteur ») vise à obtenir l'autorisation de la Régie de l'énergie (la « Régie ») afin de construire les immeubles et les actifs requis pour les modifications aux travaux de remplacement des deux compensateurs statiques (« CLC ») au poste de la Nemiscau (le « Projet »).

Le Projet, dont le coût total s'élève à 100,4 M$, s'inscrit dans la catégorie d'investissement « maintien des actifs » et est rendu nécessaire afin d'assurer la pérennité de l'installation. Le Projet consiste à remplacer les deux compensateurs statiques CLC-11 et CLC-12, incluant les valves à thyristors, inductances, condensateurs, systèmes de refroidissement et de commande et protection. Les mises en service pour les CLC sont prévues en 2013 et 2014.

En date des présentes, le Projet se situe à l'étape de la demande d'autorisation à la Régie portant sur les modifications aux travaux de remplacement des deux CLC au poste de la Nemiscau[1]. Le Transporteur précise qu'afin de respecter l'échéancier des travaux, l'entreprise a entrepris certaines activités d'ingénierie de détail. Ces activités ne sont qu'un prolongement essentiel d'activités similaires à celle d'avant-projet, mais se veulent plus détaillées. Des travaux de construction ont également été engagés. Toujours afin de respecter l'échéancier des travaux, un contrat clé en main a été octroyé à un fournisseur.

Le tableau 1 suivant fait état de la concordance entre la demande du Transporteur, présentée conformément à l'article 73 de la *Loi sur la Régie de l'énergie* (la « *Loi* »), et les renseignements requis par le *Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie* (le « *Règlement* »).

[1] Le présent Projet fait suite au projet de remplacement des compensateurs statiques au poste de la Nemiscau (dossier R-3712-2009) déjà autorisé par la Régie par sa décision D-2010-007 du 29 janvier 2010.

Tableau 1
Concordance entre les sections de la demande et le *Règlement*

Règlement sur les conditions et les cas requérant une autorisation de la Régie de l'énergie				**Pièce**	**Section ou annexe**
Article	**Alinéa**	**Para-graphe**	**Renseignements requis**		
2	1	1°	Les objectifs visés par le projet	HQT-1, Document 1	3
2	1	2°	La description du projet	HQT-1, Document 1	4
2	1	3°	La justification du projet en relation avec les objectifs visés	HQT-1, Document 1	4
2	1	4°	Les coûts associés au projet	HQT-1, Document 1	6
2	1	5°	L'étude de faisabilité économique du projet	HQT-1, Document 1	5 et annexe 3
2	1	6°	La liste des autorisations exigées en vertu d'autres lois	HQT-1, Document 1	s.o.
2	1	7°	L'impact sur les tarifs incluant une analyse de sensibilité	HQT-1, Document 1	7 et annexe 4
2	1	8°	L'impact sur la fiabilité du réseau et sur la qualité de service	HQT-1, Document 1	8
2	1	9°	Le cas échéant, les autres solutions envisagées	HQT-1, Document 1	5
3	1	1°	La liste des principales normes techniques	HQT-1, Document 1	Annexe 2
3	1	3°	Le cas échéant, les engagements contractuels et leurs contributions financières	s.o.	s.o.

2 Mise en contexte

En conformité avec la décision D-2010-007 et tel que mentionné au rapport annuel 2011 du Transporteur[2], ce dernier informe la Régie de la situation particulière du projet de remplacement des compensateurs statiques au poste de la Nemiscau (dossier R-3712-2009; le « Projet initial »), qui implique la révision de la solution retenue au Projet initial ainsi qu'une réévaluation de son coût.

2.1 Rappel des faits

Le 29 octobre 2009, le Transporteur a déposé auprès de la Régie une demande selon l'article 73 de la *Loi*[3], en vue d'obtenir l'autorisation pour l'acquisition et la construction

[2] Rapport annuel 2011 du Transporteur en conformité avec l'article 75 de la *Loi sur la Régie de l'énergie*, pièce HQT-3, Document 1, page 33.

[3] L.R.Q., c. R-6.01.

d'immeubles ou d'actifs requis pour le remplacement des compensateurs statiques au poste de la Nemiscau.

Le Projet initial vise à remplacer les CLC au poste de la Nemiscau. Ces compensateurs sont essentiels au fonctionnement du réseau du Transporteur, maintiennent la stabilité du réseau en cas de perturbation et assurent le contrôle en continu de la tension d'exploitation. Les deux CLC au poste de la Nemiscau datent de 1980 et ils ont fait l'objet de nombreux déclenchements par le passé. Des problèmes sur les inductances et les thyristors ont causé des arrêts prolongés au cours des dernières années. De plus, compte tenu des problèmes de conception des systèmes de refroidissement, les CLC sont difficilement exploitables lorsque la température ambiante dépasse 30° C. Enfin, le Transporteur souligne que l'arrêt d'un CLC entraîne des limitations de transit de l'ordre de 500 MW.

La solution retenue alors par le Transporteur consistait au remplacement des CLC existants avec la topologie de l'installation inchangée. Quant aux condensateurs, le Transporteur prévoyait les raccorder par des interrupteurs à vide (« CF ») alors que les inductances seraient contrôlées par thyristors (« ICT »). Les transformateurs de puissance étaient conservés.

Le coût total du Projet initial s'élevait à 71,8 M$ et les mises en service des CLC rénovés étaient prévues en 2012 et 2013.

Dans sa décision D-2010-007, page 11, la Régie a autorisé comme suit le Transporteur à réaliser le projet visant à remplacer les CLC au poste de la Nemiscau :

« La Régie de l'énergie :

AUTORISE le Transporteur à réaliser le Projet visant à remplacer les CLC au poste de la Nemiscau ;

DEMANDE au Transporteur de présenter dans son rapport annuel, conformément à l'article 75 (5) de la Loi :

- *un tableau présentant le suivi des coûts réels du Projet, sous la même forme et le même niveau de détails que ceux des tableaux de la pièce B-1-HQT-1, document 1, page 23 ;*
- *le suivi de l'échéancier du Projet ;*
- *le cas échéant, l'explication des écarts majeurs des coûts projetés et réels et des échéances ; »*

Dans cette même décision, la Régie mentionnait précédemment ce qui suit :

« [23] La Régie prend acte de l'affirmation du Transporteur à l'effet que le coût total du Projet ne doit en aucun cas dépasser de plus de 15 % le montant autorisé par le conseil d'administration, auquel cas le Transporteur doit obtenir une nouvelle autorisation de ce dernier et que, le cas échéant, il s'engage à en informer la Régie en temps opportun. La Régie note également l'engagement du

Transporteur à déployer tous les efforts afin de contenir les coûts du Projet à l'intérieur du montant autorisé par la Régie. »

Par la présente, le Transporteur informe la Régie que la solution retenue a été révisée en cours de réalisation, entraînant une réévaluation du coût du Projet initial. Ce coût a été réévalué à la hausse et le dépassement est supérieur à 15 % du montant de 71,8 M$ autorisé initialement par le conseil d'administration d'Hydro-Québec et par la Régie (D-2010-007).

2.2 Révision de la solution retenue

Comme mentionné précédemment, la solution retenue par le Transporteur a été révisée entrainant une réévaluation des coûts du Projet initial. Deux raisons principales expliquent cette réévaluation des coûts, soit l'implantation d'une nouvelle configuration quant au remplacement des CLC et les coûts reliés à l'hébergement.

Nouvelle configuration

Les CLC fonctionnent typiquement à une puissance variant entre 0 Mvar et 50 Mvar. Toutefois, ils peuvent générer jusqu'à 300 Mvar de façon brève et occasionnelle lors d'évènements sur le réseau.

La configuration des CLC existants est à condensateurs fixes (CF). Ils sont composés de 300 Mvar de condensateurs raccordés par sectionneurs, et de 400 Mvar d'inductances contrôlées par valves à thyristors. Avec cet arrangement, lorsqu'un CLC fonctionne à faible puissance, les inductances et leurs valves sont fortement sollicitées de façon à compenser la puissance capacitive générée par les condensateurs. Ce type de configuration est délaissé dans les CLC modernes en raison du haut niveau de pertes qu'il génère.

Les CLC modernes utilisent une configuration à condensateurs manœuvrés par thyristors (« CMT »). À faible puissance, les branches capacitives et inductives sont peu utilisées. Cet arrangement permet donc un niveau de pertes beaucoup plus faible que pour une configuration de type CF.

À l'origine, lors des études préliminaires réalisées par le Transporteur, il fut évalué qu'une configuration de type CMT ne pouvait pas être utilisée à coût raisonnable en raison du faible espace physique disponible à l'endroit des CLC existants ainsi qu'à l'utilisation des transformateurs à 12 impulsions avec cette topologie de système. Les documents d'appel d'offres du contrat globalisé requis furent donc élaborés en fonction d'une configuration de type CF jugée moins coûteuse. Or, à l'ouverture des soumissions, deux des trois soumissionnaires proposèrent une configuration de type CMT (qui correspondait à la solution alternative no 2 du dossier R-3712-2009), car ils évaluaient qu'ils seraient en mesure de l'implanter dans l'espace disponible. Suite à ces suggestions des soumissionnaires, qui ont rassuré le Transporteur quant à la faisabilité technique de la

configuration de type CMT, il fut convenu de modifier et de reprendre le processus d'appel d'offres pour permettre à tous les soumissionnaires de proposer ce type de configuration.

Le nouvel appel d'offres ainsi que la complexité de l'évaluation des soumissions causées par l'interprétation des normes actuelles de maintenabilité ont entraîné la prolongation de la période de soumissions et de leur analyse. Cela a eu pour effet de repousser d'une année les mises en service qui sont maintenant prévues en 2013 et 2014 pour les CLC-12 et CLC-11 respectivement.

Le changement de configuration de type CF (solution retenue au Projet initial) vers la configuration de type CMT augmente le coût du Projet initial de 14,6 M$. Toutefois, il permet une diminution du niveau de perte de 1,856 MW, soit un montant de l'ordre de 21 M$ en dollars actualisés sur une période de 30 ans, soit une économie de l'ordre de 6,4 M$.

L'économie globale réalisée a donc été considérée comme importante et justifie le changement de configuration.

Coût d'hébergement

La fin des grands chantiers sur certains sites de construction de centrales, tels que les centrales de l'Eastmain, de l'Eastmain-1-A et de La Sarcelle ont amené Hydro-Québec dans ses activités de production à fermer le campement de la centrale de la Nemiscau et ainsi débuter sa démobilisation. Or, les coûts du Projet initial étaient basés sur le fait que ce campement serait disponible et que les travailleurs y seraient logés à coût fixe quotidien.

Il fut donc requis de trouver une alternative à l'hébergement prévu pour le Projet initial, ce qui a eu pour effet d'augmenter ses coûts. De plus, les besoins d'hébergement pour chaque CLC ont été revus à la hausse due, d'une part à une sous-estimation initiale des effectifs requis, et d'autre part à des travaux supplémentaires associés à la nouvelle configuration des CLC. En effet, le choix de la nouvelle configuration amène des travaux civils supplémentaires ainsi qu'un nombre supérieur de jours-personnes et d'une occupation moyenne journalière des employés présents sur le chantier plus élevé. Enfin, le fait de devoir gérer le campement au lieu de payer un coût fixe quotidien amène des coûts de fonctionnement supérieurs, ce qui entraîne des coûts d'hébergement plus élevés que ceux prévus au départ.

Plusieurs alternatives furent évaluées pour l'hébergement des travailleurs et la réouverture du campement de la Nemiscau fut identifiée comme étant le choix le plus approprié. Toutefois, sa remise en état engendre des coûts de réfection de la cafétéria, de dortoirs et autres. Le montant requis pour ces travaux est évalué à 5,3 M$. À ces coûts, s'ajoutent des coûts de fonctionnement de 6,2 M$ pour la période couverte par le Projet.

Le tableau 2 présente les écarts entre les coûts initiaux et les coûts révisés d'hébergement.

Tableau 2
Coûts d'hébergement

	Coûts initiaux	Coûts révisés	Écarts
Réouverture du campement	0,0 M$	5,3 M$	5,3 M$
Fonctionnement	0,8 M$	6,2 M$	5,4 M$
Totaux	0,8 M$	11,5 M$	10,7 M$

2.3 Réévaluation du coût du projet et explication des écarts

Une réévaluation du coût du Projet est nécessaire compte tenu, entre autres, des éléments explicités à la section 2.2 précédente.

Le 16 mars 2012, le conseil d'administration d'Hydro-Québec a autorisé la poursuite du Projet ainsi qu'une augmentation de 28,6 M$ des crédits d'engagement globaux, portant ainsi à 100,4 M$ le coût du Projet.

Le montant additionnel de 28,6 M$ est constitué des éléments suivants :

- Nouvelle configuration de type CMT 14,6 M$
- Coûts d'hébergement 10,7 M$
- Démantèlement des transformateurs de services auxiliaires (S11 et S12) 0,4 M$
- Décontamination des sols 0,9 M$
- Provision additionnelle 2,0 M$
- **Coût additionnel 28,6 M$**

3 Objectifs visés

L'objectif du Projet est le même que celui du Projet initial, soit de redonner une nouvelle vie utile d'environ 30 ans à l'installation du poste de la Nemiscau.

Le Transporteur mentionne que le Projet vise sensiblement les mêmes objectifs fondamentaux que les projets des dossiers R-3553-2004[4] et R-3684-2009[5] déjà autorisés par la Régie en 2004 et 2009. En effet, les mesures correctives à apporter aux CLC du poste de la Nemiscau visent aussi à assurer la pérennité des installations, à en prolonger la vie utile et à en améliorer la fiabilité.

[4] Dossier R-3553-2004, demande relative au projet de remise à neuf et de modernisation des compensateurs synchrones au poste de Lévis, 30 novembre 2004.

[5] Dossier R-3684-2009, demande relative au projet de remise à neuf et de modernisation des compensateurs synchrones au poste Abitibi, 30 janvier 2009.

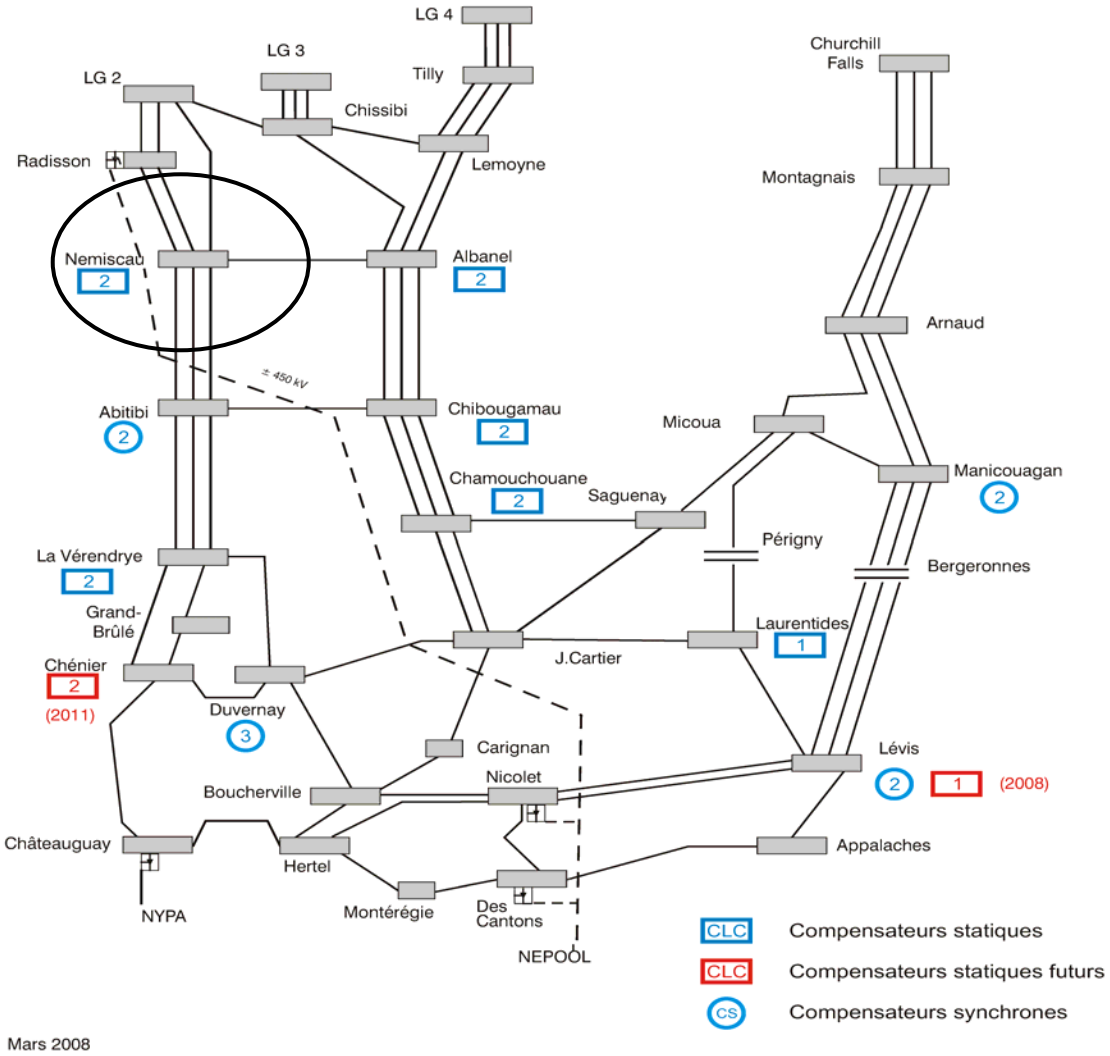
Ainsi, afin de planifier ses interventions dans ses installations du réseau de transport, le Transporteur s'est donné des critères de pérennité. Parmi ceux-ci, on trouve : l'âge des équipements, le type de technologie, la fiabilité, la disponibilité des pièces de rechange, la sécurité et l'environnement. Ces critères servent de déclencheurs pour démarrer le processus de réalisation d'un projet de pérennité.

Contexte

Le réseau de transport du Transporteur compte 12 CLC et neuf compensateurs synchrones (les « CS »). Ces équipements sont dédiés au maintien de la stabilité du réseau suite à un événement et sont essentiels au contrôle de la tension d'exploitation.

La figure 1 indique l'emplacement du poste de la Nemiscau par rapport au réseau principal.

Figure 1
Emplacement du poste de la Nemiscau



Comme mentionné à la section 2.1, les deux CLC du poste de la Nemiscau, qui datent de 1980, ont fait l'objet de nombreux déclenchements par le passé, sont difficilement exploitables et posent des risques de limitations de transit de l'ordre de 500 MW.

Une grande partie des équipements composant les deux CLC du poste de la Nemiscau ont atteint ou atteindront sous peu la fin de leur durée de vie utile. De plus, la maintenance est devenue difficile en raison de l'indisponibilité sur le marché actuel de certaines pièces de réserve.

Par ailleurs, le Transporteur rappelle que le *Plan de redressement des compensateurs synchrones (1995)* a constitué la première étape du processus de réalisation des projets de réfection ou de remplacement des CS et des CLC. Ce rapport a été déposé dans le cadre du dossier R-3553-2004 comme annexe A de la pièce HQT-2, Document 1[6].

De plus, les analyses du Transporteur démontrent que tous les CS et CLC du réseau doivent être conservés pour assurer sa stabilité et le respect de ses critères de conception, à l'exception du CLC du poste Rimouski. Ces mêmes analyses recommandent le remplacement des principales composantes des CLC du poste de la Nemiscau, à l'exception des transformateurs de puissance et des bâtiments, tout en conservant une topologie du système similaire à la présente.

Le Transporteur rappelle que le Projet s'inscrit dans la catégorie « maintien des actifs ». Cette catégorie regroupe les investissements rendus nécessaires afin d'assurer la pérennité des installations du Transporteur et c'est dans cette optique que le Transporteur présente les modifications aux travaux de remplacement global des CLC du poste de la Nemiscau.

4 Description et justification du projet en relation avec les objectifs visés

Comme indiqué à la section 2.2, la nouvelle solution retenue par le Transporteur visant le remplacement des CLC au poste de la Nemiscau consiste à remplacer les principales composantes des CLC par une configuration à CMT.

Cette solution fait en sorte qu'à faible puissance, les branches capacitives et inductives sont peu utilisées. Cet arrangement permet donc un niveau de pertes électriques beaucoup plus faible que pour une configuration de type CF.

À titre informatif, le Transporteur dépose sous pli confidentiel et au soutien de la présente demande comme annexe 1, le schéma unifilaire des CLC au poste de la Nemiscau.

Les transformateurs de puissance seront conservés.

Les travaux de remplacement visent également les principaux sous-systèmes et composantes suivants :

[6] Voir supra, note 1.

- Commande ;
- Protection ;
- Système de refroidissement ;
- Interrupteurs ;
- Transformateurs de mise à la terre (MALT) ;
- Parafoudres ;
- Jeux de barres ;
- Transformateurs de mesure ;
- Sectionneurs.

Aussi, les travaux de remplacement incluent la réalisation des activités suivantes, soit : les études et spécifications, l'ingénierie de détail, les travaux civils, le montage et l'installation des équipements électriques et de commande, la formation et la vérification, les essais et la mise en route des systèmes.

4.1 Justification du Projet en relation avec les objectifs

Tout comme pour le Projet initial, l'utilisation des deux CLC du poste de la Nemiscau fait partie intégrante des stratégies actuelles et futures du Transporteur pour assurer l'exploitation sécuritaire du réseau de transport en maximisant les capacités de transport.

De façon générale, les CLC ont pour tâche principale d'assurer la stabilité du contrôle de la tension du réseau. Plus spécifiquement, ils servent à :

- Contrôler les fluctuations lentes de la tension associées aux variations normales des conditions d'exploitation du réseau (par exemple, les variations quotidiennes, hebdomadaires et annuelles de la demande) ;
- Assurer le soutien et le rétablissement de la tension pendant et après les défauts et autres événements qui mettent à l'épreuve la stabilité du réseau.

De plus, les CLC procurent une plage de variation de puissance réactive qui permet un contrôle fin de la tension, ce qui réduit le nombre de manœuvres d'éléments réactifs shunt. Une plage de 100 Mvar dynamique par appareil est dédiée au contrôle de la tension d'exploitation, alors que le reste de la plage dynamique est réservée au support de la tension après événement.

Afin de transporter les MW des centrales vers les centres de charges, il faut compenser les pertes réactives. Cette puissance réactive étant difficilement « transportable », le réseau doit disposer de puissance réactive le long du parcours des centrales jusqu'aux centres de charges.

Par ailleurs, le réseau de transport doit aussi disposer des ressources réactives suffisantes et appropriées pour faire face à diverses circonstances énumérées ci-après. Ainsi, les CLC contribuent également à :

- Parer à toutes les conditions prévisibles de production et de charge ;
- Faire également face au taux maximal de montée ou baisse de charge sur le réseau pouvant résulter de la coïncidence des besoins internes et des exportations ;
- Parer à toutes les conditions prévues d'exportation et d'importation, même à très faible charge ;
- Rendre possible la remise en charge sécuritaire du réseau ou d'une partie du réseau malgré l'indisponibilité des équipements d'un poste.

Le Transporteur réitère que les CLC du poste de la Nemiscau sont requis pour son réseau de transport, tant actuel que futur, et ce en condition de réseau noble, c'est-à-dire comportant tous les équipements, ou dégradé, afin de respecter les différents critères de conception du réseau de transport. Ceux-ci ont pour objectifs de maintenir et de maximiser la continuité de service et la stabilité du réseau, tout en assurant une exploitabilité et une planification du réseau optimales.

De l'avis du Transporteur, il paraît donc essentiel que ces appareils demeurent en bon état de fonctionnement afin de maintenir la capacité de transport du réseau actuel.

Enfin, le Transporteur mentionne que la solution retenue décrite ci-après constitue celle qui possède les coûts globaux actualisés les plus faibles parmi les différentes solutions envisagées. Ces solutions sont présentées à la section 5.

Calendrier de réalisation des travaux

Le calendrier de réalisation des travaux reliés au Projet est présenté au tableau 3.

Tableau 3
Calendrier de réalisation

Activité	Début	Fin
Étude de l'installation	-	Décembre 2006
Avant-projet	Novembre 2007	Février 2009
Demande d'autorisation à la Régie	Juillet 2012	Octobre 2012
Projet et mise en service	Mars 2013	Décembre 2013 (CLC-12) Décembre 2014 (CLC-11)

Par ailleurs, le Transporteur dépose à l'annexe 2 la liste des principales normes techniques appliquées au Projet. De plus, le Transporteur indique qu'aucune autorisation n'est exigée en vertu d'autres lois.

La section 5 présente la description des variantes étudiées de même que l'évaluation des différents aspects qui l'ont guidé dans le choix de la solution retenue afin de remédier en priorité aux problèmes de pérennité de l'installation des CLC au poste de la Nemiscau.

5 Solutions envisagées

Le Transporteur expose ci-après les solutions envisagées ainsi que les différents aspects qui l'ont guidé dans le choix de la solution retenue. À la suite de l'analyse des modifications mentionnées plus avant, deux scénarios ont été identifiés, soit :

- Solution 1 : Remplacement des CLC existants – Condensateurs fixes et transformateurs de puissance conservés (topologie existante) ;
- Solution 2 : Remplacement des CLC existants – CMT et transformateurs de puissance conservés (topologie existante avec configuration de type CMT).

5.1 Solution 1 : Remplacement des compensateurs statiques existants – Condensateurs fixes et transformateurs de puissance conservés (topologie existante)

La solution 1 prévoyait le remplacement des principales composantes des CLC existants de façon à assurer leur pérennité. Quant aux transformateurs de puissance, le Transporteur entendait les conserver. En effet, ces équipements sont très coûteux et leur durée de vie restante est évaluée à une quinzaine d'années.

Dans cette solution, la topologie de l'installation demeurait inchangée. Ainsi, les condensateurs étaient donc raccordés par des interrupteurs à vide (CF) alors que les inductances étaient contrôlées par thyristors (ICT). En fonctionnement normal, les branches capacitives étaient raccordées en permanence au réseau, alors que le contrôle dynamique des Vars était assuré par la variation de la valeur des branches inductives à l'aide des valves à thyristors.

Cette solution entraine cependant des coûts globaux actualisés plus élevés que ceux de la solution 2 en raison notamment des pertes électriques importantes qu'elle génère.

5.2 Solution 2 : Remplacement des compensateurs statiques existants – CMT et transformateurs de puissance conservés (topologie existante avec configuration de type CMT)

Comme présenté brièvement aux sections 2.2 et 4, la solution 2 étudiée par le Transporteur consiste également à remplacer les principales composantes des CLC. Toutefois,

contrairement à la solution 1, les condensateurs sont manœuvrés par thyristors plutôt que d'être fixes.

Les transformateurs de puissance sont également conservés.

À la suite de l'analyse technique liée aux propositions reçues par appel d'offres, le Transporteur a retenu cette solution, qui est économiquement plus avantageuse.

5.3 Estimation des coûts des solutions envisagées

Le Transporteur compare les coûts des solutions envisagées en tenant compte des investissements requis pour la construction, des valeurs résiduelles, de la taxe sur les services publics, des pertes électriques et du coût du capital. L'analyse économique a été réalisée sur une période de 30 ans, soit de 2011 à 2041. Le Transporteur fournit ci-après les hypothèses utilisées pour son analyse économique.

Les taux utilisés sur toute la durée de l'analyse sont les suivants :

- Taux d'actualisation de long terme de 5,698 % ;
- Taux d'inflation générale de 2,0 % ;
- Taux de taxe sur les services publics de 0,55 %.

Le tableau 4 présente une comparaison économique des deux solutions décrites précédemment. Les coûts y sont exprimés en milliers de dollars actualisés de l'année 2012.

Tableau 4
Comparaison économique des solutions
(M$ actualisés 2012)

	Solution 1 Remplacement (topologie existante)	**Solution 2** Remplacement (topologie existante avec configuration CMT)
Investissements	82,0	96,6
Réinvestissements	12,0	10,5
Valeurs résiduelles	(14,0)	(14,5)
Taxe sur les services publics	4,8	5,5
Pertes électriques	Réf.	(22,6)
Coûts globaux actualisés	**84,8**	**75,5**

Comme mentionné précédemment, les résultats de l'analyse économique réalisée par le Transporteur démontrent que les coûts globaux actualisés de la solution 2 retenue sont inférieurs à ceux de la solution 1. Le détail de l'analyse économique et les paramètres utilisés sont présentés à l'annexe 3 de la présente pièce.

6 Coûts associés au projet

6.1 Sommaire des coûts

Comme indiqué précédemment, le coût total des divers travaux associés au Projet s'élève à 100,4 M$.

Le tableau 5 présente une ventilation des coûts pour les phases avant-projet et projet.

Tableau 5
Coûts des travaux avant-projet et projet par élément
(en milliers de dollars de réalisation)

Description	Avant	2012	2013	2014	2015	Total
Poste de la Nemiscau						
Coûts de l'avant-projet						
Études d'avant-projet	610,7					610,7
Autres coûts	4,6					4,6
Frais financiers	46,2					46,2
Sous-total	**661,6**					**661,6**
Coûts du -projet						
Ingénierie interne	1 071,6	1 215,4	429,3	10,7		2 727,0
Ingénierie externe	79,1	186,8	89,0			354,9
Client	439,3	286,9	2 186,0	2 354,3		5 266,5
Approvisionnement			273,2	280,3		553,5
Construction	368,3	11 131,4	32 176,0	27 747,6	1 887,0	73 310,3
Gérance interne	763,6	365,6	1 070,5	1 210,9		3 410,6
Gérance externe			665,3	818,2		1 483,5
Provision				6 671,9		6 671,9
Autres coûts	22,5	194,1	814,6	578,1	23,6	1 632,9
Frais financiers	284,9	539,5	2 325,6	1 177,4		4 327,4
Sous-total	**3 029,2**	**13 919,7**	**40 029,5**	**40 849,4**	**1 910,6**	**99 738,4**
TOTAL	**3 690,8**	**13 947,4**	**40 029,5**	**40 849,4**	**1 910,6**	**100 400,0**

Le tableau 6 présente la nouvelle répartition annuelle des coûts et des mises en service en comparaison de ceux prévus au Projet initial.

Tableau 6
Comparaison de la répartition des coûts et des mises en service
(en millions de dollars de réalisation)

	Année	Coûts initiaux	Coûts révisés	Écarts
Investissements	2010 et moins	4,5	1,9	(2,6)
	2011	6,8	1,7	(5,1)
	2012	32,0	14,0	(18,0)
	2013	28,6	41,4	12,8
	2014		39,5	39,5
	2015		1,9	1,9
	Total	**71,8**	**100,4**	**28,6**
Mises en service	2012	35,9		(35,9)
	2013	35,9	56,0	20,1
	2014		42,5	42,5
	2015		1,9	1,9
	Total	**71,8**	**100,4**	**28,6**

Les taux d'inflation spécifiques aux équipements visés par le Projet sont présentés au tableau 7 :

Tableau 7
Taux d'inflation spécifiques

Produit	2012	2013	2014	2015
Poste	3,8 %	2,7 %	3,1 %	3,4 %

Chaque rubrique de coût de projet est indexée suivant le taux d'inflation applicable de l'année de sa réalisation. Les taux d'inflation utilisés pour l'établissement du coût du Projet proviennent des prévisions d'Hydro-Québec Équipement et Services partagés (« HQÉSP »).

Afin d'établir les indices d'inflation, chaque produit a été découpé selon ses principales composantes types, soit :

- Main-d'œuvre ;
- Machinerie lourde nécessaire aux travaux ;
- Matériel stratégique permanent ;
- Matériaux fournis par les entrepreneurs (p. ex: béton, bâtiments).

Les indices d'inflation utilisés afin de prévoir les coûts en dollars courants résultent essentiellement de l'application du pourcentage des principales composantes types de chacun des produits à leurs indices propres.

Pour les motifs qu'il a maintes fois fournis lors de ses demandes d'autorisation de projets d'investissement, le Transporteur souligne que c'est à HQÉSP que revient la responsabilité de mener à bien, sans marge bénéficiaire, les projets de construction de lignes et de postes et de renforcement du réseau de transport. Le Transporteur a également amélioré et sécurisé son processus d'approvisionnement d'équipements stratégiques.

L'ensemble de ces mesures a notamment pour objectif de réduire la croissance des coûts des projets du Transporteur et d'optimiser les pratiques d'affaires.

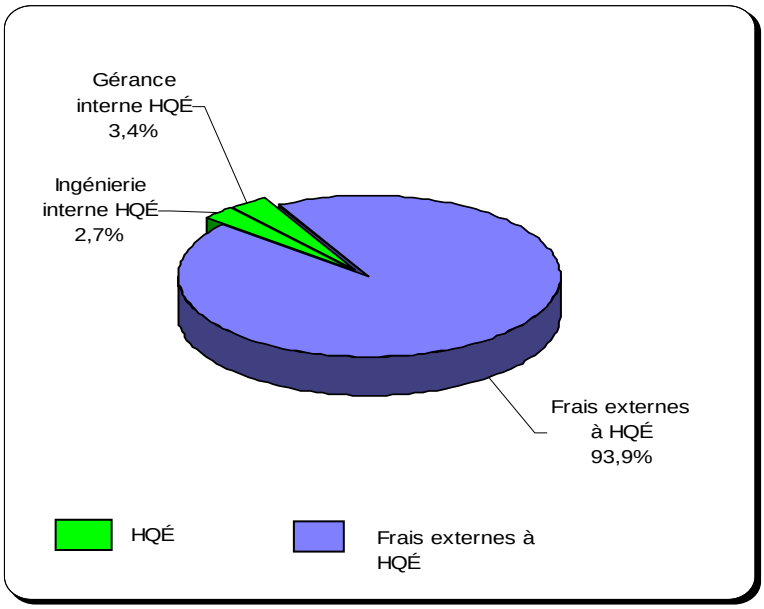
Enfin, le Transporteur souligne que le coût total du Projet ne doit pas dépasser le montant autorisé par le Conseil d'administration de plus de 15 %, auquel cas il doit obtenir une nouvelle autorisation de ce dernier. Le cas échéant, le Transporteur s'engage à en informer la Régie en temps opportun. Le Transporteur souligne qu'il continuera de s'efforcer de contenir les coûts du Projet à l'intérieur du montant autorisé par la Régie.

6.2 Principales composantes du coût des travaux

Comme présentés à la figure 2, les coûts externes à HQÉSP pour la phase projet sont de 94,3 M$, soit 93,9 % du coût total du Projet de 100,4 M$.

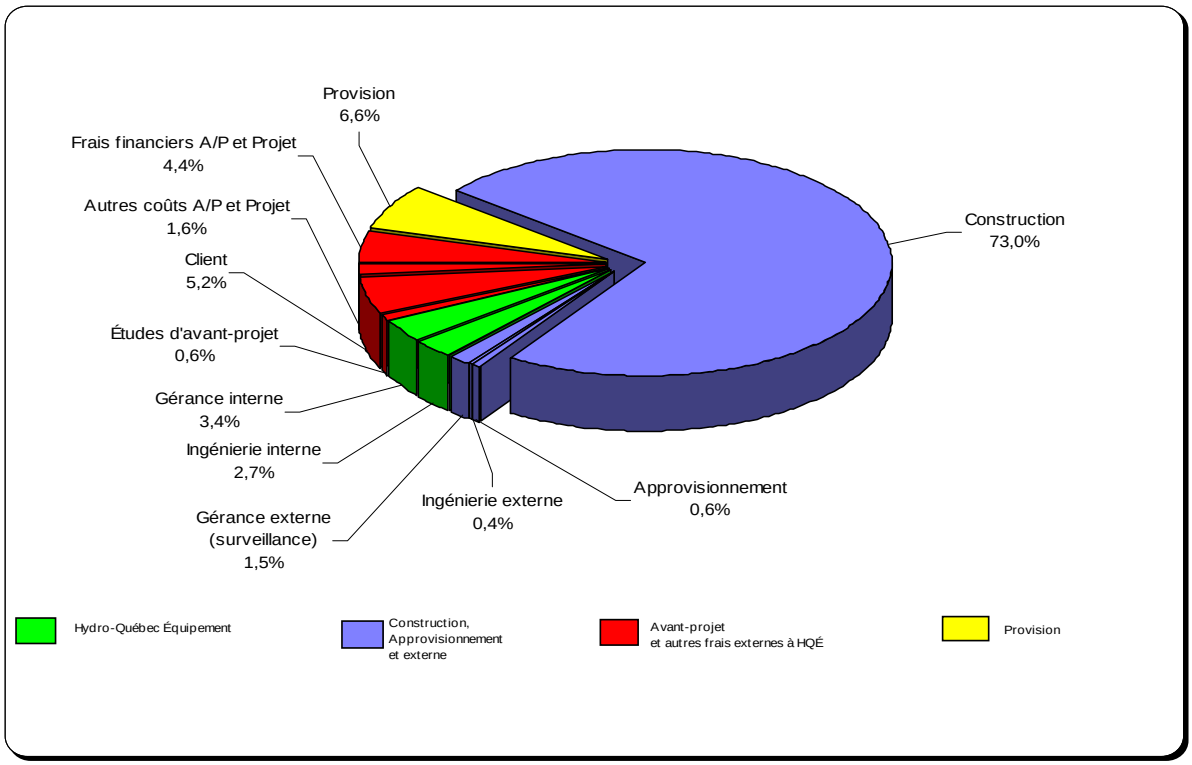
À cet effet, HQÉSP s'assure de la réalisation de l'ingénierie de détail et de la production des plans et devis. L'approvisionnement est alors réalisé par le biais d'appels d'offres et de soumissions. Par la suite, les travaux de construction sont généralement réalisés sous la responsabilité de HQÉSP par des entrepreneurs externes retenus conformément aux directives corporatives d'acquisition de biens meubles et de services.

Figure 2
Répartition des coûts internes et externes pour la phase projet



La figure 3 présente la répartition des coûts entre les diverses activités requises pour la réalisation du Projet.

Figure 3
Répartition des coûts des activités



Approvisionnement et construction

Le coût des activités reliées à l'approvisionnement et à la construction du présent Projet s'élève à 73,9 M$, soit 73,6 % du coût total du Projet de 100,4 M$.

La réalisation des travaux et l'octroi d'un contrat clé en main sont adjugés par appels d'offres. Le respect des directives en place en cette matière garantit à HQÉSP une gestion efficace, équitable et transparente de ses relations avec l'ensemble de ses fournisseurs au bénéfice des clients du Transporteur.

Ingénierie, frais de gérance et études d'avant-projet

Les frais d'ingénierie, les frais de gérance et les frais des études d'avant-projet s'élèvent à 8,6 M$, soit 8,6 % du coût total du Projet de 100,4 M$.

Les coûts des travaux d'ingénierie sous-traités à l'externe, qui représentent 0,4 % du coût total du Projet, seront imputés au Transporteur au prix coûtant. Par ailleurs, les services d'ingénierie interne sont facturés par le mécanisme de facturation interne. Quant aux coûts de 4,9 M$ pour la gérance de projet, soit 4,9 % du coût total du Projet de 100,4 M$, ils représentent tous les frais relatifs à la gestion de projet et à la gérance de chantier. Ces coûts incluent les activités de surveillance de chantier dont une partie, pour un montant d'environ 1,5 M$, sera confiée à une firme externe. Les frais de gérance sont mesurés en pourcentage du coût des projets. Dans le cadre du Projet, le ratio des frais de gérance interne propres à HQÉSP s'élève à 3,4 % du coût total du Projet de 100,4 M$.

Par ailleurs, Hydro-Québec surveille étroitement les frais de gérance de ses projets afin que ceux-ci demeurent concurrentiels.

Coûts du client

Le Transporteur présente au tableau 8 une ventilation et une brève description de la nature des coûts de la rubrique « Client » du tableau 5. Ces coûts s'élèvent à 5,3 M$, soit 5,2 % du coût total du Projet.

Tableau 8
Coûts du « Client »

Sommaire (ligne et poste)	en milliers de dollars				
Description	**Total**	**Précédent**	**2012**	**2013**	**2014**
Expertise technique	1 245,0	394,9	200,0	270,5	379,6
Inspection finale et mise en route.	4 011,1	34,0	86,9	1 915,5	1 974,7
Total	**5 266,5**	**439,3**	**286,9**	**2 186,0**	**2 354,3**

- Expertise technique : Activités réalisées par certaines unités du Transporteur ;
- Inspection finale et mise en route : Activités réalisées par le Transporteur associées aux essais techniques et spécialisés pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements installés avant la mise en service commerciale.

Frais financiers

Les frais financiers totaux s'élèvent à 4,4 M$, soit 4,4 % du coût total du Projet. Conformément à la décision D-2002-95[7] de la Régie, la capitalisation des frais financiers aux immobilisations en cours est réalisée au taux du coût en capital de l'année témoin projetée 2012, soit 6,838 %[8].

De plus, conformément aux décisions D-2003-68[9] et D-2005-63[10], la capitalisation des frais financiers selon le coût en capital prospectif de 5,698 %[11] procure une réduction de 0,7 M$ pour un investissement total de 99,7 M$.

Autres coûts

Les autres coûts regroupent notamment les éléments suivants :

- Gestion des matières dangereuses ;
- Fourniture de matériel ;
- Matériel à projets et guichet unique ;
- Revalorisation des biens meubles excédentaires ;
- Frais d'acquisition des biens et services ;
- Gestion des données et des documents (originaux et géomatique).

Ces frais s'élèvent à 1,6 M$ et représentent 1,6 % du coût total du Projet de 100,4 M$.

Ces autres coûts sont estimés en fonction des besoins réels du Projet et correspondent à des activités nécessaires au bon déroulement du Projet. Ces coûts seront facturés par la suite au Projet en fonction des coûts réels.

Ces activités sont des services fournis principalement par la direction principale – Centre de services partagés.

7 Décision D-2002-95, 30 avril 2002, page 91.
8 Décision D-2012-059, 24 mai 2012, page 83.
9 Décision D-2003-68, 4 avril 2003, page 26.
10 Décision D-2005-63, 15 avril 2005, page 4, faisant suite à la décision D-2005-50.
11 Décision D-2012-059, 24 mai 2012, page 83.

Provision

La valeur de la provision s'élève à 6,7 M$, soit 6,6 % des coûts du Projet de 100,4 M$. Toutefois, conformément à la demande de la Régie précisée à sa décision D-2003-68[12], la provision s'élève à 7,1 % lorsque l'on retranche du coût du Projet les autres coûts et les frais financiers.

La provision est un montant inclus dans une estimation pour couvrir les incertitudes imputables aux risques et aux imprécisions associés notamment aux durées, aux quantités, au contenu technique, au mode d'approvisionnement, à la concurrence sur le marché (fournisseurs, entrepreneurs), aux conditions climatiques et géographiques, au contexte social, économique ou politique, ainsi qu'à tout autre élément défini dans l'étendue des travaux du Projet.

Conformément à la pratique généralement suivie dans l'industrie, la méthodologie de calcul de la provision est basée sur la fiabilité de la source de données, le degré de détail du contenu, les facteurs de risque inhérents à chaque étape de réalisation du Projet ainsi que le degré de risque que l'organisation est prête à accepter.

Le Transporteur rappelle aussi que les provisions prévues sont déterminées en fonction des risques propres à chaque projet et peuvent donc varier grandement d'un projet à l'autre. Le Transporteur rappelle que ces provisions ne sont « facturées » à un projet que dans la mesure où des risques se matérialisent et deviennent des coûts réels engagés pour la réalisation du Projet. Ainsi, les sommes engagées (ou prévues au budget) pour le Projet et non utilisées ne seront pas imputées à ce dernier. Par conséquent, le coût final du Projet correspond au montant réellement encouru au cours du Projet. De la même façon qu'aucune marge bénéficiaire n'est facturée par HQÉSP, le Transporteur rappelle qu'aucune provision n'est calculée sur les autres coûts et les frais financiers.

Finalement, le Transporteur souligne que HQÉSP déploie tous les efforts requis et agit avec la plus grande diligence afin de réaliser le Projet de manière à en minimiser les coûts.

Suivi des coûts du Projet

Le Transporteur soumet en premier lieu que les coûts détaillés plus avant sont nécessaires à la réalisation du Projet à l'étude et conséquemment, qu'ils sont raisonnables. Dans un souci constant de contrôler les coûts liés à la réalisation de ses projets d'investissements, le Transporteur assurera par surcroit un suivi étroit des coûts du Projet. Enfin, suivant la pratique établie depuis la réglementation des activités du Transporteur, ce dernier fera état de leur évolution lors du dépôt de son rapport annuel du Transporteur à la Régie, si celle-ci le requiert.

[12] Décision D-2003-68, 4 avril 2003, page 18.

7 Impact tarifaire

Le Projet visé par la présente demande s'inscrit dans la catégorie d'investissement « maintien des actifs ». Les mises en service sont prévues pour les mois de décembre 2013 et décembre 2014.

Les ajouts au réseau de transport provenant de la catégorie d'investissements « maintien des actifs » assurent la pérennité des installations du Transporteur, en permettant de maintenir le bon fonctionnement du réseau et d'assurer le transport d'électricité de façon sécuritaire et fiable au bénéfice de tous les clients du réseau de transport. La Régie a indiqué dans sa décision D-2002-95, page 297, qu'il est équitable que tous les clients contribuent au paiement de ces ajouts au réseau.

Afin de déterminer l'impact de la mise en service du Projet, le Transporteur prend en compte les coûts du Projet, soit les coûts associés à l'amortissement, au financement et à la taxe sur les services publics.

Les résultats sont présentés sur une période de 20 ans et une période de 30 ans, conformément à la décision D-2003-68 de la Régie. Cependant, les résultats pour la période de 30 ans sont plus représentatifs de l'impact sur les revenus requis puisqu'ils sont plus com0parables à la durée de vie utile moyenne des immobilisations du Projet.

L'impact annuel moyen du Projet sur les revenus requis est de 7,4 M$ sur une période de 20 ans et de 6,1 M$ sur une période de 30 ans, ce qui représente un faible impact à la marge de 0,2 % sur les mêmes périodes par rapport aux revenus requis approuvés par la Régie pour l'année 2012.

Le Transporteur présente aussi l'impact du Projet sur le tarif de transport à titre indicatif, en mentionnant que la dépense d'amortissement des autres actifs permettant d'amoindrir l'impact sur les revenus requis n'est pas prise en compte par rapport à ce Projet.

Une analyse de sensibilité est également présentée sous l'hypothèse d'une variation à la hausse de 15 % du coût du Projet et du coût du capital prospectif.

L'impact tarifaire du Projet sur les revenus requis et l'analyse de sensibilité sont présentés à l'annexe 4.

8 Impact sur la fiabilité et sur la qualité de prestation du service de transport d'électricité

Comme déjà mentionné précédemment, l'objectif du Projet est d'assurer la fiabilité en contrôlant les fluctuations de tension, sous diverses conditions d'exploitation et lors d'événements. Le Projet assure donc, par conséquent, le maintien des actifs, de la fiabilité du réseau et de la qualité de prestation du service de transport d'électricité.

Comme les principales composantes de l'installation seront remplacées, les équipements seront moins sujets à des pannes. Ainsi, la fiabilité de l'installation, et donc du réseau de transport d'électricité, en sera améliorée.

Le Transporteur présente aux sections 8.1 et 8.2 les différents impacts du Projet sur les réseaux planifiés et sur l'exploitation du réseau.

8.1 Impact sur les réseaux planifiés

Capacité de transport et pointe de charge

Le Projet a été défini de façon à s'assurer qu'il respecte les critères de conception du réseau de transport.

Par ailleurs, les analyses du Transporteur ont permis, outre de s'assurer du respect des critères et normes techniques, de déterminer principalement les équipements à ajouter sur le réseau, et conséquemment les modifications inhérentes à effectuer.

Aussi, la détermination des besoins futurs en équipements du réseau de transport doit tenir compte de nombreux éléments, dont la consommation d'électricité, les aléas climatiques, les pointes de charge et les possibles pointes exceptionnelles.

Le Transporteur précise que tous les équipements actuels sont présumés présents dans les analyses de planification de son réseau de transport, ce qui inclut les deux CLC du poste de la Nemiscau. Par conséquent, la détermination des besoins futurs du réseau demeure tributaire de cette hypothèse.

Le Transporteur réitère que tous les CLC installés sur le réseau de transport, incluant les deux CLC au poste de la Nemiscau, sont requis pour assurer la stabilité transitoire et dynamique du réseau futur et pour respecter les critères de conception du réseau.

Enfin, le Transporteur réitère que l'analyse comparative présentée à la section 5 démontre que le remplacement des CLC du poste de la Nemiscau demeure la solution la plus économique.

8.2 Impact sur l'exploitation du réseau

Exploiter le réseau du Transporteur de façon sécuritaire et fiable exige le respect des critères techniques qui sont reflétés par les valeurs maximales de puissance qui peuvent être transitées, et ce dans toute la gamme des configurations et niveaux de charge auxquels il est raisonnable de s'attendre. Il s'agit de couvrir principalement des situations de réseau dégradé, c'est-à-dire un réseau avec un ou plusieurs équipements indisponibles.

Le Transporteur souligne que les CLC du poste de la Nemiscau ont un impact direct lors de l'exploitation du réseau, notamment sur les limites d'opération du réseau et sur les grands automatismes de sauvegarde du réseau. Ces impacts sont présentés aux sous-sections suivantes.

Impact sur les transits

Les analyses servant à déterminer la puissance maximale qui peut transiter de façon sécuritaire sur le réseau et selon les différentes configurations possibles incluent l'évaluation de l'impact de l'indisponibilité des CLC du poste de la Nemiscau.

Ainsi, comme mentionné précédemment, les analyses du Transporteur ont démontré que l'indisponibilité d'un CLC du poste de la Nemiscau entraîne des restrictions de transit de puissance de l'ordre 500 MW.

Or, en plus d'avoir un impact sur le maintien de la stabilité de réseau et le contrôle de tension après un événement, les deux CLC du poste de la Nemiscau font partie intégrante des stratégies visant à assurer un comportement sécuritaire et fiable du réseau de transport et à maximiser les capacités de transport.

Impact sur les grands automatismes de sauvegarde du réseau lors d'événements majeurs

Lors d'événements majeurs, des automatismes de sauvegarde entrent en action. Le type et l'ampleur de l'action sont déterminés en fonction des événements et des équipements présents sur le réseau.

Ainsi, lors d'événements majeurs, la contribution des CLC permet de réduire l'ampleur et le niveau d'actions des automatismes de rejet de production et de délestage de charges. L'amplitude de leur action, plus faible, réduit ainsi l'impact sur la clientèle, soit moins de charge délestée et de groupes de production rejetés.

De plus, un réseau plus dégradé étant moins robuste, l'absence des CLC aurait pour effet de fragiliser plus rapidement le réseau lors d'événements majeurs, rendant inefficaces les automatismes dus à leur temps de réaction.

9 Conclusion

Le Transporteur soumet respectueusement le présent dossier à la Régie pour autorisation. Dans le cadre de ce dossier, la Régie dispose de toutes les informations pertinentes à l'évaluation du Projet. En effet, tel qu'il appert du tableau 1, la preuve du présent dossier traite spécifiquement de chacun des renseignements devant accompagner une demande d'autorisation introduite en vertu du premier paragraphe du premier alinéa de l'article 73 de la *Loi sur la Régie de l'énergie* et du *Règlement*.

De plus, le Transporteur démontre que le Projet est conçu et que les installations seront construites selon les pratiques usuelles adoptées par Hydro-Québec. Le Transporteur réitère que le Projet est toujours nécessaire afin de maintenir la stabilité du contrôle de la tension du réseau après un événement, ainsi que de contribuer au contrôle de la tension d'exploitation.

Par ailleurs, le Transporteur a démontré que l'importante diminution des pertes électriques que permet le changement de configuration de l'installation justifie largement le coût additionnel qui en découle. Aussi, la nouvelle configuration proposée devient conforme aux pratiques mises en place dans les installations modernes de compensation statique.

Le Transporteur souligne que la solution mise de l'avant est optimale et conforme aux critères de conception qu'il applique. Aussi, les investissements découlant de ce Projet seront, une fois réalisés, utiles à l'exploitation fiable du réseau de transport.