Réponses du Transporteur à la demande de renseignements numéro 1 de la Régie de l'énergie (la « Régie »)

(Version caviardée)

DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS Nº 1 DE LA RÉGIE DE L'ÉNERGIE (LA RÉGIE) RELATIVE À LA DEMANDE D'INSTALLATION D'ÉQUIPEMENTS AU POSTE HERTEL ET À LA CONSTRUCTION D'UNE LIGNE À 400 KV (LE PROJET)

DESCRIPTION ET JUSTIFICATION DU PROJET EN RELATION AVEC LES OBJECTIFS VISÉS

1. Références :
(i) Pièce B-0004, p. 7;
(ii) Pièce B-0004, p. 8;
(iii) Pièce B-0004, p. 9;
(iv) Pièce B-0004, p. 9 et 10;
(v) Pièce B-0004, p. 10;
(vi) Pièce B-0004, p. 15;
(vii) Pièce B-0005, annexe 3, p. 5;
(viii) Dossier R-4167-2021, décision D-2022-053, p. 71;
(ix) Dossier R-4167-2021, pièce B-0088, R4.2.2, p. 14 et 15;
(x) Site internet d'Hydro-Québec, salle des nouvelles, 28 janvier 2022.

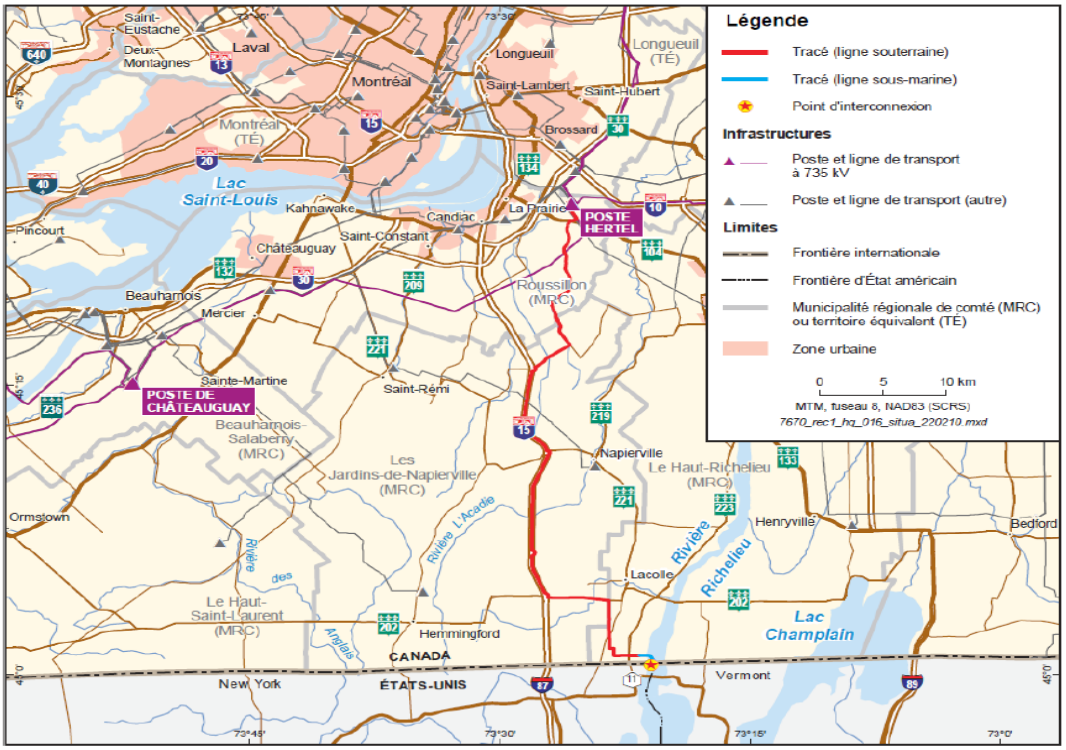
Préambule :

(i) En page 7, le Transporteur indique que le Projet comprend les travaux suivants :
« Le Transporteur a fait le constat que son réseau de transport existant n'est pas en mesure de fournir le service de transport demandé et il a par la suite identifié les ajouts au réseau requis pour le faire.
Ainsi, le Projet comprend les travaux suivants qui sont présentés plus en détail aux sections 3.1.1 à 3.1.4 :

- *L'ajout d'équipements au poste Hertel, dont celui d'un convertisseur auquel se raccorde la ligne à 400 kV ;*
- *L'ajout d'une batterie de condensateurs au poste de la Montérégie ;*
- *Des travaux de télécommunications ; et*
- *La construction d'une ligne à 400 kV entre le poste Hertel et la frontière »* [nous soulignons].

(ii) En page 8, le Transporteur présente la situation géographique du Projet :
«

Figure 1
Situation géographique du Projet



».

Le Transporteur soumet ce qui suit à l'égard des travaux à réaliser au poste Hertel :
« Les travaux au poste Hertel consistent essentiellement à ajouter un convertisseur à courant continu et à effectuer les travaux permettant son raccordement au jeu de barres à 735 kV du poste. Ces travaux nécessitent un <u>agrandissement du poste actuel</u> qui sera réalisé à l'intérieur des limites de la propriété d'Hydro-Québec. <u>La superficie de l'agrandissement est estimée à environ 27 000 m^2</u>». [nous soulignons].

Le Transporteur soumet ce qui suit à l'égard des travaux à réaliser au poste de la Montérégie *:*
« Les travaux au poste de la Montérégie consistent à ajouter une batterie de condensateurs <u>d'une capacité de 100 Mvar à la section à 120 kV du poste. Cette batterie de condensateurs est requise afin d'assurer un soutien adéquat de la tension du réseau à 735 kV</u> » [nous soulignons]

(iii) En page 9, le Transport soumet ce qui suit à l'égard des travaux en télécommunication :
« Le Transporteur présente ci-après les travaux reliés au réseau de transport de télécommunications requis pour la réalisation du Projet, soit :

- *La mise en place <u>d'une liaison optique, établie dans un câble à fibre optique</u> déployé avec la ligne à 400 kV, dans la même canalisation bétonnée que cette dernière ;*

- *L'ajout d'armoires d'équipements dans le nouveau bâtiment du convertisseur au poste Hertel ;*
- *L'installation de câbles de fibre optique entre ce bâtiment et le bâtiment de commande existant au poste Hertel.*

[…]

Les armoires d'équipements à installer au poste Hertel contiennent des amplificateurs optiques, des multiplexeurs numériques, des routeurs IP/MPLS, ainsi que des systèmes d'alimentation de relève (batteries d'accumulateurs et chargeurs).
Ces travaux permettent de répondre aux critères de performance applicables aux services de télécommunications requis par les systèmes de protection et d'automatismes du réseau de transport principal ». [nous soulignons] [note de bas de page omise]

(iv) En page 9, le Transporteur soumet ce qui suit à l'égard de décrire les travaux d'installation de la ligne 400 kV :
« Le Projet consiste notamment à installer deux câbles de puissance d'une tension de 400 kV, sur une distance d'environ 58 km, entre le poste Hertel et la frontière.
Le tracé de ligne retenu comprend un segment souterrain de 56,1 km et un segment sous-marin de 1,6 km.

[…]

Les câbles souterrains sont installés à l'intérieur d'une canalisation bétonnée enfouie. La technique de traversée par forage est utilisée afin de franchir certains obstacles. » [nous soulignons].

(v) En page 10, le Transporteur soumet ce qui suit à l'égard du Projet :
« Outre la construction de la ligne à 400 kV et l'ajout du convertisseur au poste Hertel, le Transporteur doit renforcer le réseau de transport principal notamment avec l'ajout d'une batterie de condensateurs shunt au poste de la Montérégie.

Cet ajout est nécessaire afin d'assurer le service de transport ferme de point à point requis, selon les critères de conception du réseau[4]. En effet, la perte simultanée des lignes 7006 (Nicolet – Hertel) et 7036 (Boucherville – Hertel) engendre une chute de tension au poste de la Montérégie sous le seuil acceptable pour le réseau à 735 kV. Cette situation est déclenchée par l'ajout de l'interconnexion au poste Hertel » [nous soulignons].

Avec la note de bas de page suivante :
« Ainsi que les travaux de rehaussement de la capacité thermique des lignes 7005 et 7035, qui relient les postes de Lévis et de la Nicolet, dont la finalisation est prévue en 2023 : R-4112-2019, B-0004, HQT-1, Document 1, notamment p. 16, lignes 1-14 et D-2020-083 ». [nous soulignons].

(vi) «

Tableau 3
Comparaison économique des solutions
(k$ actualisés 2022)

	Solution 1 (2027) Convertisseur au poste Hertel et ligne 400 kV aérienne et enfouie	Solution 2A (2027) Convertisseur au poste Hertel et ligne 400 kV entièrement enfouie	Solution 2B (2025) Convertisseur au poste Hertel et ligne 400 kV entièrement enfouie (solution retenue)	Solution 3 (2027) Ligne 735 kV aérienne, nouveau poste convertisseur et ligne 400 kV enfouie
Investissements	774 637	866 199	953 198	898 597
Réinvestissements	2 839	5 114	5 380	17 090
Valeurs résiduelles	-69 117	-36 482	-21 907	-96 839
Pertes électriques	15 575	6 017	6 408	0
Coûts d'exploitation et d'entretien	20 031	20 715	22 432	25 040
Taxe sur les services publics	58 004	61 300	67 502	67 927
Coûts globaux actualisés (CGA)	**801 969**	**922 863**	**1 033 013**	**911 815**

»

[nous surlignons en jaune].

(vii) Le Transporteur présente la liste des principales normes techniques appliquées au Projet, dont les normes de fiabilité suivantes :

«

6 Normes de cybersécurité et de sécurité physique de la NERC

Numéro d'identification	Titre du document
CIP-002-5.1a	Catégorisation des systèmes électroniques BES
CIP-005-5	Périmètres de sécurité électronique
CIP-006-6	Sécurité physique des systèmes électroniques BES
CIP-007-6	Gestion de la sécurité des systèmes
CIP-009-6	Plans de rétablissement des systèmes électroniques BES
CIP-010-2	Gestion des changements de configuration et analyses de vulnérabilité
CIP-011-2	Protection de l'information
CIP-013-1	Gestion des risques d'approvisionnement
CIP-014-2	Sécurité physique

».

(viii) Dans la décision D-2022-053 rendue dans le dossier R-4167-2021, la Régie se prononce comme suit à l'égard de la mise en service associée à la ligne 7005:

« *[278] La Régie prend note des explications du Transporteur quant à l'utilité du rehaussement thermique de la ligne 7005 en modes d'exploitation dégradés avec ou sans la charge associée à l'interconnexion.*

[279] La Régie précise que les travaux de rehaussement thermique des lignes 7005 et 7035 ont été autorisés dans le cadre du Projet Appalaches afin de permettre le transit sur le réseau de la charge additionnelle conséquente avec l'interconnexion. Elle est ainsi d'avis que le Transporteur n'a pas démontré l'utilité de cette MES partielle, sauf pour des conditions de réseaux dégradées particulières et pour faciliter les travaux de rehaussement thermique de la ligne 7035, travaux qui font eux-mêmes partie du Projet Appalaches.

[280] En conséquence, la Régie considère que la demande du Transporteur d'intégrer les coûts des travaux de rehaussement thermique de la ligne 7005 à la base de tarification pour 2022 est prématurée. Cette intégration à la base de tarification pourra avoir lieu lorsqu'elle permettra le transit de la charge additionnelle prévue au Projet Appalaches.

[281] ***La Régie ordonne au Transporteur de retrancher le montant de 58,5 M$ lié à la MES des travaux de rehaussement thermique de la ligne 7005 du calcul des revenus requis pour l'année 2022*** ».

(ix) Questionné sur le traitement des coûts afférents aux travaux de rehaussement thermique des lignes 7005 et 7035 advenant un abandon du projet de construction d'une ligne à 320 kV et de l'installation d'équipements au poste des Appalaches, le Transporteur indique ce qui suit dans le dossier R-4167-2021 :

« *Les modalités associées à l'abandon du projet sont prévues à la section 8.6 de la convention de service de transport:*

> « Prix estimé des ajouts au réseau dont le coût réel est payable par le client du service de transport en cas d'abandon : Advenant que le projet du nouveau point d'interconnexion soit suspendu pour une période indéterminée ou abandonné, pour quelque raison que ce soit, le client du service de transport remboursera au Transporteur, dans un délai de soixante (60) jours de la réception d'une demande à cet effet (i) les coûts encourus et engagés jusqu'à la date de la suspension ou de l'abandon, (ii) le coût de démantèlement des équipements du Transporteur duquel est soustrait la valeur de récupération des équipements, et (iii) les frais financiers encourus par le Transporteur. »

Advenant l'abandon du projet d'interconnexion, le Transporteur évaluera également si le projet de rehaussement demeure requis pour répondre à une autre demande de service de transport ou encore à une demande d'ajout de production requise par exemple pour répondre à des besoins de croissance de la charge locale ». [note de bas de page omise]

(x) Le 28 janvier 2022, Hydro-Québec émet le communiqué de presse suivant :

« ***Mise à jour sur le projet de la ligne d'interconnexion des Appalaches-Maine***

Étant donné la réponse à la question référendaire soumise au Maine en novembre 2021 relativement au projet New England Clean Energy Connect (NECEC), le partenaire américain d'Hydro-Québec a suspendu ses travaux aux États-Unis à la demande de la gouverneure Mills.

Au Québec, le projet de la ligne d'interconnexion des Appalaches-Maine est au ralenti dans son ensemble, bien que certains travaux se poursuivent, notamment en ingénierie. Hydro-Québec a interrompu les travaux de déboisement et de construction des chemins d'accès.

Hydro-Québec et son partenaire américain ont déposé une demande de jugement déclaratoire auprès des tribunaux du Maine afin de permettre la réalisation du projet et de déclarer inconstitutionnelle la nouvelle loi résultant de la question référendaire. Une décision est attendue au cours de l'été et nous espérons que les travaux entourant cet important projet d'énergie propre reprendront rapidement par la suite.

Hydro-Québec demeure convaincue de la valeur, des mérites et de l'importance du projet NECEC ».

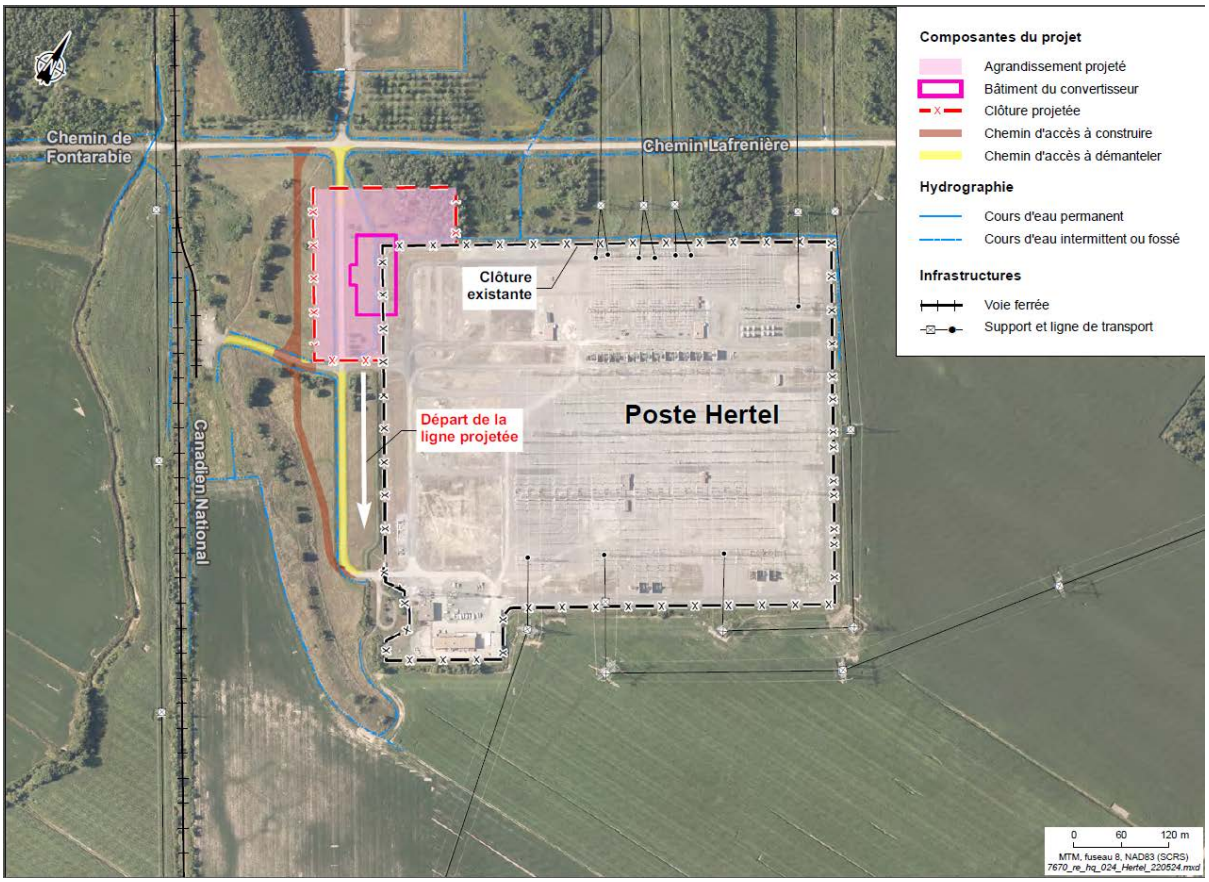
Demandes :

1.1 Veuillez fournir un schéma d'emplacement du poste Hertel illustrant l'espace disponible pour l'installation du convertisseur courant continu (références (i) et (ii)).

Réponse :

La figure suivante montre le périmètre existant du poste Hertel et la zone d'agrandissement projetée pour l'ajout du convertisseur.

Figure R1.1
Périmètre du poste Hertel et zone d'agrandissement projetée



1.2 Veuillez illustrer le poste de la Montérégie sur la carte géographique (référence (ii)).

Réponse :

Voir la figure 1 à la pièce HQT-1, Document 1 révisée le 27 mai 2022.

1.3 Veuillez confirmer le classement du poste Hertel 735-315 kV comme installation de transport visée par les normes de fiabilité adoptées par la Régie (référence (vii)).

Réponse :

Les niveaux de tension à 735 kV et à 315 kV du poste Hertel sont identifiés à la fois comme éléments du réseau de transport principal (« RTP ») et du réseau « bulk ». Ainsi, les équipements du poste Hertel sont visés par les normes de fiabilité adoptées par la Régie.

1.3.1. Veuillez fournir la liste des principaux systèmes et équipements du Projet assujettis aux normes de cybersécurité et de sécurité physique applicables au Québec (référence (vii)).

Réponse :

L'ensemble des équipements du convertisseur et des équipements nécessaires à son raccordement à la section à 735 kV existante du poste Hertel est assujetti aux normes de cybersécurité et de sécurité physique applicables au Québec.

La batterie de condensateurs ajoutée au poste de la Montérégie est également assujettie aux normes de cybersécurité et de sécurité physique applicables au Québec.

1.3.2. Veuillez fournir les coûts associés à l'implantation des normes de cybersécurité et de sécurité physique, au maintien de ces normes ainsi qu'à l'éventuel suivi de la conformité.

Réponse :

Les coûts du Projet associés aux normes de cybersécurité et de sécurité physique sont attribuables aux travaux réalisés au poste Hertel et sont évalués à environ [redacted]. Ces coûts incluent ceux associés à la conformité aux normes CIP de la NERC ainsi qu'aux exigences internes du Transporteur.

Le Transporteur souligne qu'il requiert aussi de ses fournisseurs le respect de normes de cybersécurité et de sécurité physique. Il ne dispose toutefois pas de l'information demandée par la Régie à cet égard, les coûts associés à la cybersécurité et à la sécurité physique étant compris dans une enveloppe globale liée à l'acquisition d'un équipement.

Les coûts associés au suivi de la conformité aux normes de cybersécurité et de sécurité physique (normes CIP de la NERC) sont très peu élevés.

Le Transporteur n'en a pas fait une évaluation précise, mais estime qu'ils seront d'au plus quelques milliers de dollars annuellement pour les équipements ajoutés dans le cadre de ce Projet.

1.3.3. Veuillez indiquer si l'ensemble de ces coûts a été considéré par le Transporteur dans les coûts d'exploitation et d'entretien (référence (vi)). Veuillez expliquer.

Réponse :

Les coûts associés aux normes de cybersécurité et de sécurité physique sont inclus dans les coûts d'exploitation et d'entretien de l'analyse économique.

Pour les équipements conventionnels, tel que la batterie de condensateurs ajoutée au poste de la Montérégie, les coûts d'exploitation et d'entretien considérés sont basés sur des simulations du Transporteur qui tiennent compte des caractéristiques des équipements et de l'augmentation des activités de maintenance en fonction du vieillissement de chaque équipement.

Pour le convertisseur ajouté au poste Hertel qui est un équipement non conventionnel, les coûts d'exploitation et d'entretien considérés dans l'analyse économique sont basés sur une moyenne relevée sur des installations comparables existantes du Transporteur.

1.4 Veuillez élaborer davantage sur la proposition du Transporteur concernant l'ajout d'une batterie de condensateurs shunt au poste de la Montérégie compte tenu du fait que la construction de la ligne 400 kV et l'ajout du convertisseur auront lieu au poste Hertel (références (i), (ii) et (v)).

Réponse :

L'ajout d'une interconnexion au poste Hertel aura pour effet d'augmenter le transit sur les lignes qui alimentent ce poste.

Cette augmentation de transit se reflètera en particulier sur les deux lignes à 735 kV qui alimentent le poste de la Montérégie lorsque les lignes 7006 et 7036 seront hors tension. Dans certaines conditions, cette augmentation de transit pourrait résulter en une chute de tension en régime permanent à la section à 735 kV du poste de la Montérégie sous le seuil acceptable de 0,95 pu[1] (698 kV).

[1] Par unité, soit en pourcentage de la valeur nominale (95 % de 735 kV dans ce cas-ci).

1.4.1. Veuillez confirmer le classement du poste de la Montérégie comme installation de transport visée par les normes de fiabilité adoptées par la Régie.

Réponse :

Les niveaux de tension à 735 kV et à 120 kV du poste de la Montérégie sont identifiés à la fois comme éléments du RTP et du réseau « bulk ». Ainsi, les équipements du poste de la Montérégie sont visés par les normes de fiabilité adoptées par la Régie.

1.5 Veuillez expliquer le dimensionnement de 100 Mvar de la batterie de condensateurs (référence (ii)).

Réponse :

La capacité de 100 Mvar correspond à une valeur normalisée pour le niveau de tension à 120 kV, auquel la batterie sera raccordée, et permet de corriger la problématique de sous-tension identifiée.

1.5.1. Veuillez également expliquer le choix d'emplacement de la batterie de condensateurs à la section 120 kV du poste de la Montérégie (référence (ii)).

Réponse :

Le poste de la Montérégie est l'endroit optimal pour l'ajout de la batterie de condensateurs, puisque les résultats des simulations montrent que la sous-tension apparaît à la barre à 735 kV du poste de la Montérégie.

1.5.2. Veuillez expliquer en quoi cette batterie placée à la section 120 kV du poste assure un soutien adéquat de la tension du réseau à 735 kV (référence (ii)).

Réponse :

L'ajout de la batterie à la section à 120 kV permet de rehausser la tension du poste, à la fois de la section à 120 kV et de la section à 735 kV. En effet, la puissance réactive produite par la batterie pourra circuler vers la section à 735 kV au travers des deux transformateurs de puissance 735-120 kV du poste.

1.5.3. Veuillez indiquer si d'autres choix de la batterie de condensateurs ont été examinés par le Transporteur et écartés. Le cas échéant veuillez expliquer.

Réponse :

L'ajout d'une batterie de condensateurs d'une capacité de 100 Mvar à la section à 120 kV du poste de la Montérégie est le seul choix de renforcement du réseau de transport principal qui a été examiné par le Transporteur. Il s'agit du renforcement du réseau principal qui a la plus petite envergure possible.

1.5.4. Veuillez préciser les critères de conception du réseau mentionnés par le Transporteur (référence (v)).

Réponse :

Les critères de conception réfèrent à l'ensemble des normes et des critères de planification appliqués au réseau « bulk » par le Transporteur, soit la norme de fiabilité TPL-001-4, le répertoire D-1 du NPCC et les critères internes du Transporteur.

1.5.5. Veuillez indiquer si la batterie de condensateurs sera assujettie à certaines normes de fiabilité applicables au Québec. Veuillez indiquer, le cas échéant, lesquelles ainsi que les coûts associés en implantation, maintien et conformité de ces normes de fiabilité.

Réponse :

La batterie de condensateurs sera assujettie à l'ensemble des normes de fiabilité applicables au Québec, puisqu'il s'agit d'un élément qui fera partie du RTP et du réseau « bulk ».

Toutefois, l'ajout de la batterie de condensateurs n'inclut pas de travaux spécifiquement associés à l'implantation des normes de fiabilité. Ainsi, il n'y a pas dans le Projet de coûts dans le Projet associés aux normes de fiabilité pour la batterie de condensateurs.

Le Transporteur estime que les coûts en maintien et conformité des normes de fiabilité pour la batterie de condensateurs seront minimes. À titre indicatif, l'ensemble des frais d'exploitation et d'entretien associés à la batterie de condensateurs à 120 kV sont évalués à approximativement mille dollars par année en début de vie utile et à trois mille dollars par année en fin de vie utile. Ces coûts sont exprimés en dollars constants de 2022 et ont été considérés

dans l'analyse économique. Ces coûts incluent ceux associés au respect des normes de fiabilité.

1.5.5.1. Veuillez indiquer si l'ensemble de ces coûts a été considéré par le Transporteur dans les coûts d'exploitation et d'entretien (référence (vi)). Veuillez expliquer.

Réponse :

Voir la réponse à la question 1.5.5.

1.6 Veuillez fournir les principales caractéristiques techniques des principaux équipements (disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs de mesure de courant et tension, etc.) à ajouter au poste Hertel incluant le convertisseur à courant continu (références (i) à (iii)).

Réponse :

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques techniques des principaux équipements à ajouter au poste Hertel avec le type de normalisation appliquée.

Lorsqu'il s'agit d'équipements dont l'utilisation est répandue à l'ensemble du réseau, l'utilisation d'équipements homologués par Hydro-Québec est privilégiée.

Lorsque les équipements ont des caractéristiques spécifiques au projet, Hydro-Québec encadre la conception selon des spécifications techniques particulières qui s'appuient sur l'expérience d'Hydro-Québec et les standards reconnus internationalement.

Le tableau ci-dessous tient aussi compte de la question 1.6.1.

Tableau R1.6
Principales caractéristiques techniques des principaux équipements à ajouter au poste Hertel

Équipement	Principales caractéristiques	Normalisation
Équipements fournis par Hydro-Québec		
Transducteur de courant- départ de ligne CC	400 kV cc	Spécification particulière
Diviseur de tension - départ de ligne CC	400 kV cc	Spécification particulière
Transformateurs de tension inductif	Monophasé 765 kV Type MAIS	Spécification particulière
Disjoncteur	Triphasé SF6 800 kV 4 000 A 40 kA	Homologué
Transformateur de courant	Monophasé 765 kV 4 000 A 40 kA Isolé à l'huile	Homologué
Sectionneur	Triphasé 765 kV 4 000 A	Homologué
Transformateur de services auxiliaires avec CPC	12.5 kV à 600 V 2 MVA 2 500 kVA	Spécification particulière
Jeux de barre	735 kV	Homologué
Transformateur de MALT	12.5 kV à 12.5 kV 6 000 kVA Triphasé	Spécification particulière
Équipements fournis par le manufacturier du convertisseur		
Parafoudres CA	765 kV	Homologué
Sectionneur et sectionneur de MALT CA	735 kV	Homologué
Disjoncteur HT de ligne	800 kV	Homologué
Disjoncteur HT de filtre	800 kV	Homologué
Transformateur de courant CA	735 kV	Homologué
Transformateur capacitif de tension	735 kV	Spécification particulière
Transformateur de puissance	Monophasé 462 MVA 735/436 kV	Spécification particulière
Disjoncteur de contournement avec résistance d'insertion	436 kV	Homologué
Inductance convertisseur/HF CA	57 mH	Spécification particulière
Valves à transistors de type BIGT	5,2 kV 1 764 cellules	Spécification particulière
Système de refroidissement	Mélange eau/glycol en circuit fermé	Spécification particulière
Transformateur de courant optique	550 kV AC/525 kV CC	Spécification particulière
Sectionneur et sectionneur de MALT CC	400 kV	Spécification particulière
Parafoudre CC	400 kV	Spécification particulière
Inductance de lissage à sec et inductance HF CC	30 mH	Spécification particulière

1.6.1. Veuillez fournir les explications nécessaires à l'appui en indiquant les différentes options de normalisation possibles, particulièrement au niveau du convertisseur à courant continu.

Réponse :

Voir la réponse à la question 1.6.

1.7 Veuillez fournir les principales caractéristiques des principaux équipements de télécommunication et les critères de performance applicables (références (i) et (iii)).

Réponse :

Le projet prévoit l'installation de deux liens de télécommunication redondants qui utiliseront un même câble à fibre optique. Le système de télécommunication doit être conçu de sorte que l'interruption d'un lien de télécommunication ne nuise pas à l'opération normale du convertisseur. Les autres critères de performance requis, tels que la bande passante et le délai maximal de transmission, seront définis ultérieurement avec le manufacturier du convertisseur en fonction des besoins pour l'opération de ce dernier.

Pour les fins d'estimation des coûts du Projet, les principaux équipements de télécommunication et leurs principales caractéristiques ont été définis de façon préliminaire comme décrit ci-dessous.

Sur la ligne de transport :

- **Un câble à fibre optique d'une longueur d'environ 62 km avec une faible atténuation du signal.**

Au poste Hertel :

- **Deux commutateurs ;**
- **Deux appareils optoélectroniques pour fin d'amplification des signaux de télécommunication ;**
- **Deux garde-barrières industriels.**

Le choix des équipements de télécommunication qui seront ajoutés au poste Hertel sera coordonné avec le partenaire américain. Ces équipements devront répondre aux critères de performance requis par le manufacturier du convertisseur, c'est-à-dire avoir un débit minimal de 10 Mb/s et un temps de latence maximal de 10 ms.

1.7.1. Veuillez fournir les principales caractéristiques techniques de la batterie d'accumulateur (référence (iii)).

Réponse :

La batterie d'accumulateur sera de type acide-plomb à électrolyte liquide et aura une durée d'autonomie de huit heures.

1.7.2. Veuillez préciser les systèmes de protection et d'automatisme du réseau de transport principal (référence (iii)).

Réponse :

Il s'agit des systèmes de commande et de protection des convertisseurs à courant continu. Le système de commande et protection des convertisseurs inclut, sans s'y limiter, les systèmes suivants :

- **Les systèmes de régulation (de puissance active, réactive, de tension C.C., etc.) ;**
- **Le système de contrôle de l'allumage et de l'extinction des valves ;**
- **Le système de contrôle des changeurs de prise sous charge des transformateurs ;**
- **Le système de modulation fréquence-puissance ;**
- **Le système de limitation de puissance ;**
- **Le système de limitation de surcharge ;**
- **Le système de démarrage et d'arrêt ;**
- **Les systèmes de protection permettant de protéger tous les équipements de l'installation, d'initier un déclenchement rapide et sélectif des équipements en défaut et, lorsque requis, de signaler leur opération au système de commande pour permettre la mise en opération des stratégies de contrôle.**

L'opération optimale des systèmes de commande et de protection des convertisseurs repose sur la capacité de ces derniers à échanger en temps réel certaines données. En l'absence d'un lien de télécommunication fonctionnel entre les deux convertisseurs, l'opération de l'interconnexion demeure possible, mais repose davantage sur des actions manuelles des opérateurs et présente certaines contraintes. Par exemple, le système de modulation fréquence-puissance n'est pas fonctionnel en l'absence d'un lien de télécommunication fonctionnel entre les deux convertisseurs.

1.8 Concernant l'installation de la ligne 400 kV (références (i) et (iv)),

1.8.1. Veuillez élaborer sur les principales caractéristiques techniques de la ligne 400 kV (référence (iv)).

Réponse :

En complément des informations techniques fournies à la référence iv, le Transporteur offre les précisions suivantes.

La tension de 400 kV à courant continu a été retenue afin de permettre un raccordement au projet CHPE à une même tension. Il s'agit également d'un niveau de tension adapté à la capacité du projet visant la livraison à New York.

Considérant la capacité requise et la tension de 400 kV, un courant maximal d'environ 1 600 A circulera dans chacun des câbles de puissance. Le choix de conducteurs en cuivre de 2 500 mm^2 de superficie permet de rencontrer la température maximale d'exploitation de 70°C des câbles de type XLPE (polyéthylène réticulé).

Le câble à isolation XLPE est un choix optimal pour un projet comportant de longues sections souterraines avec de nombreuses jonctions, comme dans ce Projet. En effet, la confection des jonctions est grandement facilitée avec la technologie XLPE par rapport aux autres technologies de câbles souterrains, par exemple avec isolation en papier imprégné d'huile.

La méthode retenue d'installation des câbles en conduite bétonnée permet de limiter la longueur et la durée d'ouverture des tranchées. Elle permet également de séparer les travaux civils des travaux d'installation des câbles. Les travaux civils peuvent ainsi être réalisés à l'avance. Il s'agit de la méthode utilisée par Hydro-Québec pour ses lignes de transport souterraines à courant alternatif et de la méthode d'installation également retenue par le partenaire américain pour l'installation de ses câbles souterrains, dont les différentes sections totalisent une longueur d'environ 238 km.

1.8.2. Veuillez préciser si la longueur de la canalisation bétonnée enfouie correspond à la longueur du segment souterrain de 56,1 km (référence (iv)). Dans la négative, veuillez expliquer.

Réponse :

Pour le segment souterrain de 56,1 km, les câbles seront installés soit dans des canalisations bétonnées, soit dans des conduites de forage dirigé ou poussé lorsque des obstacles importants doivent être contournés. Les câbles souterrains seront installés dans des canalisations bétonnées sur une longueur

d'environ 52,8 km, dans des conduites de forage dirigé sur une longueur d'environ 2,9 km et dans des conduites de forage poussé sur une longueur d'environ 0,4 km.

1.8.3. Advenant un problème sur les câbles souterrains (ex. rupture mécanique suite à un défaut), veuillez expliquer comment le Transporteur entend intervenir en présence d'une canalisation bétonnée.

Réponse :

La ligne souterraine est conçue afin de diminuer les risques de bris et de faciliter les interventions en cas de bris. La canalisation bétonnée protège les câbles des agressions externes. De plus, les câbles sont libres dans les conduits et peuvent être facilement retirés au besoin.

Dans tous les cas de défaut, il sera nécessaire de remplacer une certaine longueur de câble et de refaire deux nouvelles jonctions.

La construction d'une baie de réparation permettant l'installation d'une ou deux jonctions hors des baies de jonction d'origine sera requise. La baie de réparation sera installée dans une zone de travaux de l'ordre de 20 à 40 m. Dans cette zone, le câble sera exposé (le béton sera brisé) et des segments sains des câbles auront été déplacés vers la baie de réparation.

Si le défaut est localisé près d'une jonction, le câble situé entre la jonction et le défaut sera remplacé et deux jonctions seront installées, une dans la baie de jonction d'origine près du défaut et l'autre dans une baie de réparation.

Si le défaut est localisé loin d'une jonction, le câble sera remplacé localement près du défaut (de part et d'autre de celui-ci) et deux jonctions seront installées dans une nouvelle baie de réparation.

1.9 Veuillez préciser quels sont les seuils de tension minimal et maximal acceptables pour le réseau à 735 kV (référence (v)).

Réponse :

Les seuils de tension, en régime permanent, minimal et maximal acceptables sur le réseau à 735 kV à la suite d'un événement sont les suivants :

- **Seuil inférieur : 698 kV (0,95 pu) ;**
- **Seuil supérieur : 765 kV (1,04 pu).**

1.9.1. Veuillez quantifier la chute de tension au poste de la Montérégie par rapport au seuil acceptable pour le réseau à 735 kV.

Réponse :

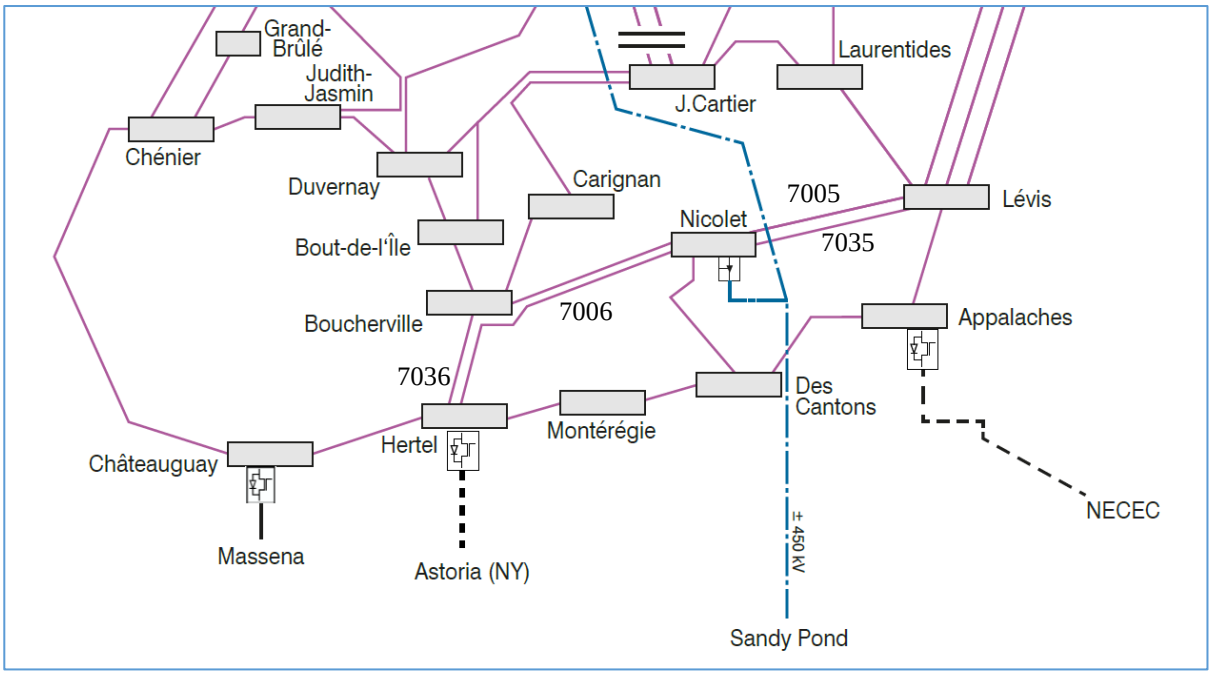
Une chute de tension en régime permanent pouvant atteindre 0,944 pu (694 kV) a été observée en l'absence de la batterie de condensateurs.

1.10 Veuillez fournir un schéma unifilaire relatif au Projet montrant le lien entre les postes Hertel, de la Montérégie, de Nicolet et de Boucherville, ainsi que les lignes 7006, 7036, 7005 et 7035 (référence (v)).

Réponse :

La figure ci-dessous présente un schéma du sud du réseau de transport à 735 kV et des installations à courant continu qui comprennent un convertisseur installé dans un poste à 735 kV, incluant les projets prévus aux postes Appalaches et Hertel. Ce schéma montre les liens entre les postes Hertel, Montérégie, Boucherville et Nicolet ainsi que les lignes 7006, 7036, 7005 et 7035.

Figure R1.10
Schéma du sud du réseau de transport à 735 kV



1.11 Veuillez fournir l'état d'avancement des travaux de rehaussement de la capacité thermique des lignes 7005 et 7035 (référence (v)).

Réponse :

Les interventions requises pour les travaux de rehaussement de la capacité thermique des lignes 7005 et 7035 se poursuivent. Les travaux sur la ligne 7005 sont en voie d'être complétés et les travaux ont été initiés sur la ligne 7035 et se poursuivront en 2023.

1.11.1. La Régie constate que le Projet prend pour acquis les travaux de rehaussement de la capacité thermique des lignes 7005 et 7035, qui relient les postes de Lévis et de la Nicolet (référence (v)). Advenant un abandon du projet de la ligne d'interconnexion des Appalaches-Maine et compte tenu des récents développements (référence (x)), veuillez commenter quel serait l'impact sur le Projet.

Réponse :

Le Transporteur réitère les informations fournies à la référence (ix). Advenant l'abandon du projet d'interconnexion Appalaches-Maine, le Transporteur évaluera si le projet de rehaussement demeure requis pour répondre à une autre demande de service de transport ou encore à une demande d'ajout de production requise par exemple pour répondre à des besoins de croissance de la charge locale.

Ainsi, tant que la demande de service de transport associée au projet d'interconnexion au poste des Appalaches est active, le Transporteur n'est pas en mesure de statuer sur l'impact sur le Projet.

Solutions envisagées

2. Référence : Pièce B-0004, p. 12.

Préambule :

« *Les solutions 1 et 2 sont essentiellement équivalentes d'un point de vue technique. Toutefois, la solution 1 est la solution la plus avantageuse du point de vue économique, car elle présente les coûts globaux actualisés les plus faibles (voir tableau 3).*

De plus, elle est avantageuse du point de vue des impacts environnementaux et sociaux par rapport à la solution 3. En effet, elle évite la construction d'un nouveau poste à 735 kV et elle prévoit la construction d'une ligne à 400 kV à courant continu qui est moins imposante physiquement qu'une ligne à 735 kV à courant alternatif. L'impact visuel et l'emprise au sol de la solution 1 sont ainsi réduits. Toutefois, cette solution ne permet pas de respecter la date de mise en service souhaitée par le client du service de transport. »

Notes :

- Solution 1 – Construction d'un convertisseur au poste Hertel et d'une ligne à 400 kV c.c. (50 km aérienne, 9 km enfouie)
- Solution 2 – Construction d'un convertisseur au poste Hertel et d'une ligne à courant continu à 400 kV c.c. entièrement enfouie (58 km)
- Solution 3 – Construction d'une ligne à 735 kV aérienne (50 km), d'un nouveau poste convertisseur et d'une ligne à 400 kV c.c. enfouie (9 km)

Demande :

2.1 En référence, le Transporteur compare les impacts environnementaux et sociaux de la solution 1 par rapport à la solution 3. Veuillez élaborer sur les impacts environnementaux et sociaux de la solution 2 retenue.

Réponse :

Le projet consiste en la construction d'une ligne entièrement enfouie. Ainsi, les principaux impacts sur les milieux naturel et humain sont temporaires, puisqu'ils sont en très grande partie associés aux travaux de construction. Il n'y a donc que très peu d'impacts environnementaux résiduels une fois les équipements mis en service.

Les principales sources d'impacts sur le milieu naturel sont liées aux travaux d'excavation et de forage pour l'aménagement de la ligne. Les aires de travail et les chemins d'accès seront positionnés de manière à réduire au minimum le déboisement et l'empiétement dans les milieux humides et les cours d'eau.

Les impacts sur le milieu humain sont principalement liés à la perturbation de la circulation routière pendant les travaux, au bruit des travaux de forage et aux servitudes temporaires et permanentes. Des mesures seront mises en œuvre en collaboration avec le milieu d'accueil du Projet afin de limiter ces impacts.

Finalement, les travaux d'agrandissement du poste à l'intérieur des limites de la propriété d'Hydro-Québec entraîneront le déboisement d'une parcelle d'environ 0,85 ha ainsi que la perte d'une portion de milieu humide de 0,66 ha. Les travaux au poste Hertel nécessiteront de l'excavation et du terrassement ainsi que des activités de transport et de circulation. Des mesures seront mises en œuvre afin de limiter les impacts de ces activités sur la qualité de vie des résidents dans le secteur du poste.

Coûts associés au projet

3. Références : (i) Pièce B-0004, p. 13 et14;
(ii) Pièce B-0004, p. 16.

Préambule :

(i) « *Le Transporteur a réalisé une comparaison des coûts des solutions étudiées en tenant compte, entre autres, des investissements requis pour la construction, des valeurs résiduelles des investissements, des pertes électriques, des coûts d'exploitation et d'entretien, de la taxe sur les services publics et du coût du capital. L'analyse économique a été réalisée sur une période de 45 ans, soit 40 ans après la mise en service des équipements du volet poste :*

- *taux d'actualisation de long terme du Transporteur de 4,616 %;*
- *taux d'inflation générale de 2,0 %;*
- *taux de taux de taxe sur les services publics de 0,55 %.* » [nous soulignons]

(ii) « *Les taux d'inflation spécifiques aux équipements visés par le Projet sont présentés au tableau. Les taux d'inflation spécifiques, ventilés par composantes, sont déposés sous pli confidentiel à l'annexe 7 dont la version caviardée est déposée à l'annexe 7.1.*

Tableau 5
Taux d'inflation spécifiques

Produit	2022	2023	2024	2025	2026
Lignes	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,1 %	2,4 %
Postes	2,2 %	2,0 %	2,0%	2,1 %	2,2 %
Télécommunications	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	s. o.

»

[nous soulignons] [notes de bas de pages omises]

Demande :

3.1 Compte tenu de la poussée inflationniste observée récemment et de la hausse des taux directeurs de la Banque du Canada, veuillez confirmer ou infirmer que les paramètres des références (i) et (ii) sont encore pertinents dans le cadre de la comparaison économique des solutions envisagées et de l'évaluation des coûts du projet. Veuillez justifier et expliquer.

Réponse :

Le Transporteur souligne que l'estimation des coûts du Projet a été finalisée en décembre 2021, préalablement à l'autorisation du Projet par le conseil d'administration d'Hydro-Québec. À cette fin, les taux d'inflation utilisés étaient conformes et utiles au contenu du Projet ainsi qu'à la comparaison économique des solutions envisagées. Avec l'incertitude du marché depuis la pandémie de la COVID-19, la provision a été haussée pour contrer une augmentation possible

des taux d'inflation pendant la durée du projet. Ainsi le coût total du Projet, qui s'élève à 1 138,0 M$, demeure valide.

Comme à l'habitude, le Transporteur continuera de mettre tout en œuvre pour contenir les coûts du Projet. Il assurera un suivi étroit et fera état de l'évolution des coûts du Projet lors du dépôt de son rapport annuel suivant les indications de la Régie. De plus, en cas de dépassement de plus de 15 % du montant autorisé, le Transporteur s'engage à informer la Régie et à fournir les justifications nécessaires.

Impact tarifaire

4. Références :
(i) Pièce B-0004, p.10, 13 à 15;
(ii) Pièce B-0004, p. 19;
(iii) Pièce B-0005, Annexe 1, Convention de service, article 8.5 ;
(iv) Pièce B-0005, Annexe 8, Impact tarifaire;
(v) Tarifs et conditions, Appendice J, Section D.

Préambule :

(i) « *Les câbles souterrains sont installés à l'intérieur d'une canalisation bétonnée enfouie. La technique de traversée par forage est utilisée afin de franchir certains obstacles.*

[…]

La solution 2 diffère de la solution 1 seulement par le fait que la ligne à 400 kV est enfouie sur toute sa longueur.

La solution 2 n'est pas la plus économique, toutefois il s'agit de la seule solution qui permet une mise en service du projet prévue pour décembre 2025, comme demandé par le client. Les coûts imputables à l'option souterraine sont assumés par ce dernier [6].

En note de bas de page 6, il est précisé : « *Tous les coûts additionnels découlant de cet arrangement électrique différent de la solution de référence du Transporteur, incluant une majoration de 19 % pour tenir compte de la valeur actualisée sur vingt (20) ans des coûts d'exploitation et d'entretien des ajouts au réseau additionnels et majoré également selon les taux des taxes applicables sont entièrement aux frais du client, comme prévu aux Tarifs et conditions.* » [nous soulignons]

[…]

Tableau 3
Comparaison économique des solutions
(k$ actualisés 2022)

	Solution 1 (2027) Convertisseur au poste Hertel et ligne 400 kV aérienne et enfouie	Solution 2A (2027) Convertisseur au poste Hertel et ligne 400 kV entièrement enfouie	Solution 2B (2025) Convertisseur au poste Hertel et ligne 400 kV entièrement enfouie (solution retenue)	Solution 3 (2027) Ligne 735 kV aérienne, nouveau poste convertisseur et ligne 400 kV enfouie
Investissements	774 637	866 199	953 198	898 597
Réinvestissements	2 839	5 114	5 380	17 090
Valeurs résiduelles	-69 117	-36 482	-21 907	-96 839
Pertes électriques	15 575	6 017	6 408	0
Coûts d'exploitation et d'entretien	20 031	20 715	22 432	25 040
Taxe sur les services publics	58 004	61 300	67 502	67 927
Coûts globaux actualisés (CGA)	**801 969**	**922 863**	**1 033 013**	**911 815**

(ii) « *Les coûts de la catégorie d'investissement « croissance des besoins de la clientèle », de l'ordre de 1 138,0 M$, sont liés à une demande de service de transport ferme de point à point à long terme, portant sur une livraison de 1 283 MW à la frontière visée par une convention de service d'une durée de vingt ans. Ces coûts sont supérieurs au montant maximal de 906,5 M$*[15]*. (qui représente l'allocation maximale de 671 $/kW multipliée par 1 351 MW, soit 1 283 MW plus les pertes de transport de 5,3 %). »*

En notre de bas de page 15, il est précisé : « *<u>Une contribution du client est requise pour le coût excédant le montant maximal. De plus, une contribution est également requise pour le coût de l'arrangement électrique différent demandé par le client</u>, incluant une majoration de 19 % pour tenir compte de la valeur actualisée sur vingt (20) ans des coûts d'exploitation et d'entretien des ajouts au réseau additionnels, ainsi qu'une majoration selon les taux des taxes applicables. »* [nous soulignons]

(iii) «

8.5 Prix estimé des ajouts au réseau dont le coût réel est payable par le *client du service de transport* : 1 138 028 000 $, tel que déterminé par l'étude d'avant-projet dont les résultats ont été transmis par le *Transporteur* au *client du service de transport* le 14 mars 2022. Considérant que le *client du service de transport* a choisi un arrangement électrique différent de celui proposé par le *Transporteur*, le traitement des coûts additionnels en découlant sera celui prévu à section D de l'appendice J des *Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec*.

Le *client du service de transport* s'engage à rembourser au *Transporteur* toute portion des coûts du projet qui excède le montant maximal calculé selon l'allocation maximale de 671 $/kW prévue à l'appendice J des *Tarifs et conditions des services de transport d'Hydro-Québec* (correspondant à 906 520 329 $ en considérant la capacité réservée au point de livraison, majorée du taux de pertes de transport de 5,3 %). La portion des coûts qui excède le montant maximal sera traitée selon l'article 2 de la section A de l'appendice J des *Tarifs et conditions des service de transport d'Hydro-Québec*. Toute contribution, incluant un montant de 19 % pour les coûts d'exploitation et d'entretien, sera payable dans un délai de trente (30) jours suivant la réception d'un avis transmis par le *Transporteur* au *client du service de transport* à cet effet.

»

(iv) L'impact tarifaire montre un coût du projet de 1 138 M$, une contribution de 231,5 M$, pour une mise en service nette de 906,5 M$, soit le montant maximal identifié à la référence (ii).

(v) « *Section D – Ajouts au réseau pour une interconnexion avec un réseau voisin*

Les ajouts au réseau requis pour réaliser une nouvelle interconnexion avec un réseau voisin, ou pour accroître la capacité d'une interconnexion existante, sont effectués par le Transporteur conformément aux encadrements techniques applicables de façon à offrir le service de transport ferme à long terme de point à point demandé par le client. L'ensemble des coûts relatifs aux ajouts requis au réseau qui font partie de l'arrangement électrique proposé par le Transporteur sont assumés par le Transporteur jusqu'à concurrence du montant maximal indiqué à la section E ci-dessous.

Advenant le cas où le client choisisse un arrangement électrique différent de celui proposé par le Transporteur, et que ce dernier peut le réaliser, tous les coûts additionnels en découlant, incluant une majoration de 19 % pour tenir compte de la valeur actualisée sur vingt (20) ans des coûts d'exploitation et d'entretien des ajouts au réseau additionnels et majoré également selon les taux des taxes applicables seront entièrement aux frais du client. »

Demandes :

4.1 Veuillez confirmer que l'arrangement électrique proposé par le Transporteur est représenté par la solution 1 (référence (i)).

Réponse :

L'arrangement électrique initialement proposé par le Transporteur correspond bien à la solution 1.

4.2 La Régie comprend de la note de bas de page 15 citée à la référence (ii), qu'une contribution est requise du client pour le coût excédent le montant maximal et qu'une autre contribution est requise pour le coût de l'arrangement électrique différent demandé par le client.

4.2.1. Veuillez confirmer que la contribution pour le coût excédent le montant maximal est de 1 138 M$ - 906,5 M$, soit 231,5 M$.

Réponse :

Le montant de 1 138,0 M$ inclut un montant de 80,0 M$ pour l'arrangement électrique différent de la solution de référence du Transporteur. Par conséquent, la contribution estimée qui est requise du client pour le coût excédant le montant maximal est de 151,5 M$ et pour l'arrangement électrique différent est de 80,0 M$, pour un total de 231,5 M$, comme présenté à la pièce HQT-1, Document 1, annexe 8 [référence (iv)].

4.2.2. Veuillez chiffrer la contribution requise pour l'arrangement électrique différent, tel que prévu aux références (ii), (iii) et (v), et expliquer si cette contribution s'ajoute à celle identifiée à la sous-question précédente.

Réponse :

Voir la réponse à la question 4.2.1.

4.2.3. Dans le cas où la contribution pour l'arrangement électrique différent s'ajoute à la contribution pour le coût excédent le montant maximal, veuillez expliquer que l'impact tarifaire (référence (iv)) n'indique qu'une contribution liée au coût excédent le montant maximal et n'inclut pas une contribution liée à l'arrangement électrique différent.

Réponse :

Dans le cadre de l'impact tarifaire, le coût présenté tient compte du total de la contribution liée au coût excédent le montant maximal ainsi qu'au coût de l'arrangement électrique différent, comme expliqué à la réponse à la question 4.2.1. Compte tenu que la contribution est assumée par le client, l'impact tarifaire reflète le montant maximal de 906,5 M$, comme présenté à la pièce HQT-1, Document 1, annexe 8 [référence (iv)].