

Régie de l'énergie - Dossier R-3960-2016
Investissements Grand-Brûlé-Saint-Sauveur d'Hydro-Québec TransÉnergie

CANADA

RÉGIE DE L'ÉNERGIE

PROVINCE DE QUÉBEC
DISTRICT DE MONTRÉAL

INVESTISSEMENTS
GRAND-BRÛLÉ-SAINT-SAUVEUR
D'HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE

DOSSIER R-3960-2016

HYDRO-QUÉBEC
En sa qualité de Transporteur

Demanderesse

-et-

STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES (S.É.)

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DE LUTTE
CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
(AQLPA)

Intervenantes

**RAPPORT SUR LA DEMANDE D'AUTORISATION D'UNE NOUVELLE LIGNE GRAND-BRÛLÉ
DÉRIVATION SAINT-SAUVEUR**

Jean-Claude Deslauriers, Consultant

Déposé par :
Stratégies Énergétiques (S.É.)
Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (AQLPA)

Le 17 mai 2016

*Régie de l'énergie - Dossier R-3960-2016
Investissements Grand-Brûlé-Saint-Sauveur d'Hydro-Québec TransÉnergie*

*Pièce SÉ-AQLPA-1, Doc. 3
Rapport sur la demande d'autorisation d'une nouvelle ligne Grand-Brulé dérivation Saint-Sauveur
Jean-Claude Deslauriers, Consultant
Déposé par :
Stratégies Énergétiques – Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (SÉ-AQLPA)*

TABLE DES MATIÈRES

1 - LE MANDAT ET LE PLAN DU RAPPORT.....	1
1.1 LE MANDAT	1
1.2 LE PLAN DU PRÉSENT RAPPORT.....	2
2 - LE CADRE D'ANALYSE (TERRITOIRE DES CHARGES VISÉES ET HORIZON TEMPOREL)	3
2.1 LA PÉRIODE DE L'ANALYSE TECHNICO-ÉCONOMIQUE	3
2.2 LE TERRITOIRE ET LES CHARGES CONSIDÉRÉES	4
3 - LES CHARGES À DESSERVIR ET LA PLANIFICATION RÉGIONALE DES INVESTISSEMENTS REQUIS DANS LE TERRITOIRE LAURENTIDES- LANAUDIÈRE À L'HORIZON 2068	6
4 - LES CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES DU RÉSEAU RÉGIONAL ET L'ENJEU DU BOUCLAGE DU POSTE SAINTE-AGATHE.....	13
4.1 LES NOTIONS DE RÉSEAU RADIAL ET DE RÉSEAU MAILLÉ.....	14
4.2 L'EFFET DU BOUCLAGE SUR LA CAPACITÉ D'ALIMENTATION DU POSTE SAINTE-AGATHE, ET LA POSSIBILITÉ D'ÉVITER LE DÉMANTÈLEMENT DE LA LIGNE EXISTANTE.....	18
5 - LES OPTIONS D'ALIMENTATION DES NOUVELLES CHARGES PAR LE NORD (DONT LA SOLUTION 1, LA SOLUTION C ET LA SOLUTION 3).....	26
5.1 PRÉSENTATION DES TROIS SOLUTIONS POSSIBLES D'ALIMENTATION DES NOUVELLES CHARGES PAR LE NORD (LA SOLUTION 1, LA SOLUTION C ET LA SOLUTION 3).....	26
5.2 LA COMPARAISON DES SOLUTIONS 1 ET 3	29
5.2.1 La meilleure solution du point de vue technique.....	31
5.2.2 Le manque de fiabilité de la Solution1, résultant du grand nombre de postes en dérivation.....	34
5.2.3 La surévaluation du coût des disjoncteurs (surévaluation affectant surtout le coût de la Solution 3).....	38
5.2.4 La surévaluation du coût d'acquisition des propriétés selon le Scénario 3.....	39
6 - CONCLUSION	45

*Régie de l'énergie - Dossier R-3960-2016
Investissements Grand-Brûlé-Saint-Sauveur d'Hydro-Québec TransÉnergie*

*Pièce SÉ-AQLPA-1, Doc. 3
Rapport sur la demande d'autorisation d'une nouvelle ligne Grand-Brulé dérivation Saint-Sauveur
Jean-Claude Deslauriers, Consultant
Déposé par :
Stratégies Énergétiques – Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (SÉ-AQLPA)*

1

LE MANDAT ET LE PLAN DU RAPPORT

1.1 LE MANDAT

L'Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (AQLPA) et Stratégies Énergétiques (S.É.) ont requis nos services aux fins de préparer un rapport relatif à la demande d'autorisation, par Hydro-Québec TransÉnergie (ci-après "le Transporteur" ou « HQT »), de la construction d'une nouvelle ligne à 120 kV entre le poste Grand-Brulé et la dérivation Saint-Sauveur, entre autres quant à l'utilité de cette ligne, son emplacement, ses coûts détaillés d'investissements, tel que présentés au dossier R-3960-2016 de la Régie de l'énergie.

Le présent rapport est le fruit de nos travaux et est remis à nos clientes afin de pouvoir être déposé en preuve par elles dans ce dossier. Le *curriculum vitae* du soussigné a été déposé au présent dossier sous la cote C-SÉ-AQLPA-0014, SÉ-AQLPA-1, Document 2.

Nous remercions Monsieur Jacques Fontaine pour sa précieuse collaboration aux fins des présentes. Celui-ci n'est toutefois pas un signataire du présent rapport.

1.2 LE PLAN DU PRÉSENT RAPPORT

Au chapitre 2 du présent rapport, nous identifions le cadre d'analyse dans le temps et géographique servant à étudier les Solutions proposées.

Au chapitre 3, nous identifions les charges à desservir à court et à long terme.

Au chapitre 4, nous identifions les caractéristiques fondamentales du réseau régional et l'enjeu du bouclage du poste Sainte-Agathe.

Enfin, au chapitre 5, nous étudions les différentes options possibles et traitons de leurs forces et faiblesses.

Au chapitre 6, nous formulons notre recommandation.

2

LE CADRE D'ANALYSE (TERRITOIRE DES CHARGES VISÉES ET HORIZON TEMPOREL)

Aux fins de déterminer si la proposition d'investissement d'Hydro-Québec TransÉnergie au présent dossier mérite ou non d'être autorisée par la Régie de l'énergie, il est nécessaire de poser le cadre d'analyse.

Ce cadre permettra également de comparer la solution proposée par Hydro-Québec TransÉnergie à d'autres alternatives possibles.

2.1 LA PÉRIODE DE L'ANALYSE TECHNICO-ÉCONOMIQUE

Compte tenu des charges considérées et de la zone géographique prise en compte et de la stratégie globale de développement du réseau pour desservir à ces charges, Hydro-Québec TransÉnergie indique, de façon juste, que la période d'analyse technico-économique de la présente demande d'autorisation s'étend sur 53 ans, soit de l'an 2015 à l'an 2067 (en fait, ce serait maintenant de l'an 2016 à l'an 2068, puisque les investissements débuteraient au plus tôt en 2016) :

En réponse à la demande 1.28 (a) de SE-AQLPA, le Transporteur indique que la période d'analyse est de 53 ans chacune des trois solutions envisagées.

RÉPONSE D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION À LA DEMANDE SÉ-AQLPA-1.28 (A) :
La durée d'analyse est de 53 ans pour chacune des trois solutions envisagée[s].¹

L'analyse économique des Solutions 1, 2 et 3, déposée en preuve par Hydro-Québec TransÉnergie porte effectivement sur cette période de 53 ans.²

¹ **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2016, Pièce B-0054, HQT-2, Doc 3, Réponse 1.28 (a) à SE-AQLPA, page 48

² **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2016, Pièce B-0006, HQT-1, Doc 1, Annexe 4.

2.2 LE TERRITOIRE ET LES CHARGES CONSIDÉRÉES

À cet horizon temporel de 53 ans, Hydro-Québec TransÉnergie indique, de façon juste, que ce sont l'ensemble des charges prévues dans le territoire des Laurentides que l'on doit considérer aux fins de l'analyse technico-économique :

DEMANDE SÉ-AQLPA-1.7 (A) :

Quelles sont les charges du territoire qui sont susceptibles d'avoir un impact sur les lignes existantes et la nouvelle ligne proposée ?

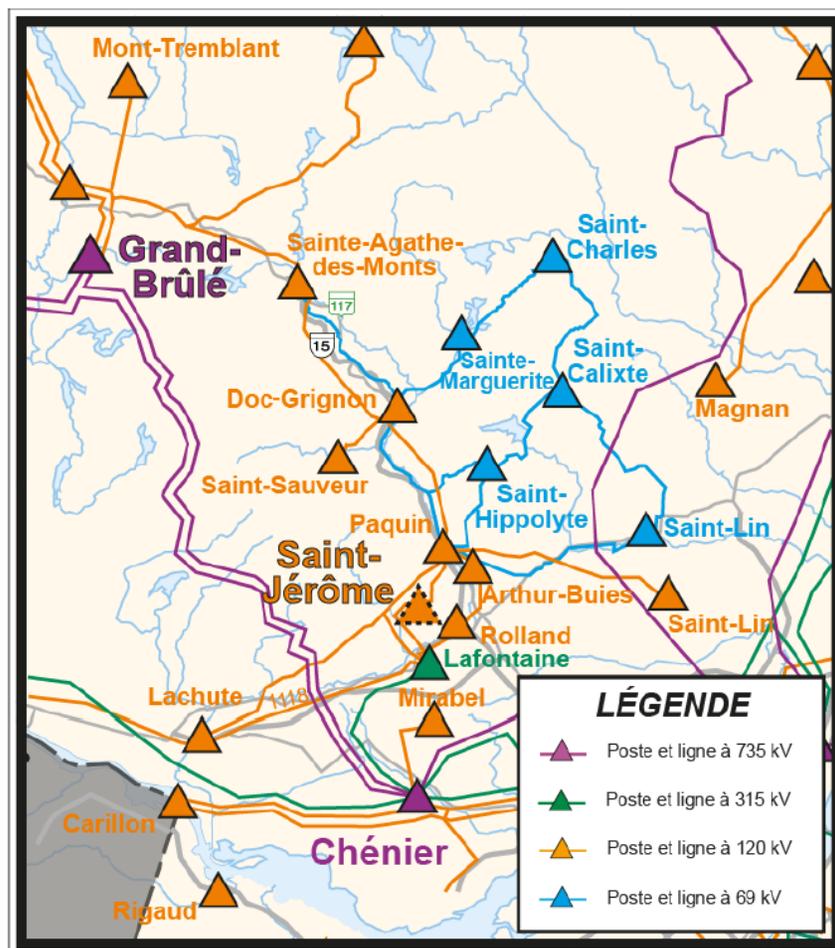
RÉPONSE D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION À LA DEMANDE SÉ-AQLPA-1.7 (A) :

*Il s'agit de l'ensemble des charges alimentées sur le territoire des Laurentides.*³

Hydro-Québec TransÉnergie, à juste titre, inclut au territoire des Laurentides les charges se situant également au nord de la région de Lanaudière, alimentées pour l'instant par les postes et lignes à 69 kV illustrés en bleu sur le schéma de liaison simplifié suivant, publiquement déposé en preuve par elle au présent dossier. On sait déjà que le réseau de 69 kV du nord de Lanaudière est destiné à être entièrement remplacé par un réseau à 120 kV et que l'on y adjoindra un nouveau poste 120 kV à Chertsey (à l'extrémité nord-est de la série de postes Doc-Grignon, Sainte-Marguerite et Saint-Charles) :

³ **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2016, Pièce B-0054, HQT-2 Doc 3, Réponses à la demande SÉ-AQLPA-1,7 (a), page 15.

Figure 1
 Localisation géographique
 des postes du territoire des Laurentides



4

Les schémas d'écoulement de puissance servent à déterminer si toutes les charges visées seront adéquatement alimentées durant la période visée par les différentes Solutions envisagées, sans dépassement de la capacité respective de chaque ligne et poste.

⁴ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-1, Document 1, page 8, Figure 1.

3

LES CHARGES À DESSERVIR ET LA PLANIFICATION RÉGIONALE DES INVESTISSEMENTS REQUIS DANS LE TERRITOIRE LAURENTIDES-LANAUDIÈRE À L'HORIZON 2068

La nécessité d'apporter, dans l'immédiat, des ajouts au réseau de transport d'Hydro-Québec TransÉnergie, afin de répondre à la croissance de la charge locale de la région Laurentides-Lanaudière, est manifeste.

En effet le tableau 2 de la preuve d'Hydro-Québec TransÉnergie montre que les charges devant être desservies par le poste Lafontaine seront en dépassement de sa capacité dès 2022 si aucun changement n'est apporté. De même, le tableau 3 de la preuve d'Hydro-Québec TransÉnergie montre que les lignes (au sud de Saint-Sauveur) qui alimentent les postes de Lafontaine, Doc-Grignon (et donc indirectement Saint-Sauveur) seront elles-mêmes en dépassement dès 2016 si aucun changement n'est apporté.⁵

Tableau 2
Prévision de charge au poste Lafontaine à 315-120kV

	Tension (kV)	CLT (MVA)	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025
Poste de Lafontaine	315-120	1 206	1 069	1 091	1 104	1 132	1 170	1 184	1 203	1 219	1 233	1 247

Le tableau 3 présente l'évolution de la charge prévue sur la ligne 1127-1128 à 120 kV provenant du poste Lafontaine qui alimente les postes de Saint-Sauveur et Doc-Grignon ainsi que sur la ligne 3058-3059 à 315 kV provenant du poste Chénier à 735-315 kV qui alimente le poste de Lafontaine. Il est prévu que la capacité de la ligne 1127-1128 sera en dépassement dès l'hiver 2015-2016 alors que celle de la ligne 3058-3059 le sera dès l'hiver 2020-2021.

⁵ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-1, Document 1, page 9.

Tableau 3
Prévision de charge sur les lignes 1127-1128 et 3058-3059

	Tension (kV)	CLT (MVA)	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
Ligne 1127-1128	120	1 491	1 493	1 952	1 988	2 010	2 028	2 066	2 105	2 136
Ligne 3058-3059	315	2 041	1 924	1 973	2 004	2 025	2 039	2 061	2 090	2 122

LE REJET DE LA « SOLUTION 2 »

Cette croissance actuelle des charges provient principalement de la consommation électrique des Basses-Laurentides (Saint-Jérôme, Saint-Sauveur). On pourrait alors penser qu'il entrerait dans la logique des choses et de l'équité d'alimenter ces nouvelles charges par le sud (donc par le poste à 735 kV de Chénier, lequel alimente lui-même, par la ligne à 315 kV précitée no. 3058-3059, le poste Lafontaine, d'où part la ligne no. 1127-1128 à 120 kV vers le nord, ces lignes et ce poste étant ceux qui sont en dépassement de capacité). Ainsi, les impacts paysagers de l'ajout de lignes et postes seraient subis par les communautés qui sont elles-mêmes à l'origine de la croissance des charges, soit celles des Basses-Laurentides jusqu'à Saint-Sauveur. Tel était le « Scénario 2 » présenté au présent dossier. Une telle approche est toutefois impraticable dans la région de Laurentides-Lanaudière.

En effet, cette « Solution 2 » présente, pour la période d'analyse, des coûts actualisés plus importants de 191,8 M\$, avec des pertes considérables de 25.1 M\$ (qui tirent leur origine du fait que l'électricité supplémentaire requise devrait alors d'abord transiter sur la ligne à 735 kV du poste de Grand-Brûlé jusqu'au poste Chénier avant de remonter au nord par les lignes et le poste précités jusqu'à Saint-Sauveur. Les désavantages tant économiques qu'environnementaux amenés par les pertes considérables de cette « Solution 2 » la rendaient donc complètement inacceptable.⁶ Le Transporteur l'a rejetée dès le début en 2013, avec raison. Ce scénario n'a jamais fait l'objet des variantes présentées pour discussion auprès des communautés locales. Personne n'a jamais proposé la « Solution 2 ».

C'est donc que le poste à 735 kV Grand-Brûlé est nécessairement celui à partir duquel devra partir toute nouvelle ligne qui permettra d'alimenter les nouvelles charges que l'alimentation par le sud (Chénier, ligne 3058-2059, Lafontaine, ligne 1127-1128) ne suffira plus à desservir, à savoir les charges de Saint-Sauveur.

⁶ Voir notamment : HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE, Dossier R-3960-2015, Pièce B-00052, HQT-1, Document 1, page 17, Tableau 5.

Ce faisant, la nouvelle ligne est à risque de devoir traverser le territoire de communautés plus nordiques (le cœur de Saint-Adolphe-d'Howard, la MRC des Laurentides, etc.), qui ne sont pas la cause des nouvelles charges mais qui risquent d'en subir les impacts paysagers, d'où les réactions locales très fortes que ce Projet suscite.

La solution à ce déficit d'alimentation des Basses-Laurentides à court terme s'inscrit par ailleurs dans une perspective de planification plus globale, où d'autres accroissements de charge dans les Laurentides et dans Lanaudière requerront également une série d'autres ajouts au réseau.

Tel que mentionné plus haut et tel que le souligne avec justesse Hydro-Québec TransÉnergie :

*La durée d'analyse est de 53 ans pour chacune des trois solutions envisagée[s].*⁷

Par ailleurs, tel que vu et tel qu'indiqué par Hydro-Québec TransÉnergie, les charges du territoire qui sont susceptibles d'avoir un impact sur les lignes existantes et la nouvelle ligne proposée sont :

*« l'ensemble des charges alimentées sur le territoire des Laurentides »*⁸,

ce qui inclut aussi celles du nord de Lanaudière.⁹

Le 20 mars 2014, Hydro-Québec TransÉnergie publiait sur son site Internet public son plan de développement régional de Laurentides-Lanaudière, lequel était également présent à un comité consultatif régional qu'elle avait constitué pour examiner le présent Projet et constitué de personnes représentant ou mandatées tant par Hydro-Québec TransÉnergie que par la MRC Pays-d'en-Haut et certaines de ses municipalités, par la MRC des Laurentides et certaines de ses municipalités, par le Conseil régional des élus des Laurentides, par Projet Paysages Laurentides et par le Conseil régional de l'environnement des Laurentides.¹⁰ Hydro-Québec

⁷ **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2016, Pièce B-0054, HQT-2, Doc 3, Réponse 1.28 (a) à SE-AQLPA, page 48

⁸ **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2016, Pièce B-0054, HQT-2 Doc 3, Réponses à la demande SÉ-AQLPA-1,7 (a), page 15.

⁹ **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-1, Document 1, page 8, Figure 1.

¹⁰ **Jean-Claude DESLAURIERS (Témoignage de SÉ-AQLPA)**, Dossier R-3960-2016, Pièce C-SÉ-AQLPA-0013, SÉ-AQLPA-1, Doc. 1, pages 6-9. Voir aussi : **SÉ-AQLPA**, Dossier R-3960-2016, Pièces C-SÉ-AQLPA-0021 (SÉ-AQLPA-3, Doc. 5) et C-SÉ-AQLPA-0034 (SÉ-AQLPA-3, Doc. 7).

TransÉnergie cherche toutefois à obtenir la confidentialité de versions plus récentes de ce même plan de développement régional, de même que des schémas de liaison et d'écoulement de puissance qui illustreraient ce Plan, à diverses années.

Par ailleurs, bien qu'Hydro-Québec TransÉnergie déclare que la période d'analyse pertinente est celle s'étendant jusqu'en 2068 et que toutes les charges de Laurentides-Lanaudière durant cette période sont pertinentes à l'analyse technico-économique du présent Projet, celle-ci a refusé de déposer les projections de charge propres à un grand nombre des lignes et postes visés, argumentant que ces informations « *ne seraient pas pertinentes à l'étude du Projet* ». ¹¹

Or ces informations sont bel et bien pertinentes à l'analyse socio-économique du Projet spécifiquement proposé par Hydro-Québec aux fins d'autorisation de la Régie au présent dossier R-3960-2016, le tout tel qu'il apparaît ci-après.

En effet, malgré ces multiples refus d'information de la part d'Hydro-Québec TransÉnergie, nous avons pu indirectement reconstituer (à partir de sources qu'Hydro-Québec TransÉnergie reconnaît déjà comme étant publiques) plusieurs aspects du plan de développement 2015-2067 du réseau Laurentides-Lanaudière, lesquelles fournissent une information essentielle permettant d'apprécier la pertinence de diverses composantes du Projet présenté par Hydro-Québec au présent dossier (la Solution 1) et de son alternative, la Solution 3.

En résumé, nos constatations nous permettent de conclure :

- a) que des nouvelles charges dans Laurentides-Lanaudière s'ajouteront et nécessiteront, elles aussi, une nouvelle alimentation à partir du Poste Grand-Brûlé,
- b) que la nouvelle « super ligne » à 120 kV proposée par Hydro-Québec TransÉnergie au présent dossier (Solution 1) verra elle-même sa capacité dépassée d'ici 2058,
- c) que, tant dans la Solution 1 que dans la Solution 3, « des » nouvelles lignes partant du poste de Grand-Brûlé seront construites d'ici 2058.

¹¹ **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2016, Pièce B-0054, HQT-2, Doc. 3, Réponse à la demande SÉ-AQLPA-1.7 (b), page 15.

Ces constatations résultent des informations suivantes :

- Nous avons reconstitué un tableau des charges prévues d'ici 2058 dans les postes du nord des Laurentides. Ce tableau a été constitué pour les postes Saint-Donat et Sainte-Agathe à partir l'annexe A publique du rapport Dagenais B-0038/B-0039, HQT-3, Doc. 1, qui pour la période de 2038 jusqu'à 2058 ont été accrues de 1,25 % par année. Pour les autres postes de la région Laurentides nord, le tableau a été constitué à partir des charges de pointe des postes satellites du dernier dossier tarifaire du transporteur R-3934-2015 qui ont été accrues de 1,25 % par année.

Tableau 3.1 - Charges de la partie nord du territoire des Laurentides (MW)

POSTE	2017	2038	2058
Joly	29	37	47
L'Annonciation	46	59	75
Ouimet	127	163	207
ST Donat	60	76	97
Sainte-Agathe	129	163	210
Mont-Tremblant	47	60	76
S total	438	600	808

- Le tableau suivant montre les charges dans la partie sud de la région Laurentides sur un horizon de 40 ans. On y voit que la « super ligne » de 120 kV (du Scénario 1 de HQT) verra sa capacité dépassée vers 2058, surtout en prenant en compte qu'une partie des charges du poste Sainte-Agathe seront supportées par celle-ci à compter de 2031. La capacité maximale de cette « *super ligne* » est de 600 MVA.

Tableau 3.2

Charges des Basses-Laurentides assignées à la « super ligne » de 120 kV du Scénario 1 de HQT (MW)

POSTE	2017	2038	2058
Saint Sauveur	134	172	218
Doc Grignon	120	154	195
Chertsey	70	89	114
Sous-total	324	415	527
Note : A ce sous-total doit être ajoutée la part de la charge du poste Sainte-Agathe qui sera supportée par la « super ligne » à partir de 2031.			

- Ces données approximatives mais réelles montrent que la charge de ces trois postes, qui sont sensés être alimentés par la « super ligne » proposée par le Transporteur (la ligne de la solution 1) avec la charge partielle du poste Sainte-Agathe à partir de 2031, nécessitera la construction d'une autre ligne dans la région. Hydro-Québec TransÉnergie confirme d'ailleurs elle-même que « des » nouveaux départs de lignes devront être construits au Poste Grand-Brûlé d'ici 2058, tant dans la Solution 1 que dans la Solution 3 :

**DEMANDE 6.2 DE LA RÉGIE DE L'ÉNERGIE À HYDRO-QUÉBEC
TRANSÉNERGIE**

Veillez fournir le détail des équipements relatifs aux réinvestissements prévus par le Transporteur à la référence (ii) pour chacune des solutions 1 et 3.¹²

**RÉPONSE 6.2 D'HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE À LA RÉGIE DE
L'ÉNERGIE**

Équipements relatifs aux réinvestissements

<i>Années</i>	<i>Solution 1</i>
<i>2055 à 2058</i>	<i>Départs de ligne au poste du Grand-Brûlé</i>
<i>2061</i>	<i>Disjoncteur au poste de Sainte-Agathe en 2031</i>

<i>Années</i>	<i>Solution 3</i>
<i>2058</i>	<i>Barre de sectionnement bouclée au poste de Sainte-Agathe et départs de ligne au poste du Grand-Brûlé</i>
<i>2062</i>	<i>Compensateur shunt au poste de Sainte-Agathe en 2032</i>

En 2058, cette ligne (qui sera vraisemblablement une autre ligne double terre) sera la 9^e et la 10^e ligne au poste Grand Brulé, que ce soit dans la solution 1 ou dans la solution 3 (si l'une ou l'autre de ces deux solutions se réalise effectivement).

¹² **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE**, Dossier R-3960-2015, Pièce B-00052, HQT-2, Document 1.1 Révisé : 2016-05-13 Page 12.

Pour procéder à l'évaluation technico-économique du présent Projet et de ses alternatives, l'on doit donc se demander notamment si les ajouts ici proposés fourniront au réseau une fiabilité suffisante pour répondre à ces perspectives à long terme ou si d'autres investissements correctifs seront nécessaires suite aux choix effectués au présent dossier. Il y aura notamment lieu de se demander si un bouclage du Poste Sainte-Agathe (*comme nous le proposons, à l'opposé d'Hydro-Québec TransÉnergie*) constitue une sage solution. Il y aura également lieu de se demander s'il est sage qu'Hydro-Québec TransÉnergie démantèle une ligne (*comme elle se propose de le faire, tant au Scénario 1 qu'au Scénario 3*). Enfin, plus globalement, il y a lieu de se demander si nos choix permettent d'éviter une multiplication démesurée des lignes dans la région.

4

LES CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES DU RÉSEAU RÉGIONAL ET L'ENJEU DU BOUCLAGE DU POSTE SAINTE-AGATHE

Avant de procéder à une analyse critique détaillée des solutions possibles, il est opportun de comprendre la structure et la conception du réseau régional de Laurentides-Lanaudière pour en identifier les avantages et les faiblesses. La construction d'un poste peut plus facilement se localiser dans des endroits peu habités ou dans des endroits à impact minimum alors qu'une ligne de transport, elle, traverse nécessairement des territoires plus vastes.

La superficie d'un poste 120/25 kV est d'au plus 70 m x 70 m soit 4900 m² alors que la superficie d'une ligne 120 kV de 40 km de long avec une emprise de 50 m sera de l'ordre de 2000 m². L'impact environnemental (et/ou paysager) d'une ligne est donc plus significatif.

La vie utile d'une ligne de transport est par ailleurs d'au moins 70 ans. Compte tenu de l'impact local plus important d'une ligne, il importe donc de procéder à une analyse de long terme de son utilité et par conséquent de sa capacité à servir les postes et les charges sur la période de sa vie utile.

La structure ou l'architecture d'un réseau de transport influe directement sur les besoins de postes et de lignes et mérite une analyse critique qui est présentée ci-après.

4.1 LES NOTIONS DE RÉSEAU RADIAL ET DE RÉSEAU MAILLÉ

La structure ou l'architecture d'un réseau de transport a été étudiée depuis très longtemps. La littérature scientifique reconnaît deux grandes catégories de réseaux pour les réseaux régionaux (sub-transmission) soit les réseaux radiaux et les réseaux maillés, avec de multiples variantes intermédiaires possibles combinant partiellement les deux pour satisfaire des besoins particuliers.

Les deux schémas suivants tirés d'un ouvrage de base sur la technologie des réseaux illustrent ces deux types de réseaux :

Figure 4.1 Exemple de réseau radial ¹³

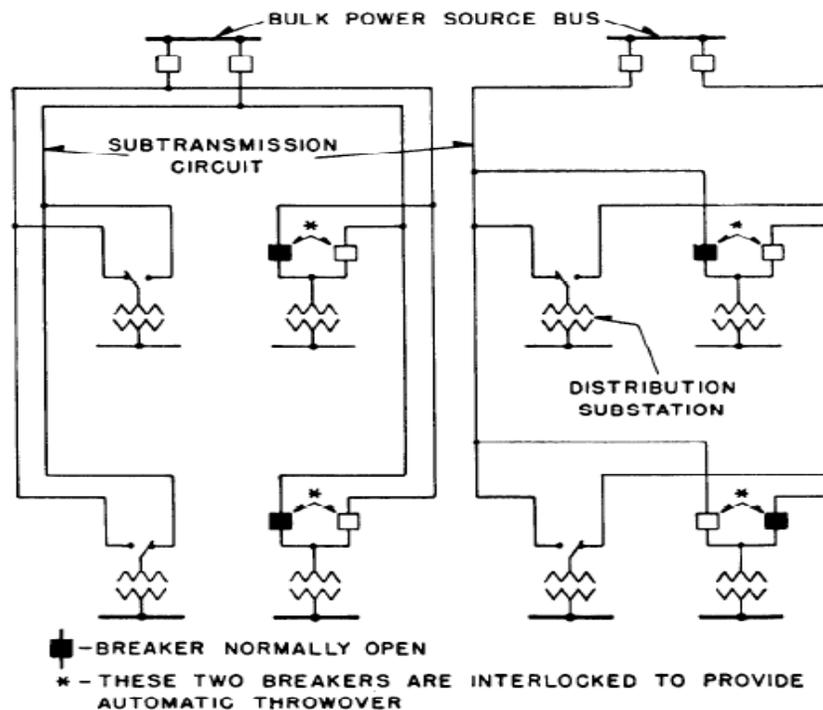


Fig. 4— Improved form of radial type subtransmission circuits.

¹³ WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, *Electrical Transmission and Distribution Reference Book*, Version originale Westinghouse était de 1950, 4^e édition (version électronique ABB, non disponible gratuitement sur *Internet*), Chapitre 20, page 668.

Figure 4.2 - Exemple de réseau maillé¹⁴

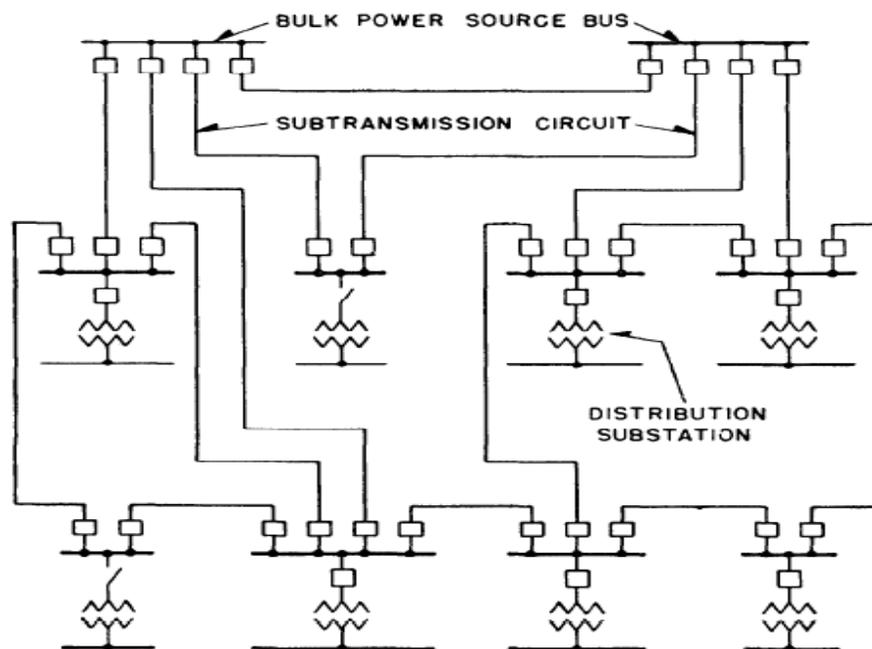


Fig. 6—Network or grid form of subtransmission.

Selon notre compréhension de la conception du réseau d'Hydro-Québec TransÉnergie dans la région des Laurentides et du nord de Lanaudière, il s'agit actuellement d'un réseau radial puisque tous les postes sont connectés en simple dérivation sur les lignes.

Nous en avons eu une illustration récente dans le dossier R-3851-2007 pour le raccordement du poste Mont Tremblant et du poste Ouimet au réseau principal à partir du Poste Grand-Brûlé.

C'est cette même conception d'un réseau radial que nous observons dans le dossier actuel avec le poste Saint-Donat en simple dérivation, puis le poste Sainte-Agathe en simple dérivation, de même que les postes Doc-Grignon, Saint-Sauveur et le futur poste de Chertsey qui sont tous en simple dérivation.

¹⁴ WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, *Electrical Transmission and Distribution Reference Book*, Version originale Westinghouse était de 1950, 4^e édition (version électronique ABB, non disponible gratuitement sur *Internet*), Chapitre 20, page 669.

Le raccordement des postes en simple dérivation est évidemment la solution la plus économique puisqu'un minimum de disjoncteurs sont requis dans cette configuration. C'est cependant également la configuration la moins fiable et la plus difficile à protéger adéquatement, surtout lorsque plusieurs postes sont raccordés en dérivation sur la même ligne.

Ce qui caractérise le réseau radial en alimentation double est l'ouverture d'une des connexions de ligne soit par une ouverture physique ou par des disjoncteurs en bascule comme montré sur la figure 4.1 plus haut.

Ce qui caractérise le réseau maillé est le « bouclage » (c'est-à-dire la segmentation) des lignes sur les jeux de barres, ce qui fait que chaque tronçon de ligne est subdivisé en tronçons plus courts, donc moins vulnérables. Chaque section ainsi segmentée devient ainsi beaucoup plus facilement isolable et protégeable. De plus cette configuration est beaucoup plus puissante en réseau dégradé (c'est-à-dire en condition N-1) parce que l'on peut avoir souvent 3 ou 4 lignes qui alimentent un poste et qui pourront alors être mises à contribution pour alimenter les charges durant la situation dégradée. En contrepartie, cette configuration demande plus d'équipements et est donc plus dispendieuse.

Dans les zones de faible charge comme par exemple les postes Joly et l'Annonciation le réseau radial est parfaitement adéquat et suffit à assurer un niveau acceptable de fiabilité d'alimentation. Mais dans les zones haute densité de charge comme par exemple dans la région métropolitaine de Montréal presque tous les postes de ce réseau sont maillés avec quelques restrictions pour éviter les courants de boucle. Plus globalement, le réseau principal d'Hydro-Québec TransÉnergie est entièrement maillé (c'est-à-dire que les lignes sont segmentées à chaque poste), avec deux jeux de barres et deux disjoncteurs pour chaque ligne dans tous les postes 735 kV du réseau principal.

Dans les Basses-Laurentides, la densité de la charge, on le voit, commence à être importante. Il serait donc opportun, dans l'étude technico-économique des diverses Solutions au présent dossier, de tenir compte de la probabilité élevée qu'un bouclage des lignes dans les postes (c'est-à-dire la segmentation de ces lignes) devienne requise à terme. C'est d'ailleurs ce que le Transporteur compte faire, avec raison, au poste Sainte-Agathe d'abord partiellement en 2031 et complètement en 2046 dans la Solution 1¹⁵, le tout devant cependant être réalisé dès 2018 dans la Solution 3¹⁶. Le poste Sainte-Agathe deviendra

¹⁵ Dans la Solution 1 : **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-2, Document 1 Révisé, page 15 lignes 2-4.

¹⁶ Dans la Solution 3 : **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-2, Document 1 Révisé, page 16, lignes 4-5.

ainsi, à terme, muni de six disjoncteurs tant dans les Solutions 1 que 3. La segmentation des lignes à ce poste (maillage du réseau par le bouclage de ce poste) en augmentera évidemment la fiabilité, lui permettant d'alimenter des charges accrues.

(Note : le Transporteur se contredit quelque peu en affirmant que le bouclage du Poste Saint-Agathe rendra le réseau moins fiable lorsque réalisé dans la Solution 3¹⁷, mais privilégie ce même bouclage car il rendra le réseau plus fiable selon la Solution 1¹⁸)

¹⁷ Dans la Solution 3 : **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-2, Document 1 Révisé, page 16, lignes 16-18.

¹⁸ Dans la Solution 1 : **HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT)**, Dossier R-3960-2015, Pièce B-0052, HQT-2, Document 1 Révisé, page 15 lignes 2-4.

4.2 L'EFFET DU BOUCLAGE SUR LA CAPACITÉ D'ALIMENTATION DU POSTE SAINTE-AGATHE, ET LA POSSIBILITÉ D'ÉVITER LE DÉMANTÈLEMENT DE LA LIGNE EXISTANTE

Le bouclage augmente la capacité d'alimentation d'un poste.

C'est ce que nous illustrons dans la présente section.

Ainsi, nous notons d'abord que les charges du poste Grand-Brulé estimées pour 2017 sont d'approximativement 438 MW (selon le tableau suivant :

Tableau 4.1 - Charges du poste Grand-Brûlé (MW)

POSTE	Année 2017
Joly	29
L'Annonciation	46
Ouimet	127
ST Donat	60
Sainte-Agathe	129
Mont-Tremblant	47
Sous-total	438

Ce tableau, qui est approximatif, a été constitué à partir l'annexe A (publiée) du rapport Dagenais sous la cote B-0038/B-0039 et à partir des charges de pointe des postes satellites du dernier dossier tarifaire du transporteur R-3934-2015.

La capacité des lignes du poste Grand-Brulé (en supposant que toutes les lignes sont de petit calibre 504 MCM) serait comme montré au tableau 5.2 au chapitre suivant du présent rapport, puisque ce petit calibre a une capacité thermique de 230 MW. Il en résulte donc que la capacité des 6 lignes raccordées au Poste Grand-Brûlé est de 1380 MW si elles sont toutes bouclées en un seul point.

Tableau 4.2 - Capacité 504 MCM des six lignes de Grand-Brulé

No lignes	2	3	4	5	6
Capacité (MW)	460	690	920	1150	1380

En réseau dégradé, dans la condition N-1, la capacité de ces lignes baisse à 1150 MW et dans la condition n-2 (c'est à dire avec une ligne double terre en moins), la capacité baisse à 950 MW.

Les avantages d'un bouclage des lignes dans un poste étaient exprimés par Hydro-Québec TransÉnergie elle-même à son dossier du raccordement de la centrale Péribonka :

Bien que les deux premières solutions soient économiquement équivalentes, l'Intégration à 161 kV avec bouclage du réseau 161 kV présente certains avantages supplémentaires. En effet, le bouclage du réseau Saguenay a pour effet d'augmenter la qualité d'alimentation des postes connectés dans la boucle.

*Par exemple, le poste Chicoutimi-Nord se trouvera dorénavant alimenté par deux circuits chacun provenant alors de deux postes différents (le nouveau poste de sectionnement et le poste Saguenay). Actuellement, le poste de Chicoutimi-Nord n'est alimenté que par une ligne en provenance d'un seul poste (Saguenay). De plus, avec les modifications proposées, le poste Dubuc profitera des mêmes avantages décrits précédemment. **Le bouclage du réseau permettra donc de réduire la vulnérabilité de ces postes lors de désastres naturels par exemple. Également, le bouclage permet d'augmenter le niveau de court-circuit du réseau, ce qui permet entre autres de réduire les effets, sur la forme d'onde, des charges perturbatrices.***¹⁹

Ce projet de raccordement de la centrale Péribonka nécessitait aussi la construction d'un poste de raccordement avec 6 lignes (le poste Simard) :

Le poste Simard construit en milieu rural sera un poste de sectionnement et ne comportera pas de transformateurs de puissance lesquels contiennent d'importants volumes d'huile. L'alimentation des services auxiliaires du poste (normalement fournie par des transformateurs de puissance) est réalisée ici avec des transformateurs de tension spéciaux, lesquels contiennent beaucoup moins d'huile. Par rapport aux solutions habituelles, ce mode d'alimentation des services auxiliaires s'avère plus économique.²⁰

Par analogie, on peut penser qu'un poste de sectionnement aurait aussi pu être établi au point de dérivation Ouimet (ou pourrait l'être dans le futur). Le point Ouimet est le point de séparation des lignes 1356-1357 et des lignes 1525-1526 vers les poste Ouimet et Mont Tremblant établi au dossier du poste Mont Tremblant (dossier R-3651-2007). Les six lignes du poste Grand

¹⁹ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3581-2005, HQT-4, Document 1, page 10 (lignes 14-21) et page 11 (lignes 1-7).

²⁰ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3581-2005, HQT-5, Document 1, page 10, lignes 19-25.

Brûlé se rencontrent à ce point de dérivation, sans sectionnement, alors que ce point aurait (et continue de constituer) un point idéal pour construire un poste de sectionnement, ce qui améliorerait la fiabilité du réseau.

Figure 4.1 - Point Ouimet²¹



²¹ **GOOGLE MAPS**, Point Ouimet, <https://www.google.ca/maps/@46.1250406,-74.5440877,184m/data=!3m1!1e3>.

Dans le cadre du projet actuel, l'on doit donc regarder aussi quels seraient les avantages de réaliser un bouclage au poste Sainte-Agathe.

L'alimentation du poste Sainte-Agathe provient actuellement de deux lignes 120 kV de petit calibre 504 MCM en provenance poste du Grand Brulé avec une capacité pour chaque ligne, selon les données du Transporteur, de 230 MVA. La charge ultime du poste Sainte-Agathe est de 200 MVA.

En régime normal les deux lignes sont en services et la capacité d'alimentation est de 2×230 MVA soit 460 MVA. En régime dégradé, c'est-à-dire avec une ligne en moins (appelé condition n-1), la capacité est donc de 230 MVA et la fiabilité du poste est garantie.

Si l'on ajoute deux nouvelles lignes de capacité normale à 120 kV avec un seul conducteur de 1033 MCM chaque ligne aura une capacité de 335 MVA. S'il y a bouclage au poste Sainte-Agathe, la capacité d'alimentation en régime normale devient, puisqu'on a maintenant 4 lignes, 2×230 MVA + 2×335 MVA soit un total considérable de 1230 MVA.

En régime dégradé c'est-à-dire avec la perte d'une de plus grosse ligne on reste alors avec une capacité d'alimentation de $2 \times 230 + 1 \times 335$ soit un total considérable de 795 MVA.

Le bouclage complet implique de faire entrer et faire sortir les deux nouvelles lignes, soit 4 départs de lignes supplémentaires, de sorte qu'il y aurait un total de six lignes au Poste Sainte-Agathe.

Le bouclage a aussi un effet important sur la régulation de tension qui est du même ordre de grandeur de sorte qu'il faut se donner la peine de regarder de plus près la faisabilité d'amener la nouvelle ligne au poste Sainte-Agathe avec un seul conducteur par phase sans démanteler les lignes existantes 1356 et 1357.

Le Transporteur essaiera probablement d'objecter que l'espace au poste Sainte-Agathe est trop restreint pour permettre un bouclage complet avec 6 lignes mais ce n'est pas notre avis et, pour nous en convaincre, nous avons enregistré des photos de ce poste et de son environnement sur Google Maps dont voici le résultat :

Figure 4.2 - Photo du poste Sainte-Agathe et son environnement ²²



²² **GOOGLE MAPS**, Le poste Sainte-Agathe et son environnement,

<https://www.google.ca/maps/place/Sainte-Agathe-des-Monts,+QC/@46.0602506,-74.2743461,743m/data=!3m1!1e3!4m6!3m4!1s0x4ccf6b1803a957ef:0x687995188010f8ab!8m2!3d46.0485628!4d-74.281603>

On voit sur la vue détaillée de ce poste le pylône de la ligne d'alimentation en provenance du nord le second pylône de cette ligne d'arrivée est de l'autre côté de l'autoroute et il y a de la place pour doubler ceux-ci. Le pylône de départ est celui situé plus bas et cette ligne 1128-1356 suit l'autoroute sur une certaine distance comme on peut le voir dans la vue moyenne qui suit et ensuite traverse l'autoroute. Le corridor est assez large pour permettre de doubler cette ligne si requis.

Figure 4.3 - Poste Sainte-Agathe vue détaillée ²³



Images ©2016 Google, Données cartographiques ©2016 Google 20 m

²³ **GOOGLE MAPS**, Le poste Sainte-Agathe (vue détaillée),

<https://www.google.ca/maps/place/Sainte-Agathe-des-Monts,+QC/@46.0588462,-74.2774789,185m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x4ccf6f1803a957ef:0x687995188010f8a1!8m2!3d46.0485628!4d-74.281603>

Finalement nous avons parcouru sur Google Maps la ligne d'arrivée 1356-1357 à partir de la dérivation Saint-Donat. Nous constatons que, partout il serait facile de doubler celle-ci.

Il est donc tout à fait possible de conserver les lignes 1356-1357 tout en construisant une nouvelle ligne de Saint-Donat jusqu'à Sainte-Agathe.

Nous recommandons donc de boucler (segmenter) les lignes raccordées au poste Sainte-Agathe en notant qu'il est à fait possible de conserver les lignes 1356-1357 tout en construisant une nouvelle ligne de Saint-Donat jusqu'à Sainte-Agathe.

5

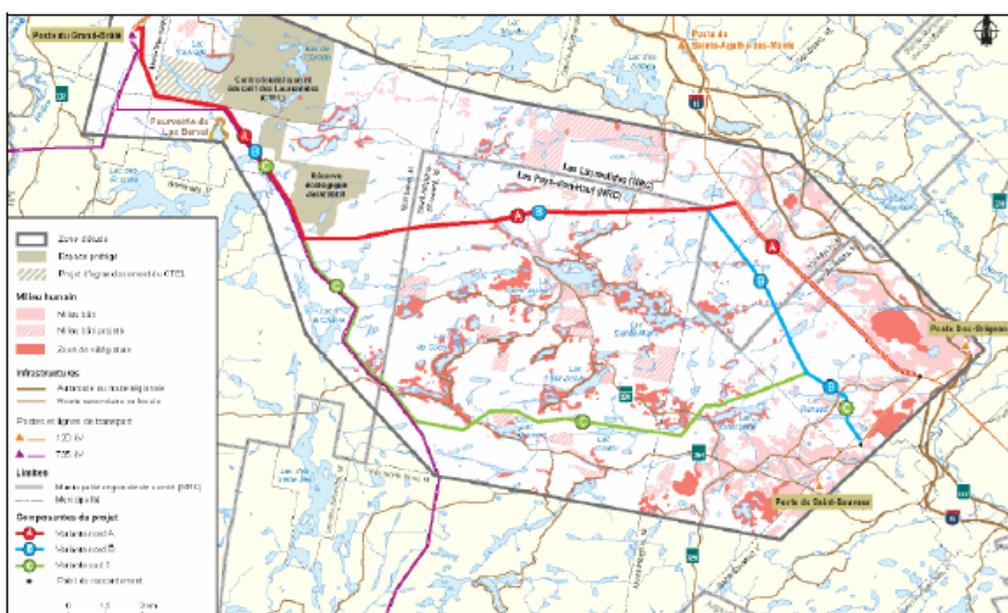
LES OPTIONS D'ALIMENTATION DES NOUVELLES CHARGES PAR LE NORD (DONT LA SOLUTION 1, LA SOLUTION C ET LA SOLUTION 3)

5.1 PRÉSENTATION DES TROIS SOLUTIONS POSSIBLES D'ALIMENTATION DES NOUVELLES CHARGES PAR LE NORD (LA SOLUTION 1, LA SOLUTION C ET LA SOLUTION 3)

Comme nous l'avons vu, la « *Solution 2* », consistant à alimenter les nouvelles charges par le sud, via les postes Chénier (735 kV) puis Lafontaine (315 kV), n'a jamais été véritablement considérée par quiconque. Elle a été immédiatement rejetée dès 2013 par tous et n'a jamais fait l'objet des options sur lesquelles ont porté les consultations régionales. Dans ce contexte, il est même surprenant qu'Hydro-Québec TransÉnergie ait jugé que cette Solution méritait la moindre mention au présent dossier.

Les options discutées lors des consultations régionales visaient toutes à déterminer la meilleure option qui permettra d'alimenter les nouvelles charges par le nord, à savoir une nouvelle ligne à 120 kV à partir du poste 735 kV de Grand-Brûlé, vers les nouvelles charges. Les options examinées lors des consultations publiques sont :

- La « Solution 1 », laquelle constitue une variation des « Variantes A et B » passant par le cœur de la Municipalité de Saint-Adolphe-d'Howard, présentées lors des consultations.
- La « Variante C », ou Variante Sud (en vert sur la carte ci-après). Il s'agit d'une ligne de 120 kV de même longueur que la Solution 1 (43 km), mais évitant le cœur de la Municipalité de Saint-Adolphe-d'Howard. Les premiers 15,6 km de cette ligne, en effet, longeraient dans le sens Nord-Sud la ligne à 735 kV du Poste Grand- Brûlé jusqu'à une dérivation, puis les 27,4 km suivants suivraient un tracé Ouest-Est de la dérivation jusqu'au poste Saint-Sauveur. Il s'agirait, selon Hydro-Québec elle-même, de la variante présentant la plus courte distance de « traversées d'unités de paysage de résistance forte » et la plus courte distance de « traversées de sommets protégés ». ²⁵



25

HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Ligne à 120 kV du Grand-Brûlé à Saint-Sauveur. Information-Consultation. Portes ouvertes. Variantes de tracé proposées, Mars 2013, Extrait, Pages 1, 12, 13. Déposé sous : **SÉ-AQLPA**, Dossier R-3960-2016, Pièce C-SÉ-AQLPA-0022, SÉ-AQLPA-4, Doc. 1.

Pièce SÉ-AQLPA-1, Doc. 3

Rapport sur la demande d'autorisation d'une nouvelle ligne Grand-Brûlé dérivation Saint-Sauveur
Jean-Claude Deslauriers, Consultant

Déposé par :

Stratégies Énergétiques – Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (SÉ-AQLPA)

- La proposition de la Municipalité de Saint-Adolphe-d'Howard de 2015 évitant le cœur de cette Municipalité et passant le long des corridors déjà existants dans la MRC des Laurentides. Cette proposition municipale, sous une forme modifiée, est devenue la « *Solution 3* » d'Hydro-Québec TransÉnergie au présent dossier.

5.2 LA COMPARAISON DES SOLUTIONS 1 ET 3

Dans les sections précédentes nous avons essayé de quantifier les avantages techniques du bouclage dans les postes, ce qui pourrait éviter la construction de supers lignes ou de lignes à répétition. Nous avons montré que dans une structure radiale le facteur N-1 impose de construire des supers lignes qui soient capable d'alimenter deux ou trois postes en dérivation.

La solution 1 d'Hydro-Québec TransÉnergie propose une super ligne double terne avec double conducteur qui sera connectée en simple dérivation au poste Doc Grignon et Saint-Sauveur et qui pourra alimenter le futur poste Chersey toujours en simple dérivation. À compter de 2031 cette même super ligne sera aussi connectée au poste Sainte-Agathe avec l'ajout d'un seul disjoncteur parce que les deux lignes existantes no 1356 et 1357 seront en dépassement de capacité.

Il vaut la peine de reprendre une à une les informations fournies par le Transporteur dans la séquence des investissements et des réinvestissements pour les deux solutions proposée sur un horizon de long terme jusqu'en 2058.

Le bouclage au poste Sainte-Agathe est au cœur de la comparaison technique et nous allons l'examiner attentivement. D'abord, dans la solution 3 dès 2018, le Transporteur nous confirme que le bouclage avec 6 disjoncteurs est requis parce que les deux nouvelles lignes, malgré leur capacité, ne seraient plus capables d'alimenter les postes Sainte-Agathe, Doc Grignon et Saint-Sauveur en dérivation (dont les charges en 2017 sont trop grandes dans la condition N-1). En effet, si l'on conserve l'alimentation en dérivation, dans la condition N-1 la perte d'une ligne qui va de Grand-Brûlé jusqu'à Saint-Sauveur entraîne une chute de tension trop importante; il faut donc boucler Sainte-Agathe dès 2018. En pratique, dans ce scénario, on n'a pas rajouté de ligne mais on a simplement renforcé les lignes 1356 et 1357 et ce n'est pas suffisant.

Dans la solution 1 par contre, l'on rajoute une ligne double terne jusqu'à la dérivation Saint-Sauveur ce qui fait que dorénavant, près de Sainte-Agathe, il y aurait 4 lignes disponibles pour alimenter les Basses-Laurentides. Lorsque le poste Sainte-Agathe devient à risque en 2031 selon cette Solution 1, l'on raccorderait la portion de ligne 1356 ou 1128 qui n'a pas été démantelée avec un seul disjoncteur au poste Sainte-Agathe et on y ferait un bouclage. On aurait alors 3 lignes raccordées à Sainte-Agathe et le poste de Sainte-Agathe serait ainsi sécurisé jusqu'en 2046 (année où l'on raccorderait la seconde ligne non démantelée avec 6 disjoncteurs).

Cette solution 1 est donc plus robuste que la solution 3 telle que celle-ci est proposée par le Transporteur. La solution 3 (selon sa version HQT) souffre en effet grandement du fait qu'il n'y aurait toujours que 2 lignes pour alimenter Sainte-Agathe et qu'il faudrait compenser par un banc de condensateur et par un poste de sectionnement, ce qui est dispendieux.

5.2.1 La meilleure solution du point de vue technique

La meilleure solution sur le plan technique consiste à modifier la Solution 3 (version HQT) de manière à conserver les lignes 1356-1357 jusqu'à Sainte-Agathe et à construire une nouvelle ligne double terne dans le même corridor de Saint-Donat jusqu'à Sainte Agathe en bouclant les lignes à Sainte-Agathe. Nous avons vu à la section 4.2 du présent rapport que cela est tout à fait possible.

En additionnant les besoins du poste Sainte-Agathe aux besoins des basses Laurentides sur l'horizon de 2058 on trouve le résultat montré au tableau 5.1 suivant :

Tableau 5.1 - Charges des Basses Laurentides avec Sainte-Agathe (MW)

POSTE	2017	2038	2058
Sainte-Agathe	129	163	210
Saint Sauveur	134	172	218
Doc Grignon	120	154	195
Chertsey	70	89	114
s.total	453	578	737

Si l'on veut amener une seconde ligne double terne jusqu'à Sainte-Agathe, il faut privilégier une petite ligne pour économiser sur l'emprise existante et ainsi diminuer l'impact environnemental.

La question se pose alors : quel est le calibre du conducteur le plus petit pourrait satisfaire ces exigences ?

Lors de nos travaux pour la Municipalité Saint-Adolphe d'Howard nous avons produit un tableau de la capacité des lignes normales d'Hydro-Québec, tableau qui a été déposé à Hydro-Québec et qui a subséquemment été corrigé par Monsieur Dagenais. Nous reprenons ci-après notre tableau original dont les valeurs de capacité sont inférieures à celles du tableau corrigé par Monsieur Dagenais parce que les températures de design des lignes sont différentes (et que le tableau corrigé de Monsieur Dagenais n'a pas été déposé en preuve malgré la demande de renseignements SE-AQLPA-1.9b cet égard).

Tableau 5.2 - Caractéristiques et capacité des lignes de transport (MW)

caractéristiques	R	X	Z	Capacité thermique en MW à -20 C ambiant et T du conducteur 75 C selon la tension				
				69kV	120kV	161kV	315kV	735kV
ACSR MCM	ohms	ohms	ohms					
1 x 504	0,187	0,42	0,46	133	231	310	606	1414
1 x 795	0,13	0,4	0,42	154	268	359	703	1640
1 x 1033	0,1	0,38	0,39	192	335	449	878	2050
1 x 1354	0,08	0,38	0,39	241	418	561	1098	2562
2 x BERSFORT 1354 MCM	0,04	0,35	0,35	481	837	1122	2196	5124
4 x 1354 MCM	0,02	0,32	0,32	962	1673	2245	4392	10248

Suivant le tableau des charges no. 5.1, il faut en 2058 être capable d'alimenter 737 MW dans la condition N-1. Puisque les lignes existantes 1356-1357 ont une capacité chacune de 230 MW, il faudrait donc choisir un conducteur comme le 1033 MCM, ce qui donnerait une capacité totale de 2 x 230 + 1 x 335 soit 795 MW pour le tronçon allant de Grand-Brûlé à Sainte-Agathe.

Notre conclusion est donc qu'en 2058, l'on n'aurait pas besoins de construire de nouvelles lignes de Grand-Brûlé à Sainte-Agathe (ce que HQT propose pour 2058 tant dans la Solution 1 que la Solution 3), si au lieu de démanteler les lignes 1356-1357 on ajoutait une ligne double terre de 1033 MCM en parallèle jusqu'à Sainte-Agathe avec bouclage.

Au delà de 2058, l'on pourrait se limiter à changer le conducteur des lignes 1356-1357 pour un plus gros calibre, assurant ainsi qu'on n'aurait pas besoins de nouvelle ligne bien après 2058.

En ce qui concerne le tronçon Sainte-Agathe-Dérivation Saint-Sauveur, pour sécuriser cette section en condition N-1, l'on aurait besoins d'une ligne double terme avec un seul conducteur et non pas avec deux conducteur si et seulement si on fait un bouclage de 4 lignes à Sainte-Agathe.

Nous avons montré que sur le plan technique la solution 1 est plus robuste que la solution 3 telle que cette dernière a été présentée par HQT dans la preuve. Mais la Solution 1 ne constitue pas une solution optimale du point de vue technique; c'est plutôt la variation énoncée ci-dessus de la Solution 3 qui constituerait la solution optimale. En plus de ne pas être optimale, la solution 1 présente des risques importants de fiabilité, parce que tout défaut entre Grand-Brûlé et Chertsey sur une des lignes oblige le déclenchement de total de celle-ci puisqu'il n'y a pas de segmentation. De plus une ligne avec plusieurs postes en dérivation est très difficile à protéger adéquatement comme montré à la section 5.2.2.

5.2.2 Le manque de fiabilité de la Solution1, résultant du grand nombre de postes en dérivation

Nous voulions, par nos demandes de renseignement au Transporteur SÉ-AQLPA-1.21a, 1.21b et 1.21c ²⁶, obtenir les impédances de ligne et les longueurs exactes parce qu'à notre point de vue la multiplication des postes en dérivation créent des lignes longues non segmentées qui sont difficiles à protéger et dont l'indice de continuité de service est généralement moins bon comme on peut le voir ci-après.

Selon ce que nous dit le Transporteur, la future ligne alimentera éventuellement 4 postes en dérivation, d'abord trois à partir de 2019 et 4 à partir de 2031 avec le raccordement au poste Sainte-Agathe

Cette nouvelle ligne permettra d'alimenter de façon fiable le nouveau poste de Saint-Jérôme par la ligne 1127-1128 à partir du poste Lafontaine ainsi que les postes de Saint-Sauveur, Doc-Grignon et le futur poste de Chertsey à partir du poste du Grand-Brûlé dans le respect des critères de planification du Transporteur. ²⁷

Selon cette référence le futur poste Chertsey sera normalement alimenté par la nouvelle ligne 120 kV en provenance de Grand-Brûlé. Cette situation est problématique parce que ce raccordement constituera un 4^e poste en dérivation sur cette ligne et que ce poste sera très éloigné de la source, dans une telle configuration, il est extrêmement difficile de protéger adéquatement les lignes par des relais de distance ou d'impédance qui sont normalement utilisés pour ce type de lignes.

Les nouvelles protections numériques permettent des représentations complexes de l'impédance des lignes qui facilitent des ajustements adéquats de la calibration des relais cependant la littérature technique nous indique ce n'est pas facile sans avoir des liens de communication entre les différents points de dérivation sur cette ligne. Il ne semble pas que des moyens sophistiqués de communication pour assurer de la téléprotection ou de la télécommande aient été pris en compte dans ce projet. Cet élément pourrait éventuellement affecter les coûts de ce projet.

²⁶ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3960-2015, Pièce B-0054, HQT-2, Document 3 Révisé, page 36, lignes 11-25.

²⁷ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3960-2015, Pièce B-00052, HQT-1, Document 1, page 13, lignes 14-17.

Voyons d'abord quelques références pour illustrer la complexité de protéger adéquatement un réseau avec plusieurs postes en dérivation comme celui proposé par le Transporteur. Ensuite nous ferons quelques calculs approximatifs pour adapter notre propos à la situation de la ligne Saint Adolphe d'Hayward dérivation Saint-Agathe et faute d'avoir des valeurs exactes nous allons faire des estimations raisonnables basées sur la littérature scientifique.

La littérature reconnaît que de nombreux postes en dérivation présente un risque et qu'il est difficile de protéger adéquatement ces lignes. Voici 3 références à ce sujet:

Référence no-1 :

Rohan PERERA (Hydro One Networks, Inc.), Bogdan KASZTENNY (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.), *Application Considerations When Protecting Lines With Tapped and In-Line Transformers :*

Abstract—Transmission power lines can feed distribution networks or either serve loads or interconnect generation directly via tapped transformers. In some utilities, as many as three to five taps may be used on some lines. As a part of the bulk electric system, tapped transmission lines must be protected with instantaneous fault-clearing times and proper selectivity and sensitivity.

This paper reviews various approaches to protecting tapped lines, including pilot protection schemes with distance and zero and negative-sequence directional elements, time-overcurrent elements, line current differential schemes, and stepped distance backup.

In addition, this paper discusses protection applications for in-line transformers where a transmission line terminates on a transformer and a single protection zone includes both the line and the transformer.

*Overreaching distance Zone 2 (Z2) elements used in directional comparison (DC) schemes must overreach the farthest line terminal for dependability, but for security, they must not respond to faults on the low-voltage side of the tapped transformers. This reach coordination may become difficult or impossible when the tap is located close to one of the main terminals on a long line. In such cases, **a blocking signal is required from the tap to ensure the security of the line protection scheme.**²⁸*

28

Rohan PERERA (Hydro One Networks, Inc.), Bogdan KASZTENNY (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.), *Application Considerations When Protecting Lines With Tapped and In-Line Transformers,* https://cdn.sainc.com/assets/Literature/Publications/Technical%20Papers/6575_ApplicationConsiderations_BK_20140210_Web.pdf.

Référence no.2 :

NORTH AMERICAN ELECTRIC RELIABILITY COUNCIL (NARUC), *The Complexity of Protecting Three-Terminal Transmission Lines*, page 3.

The protection challenges presented by three-terminal lines include the following:

- *Transmission line relay loadability*
- *Sequential clearing for transmission line faults*
- *Compromises in the ability of the protection to detect faults*
- *Compromises in relay coordination between the three-terminal line protection and the protection on adjacent facilities*
- *Increased complexity of associated communications system*
- *Increased susceptibility to false tripping for heavy transient loading conditions and stable power swings.*²⁹

Référence no.3 :

Roy MOXLEY (SIEMENS USA), Oliver LIPPERT (SIEMENS GERMANY), *Multi-Terminal Line Differential Protection*, Page 7-8, Conclusions.

*Connection of multiple terminals to a transmission line need not compromise the overall integrity of a transmission system. Taking into account overall exposure of each tap, the benefit of adding connections to a line may exceed the added trips. Up to six terminal lines may now be protected with 1 – 1.5 cycle operating times. **Modern digital communications options provide flexibility for optimizing the communications with the terminal conditions.** .Communication failures are mitigated using “loop” to “chain” failback for overall protection reliability. Reliable protection schemes can reduce costs for distributed generation, providing for more options in the overall mix of power sources. Mixed communications, different terminal arrangements, and accommodation of communication failure provides protection engineers with necessary options to improve overall system operation.*³⁰

²⁹ **NORTH AMERICAN ELECTRIC RELIABILITY COUNCIL (NARUC)**, *The Complexity of Protecting Three-Terminal Transmission Lines*, <http://www.nerc.com/conm/PC/System%20Protection%20and%20Control%20Subcommittee%20SPCS%20DL/SPCTF-3TerminalLines091906.pdf> , page 3.

³⁰ **Roy MOXLEY (SIEMENS USA), Oliver LIPPERT (SIEMENS GERMANY)**, *Multi-Terminal Line Differential Protection*, <https://w3.usa.siemens.com/smartgrid/us/en/transmission-grid/products/protection-relays/Documents/Multi-Terminal%20Line%20Diff%20Protection%20-%20Moxley-Lippert.pdf> , Page 7-8, Conclusions.

La ligne avec ses 4 postes en dérivation aura au total 70 km de long jusqu'au poste Chertsey. Selon le tableau 5.2 l'impédance de séquence directe sera de l'ordre de 25 ohms et celle de séquence homopolaire sera de approximativement 75 ohms.

Le poste Sainte-Agathe en phase ultime aura 4 transformateurs pour une capacité totale de 200 MVA. L'impédance de ces transformateurs sera approximativement de 45 ohms.

Les protections de distance qui protège ce type de ligne ont habituellement 3 gradins. Un premier gradin couvre 80 % de la ligne et déclenche instantanément, un second gradin couvre 120 % de la ligne et déclenche après 30 cycles et un troisième gradin couvre 150 % de la ligne et déclenche en 45 cycles. D'une part il y a donc des risques que la protection de distance de terre voit les défauts au secondaire des transformateurs au poste Sainte-Agathe et la répartition des courants de terre pourrait rendre la protection de terre inefficace contre certains défauts à la terre. Cette difficulté (et le risque associé) est écartée par la segmentation d'une ligne longue lorsqu'il y a bouclage dans un poste intermédiaire comme nous le suggérons en bouclant au poste Sainte-Agathe avec 4 lignes en provenance de Grand-Brulé.

5.2.3 La surévaluation du coût des disjoncteurs (surévaluation affectant surtout le coût de la Solution 3)

Les coûts des solutions proposées dans la preuve sont montrés dans divers documents. D'abord on trouve le résultat final au tableau 5³¹ de la preuve principale B-0052 de HQT et les résultats détaillés dans l'analyse économique de l'annexe 4³² de cette preuve, de plus on trouve des coûts par élément dans le document Analyse économique signé par Monsieur André Dagenais³³.

Au poste Sainte-Agathe il y a déjà 3 disjoncteurs de sorte qu'il est assez surprenant de constater que le Transporteur affiche dans la solution 3 en 2018 pour une barre avec six disjoncteurs un coût de 11 M\$ dans le rapport B-0038/B-0039 de Monsieur Dagenais en page 5

Nouvelle barre de six disj. à 120 kV à Ste-Agathe 11,0 M\$2015 = 11,0 M\$2015

Seuls 3 disjoncteurs supplémentaires seraient plutôt requis pour atteindre le total de 6, et non pas 6 supplémentaires.

³¹ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE, R-3960-2015, Pièce B-00052, HQT-1, Document 1, page 12

³² HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE, R-3960-2016-B-0006, HQT-1, Document 1, Annexe 4 Page 4.

³³ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE, R-3960-2016-B-0039, HQT-1, Document 3.1, page 3 et page 5.

5.2.4 La surévaluation du coût d'acquisition des propriétés selon le Scénario 3

Au Rapport Dagenais B-0038/B-0039, en page 5, on prévoit un coût de 8,4 M\$ pour l'acquisition ou le déplacement de propriété.

Frais liés à l'acquisition et/ou aux déplacements de bâtiments principaux et accessoires situés dans ou aux abords de la nouvelle emprise GB-dér. SD :
8429 k\$2015 = **8,4 M\$2015**

Ce montant nous paraît excessif et malgré les demandes de renseignements que nous avons formulées à ce sujet, nous n'avons pas réussi à identifier les bâtiments en questions. En effet en parcourant la ligne actuelle 1356-1357 nous n'avons trouvé qu'un seul endroit sur Google Maps susceptible de créer des difficultés, à Saint-Faustin-Lac Carré.³⁴

C'est notre avis qu'il est possible de trouver un parcours acceptable pour moins que 8,4 M\$ avec un peu de bonne volonté.

En réponse à la demande de renseignement, SE-AQLPA 1.20, Hydro-Québec TransÉnergie répond ce qui suit :

DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS S.É.-AQLPA-1.20a

Dans la solution 3, veuillez préciser le nombre et la localisation des résidences susceptibles d'être démolies entre le poste Grand-Brûlé et l'intersection Ouimet c'est à dire le point de séparation des lignes 1356-1357 et des lignes 1525-1526 vers les poste Ouimet et Mont Tremblant.

R Voir la réponse à la question 1.1 de la Régie à la pièce HQT-2, Document 1.1.

DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS S.É.-AQLPA-1.20a

Dans la solution 3, veuillez préciser le nombre et la localisation des résidences susceptibles d'être démolies entre l'intersection Ouimet et la dérivation Saint-Donat.

R1.20b

*Voir la réponse à la question 1.1 de la Régie à la pièce HQT-2, Document 1.1.*³⁵

34

<https://www.google.ca/maps/place/Rue+du+Souvenir,+Saint-Faustin-Lac-Carré/C3%A9+QC+J0T+1J3/@46.1213181,-74.4803774,17z/data=!4m2!3m1!1s0x4ccf72525cac70c0x60ac98d198f52cb6>

35

HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3960-2016, Pièce B-0054, HQT-2, Doc, 3, Réponses à la DDR-de SE-AQLPA, page 35.

Or la demande 1.1 de la Régie est celle-ci :

Demande 1.1

Veillez préciser la nature des impacts auxquels le Transporteur se réfère, lorsqu'il mentionne avoir retenu un tracé de « moindre impact ».

Le Transporteur a répondu par une description très élaborée de tout ce qu'il a fait pour minimiser les impacts mais il ne répond pas à la demande de SE-AQLPA.

Cependant à la demande 1.2 de la Régie on trouve la réponse suivante

R1.2

La nouvelle ligne à 120 kV de la solution 3 (Grand-Brûlé – dérivation Saint-Donat) engendrerait davantage d'impacts sur les plans social, environnemental et paysager.

*Sur le plan social, l'implantation de la nouvelle ligne de la solution 3, étant située soit au nord, soit au sud de l'emprise de la ligne existante du Grand-32 Brûlé - Sainte-Agathe, nécessiterait le déplacement, dès la sortie du poste du Grand-Brûlé, d'une douzaine de résidences tout au long du tracé, dans les secteurs de Mont-Tremblant (route 117 et 6e rang) et de Saint-Faustin-Lac-Carré (rue du Souvenir) (nos soulignés). Aucun déplacement n'est requis pour le tracé retenu de la solution 1.*³⁶

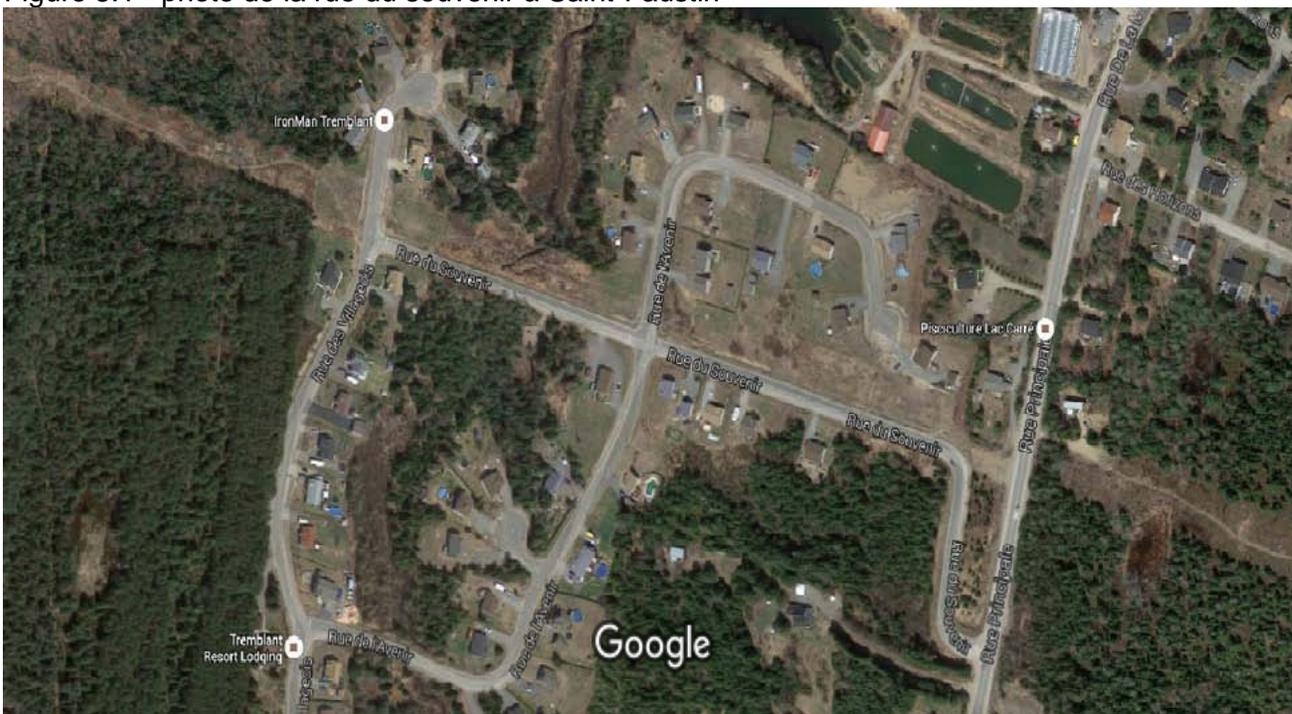
Nous présentons les photos Google Maps des deux endroits mentionnés dans la réponse 1.2 du Transporteur.

³⁶ HYDRO-QUÉBEC TRANSÉNERGIE (HQT), Dossier R-3960-2016, Pièce B-0053, HQT-2, Document 1.1 Révisé, page 3, lignes 11-13.

Régie de l'énergie - Dossier R-3960-2016
Investissements Grand-Brûlé-Saint-Sauveur d'Hydro-Québec TransÉnergie

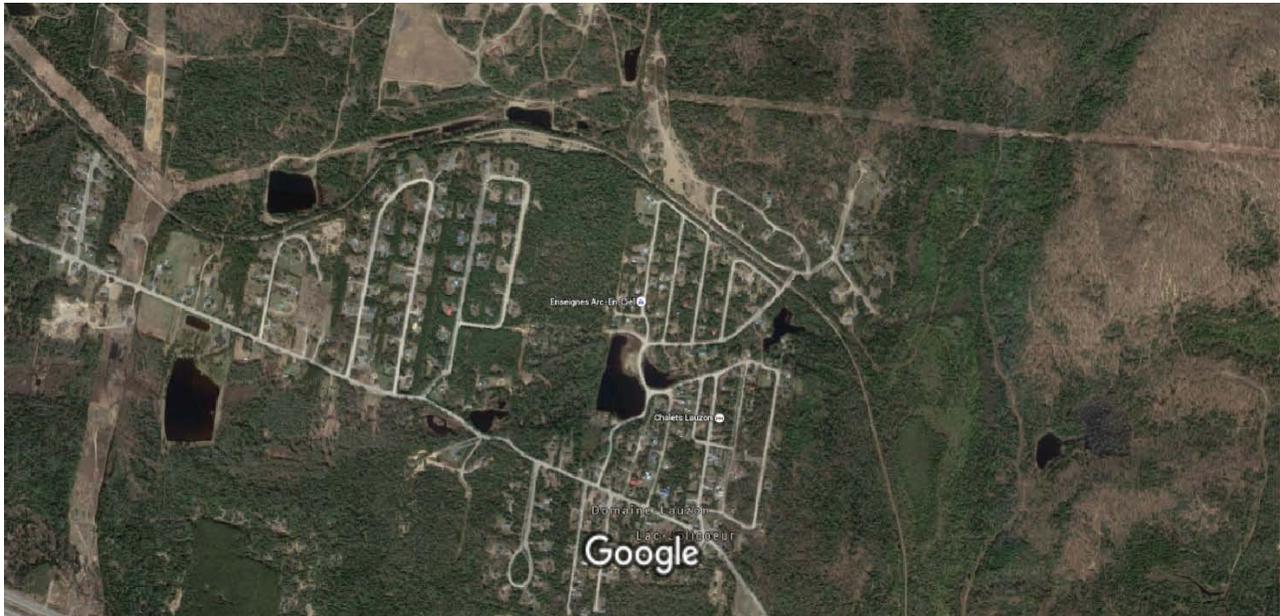
Dans la première photo 5.1 on voit la rue du Souvenir à Saint-Faustin et les maisons qui longent celle-ci. Si on veut absolument passer à cet endroit il y a effectivement 2 ou 3 maisons qui seraient à risque de devoir être démolies ou déplacées mais si on regarde plus attentivement avec un peu d'imagination il est possible de contourner la rue du Souvenir pour minimiser les inconvénients.

Figure 5.1 - photo de la rue du souvenir à Saint-Faustin



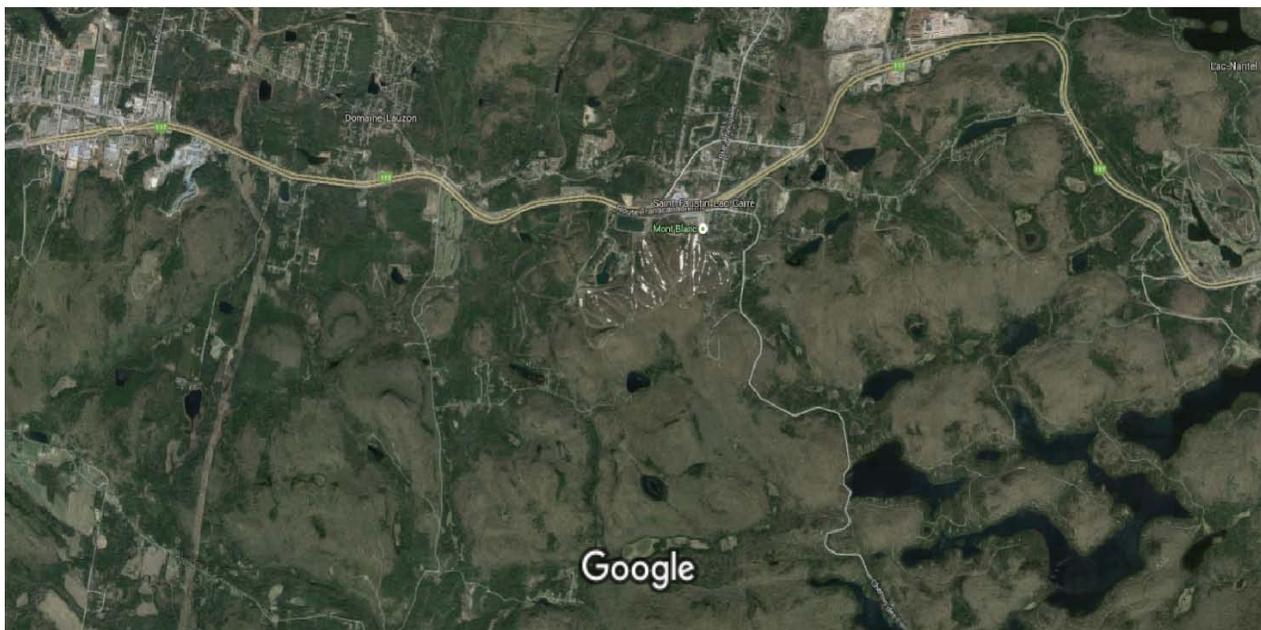
La figure 5.2 montre la photo de la section 6e Rang, Mont Tremblant et encore là le contournement est encore possible sans trop d'effort.

Figure 5.2 Photo de la section 6e Rang, Mont Tremblant



Nous avons aussi inclus une figure 5.3 qui montre toute la région englobant Saint-Faustin et Mont Tremblant et cette photo mérite une attention particulière parce qu'elle nous offre une solution avantageuse que nous décrivons plus loin.

Figure 5.3 - Photo de toute la région Saint-Faustin, Mont Tremblant



La photo de la figure 5.3 montre la région complète de Saint-Faustin et du 6e Rang de Mont Tremblant. On peut facilement remarquer sur la gauche le corridor des 3 lignes double terne allant vers le point Ouimet avec vers le nord le corridor vers Mont Tremblant, vers l'ouest le corridor vers le poste Ouimet et vers la droite un petit corridor étroit tout en haut de la photo qui se dirige vers saint-Donat. La figure 5.2 précise ce point de rencontre appelle point Ouimet.

On peut remarquer que le petit corridor tout en haut de la figure 5.3 traverse éventuellement la route 117 et se dirige ensuite vers le sud.

Il est évident que le Transporteur a le loisir de créer un corridor non habité au sud liant le petit corridor qui va vers Saint-Donat et le large corridor des trois lignes double terne qu'on voit à gauche.

Il est donc possible d'éviter les embûches des sections densément habités et d'économiser les coûts annoncés de 8,4 M\$.

Cette connexion au sud aurait aussi pour effet de raccourcir la ligne de quelques kilomètres donc de faire là des économies appréciables.

Le Transporteur présente donc des coûts excessifs, surtout dans la solution 3, et fait la preuve qu'il n'a pas du tout optimisé le tracé de la solution 3.

6

CONCLUSION

Les deux solutions 1 et 3 (version HQT) présentent toutes deux des faiblesses à long terme qui nécessiteront la construction de nouvelles lignes à l'horizon 2058. Mais à notre point de vue elles ne sont pas acceptables ni l'une ni l'autre. Le Transporteur peut faire mieux à un coût raisonnable.

La section de Grand Brulé vers Ste Agathe, avec la Solution 3 modifiée que nous proposons au présent rapport de ne pas démanteler les lignes 1356-1357 existante, ne nécessiterait qu'une ligne ordinaire avec un conducteur de 1033 MCM dont le coût de construction serait certainement raisonnable. Pour la section Ste Agathe-Dérivation St Sauveur, les conducteurs actuels sont insuffisants et les pylônes actuels peuvent être trop faibles pour le nouveau conducteur 1033 MCM ou 1354 MCM, mais un seul conducteur est suffisant.

RECOMMANDATION

Nous recommandons à la Régie de rejeter les deux solutions 1 et 3 (version HQT) parce qu'elles démantèlent des sections de ligne existantes et qu'elles présentent des faiblesses importantes à long terme.

Nous recommandons à la Régie de demander au Transporteur de lui soumettre une nouvelle proposition (Solution 3 modifiée) évitant le démantèlement des lignes 1356-1357, avec construction en parallèle avec celles-ci jusqu'à Sainte-Agathe et d'établir les coûts de ce scénario qui est beaucoup plus robuste.
