

Version caviardée**Annexe 8.1**

Rapport d'étude de planification, Mise à jour du plan de conversion du réseau à 49 kV de l'Estrie (entre les postes de St-Césaire et de Magog) Rédaction : 2022



Rapport d'étude de planification

Mise à jour du plan de conversion du réseau à 49 kV de l'Estrie

(entre les postes de St-Césaire et de Magog)

- **Besoin de renforcement préalable**
- **4 prochains nouveaux postes satellites**
(Bonsecours, Bolton, dans les secteurs de Lac-Brome et de Richmond)

Planification des réseaux régionaux Sud-Ouest (PRR-SO)

Étude : 2020-2021

Rédaction : 2022

Réalisé par :



Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte	1
1.1.1	Zone d'étude.....	1
1.1.2	Installations de transport concernées	2
1.1.3	Historique.....	3
1.1.4	Contexte	3
1.1.5	But et objectif.....	3
2	Évaluation de la problématique	4
2.1	Données utilisées et particularités	4
2.1.1	Prévision des charges considérée	4
2.1.2	Capacité hivernale de certains postes et lignes (particularité).....	4
2.1.3	Profil de tension (particularités)	4
2.2	Dépassement de capacité des lignes sources à 120 kV.....	5
2.3	Dépassement de capacité des postes à 49-25 kV.....	6
3	Évaluation des ressources alternatives comme solution	7
3.1	Dépassement de la ligne 1390 Cleveland / Waterloo	7
3.2	Dépassement des lignes à 120 kV alimentant le poste de Cleveland.....	8
3.3	Dépassement de poste et lignes dans l'axe Des Canton / Magog.....	9
3.4	Conclusion.....	10
4	Solutions	11
4.1	Sites d'implantation des futurs postes satellites	11
4.2	Renforcement préalable du réseau.....	12
4.2.1	Renforcement par l'Ouest (approche recommandée).....	13
4.2.1.1	Description	13
4.2.1.2	Capacités d'alimentation	14
4.2.1.3	En détails : contrainte et performance selon les étapes	15
4.2.1.4	Constats et recommandation.....	16
4.2.2	Renforcement par le centre (« boucle Nord » de Des-Canton vers Stukely)	17
4.2.2.1	Description	17
4.2.2.2	Capacités d'alimentation	18
4.2.2.3	Recommandation :	18
4.2.3	Renforcement par l'Est (axe actuel Des Cantons / Sherbrooke / Magog / Stukely)	19
4.2.3.1	Description	19
4.2.3.2	Capacités d'alimentation :	20
4.2.3.3	Recommandation :	20
4.3	Raccordement des futurs postes au réseau régional.....	21
4.3.1	Poste d'Adamsville (déjà réalisé).....	21
4.3.2	Futur poste de Bonsecours à (230)120-25 kV	21
4.3.3	Futur poste de Bolton à 120-25 kV	22
4.3.4	Futur poste à 120-25 kV dans le secteur de Lac Brome.....	22
4.3.5	Bolton et secteur de Lac Brome : alternatives de tracés.....	23
4.3.6	Futur poste à (230)120-25 kV dans le secteur de Richmond.....	24

5	Évolution du réseau et choix d'entreprise.....	25
6	Conclusion.....	26

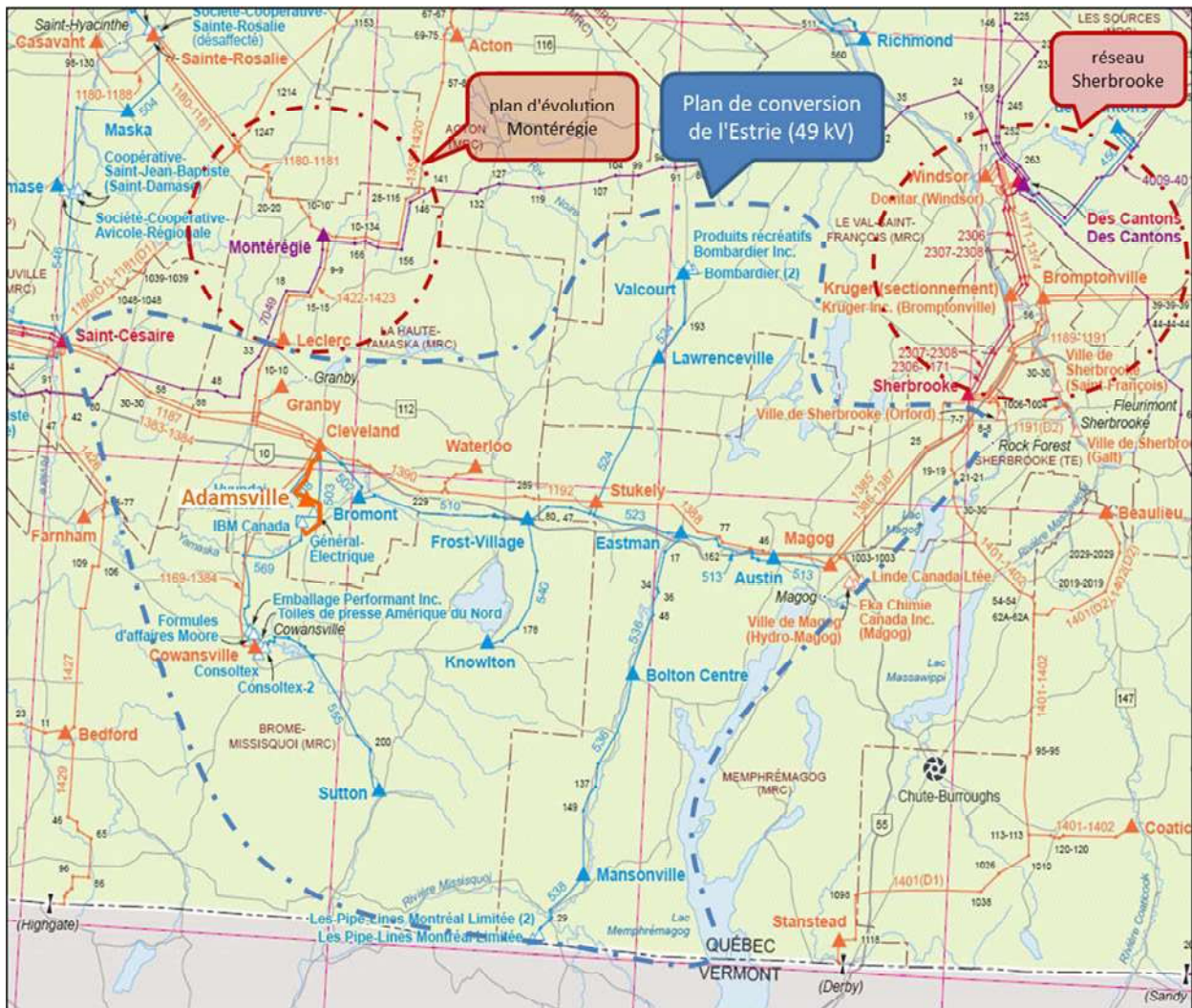
1 Introduction

1.1 Contexte

1.1.1 Zone d'étude

Le réseau à 49 kV dit de l'Estrie est géographiquement situé entre les postes de Saint-Césaire et de Magog (illustré en bleu dans la figure suivante) :

Figure 1 : zone d'étude



Son alimentation est assurée à l'Est par le réseau de Sherbrooke et à l'Ouest par le réseau de la Montréalie.

Ces deux réseaux avoisinants font également l'objet d'étude de planification pour solutionner leurs problématiques de capacité.

1.1.2 Installations de transport concernées

- **3 postes sources à 120-49 kV** : Stukely, Magog et Cowansville :
 - Les postes Magog et Cowansville sont dotés de 2 sections de transformation : l'une à 120-25 kV et l'autre à 120-49 kV. Seule leur section à 120-49 kV est concernée par le plan de conversion.
 - Historique : le poste de Cleveland, qui était à 120-49 kV, est devenu un poste de sectionnement à 120 kV dans le cadre du projet d'ajout du poste d'Adamsville (mis en service en 2016).
- **8 postes satellites à 49-25 kV** : Austin, Bolton-Centre, Eastman, Knowlton, Lawrenceville, Mansonville, Sutton et Valcourt.
 - En cours : un projet distinct de démantèlement du poste d'Austin..
 - Zone élargie : à cela pourrait s'ajouter un 9ième poste à 49-25 kV, celui de Richmond alimenté par un réseau adjacent.
- **9 lignes à 49 kV** : 513, 523, 524, 533, 536, 538, 540, 555 et 569.
 - Zone élargie : à cela pourrait s'ajouter 2 autres lignes à 49 kV du réseau adjacent qui alimentent le poste de Richmond, soit les lignes ~~525 et 528~~.
- **[REDACTED] à 49 kV :**



Cette étude se doit d'évaluer également la capacité des lignes à 120 kV des réseaux de Montérégie et de Sherbrooke, puisqu'ils alimentent les installations à 49 kV de l'Estrie.

Zone élargie : par soucis d'optimisation, cette étude considère aussi l'intégration d'un futur poste dans le secteur de Richmond. La justification de ce dernier relève cependant d'une étude de planification distincte qui traitera également des deux lignes à 49 kV 525 et 528 qui l'alimentent.

1.1.3 Historique

Ce réseau à 49 kV a fait l'objet de plusieurs études antérieures pour son remplacement, dont :

- 2011 (décembre) : un plan de conversion a permis la justification du 1^{er} de 5 nouveaux postes, soit le poste d'Adamsville à 120-25 kV mis en service en 2016 et situé au parc industriel de Bromont.
- 2015 (juin) : une étude a été réalisée par Hydro-Québec Équipement et services partagés (HQIÉSP), pour analyser les enjeux de faisabilité des prochaines interventions prévues au plan de conversion.
- 2017 (novembre)¹ : une mise à jour visant à clarifier les prochaines étapes prévues à moyen terme :
 - Pour le renforcement préalable de l'alimentation de ce réseau
 - Pour le raccordement de chacun des 2 prochains nouveaux postes de Bonsecours et de Bolton

1.1.4 Contexte

Apparition d'une problématique d'acceptabilité sociale :

- 2019 : pendant l'avant-projet du prochain nouveau poste de Bonsecours, une problématique d'acceptabilité sociale entraîne la création d'un comité HQ-citoyens concernant le renforcement préalable de la ligne 1390 reliant les postes de Cleveland et de Waterloo (sur 12 km), plus particulièrement pour un court tronçon d'environ 1 km.
- En 2020 (juin) : acceptation d'une révision de recommandation pour l'avant-projet du poste de Bonsecours, découlant de l'augmentation des coûts et délais engendrés par le comité HQ-citoyens.

Création de deux comités :

- En 2020 (novembre) : compte-tenu des enjeux persistants d'acceptabilité sociale, une nouvelle structure de gestion pour la « modernisation du réseau de l'Estrie » a été mise sur pied, un comité communément nommé par la suite « Étude préliminaire Estrie ». Aussi, d'autres tables de travail ont été lancées pour se doter d'outils supplémentaires favorisant l'acceptabilité sociale des projets.
- En 2021 : un « comité des sages » a été mis sur pied pour évaluer différents moyens de mitigation qui aideraient à faciliter l'acceptabilité sociale des projets de lignes (dont pour l'Estrie). Ce comité sollicite l'expertise de plusieurs pour évaluer et requestionner les critères de conception des lignes.

Les résultats de la présente étude de planification s'inscrivent comme intrants aux 2 comités ci-dessus.

1.1.5 But et objectif

Le but : reconfirmer les besoins d'accroissement de capacité de ce réseau (mise à jour).

L'objectif : servir d'aide à la décision pour :

- Le choix du renforcement préalable de ce réseau et,
- Les choix des raccordements des futurs postes.

Il est à noter que les premiers choix influenceront les choix subséquents.

¹ Révision B datée du 21 novembre 2017

2 Évaluation de la problématique

2.1 Données utilisées et particularités

2.1.1 Prévision des charges considérée

La prévision des charges émise par le Distributeur datant de septembre 2020 a été considérée, soit les données les plus récentes au moment de débiter la présente étude. Cependant :

- Poste Bonsecours : tous les transferts liés au projet ont été annulés (projet « en pause »).
- Poste d'Adamsville : ajout d'une charge imprévue de près de ■■■ MW (confirmée par HQD).
- Par rapport à l'étude de 2017 : outre une croissance réelle pouvant être différente de ce qui était alors prévu, certains écarts dans les résultats pourraient s'expliquer par un changement de pratique, soit la considération de la pleine puissance disponible des clients municipaux (notamment le client Ville de Sherbrooke), plutôt que leur prévision pour leur(s) poste(s) satellite(s).

2.1.2 Capacité hivernale de certains postes et lignes (particularité)

Certains postes à 49-25 kV de ce réseau (environ la moitié) sont dotés d'un seul groupe de transformateurs monophasés (3+1), soit l'équivalent d'un seul transformateur triphasé.

Advenant une panne, ces postes nécessitent une intervention impliquant un délai de plusieurs heures avant le rétablissement de l'alimentation des charges à 25 kV. En hiver, ce délai cause une reprise en charge froide (RCF). Certains postes et lignes de cette zone d'étude ont les particularités suivantes :

- Pour les postes dotés d'un seul groupe de transformateurs monophasés, la Capacité Limite de Transformation (CLT) est malgré tout considérée égale à la capacité installée et celle-ci doit être réajustée à la baisse pour tenir compte du phénomène de la Reprise en Charge Froide (RCF).
- Ce réseau est doté de lignes monoternes radiales, qui doivent également être en mesure de réalimenter la charge dans un contexte de Reprise en Charge Froide (RCF).

2.1.3 Profil de tension (particularités)

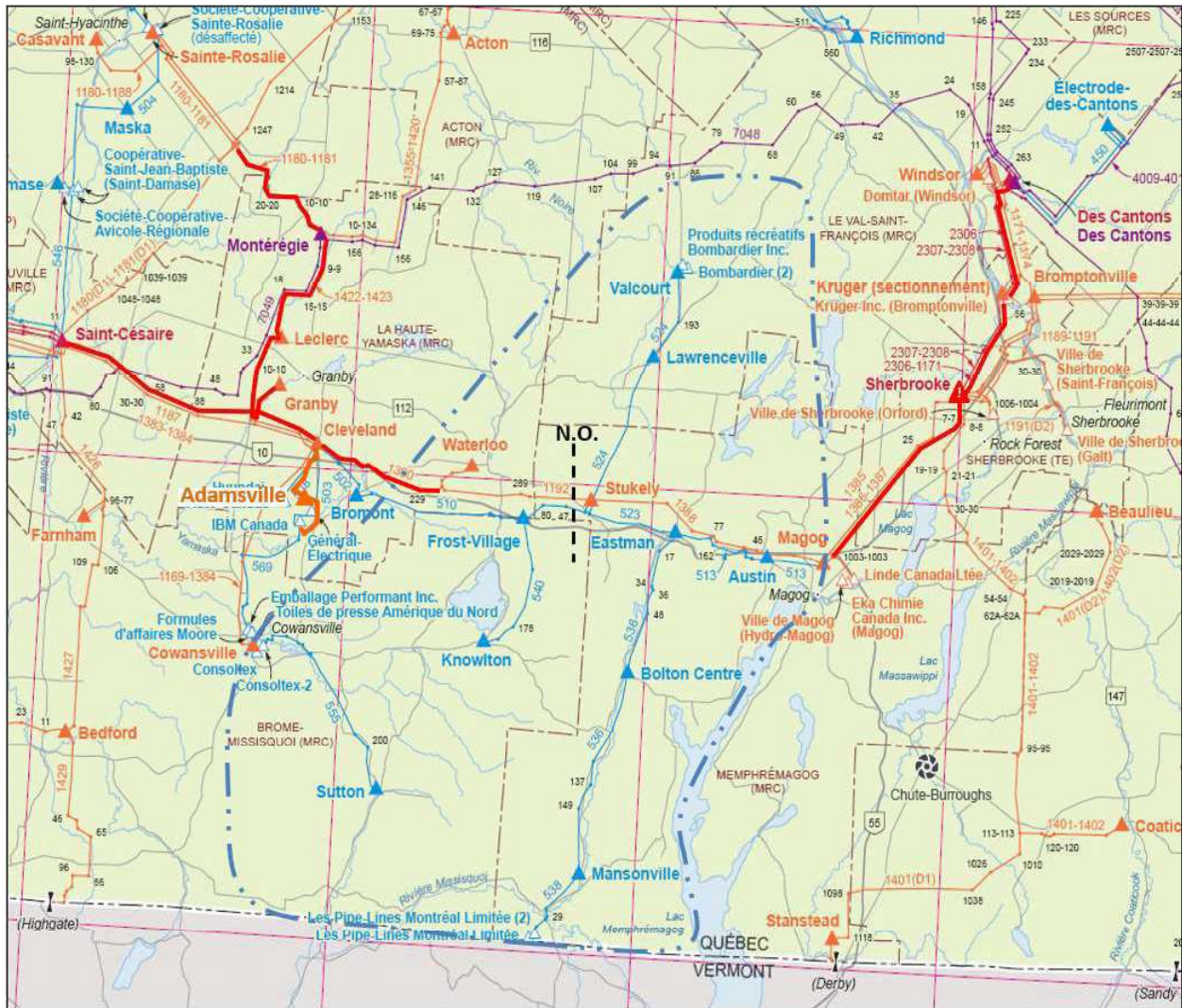
Selon les critères en vigueur, les tensions du réseau sont jugées acceptables si elles se tiennent à l'intérieur des limites suivantes : $\pm 10\%$ et $\pm 6\%$ à 49.2 kV (particularité à 49.2 kV).

Le profil de tension de ce réseau est problématique. La compensation réactive à la régulation de tension des transformateurs est utilisée aux postes sources à 120-49 kV. Cette compensation réactive équivaut à augmenter automatiquement la consigne de régulation des transformateurs en fonction du courant qui y circule. Ajustée trop faible, cette compensation risque d'être insuffisante pour éviter une tension trop basse en extrémité de ligne. Ajustée trop forte, à forte charge cette compensation risque de créer une tension trop élevée à la barre 49 kV de ces postes sources.

2.2 Dépassement de capacité des lignes sources à 120 kV

Le réseau à 49 kV concerné (entouré en bleu) est situé géographiquement et alimenté par deux réseaux à 120 kV ayant atteint ou dépassé leur capacité maximale (en contingence) :

Figure 2 : lignes 120 kV en dépassement



- Par l'Ouest, les lignes suivantes sont en dépassement de capacité en contingence :
 - Ligne monoterne 1390 Cleveland / Waterloo (section en bois sur 12 km)
 - Ligne monoterne 1187 St-Césaire / Cleveland (la 1^{ère} ligne en dépassement de capacité)
 - Ligne monoterne 1336 Granby / Leclerc
 - Ligne biterne 1422//1423 Montérégie / Leclerc
 - Ligne biterne 1180//1181 sur 11 km à partir du poste Montérégie
- Par l'Est, les lignes et postes suivants atteignent ou dépasse leur capacité maximale en contingence :
 - Corridor des 3 circuits à 230 kV Des Cantons / Sherbrooke
 - Poste Sherbrooke : capacité des 3 transformateurs à 230-120 kV
 - Corridor des 3 circuits à 120 kV Sherbrooke / Magog

2.3 Dépassement de capacité des postes à 49-25 kV

La figure suivante illustre la prévision des charges du Distributeur (réf. : 2021) pour la pointe hivernale, comparée à la capacité limite de transformation (CLT) et ce, pour chacun des postes à 49-25 kV.

Les noms des futurs postes correspondants sont indiqués à droite du tableau.

Figure 3 : postes 49 kV en dépassement

Poste	CLT [MVA]	historique		prévisions												
		2019 / 2020	2020 / 2021	2021 / 2022	2023 / 2024	2025 / 2026	2027 / 2028	2029 / 2030	2031 / 2032	2033 / 2034	2035 / 2036	2037 / 2038	2039 / 2040	2041 / 2042	2043 / 2044	2045 / 2046
Bromont *	26,7	Remplacés par le nouveau poste d'Adamsville MES en 2016														
Cleveland *	13,3	Remplacés par le nouveau poste d'Adamsville MES en 2016														
Austin		[Redacted]														
Lawrenceville	18,0	18,0	18,1	18,3	18,6	19,0	19,3	19,5	19,8	20,1	20,7	21,3	21,8	22,3	22,7	23,0
Valcourt *	13,0	11,6	11,8	11,9	12,2	12,5	12,7	13,0	13,3	13,7	14,2	14,7	15,2	15,6	16,0	16,1
Eastman		[Redacted]														
Bolton-Centre *		[Redacted]														
Mansonville *		[Redacted]														
Knowlton		[Redacted]														
Sutton *		[Redacted]														

Adamsville
MES 2016 ✓

Bonsecours
(futur)

Bolton
(futur)

Lac Brome
(futur)

Source : prévision des charges hivernales du Distributeur (2021)

> 100 %	[Red]
> 95 %	[Yellow]
< 95 %	[Green]

* postes vulnérables : 1 seul transformateur (ou 3 transformateurs monophasés)

Il est à noter :

- Vulnérabilité : la moitié de ces postes n'est dotée que d'un seul transformateur (ou l'équivalent avec trois transformateurs monophasés). Advenant une panne, le délai de rétablissement est de plusieurs heures puisqu'une intervention sur place est nécessaire pour rétablir l'alimentation. En hiver, une fois la charges à alimenter refroidie (donc plus élevée qu'avant la panne), il pourrait être nécessaire d'effectuer du délestage cyclique ;
- Concernant le poste Mansonville : [Redacted];
- Concernant les postes Bolton-Centre et Knowlton : [Redacted];
- Concernant les postes Mansonville et Valcourt : ces postes sont particulièrement à risque d'être alimenté en sous-tension lors de contingence. Signe d'un problème déjà connu, des travaux temporaires ont été réalisés au début des années '90 pour ajouter un régulateur 49-49 kV à l'entrée de ces deux postes.

En conclusion :

- Tous les postes à 49-25 kV de cette zone sont soit déjà en dépassement de leur CLT, ou de leur CRI, ou à risque au niveau du profil de leur tension d'alimentation en contingence.
- La charge ayant déjà augmentée, la situation ne peut que s'être détériorée davantage.

3 Évaluation des ressources alternatives comme solution

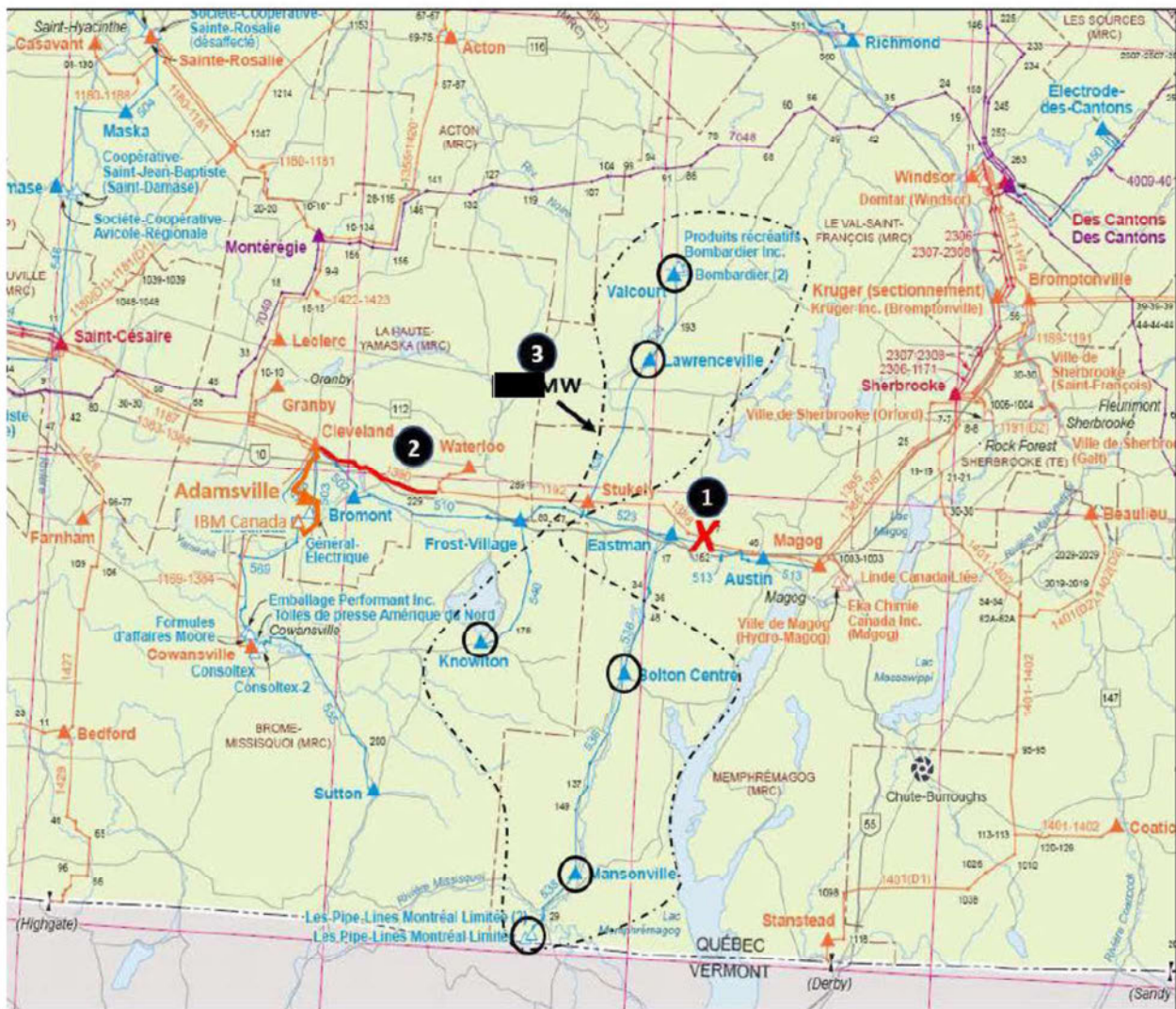
Cette section résume la démarche effectuée visant à évaluer si les ressources alternatives seraient une solution aux dépassements de capacité identifiés, afin d'éviter les solutions traditionnelles (nouvelles lignes, nouveaux postes). La première étape consistait à évaluer la quantité de charges à soulager.

3.1 Dépassement de la ligne 1390 Cleveland / Waterloo

La figure suivante illustre que :

1. Advenant la contingence (indisponibilité) de la ligne 1388 Magog / Stukely,
2. pour éviter que la ligne 1390 Cleveland / Waterloo soit en dépassement de capacité,
3. il faudrait que les RED soulagent les 5 postes à 49-25 kV alimentés par le poste de Stukely (Lawrenceville, Valcourt, Bolton-Centre, Mansonville et Knowlton) d'un total de ■■■ MW².

Figure 4 : effacement de charge requis au centre de la zone



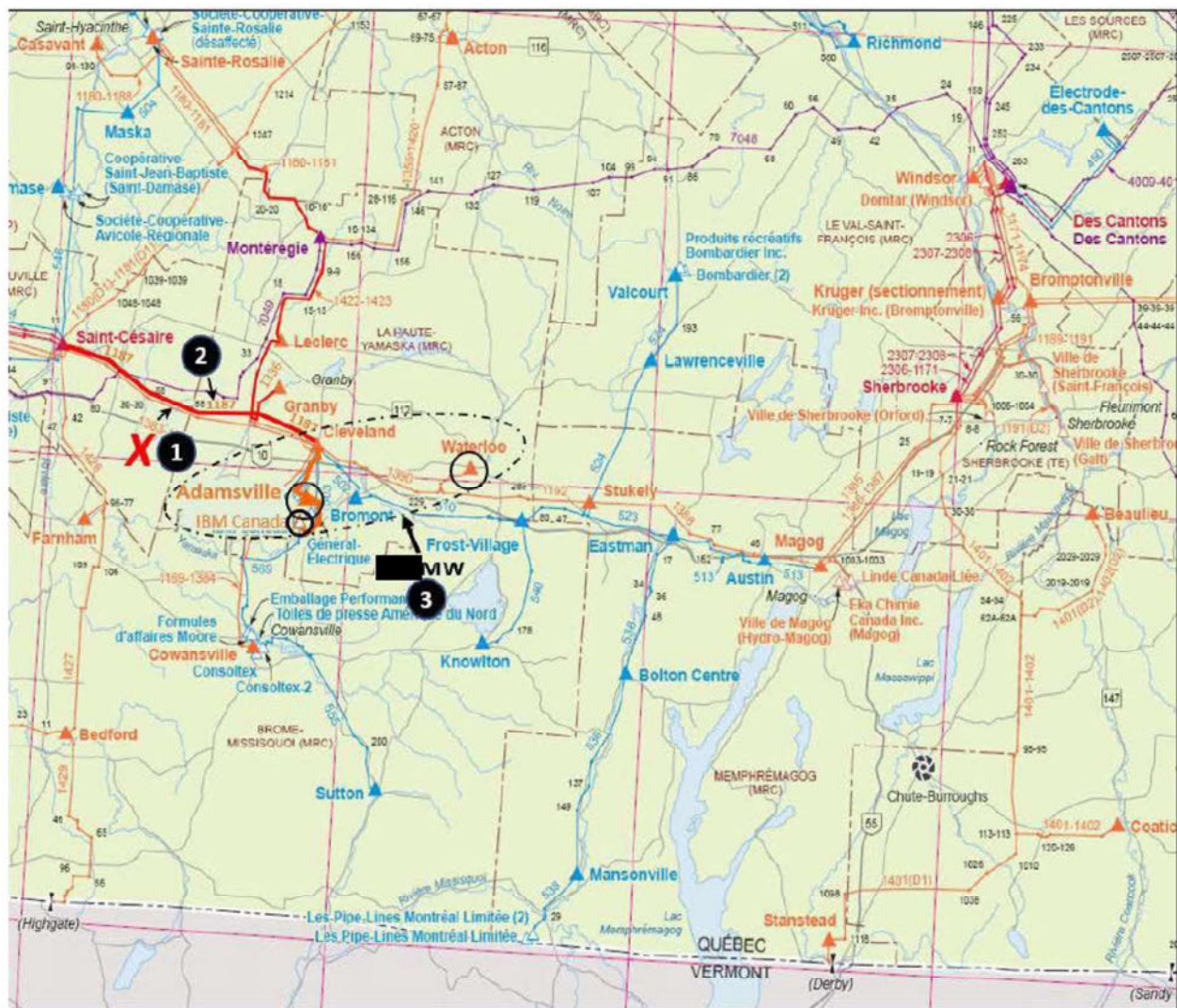
² Par rapport à la charge prévue à la pointe 2022-2023 selon la prévision des charges d'HQD du 2020-09-30

3.2 Dépassement des lignes à 120 kV alimentant le poste de Cleveland

La figure suivante illustre que :

1. Plusieurs lignes à 120 kV alimentant le poste de Cleveland sont en dépassement de capacité en contingence, la pire contingence pour cette zone étant l'indisponibilité de la ligne 1383 reliant les postes St-Césaire / Granby / Cleveland.
2. pour éviter que la 1^{ère} ligne 1187 St-Césaire / Cleveland soit en dépassement de capacité,
3. il faudrait que les RED soulagent les 2 postes à 120-25 kV alimentés par le poste de Cleveland (Adamsville et Waterloo) d'un total de \blacksquare MW³.

Figure 5 : effacement de charge requis à l'Ouest de la zone



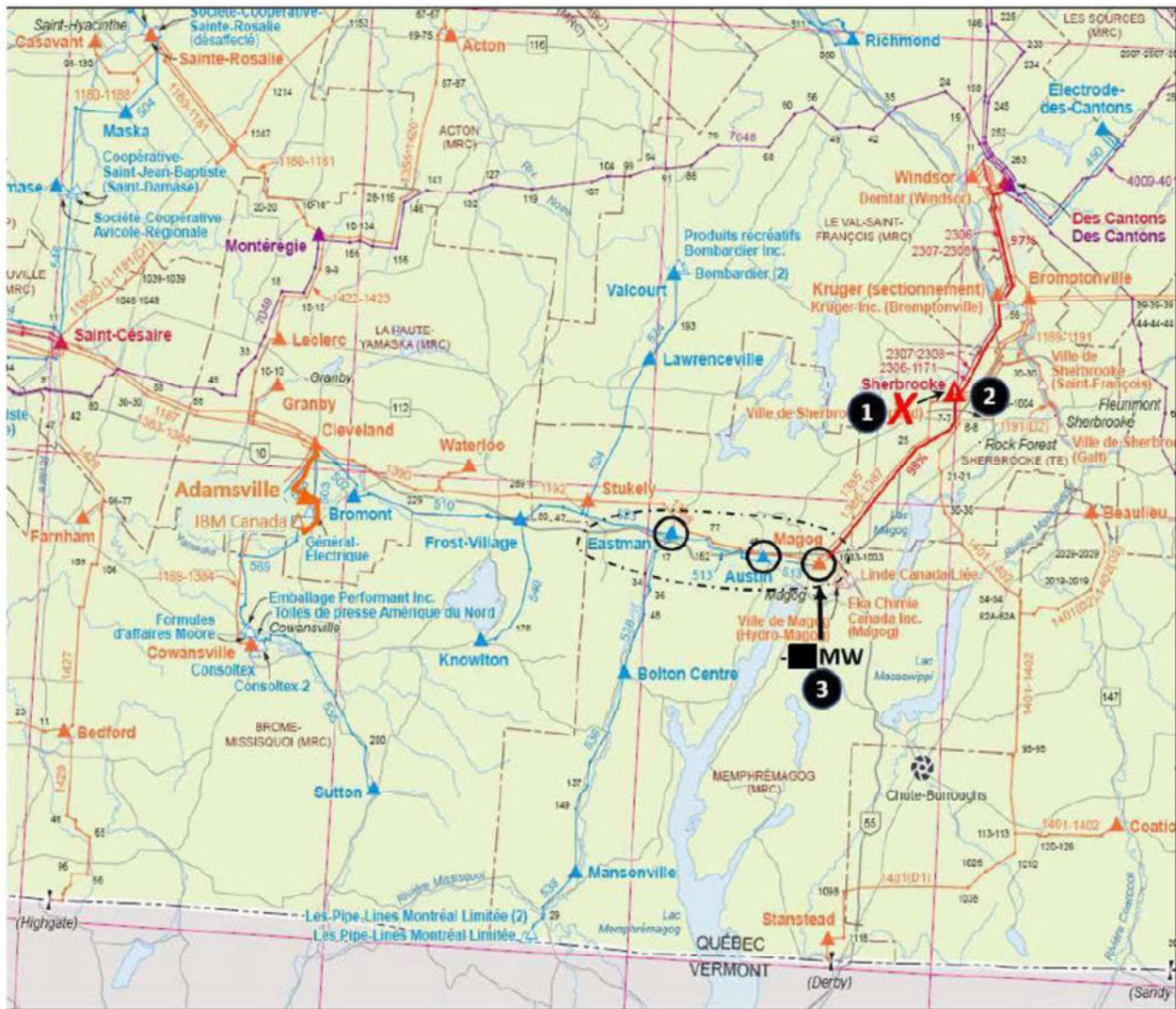
³ Par rapport à la charge prévue à la pointe 2022-2023 selon la prévision des charges d'HQD du 2020-09-30

3.3 Dépassement de poste et lignes dans l'axe Des Cantons / Magog

La figure suivante illustre que :

1. L'axe Des Cantons / Sherbrooke / Magog est en dépassement de capacité en contingence, la première contingence causant un dépassement pour cette zone étant l'indisponibilité d'un transformateur au poste source de Sherbrooke. Notons que le corridor de circuits à 120 kV alimentant le poste de Magog par celui de Sherbrooke est à \blacksquare de sa capacité, et celui des circuits à 230 kV alimentant le poste de Sherbrooke par celui de Des Cantons est à \blacksquare .
2. pour éviter le dépassement en capacité des transformateurs restants du poste Sherbrooke,
3. il faudrait que les RED soulagent la charge alimentée par le poste de Magog, soit la section à 120-25 kV du poste de Magog ou les charges des poste d'Austin ou d'Eastman à 49-25 kV, d'un total de \blacksquare MW⁴ (en plus des \blacksquare MW requis au centre de la zone).

Figure 6 : effacement de charge requis à l'Est de la zone

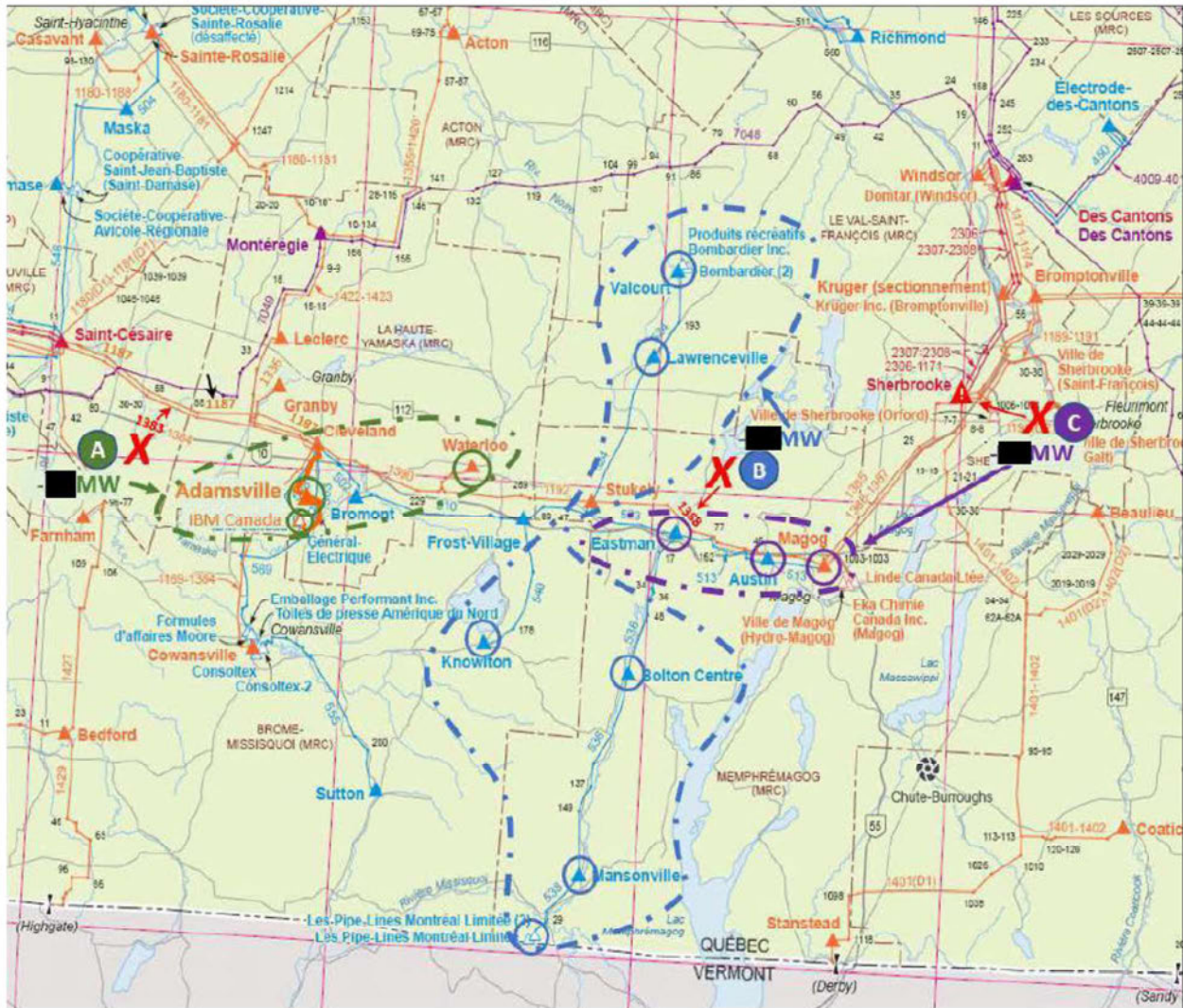


⁴ Par rapport à la charge prévue à la pointe 2022-2023 selon la prévision des charges d'HQD du 2020-09-30

3.4 Conclusion

La figure suivante résume globalement le total des charges à soulager à la pointe⁵ hivernale, pour solution les dépassements de capacité identifiés :

Figure 7 : effacement de charge requis globalement pour la zone



Globalement, il s'agit donc d'un soulagement requis de [REDACTED] MW au total.

Le 2 juin 2021, après avoir évalué les différentes possibilités de ressources alternatives⁶, le Distributeur a recommandé de procéder tel que prévu selon la dernière mise à jour du plan de conversion de l'Estrie (rév.B, 2017), donc par les projets de renforcement du réseau et futurs postes et lignes.

⁵ Par rapport à la charge prévue à la pointe 2022-2023 selon la prévision des charges d'HQD du 2020-09-30

⁶ Batteries, Hilo, ressources énergétiques décentralisées (RED), panneaux solaires, éoliennes, présence du gaz, ...

4 Solutions

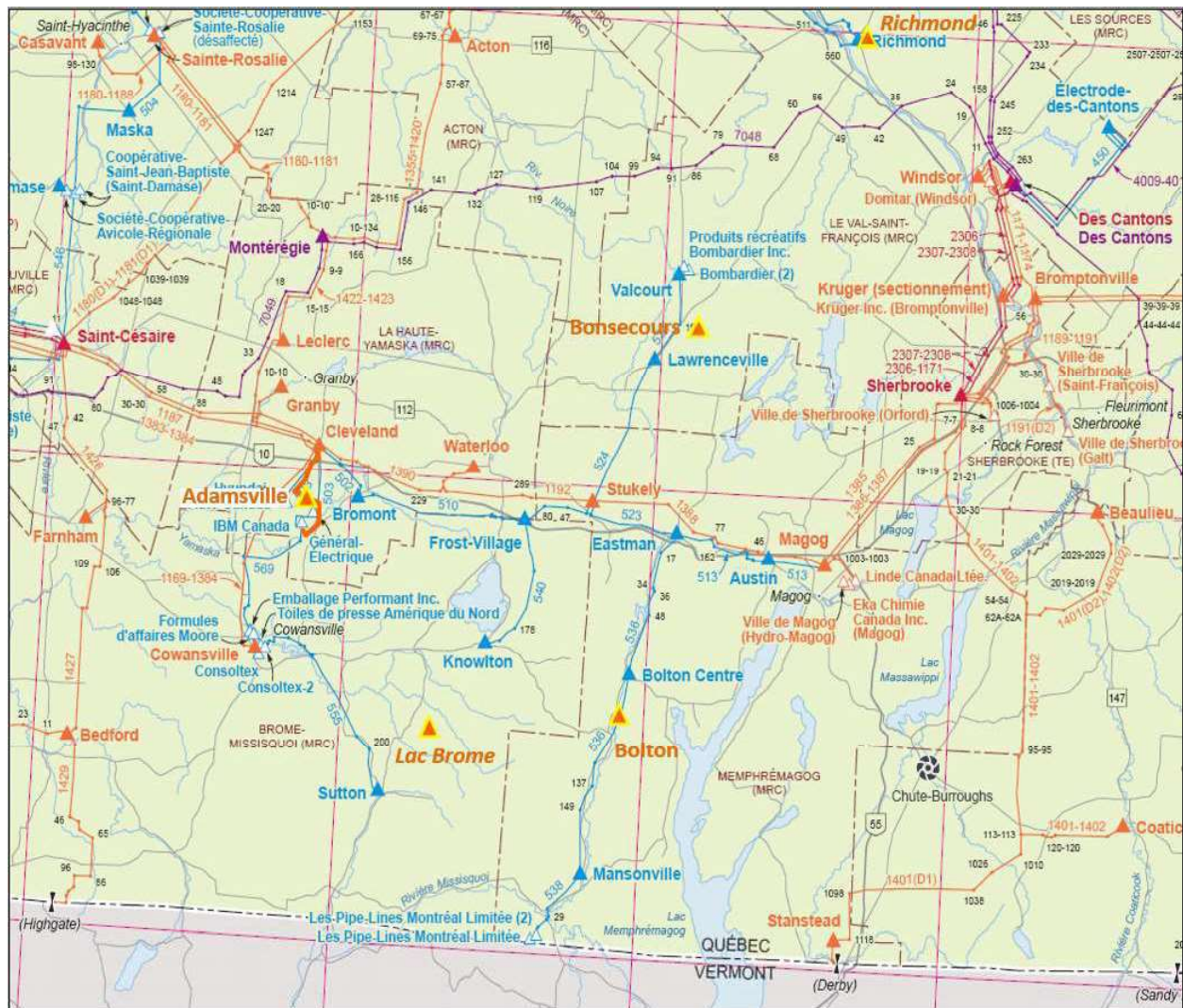
4.1 Sites d'implantation des futurs postes satellites

Lors des études antérieures réalisées en 2011 et 2017 pour établir un plan de conversion à 120 kV du réseau à 49 kV de l'Estrie, le Distributeur a reconfirmé les différents sites envisagés antérieurement pour l'implantation des 5 nouveaux postes dans cette région :

- Poste d'Adamsville (à Bromont) : mis en service en 2016
- Poste de Bonsecours : dans la zone des postes à 49 kV de Lawrenceville et de Valcourt
- Poste de Bolton : dans la zone des postes à 49 kV de Bolton-Centre et de Mansonville
- Poste de *Lac Brome*⁷ : dans la zone des postes à 49 kV de Knowlton et de Sutton
- Poste de *Richmond*² : près du poste à 49 kV de Richmond actuel

Ces sites sont illustrés à la carte suivante :

Figure 8 : localisation des futurs postes



⁷ Toponymie : Les noms de ces 2 futurs postes à 120-25 kV sont à définir ou à confirmer éventuellement

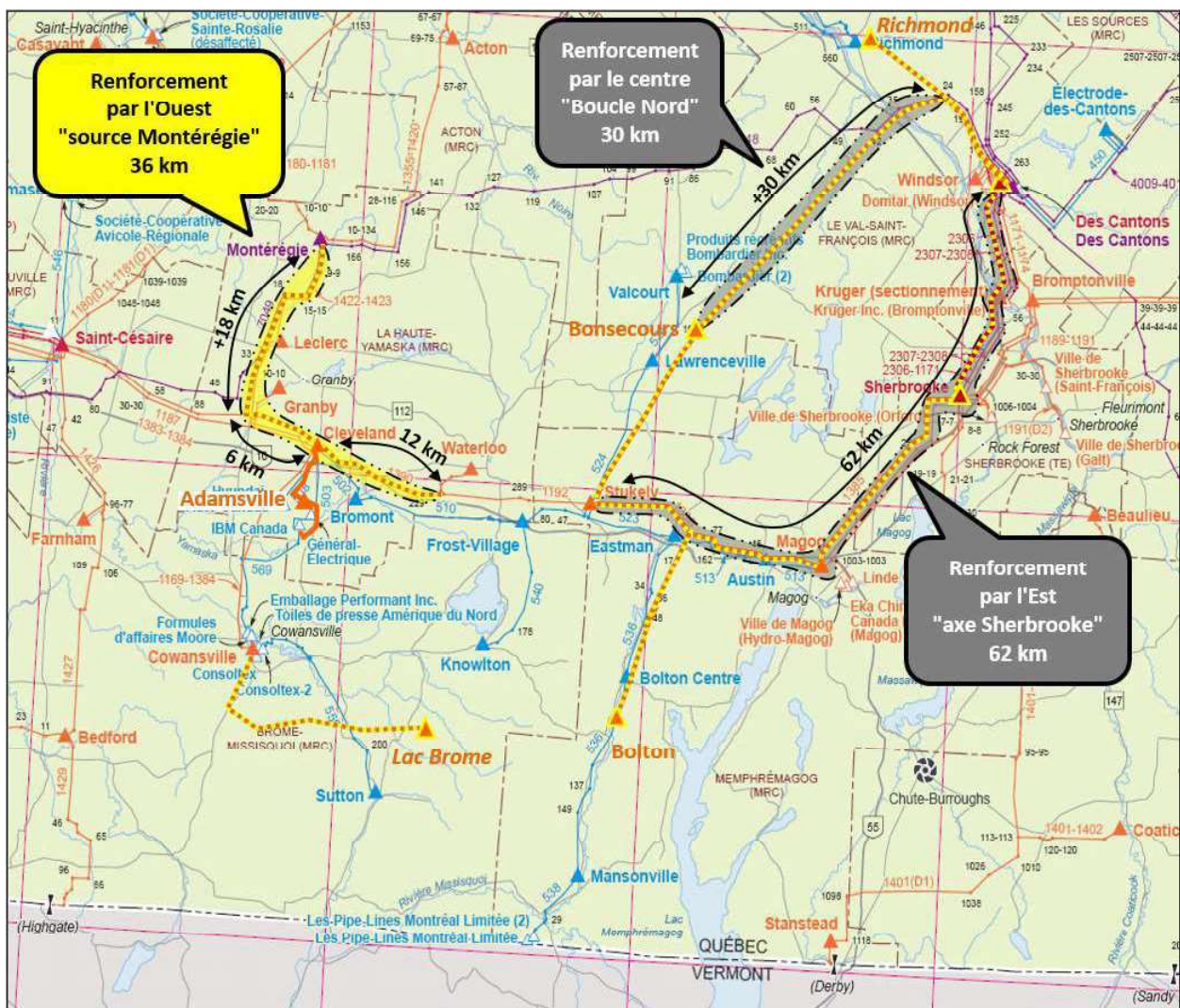
4.2 Renforcement préalable du réseau

Au-delà du remplacement de ce réseau à 49 kV, les lignes à 120 kV qui alimentent ce réseau nécessitent d'être renforcées. Un projet de renforcement devrait être implanté avant ou pendant le prochain projet d'ajout de nouveaux postes. Trois approches de renforcement de réseau sont envisagées :

- Par l'Ouest (sources Montérégie / St-Césaire, à l'intérieur ou en longeant les axes actuels)
- Par le centre (source Des Cantons via une « boucle Nord », par un nouveau corridor de ligne)
- Par l'Est (source Des Cantons, en longeant l'axe actuel Des Cantons / Sherbrooke / Magog / Stukely)

Les trois approches permettent de boucler l'axe St-Césaire / Magog en fermant le lien actuellement normalement ouvert de la ligne 1192 au poste de Stukely.

Figure 9 : trois approches de renforcement



Pour chacune des 3 approches de renforcement, les marges (ou capacité) d'alimentation ont été évaluées, à court terme et dans environ 25 ans, aux trois points d'observation suivants :

- À Bromont (à l'Ouest de la zone), à Stukely (au centre de la zone), et à Magog (à l'Est de la zone)

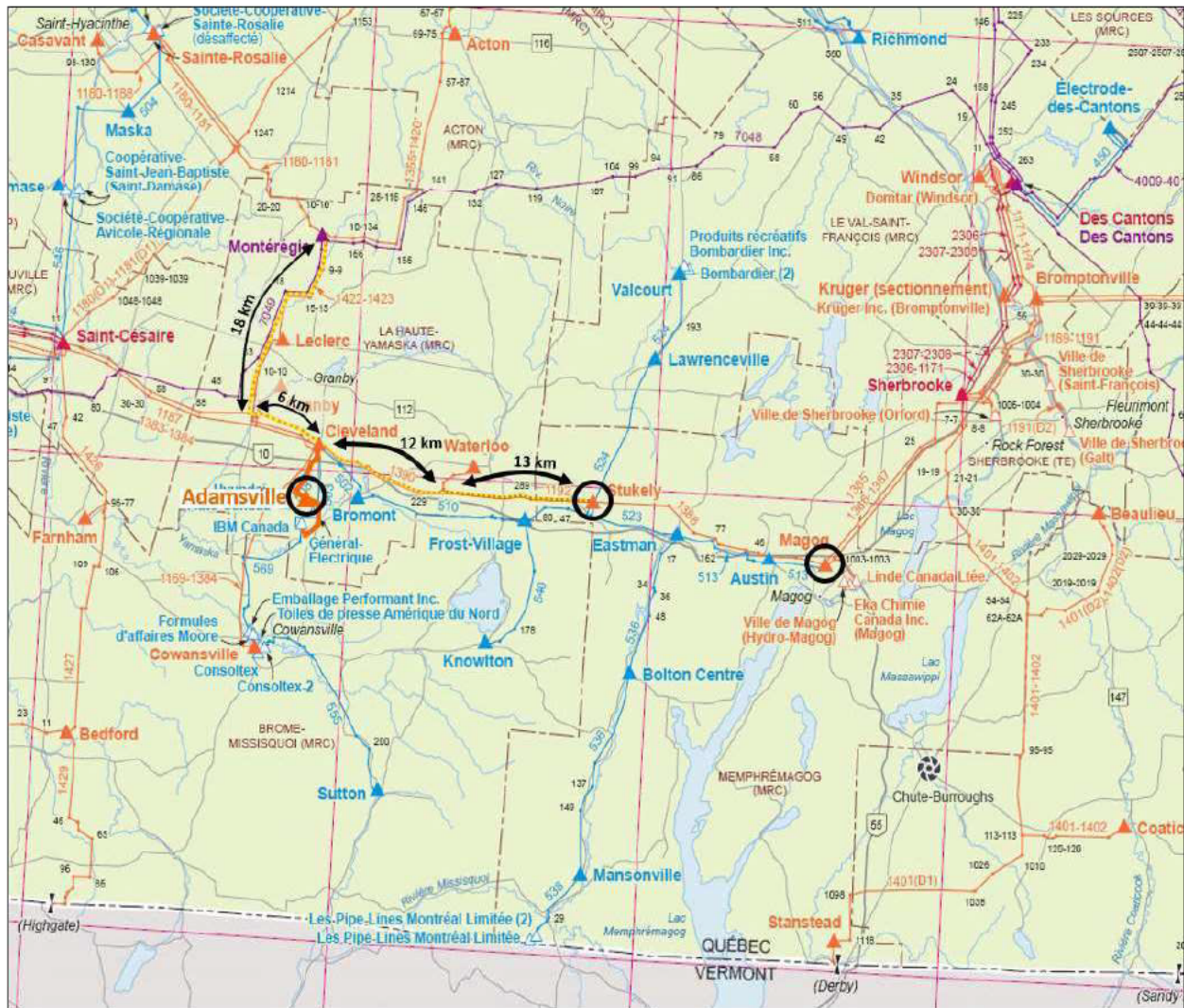
4.2.1 Renforcement par l'Ouest (approche recommandée)

4.2.1.1 Description

Ce renforcement pourrait être subdivisé en 3 étapes :

1. Reconstruction de la ligne 1390 « Cleveland / Waterloo (dériv.)⁸ » sur 12 km (tronçon en bois)
2. Renforcement de l'alimentation du poste Cleveland par :
 - a. La reconstruction d'une partie de la ligne 1187 (sur 6 km)
 - b. et l'ajout d'une dérivation de 18 km de cette ligne 1187 jusqu'au poste Montérégie
3. Reconstruction de la ligne 1192 « Stukely / Waterloo (dériv.)⁸ » sur 13 km (tronçon en bois)

Figure 10 : renforcement par l'Ouest



⁸ Jusqu'à la dérivation vers le poste de Waterloo (dérivation déjà en acier et de bonne capacité)

4.2.1.2 Capacités d'alimentation

Étape 1 (monoterne) : reconstruction en monoterne du tronçon de 12 km de la ligne 1390. Ce renforcement n'offre aucune marge de capacité d'alimentation par la suite.

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont			
Stukely			
Magog			

Toute augmentation de charge additionnelle devra être assumée autrement, par exemple par l'implantation de solutions alternatives (solaire, batteries, etc.)

La marge [REDACTED] révèle du même coup la croissance de la charge du Distributeur, vu de ces trois points d'observation ([REDACTED] MW d'ici 2034-2035, [REDACTED] MW d'ici 2044-2045).

Étape 1 (biterne) : reconstruction en biterne du tronçon de 12 km de la ligne 1390. Ce renforcement n'offre qu'une faible marge de capacité d'alimentation additionnelle :

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont			
Stukely			
Magog			

Faible augmentation subséquente de charge: [REDACTED] MW (Bromont) ou [REDACTED] MW (Stukely) ou [REDACTED] MW (Magog).
Solution viable à court terme seulement.

Il s'agit du renforcement qui était prévu dans le cadre de l'avant-projet du poste de Bonsecours. La marge de manœuvre subséquente est cependant plus faible que ce qui était analysé en 2017, dû notamment aux prévisions de charges plus élevées.

Étape 1 (biterne) & étape 2 (monoterne) : reconstruction en biterne du tronçon de 12 km de la ligne 1390, à laquelle s'ajoute la reconstruction en monoterne de 6 km de la ligne 1187 et l'ajout d'une dérivation monoterne de 18 km jusqu'au poste de Montérégie. Ce renforcement offre une marge de capacité d'alimentation additionnelle acceptable :

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont			
Stukely			
Magog			

Marge de manœuvre : [REDACTED] MW (Bromont) ou [REDACTED] MW (Stukely) ou [REDACTED] MW (Magog). Solution acceptable à court, moyen et long terme.

Par l'Ouest, il s'agit d'une approche de renforcement jusqu'à un poste source (Montérégie), se comparant alors plus équitablement aux deux autres renforcements (par la « boucle Nord » ou « via Sherbrooke »). Celle-ci a l'avantage de pouvoir procéder par étapes.

Étape 1 (biterne) & étape 2 (biterne) : reconstruction en biterne du tronçon de 12 km de la ligne 1390, à laquelle s'ajoute la reconstruction en biterne de 6 km de la ligne 1187 et l'ajout d'une dérivation biterne de 18 km jusqu'au poste de Montérégie. Ce renforcement offre une marge de capacité d'alimentation additionnelle très intéressante de [REDACTED] MW dans la zone desservie par le poste de Cleveland (dont [REDACTED] MW maximum à Bromont) :

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont			
Stukely			
Magog			

Marge de manœuvre : [REDACTED] MW (Cleveland/Bromont) ou [REDACTED] MW (Stukely) ou [REDACTED] MW (Magog). Solution la plus intéressante pour le parc industriel de Bromont.

Par l'Ouest, similaire à la précédente mais avec l'ensemble des nouvelles lignes en biterne, il s'agit de l'approche de renforcement jusqu'au poste de Montérégie la plus intéressante.

Contrainte associée au renforcement par l'Ouest : ce renforcement par l'Ouest est cependant moins avantageux pour la partie Est. Un compromis ou contrainte y est associée, soit d'alimenter le futur poste de Bolton en dérivation (radial) sur la ligne existante 1388 reliant les postes de Magog et de Stukely, le principe étant qu'advenant l'indisponibilité (la perte) de la ligne 1388 Magog / Stukely, la charge du futur poste de Bolton serait du même coup interrompue [REDACTED]

La nécessité de cette contrainte varie selon la concrétisation des étapes :

- Étape 1 (seule) : cette contrainte est nécessaire ;
- Étape 2 (ajoutée) : cette contrainte devient alors optionnelle et aurait pour effet de maximiser la marge d'alimentation subséquente vu du poste de Stukely.

Étape 3 (éventuellement) : reconstruction de la ligne 1192 Stukely / Waterloo (dériv.) sur 13 km. À l'étape 2, la capacité de cette ligne 1192 limite la marge de manœuvre vue du poste de Stukely. Sa reconstruction permettrait de maximiser cette marge de manœuvre sans la contrainte d'un raccordement en dérivation du futur poste de Bolton.

4.2.1.3 En détails : contrainte et performance selon les étapes

Le tableau ci-dessous :

- Reprend les marges d'alimentation à court terme (pointe hivernale 2022-2023) ;
- Présente les dépassements de capacité solutionnés (et ceux qui ne le sont pas) ;
- Présente l'effet du compromis (ou contrainte*) d'alimenter le futur poste de Bolton de façon radiale, en dérivation sur la ligne 1388 « Magog / Stukely ».

Renforcement par l'Ouest	Étape 1 monoterne / biterne	Étape 1 + étape 2 (biterne) (monoterne)	Étape 1 + étape 2 (biterne) (biterne)	Étape 3 ajoutée
Marge d'alimentation ***				
zone de Bromont	[REDACTED]			
zone de Stukely				
zone de Magog				
Dépassement de capacité				
ligne 1390 à 120 kV (sur 12 km) Cleveland / Waterloo	RÉGLÉ ✓	RÉGLÉ ✓	RÉGLÉ ✓	↓
ligne 1187 à 120 kV (24 km) Cleveland / St-Césaire	RÉGLÉ ✓	RÉGLÉ ✓	RÉGLÉ ✓	↓
ligne 1422-1423 à 120 kV (11 km) Montérégie / Leclerc	RÉGLÉ ✓ (mitigation)**	RÉGLÉ ✓ (mitigation)**	RÉGLÉ ✓	↓
ligne 1336 à 120 kV (12 km) Montérégie / Leclerc	RÉGLÉ ✓ (contrainte)*	RÉGLÉ ✓	RÉGLÉ ✓	↓
ligne 1180 1181 à 120 kV (sur 11 km) Montérégie / Leclerc	PAS RÉGLÉ	RÉGLÉ ✓	RÉGLÉ ✓	↓
poste de Sherbrooke (transf.) 230 / 120 kV	PAS RÉGLÉ	PAS RÉGLÉ	PAS RÉGLÉ	↓
lignes 2306/07/08 à 230 kV (20 km) Des Cantons / Sherbrooke	à leur LIMITE	à leur LIMITE	à leur LIMITE	↓
* contrainte : alimentation radiale, en dérivation du poste de Bolton ?	OUI / OUI	NON / OUI	NON / OUI	NON ✓

** mitigation possible : réglé avec l'ajout d'un automatisme local déclenchant la ligne 1336 lors de la perte d'un des deux circuits 1422 ou 1423

*** : évaluée à la pointe hivernale 2022-2023 (réf.: prévision des charges du Distributeur, septembre 2020)

4.2.1.4 Constats et recommandation

Voici les constats relatifs à un renforcement par l'Ouest :

- Il s'agit de l'approche la plus intéressante pour la zone de Bromont lorsque des constructions de nouvelles lignes en biternes sont retenues (marge de █████ MW) ;
- Ce renforcement solliciterait le poste source de Montérégie, un poste du réseau principal situé à proximité et disposé à accueillir davantage de charges ;
- À l'étape 2, tous les dépassements des lignes à 120 kV qui alimentent le poste de Cleveland sont solutionnés, soit jusqu'aux postes de St-Césaire et de Montérégie ;
- Un renforcement par l'Ouest ne solutionne pas la problématique de dépassement du réseau de Sherbrooke, une problématique qui devra alors faire l'objet d'autres études et interventions.
- Une alimentation radiale en simple dérivation pour le futur poste de Bolton peut servir de moyen de mitigation pour maximiser la marge d'alimentation subséquente vue du poste de Stukely (au centre de la zone). Cette contrainte est cependant nécessaire si le renforcement se limite à l'étape 1.
- L'étape 1, soit la reconstruction de la ligne 1390 « Cleveland / Waterloo », correspond à ce qui était prévu dans le cadre de l'avant-projet du poste de Bonsecours.
- Les étapes 1, 2 et 3 sont cohérentes avec la vision présentée aux citoyens à l'automne 2019.
- Cette approche de renforcement a l'avantage de pouvoir être réalisée par étapes.

Recommandation :

- Cette approche de renforcement par l'Ouest (en biterne) est préconisée, compte-tenu de :
 - sa performance, vue du parc industriel de Bromont ;
 - la possibilité de procéder par étapes : réaliser l'étape 1 (déjà prévue dans le cadre du projet Bonsecours) et devancer autant que possible l'étape 2 (lien Montérégie / Cleveland). La réalisation de l'étape 3 pourra être réévaluée au besoin selon l'évolution des charges ;
 - la stabilité face à ce qui a déjà été présenté à la population en 2019.

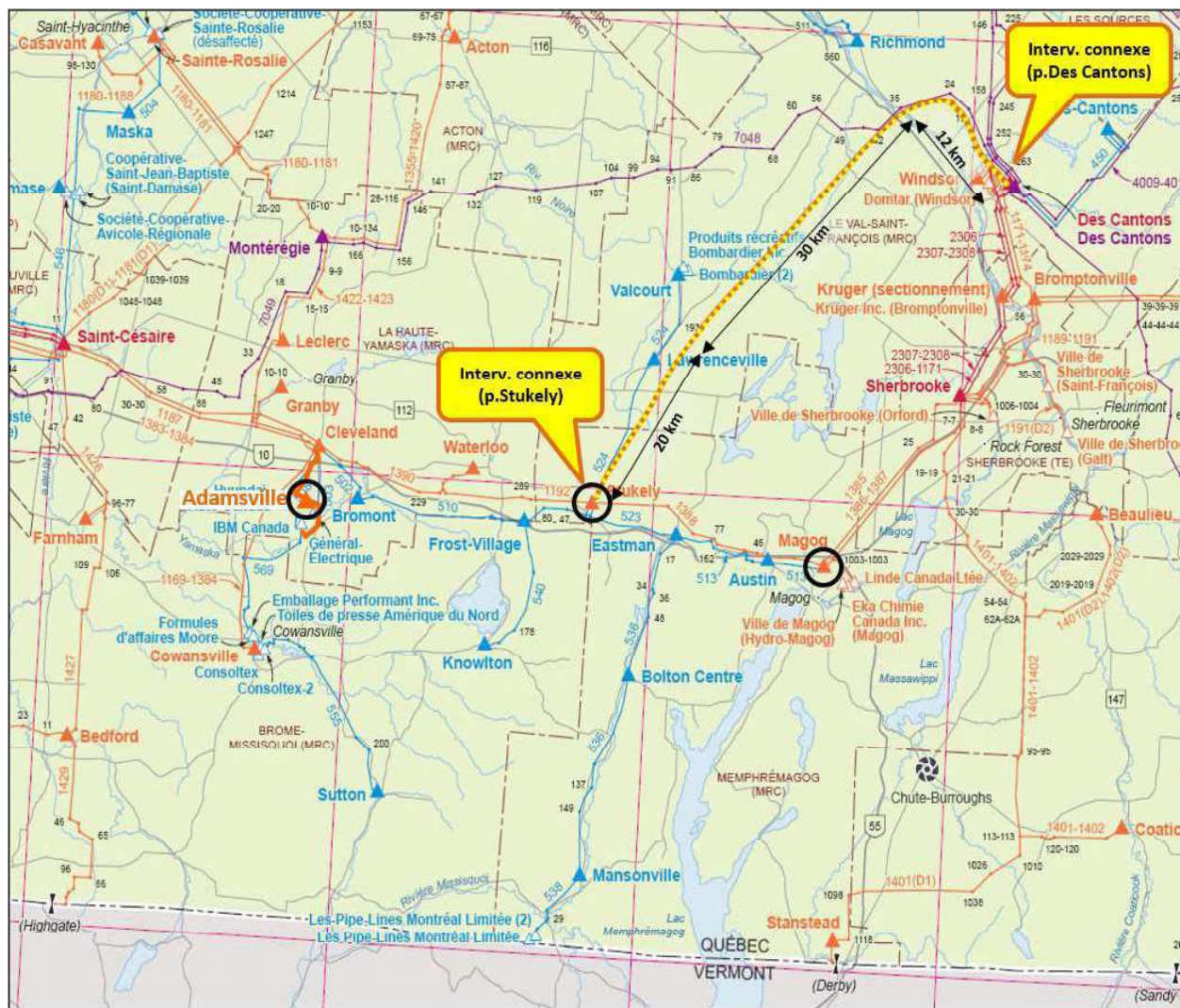
4.2.2 Renforcement par le centre (« boucle Nord » de Des-Canton vers Stukely)

4.2.2.1 Description

Il s'agit de construire une ligne entre les postes Des Cantons et de Stukely (62 km). Cette construction, communément surnommée « Boucle Nord », pourrait être réalisée selon l'une ou l'autre des 3 options suivantes :

- Construction monoterne à 120 kV : option optimale pour minimiser la hauteur des pylônes.
- Construction biterne à 120 kV : pour maximiser la marge de capacité d'alimentation.
- Construction biterne à 230 kV (vision future) : pour être pré-positionné favorablement lorsqu'il sera éventuellement requis de convertir cet axe à 230 kV (la ligne sera déjà construite).

Figure 11 : renforcement par le centre (« boucle Nord »)



Tronçon de 20 km : cette partie du renforcement est déjà requise pour alimenter le futur poste de Bonsecours, par celui de Stukely.

Tronçon de 12 km : cette partie du renforcement sera également requise éventuellement pour alimenter un autre futur poste dans le secteur de Richmond, par celui de Des Cantons.

Tronçon de 30 km : cette partie du renforcement est en fait ce qui permet de constituer le lien de renforcement entre le poste source Des Cantons et celui de Stukely situé au centre de la zone. Autrement dit, en considérant que les autres tronçons seront de toute façon requis, la « boucle Nord » se résume à ce tronçon de 30 km en termes de travaux additionnels.

4.2.2.2 Capacités d'alimentation

Option monoterne à 120 kV : Ce renforcement offre une marge de capacité d'alimentation acceptable.

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont	[REDACTED]		
Stukely			
Magog			

Le centre de la zone est davantage favorisé (Stukely) et les zones avoisinantes de Bromont et Magog ont des capacités couvrant le court et le moyen terme.

À long terme, advenant un besoin additionnel dans les zones de Bromont ou de Magog, les autres renforcements (par l'Ouest ou par l'Est) pourront être envisagés.

Option biterne à 120 kV : La marge de capacité d'alimentation est meilleure au centre et à l'Est, mais curieusement moins bonne pour la zone de Bromont.

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont	[REDACTED]		
Stukely			
Magog			

La « Boucle Nord » étant plus performante en biterne, lors d'une contingence sa contribution plus intense est alors limitée par la capacité de la ligne 1192 à l'Ouest du poste de Stukely.

Advenant un besoin additionnel dans la zone de Bromont, reconstruire cette ligne 1192 sur 13 km permettrait d'augmenter la marge d'alimentation de [REDACTED] MW jusqu'à [REDACTED] MW (reconstruction monoterne) ou [REDACTED] MW (reconstruction biterne).

Option biterne à 230 kV : permettra éventuellement d'alimenter un futur poste à 230-120 kV à Stukely.

Il s'agit d'une option de flexibilité à long terme. La capacité dépendra des transformateurs à 230-120 kV. De base, un poste doté de 2 transformateurs [REDACTED] située au centre de la zone (bien sûr sous réserve des contraintes du réseau environnant).

Cette option repose sur 3 avantages :

- la tension 230 kV est disponible au poste Des Cantons ;
- le terrain autour du poste de Stukely est grand (même si montagneux) et appartient à H.-Q. ;
- l'écart de coût est relativement faible entre une ligne biterne à 120 kV et 230 kV.

4.2.2.3 Recommandation :

- Privilégier l'autre renforcement favorisant la région sollicitée de Bromont (par l'Ouest), tout en conservant ce renforcement par la « boucle Nord » dans une perspective à très long terme, donc...
- ...il est recommandé de construire la ligne d'alimentation du futur poste de Bonsecours en biterne à 230 kV (avec exploitation initiale à 120 kV) de façon à ce qu'H.-Q. soit bien positionnée pour le futur.

4.2.3 Renforcement par l'Est (axe actuel Des Cantons / Sherbrooke / Magog / Stukely)

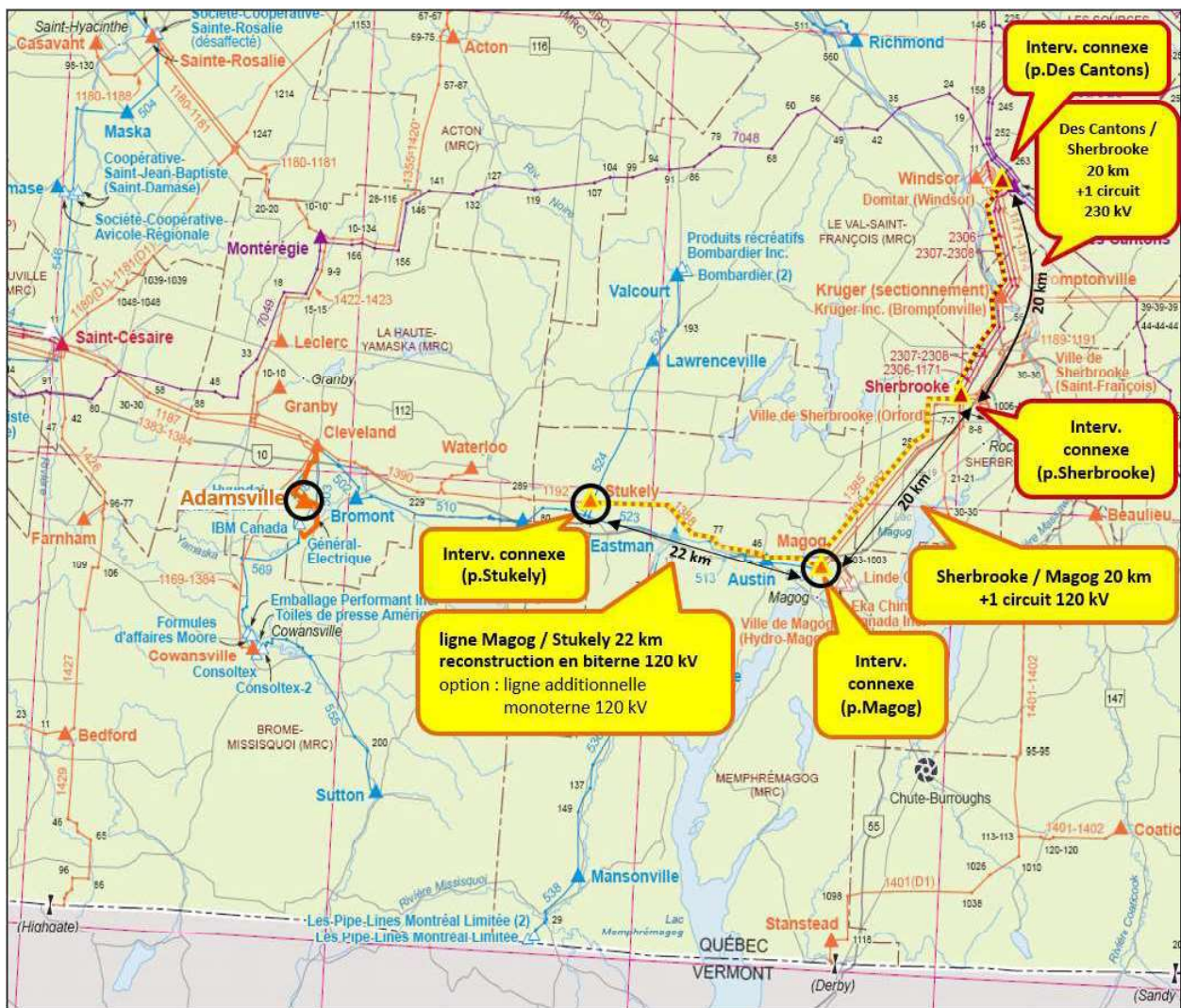
4.2.3.1 Description

Il s'agit de renforcer l'axe actuel, du poste source Des Cantons jusqu'au poste de Stukely, en passant par les postes de Sherbrooke et de Magog. Les 7 interventions majeures sont :

- Poste Des Cantons : ajout d'un départ de ligne à 230 kV ;
- Ajout d'un nouveau circuit (nouvelle ligne) à 230 kV de 20 km Des Cantons / Sherbrooke ;
- Poste de Sherbrooke : ajout d'un 4^e transformateur 230-120 kV [REDACTED] ;
- Ajout d'un nouveau circuit (nouvelle ligne) à 120 kV de 20 km Sherbrooke / Magog ;
- Poste de Magog : ajout de 2 départs de lignes à 120 kV ;
- Reconstruction en biterne à 120 kV de la ligne monoterne de 22 km Magog / Stukely ;
- Poste de Stukely : ajout d'un départ de ligne à 120 kV.

Les 2 nouvelles lignes de 20 km seraient juxtaposées le long des lignes existantes, la reconstruction en biterne de la ligne de 22 km serait quant à elle préconisée dans la même emprise.

Figure 12 : renforcement par l'Est (« axe Sherbrooke »)



4.2.3.2 Capacités d'alimentation :

Ce renforcement offre une marge de capacité d'alimentation intéressante pour la zone de Magog, mais moins pour la zone de Bromont plus sollicitée.

ZONE	2022-23	2034-35	2044-45
Bromont			
Stukely			
Magog			

À long terme, advenant un besoin additionnel dans la zone de Bromont, le renforcement par l'Ouest devra alors être envisagé.

4.2.3.3 Recommandation :

Cette approche de renforcement n'est pas recommandée pour les raisons suivantes :

- L'ampleur des interventions requises (en termes de quantité et de coût) ;
- Bien que non-évalués, des enjeux d'acceptabilité sociale seraient à prévoir concernant les reconstruction et ajouts de lignes à 120 kV et 230 kV.

4.3 Raccordement des futurs postes au réseau régional

Maintenant que la solution de renforcement préalable est retenue et qu'il a été établi que le recours aux technologies émergentes ne serait pas suffisant, les prochaines questions concernent le raccordement au réseau régional des nouveaux postes pour desservir cette région.

4.3.1 Poste d'Adamsville (déjà réalisé)

Le poste d'Adamsville, situé à la limite Nord du parc industriel de Bromont, a été mis en service en 2016.

Sa ligne d'alimentation biterne à 120 kV provient du poste Cleveland et alimente également le client existant [REDACTED].

4.3.2 Futur poste de Bonsecours à (230)120-25 kV

La charge du futur poste de Bonsecours atteindra le seuil de 65 MVA dans environ 40 à 50 ans, nécessitant alors un second circuit d'alimentation.

Compte-tenu de la durée de vie utile d'une nouvelle ligne de transport, il en découle que la construction de la nouvelle ligne d'alimentation de ce futur poste doit être prévue dès maintenant à 2 circuits.

De plus, puisqu'il est probable à long terme que le renforcement par le centre (« boucle Nord ») soit éventuellement nécessaire, il en découle que la construction de la nouvelle ligne Stukely / Bonsecours soit réalisée à 230 kV. Il en est de même pour la section à haute-tension du poste de Bonsecours qui devra être construite à 230 kV, tout en étant exploitée initialement à 120 kV.

La figure suivante illustre de raccordement au réseau régional du futur poste de Bonsecours :

Figure 13 : raccordement au réseau du poste de Bonsecours

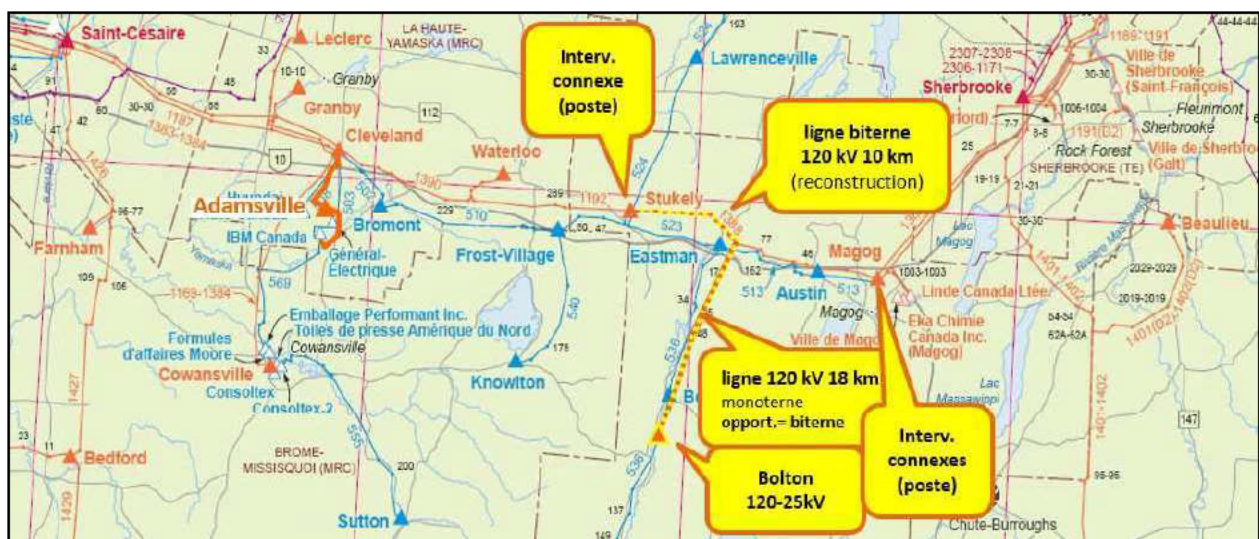


4.3.3 Futur poste de Bolton à 120-25 kV

Selon la prévision des charges, la charge du futur poste de Bolton n'atteindra pas le seuil [REDACTED] et ce, même à long terme. Cependant, étant donné l'aspect imprévisible de la prévision des charges à très long terme, il a été retenu d'opter tout de même pour une ligne d'alimentation à 2 circuits.

Un 1^{er} circuit de la ligne biterne sera raccordé en dérivation sur la ligne 1388 Magog / Stukely, et le second circuit relié éventuellement à un nouveau départ au poste de Stukely (exploité n.o. au poste Bolton). La reconstruction en biterne du tronçon de la ligne actuelle 1388 jusqu'au poste Stukely pourra ainsi être réalisée dans une 2^e étape, puisque la faisabilité⁹ d'ajouter un départ additionnel au poste Stukely sera grandement facilitée lorsqu'il sera possible de démanteler un premier transformateur.

Figure 14 : raccordement au réseau du poste de Bolton

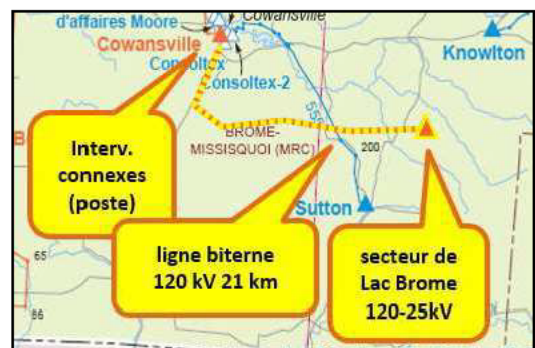


4.3.4 Futur poste à 120-25 kV dans le secteur de Lac Brome

Selon la prévision des charges, le futur poste à 120-25 kV dans le secteur de Lac Brome devrait être de type II, nécessitant dès son étape initiale 3 transformateurs [REDACTED] (situation similaire à celle du poste d'Adamsville). Deux circuits d'alimentation sont alors requis.

La figure ci-contre illustre le raccordement prévu à ce jour, selon une topologie radiale d'alimentation à partir du poste de Cowansville.

Figure 15 : raccordement au réseau d'un poste dans le secteur de Lac Brome



⁹ En tenant compte des 2 départs additionnels qui seront alors déjà ajoutés pour alimenter le poste de Bonsecours

4.3.5 Bolton et secteur de Lac Brome : alternatives de tracés

L'approche présentée à la section précédente, pour alimenter le futur poste dans le secteur de Lac Brome à partir du poste de Cowansville, pourrait ne plus être l'option à privilégier.

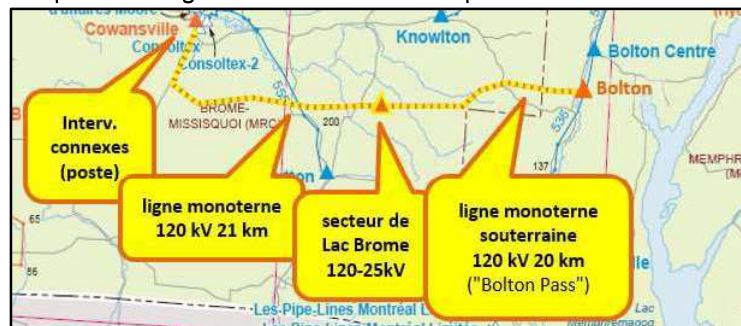
D'une part, des charges ponctuelles imprévues ont modifié la marge de manœuvre des circuits alimentant le poste de Cowansville, les mêmes circuits prévus alimenter également le futur poste. Il est possible qu'un renforcement de ces circuits devienne nécessaire.

D'autre part, plus les années avancent, plus la faisabilité de la construction des premiers km d'une ligne biterne sortant du poste de Cowansville risque d'être compromise.

De plus, la mise en pause des projets depuis les 2 dernières années a ravivé la possibilité que des sections de nouvelles lignes pourraient, selon certains critères liés à l'acceptabilité sociale, être construites en ligne souterraines. Cette perspective de lignes souterraines permet maintenant d'envisager d'autres alternatives de tracés jusqu'alors écartés.

La figure ci-contre illustre un premier tracé alternatif reliant le futur poste dans le secteur de Lac Brome avec celui de Bolton. Le passage via la « Bolton Pass » pourrait peut-être être envisageable en souterrain, ce qui permettrait de n'avoir besoin que d'une ligne monoterne entre le poste de Cowansville et le nouveau poste. Cette alimentation en boucle aurait aussi comme avantage de soutirer moins de transit des lignes alimentant déjà le poste de Cowansville.

Figure 16 : raccordement au réseau d'un poste dans le secteur de Lac Brome par une boucle monoterne



Une autre alternative consisterait à alimenter les deux futurs postes par une ligne biterne. Pour traverser l'obstacle naturel des montagnes, la dérivation à partir du point « K » jusqu'au futur poste de Bolton pourrait peut-être être envisageable en souterrain. Cette alimentation aurait comme avantage de ne pas solliciter les lignes alimentant présentement le poste de Cowansville.

Figure 17 : raccordement au réseau d'un poste dans le secteur de Lac Brome par une ligne biterne provenant du poste de Stukely, avec dérivation souterraine vers le futur poste de Bolton

Ces deux exemples de tracés alternatifs devront toutefois faire l'objet de validations plus approfondies, d'où le lancement d'une « étude préliminaire » visant à déterminer la meilleure topologie d'alimentation pour ces deux futurs postes.

4.3.6 Futur poste à (230)120-25 kV dans le secteur de Richmond

Selon la prévision des charges actuelle, la charge du futur poste dans le secteur de Richmond n'atteindra pas le seuil [REDACTED] et ce, même par extrapolation à long terme. Cependant, il a été tout de même retenu d'opter pour une ligne d'alimentation à 2 circuits étant donné l'aspect imprévisible de la prévision des charges et puisqu'il est probable qu'à très long terme le renforcement par le centre (« boucle Nord ») soit nécessaire.

Par conséquent, la construction de la nouvelle ligne Des Cantons / Richmond devrait être construite à 230 kV. Il en est de même pour la section à haute-tension du futur poste, à construire à 230 kV, tout en étant exploitée initialement à 120 kV. Il est également possible qu'il soit avantageux d'exploiter ces futures installations à 230 kV dès l'étape initiale (à évaluer le moment venu).

La figure suivante illustre de raccordement au réseau régional de ce futur poste :

Figure 18 : raccordement au réseau d'un poste dans le secteur de Richmond



5 Évolution du réseau et choix d'entreprise

Le plan d'évolution (ou de conversion) du réseau à 49 kV de l'Estrie est régulièrement mis à jour, lorsque nécessaire. Bien que la stratégie de base soit stable, diverses contraintes telles les ressources monétaires, humaines ou les réactions du milieu peuvent modifier les décisions de l'Entreprise.

2017 : pour éviter les risques appréhendés d'acceptabilité sociale de la MRC du Val St-François, l'approche initialement recommandée de renforcement par le centre (« boucle Nord ») fut substitué par la reconstruction de la ligne 1390 Cleveland-Waterloo. Il était compris que ce renforcement, bien que moins performant, serait tout de même acceptable en solutionnant l'ensemble des dépassements identifiés des lignes à 120 kV grâce à cette reconstruction et au bouclage des réseaux Montérégie et Sherbrooke.

2019 : un groupe de citoyens a réagi à la reconstruction de la ligne 1390, questionnant notamment l'orientation de reconstruire cette ligne à 230 kV. En guise de réponse, la vision ultime à 230 kV leur a été présentée : un axe principal à 230 kV Montérégie / Cleveland / Waterloo / Stukely / Bonsecours / DesCantons, impliquant d'éventuels postes sources à 230-120 kV près des postes Cleveland et Stukely.

2020-2021 : pendant la mise en pause des avant-projets, divers comités ont été mis sur pied et les besoins ont été revalidés :

- Il aurait été possible de limiter le renforcement du réseau à la seule reconstruction de la ligne 1390 Cleveland / Waterloo, tel que prévu dans le cadre du projet Bonsecours. La section 4.2.1.2 reconferme que les problématiques de lignes identifiées pour cette zone seraient solutionnées grâce à l'étape 1 (seulement) du renforcement par l'Ouest. La marge de manœuvre subséquente étant maintenant quasi nulle, toute nouvelle charge devrait être jumelée à une ressource alternative¹⁰ de même ampleur, ce qui aurait pu tout de même être compatible avec les orientations de l'Entreprise. Cependant, avec une croissance prévue d'ici 2044-2045 qui impliquerait des besoins additionnels de l'ordre d'un autre [REDACTED] MW à combler par ces ressources alternatives, il est compréhensible que le Distributeur ait plutôt opté pour des projets structurants de nouveaux postes et lignes.
- Comme compromis dans ce contexte difficile d'acceptabilité sociale, il a été décidé de reconstruire la ligne 1390 à 120 kV (plutôt qu'à 230 kV). La vision ultime est alors modifiée de telle sorte que le poste de Waterloo et les deux lignes qui l'alimentent (1390 et 1192) demeureront à 120 kV à long terme. Ainsi, à l'ultime, le futur lien Montérégie / Cleveland pourra alimenter un futur poste Cleveland 230-120 kV et l'éventuelle futur « boucle Nord » à 230 kV pourra alimenter un futur poste Stukely 230-120 kV. Ces deux futurs postes sources à 230-120 kV, à l'Ouest (Cleveland) et au centre (Stukely) devraient alors être suffisamment puissants pour permettre d'exploiter à nouveau ce réseau débouclé (n.o. sur la ligne 1192). Les nouvelles lignes en amont du poste Cleveland (lien Montérégie / Cleveland) et en amont du poste Stukely (lien Stukely / Bonsecours /.../ Des Cantons) devront donc être construite en biterne à 230 kV (exploitées initialement à 120 kV).

¹⁰ Batteries, Hilo, ressources énergétiques décentralisées (RED), panneaux solaires, éoliennes, présence du gaz, ...

6 Conclusion

Cette mise à jour du plan visant à moderniser le réseau de transport régional de l'Estrie a pour but premier de documenter les validations effectuées durant la mise « en pause » des avant-projets des futurs postes de Bonsecours et de Bolton :

- Les problématiques de croissances ont été reconfirmées et, maintenant que les charges augmentent plus rapidement que prévu, la situation ne peut que s'être détériorée davantage ;
- Pour évaluer s'il est possible d'éviter les projets prévus de nouvelles lignes et nouveaux postes, la quantité de ressources alternatives¹¹ nécessaire a été évaluée. Le niveau est tel qu'il a été jugé préférable de poursuivre la réalisation des projets tel que prévu ;
- Les trois options de renforcement préalable de ce réseau ont été revalidées et comparées. Le maintien du renforcement par l'Ouest, débutant par la reconstruction en biterne de la ligne à 120 kV Cleveland / Waterloo, est reconfirmé. Cette approche est avantageuse pour le développement de la zone du parc industriel de Bromont, peut être réalisée par étapes, et demeure stable par rapport à ce qui a été présenté aux citoyens en 2019.
- Le raccordement des 4 prochains nouveaux postes au réseau de transport régional a été illustré. Concernant les 2 futurs postes de Bonsecours et dans le secteur de Richmond, la construction des nouvelles lignes ne semble pas présenter d'enjeux majeurs. En revanche, pour les deux futurs postes localisés au Sud de l'autoroute 10, soit les futurs postes de Bolton et dans le secteur de Lac Brome, les choix des tracés de leur ligne d'alimentation sont dépendant l'un de l'autre et l'ouverture sur la possibilité de réaliser certaines sections de lignes en souterrain permet d'envisager d'autres alternatives. Une étude préliminaire distincte à cet effet permettra de réévaluer les capacités en tenant compte de l'apparition de nouvelles charges et d'approfondir l'analyse des scénarios d'implantation de nouvelles lignes afin d'établir le meilleur tracé pour l'alimentation du futur poste de Bolton, en tenant compte du même coup de l'alimentation de l'autre futur poste dans le secteur de Lac Brome.
- Finalement, ce rapport tente de résumer certains choix effectués durant la mise « en pause » des avant-projets, pour le niveau de tension des futurs postes et lignes à construire (120 kV ou 230 kV), la vision ultime initiale et modifiée impliquant des emplacements pour implanter de futurs postes à 230-120 kV (terrains à conserver), ainsi que de la démarche ayant été réalisée pour évaluer si l'utilisation des ressources alternatives aurait été une alternative intéressante.

¹¹ Batteries, Hilo, ressources énergétiques décentralisées (RED), panneaux solaires, éoliennes, présence du gaz, ...