

Solutions envisagées

PREUVE EN CHEF DU TRANSPORTEUR

TABLE DES MATIÈRES

1	1	CONTEXTE.....	5
2	2	PROJET D'ALIMENTATION DU CLIENT ALUMINERIE ALOUETTE INC. AU POSTE	
3		DE ARNAUD	5
4		2.1 Solutions envisagées	6
5		2.1.1 Scénario 1 - Ajout d'un transformateur 700-300 kV raccordé à	
6		l'extrémité du jeu de barres à 735 kV opposé aux transformateurs	
7		existants	7
8		2.1.2 Scénario 2 – ajout d'un transformateur 700-300 kV raccordé sur une	
9		boucle.....	8
10		2.1.3 Scénario 3 – ajout d'un transformateur 700-300 kV et d'un	
11		transformateur 735-161 kV	9
12		2.2 Estimation des coûts des scénarios	11
13		2.3 Solution retenue.....	11

Annexes

Annexe A	Schéma unifilaire – Scénario 1, variante 1A
Annexe B	Schéma unifilaire – Scénario 1, variante 1B
Annexe C	Schéma unifilaire – Scénario 2
Annexe D	Schéma unifilaire – Scénario 3

1 **1 CONTEXTE**

2 Le Transporteur présente ici les différentes solutions envisagées pour accueillir
3 l'accroissement de la charge du client Aluminerie Alouette Inc. («AAI»). Tel que
4 mentionné précédemment à la pièce HQT-2, Document 1 traitant des objectifs
5 visés par le projet, les aspects techniques et économiques sont pris en compte
6 pour orienter le choix de la meilleure solution, dans le respect de la mission du
7 Transporteur.

8 Les différents aspects qui ont guidé le Transporteur dans son choix sont
9 présentés ci-après.

10 **2 PROJET D'ALIMENTATION DU CLIENT ALUMINERIE**
11 **ALOUETTE INC. AU POSTE DE ARNAUD**

12 Tel que décrit à la pièce HQT-3, Document 1, les éléments déclencheurs de la
13 réalisation des projets sur le réseau de transport du Transporteur peuvent
14 appartenir à quatre catégories d'investissement: le «Maintien des actifs», la
15 «Croissance des besoins», l'«Amélioration de la qualité de service» ou le
16 «Respect des exigences». Le projet à l'étude s'inscrit dans la catégorie de
17 «Croissance des besoins» et émane d'une demande du Distributeur.

18 Pour accueillir l'augmentation du niveau de charge du client AAI, il est requis
19 d'accroître la capacité de transformation existante au poste de Arnaud. On
20 retrouve actuellement au poste de Arnaud deux transformateurs 735-161 kV
21 (identifiés T3 et T5) de 700 MVA chacun ainsi que deux transformateurs
22 315-161 kV (identifiés T7 et T8) de 500 MVA chacun. Ces deux derniers
23 transformateurs ne sont pas considérés dans le calcul de la capacité de
24 transformation puisqu'ils sont dédiés au raccordement de la centrale de la Sainte-
25 Marguerite-3 («SM-3»), une centrale hydraulique de pointe ayant un réservoir dont
26 l'approvisionnement en eau ne lui permet qu'un taux d'utilisation de moins de
27 40 %. Conséquemment, la capacité résultante, advenant la perte du T3 ou du T5,
28 ne serait pas suffisante pour alimenter la nouvelle charge du client AAI.

1 De plus, l'addition de transformation au poste de Arnaud doit être réalisée dans le
2 respect des critères de conception du réseau, plus particulièrement en ce qui a
3 trait au critère visant à se prémunir contre des perturbations sur les sections de
4 barre ou sur les disjoncteurs des postes de transport.

5 En effet, les critères de base liés au développement du réseau imposent que les
6 équipements aient une capacité suffisante pour supporter certains événements
7 sans perte de charge et sans l'aide d'un système de protection spécial. On
8 retrouve dans la liste des événements à couvrir les éléments suivants :

- 9 • Un défaut triphasé permanent sur une section de barre, avec élimination
10 normale du défaut;
- 11 • Un défaut permanent sur un disjoncteur avec élimination normale du
12 défaut.

13 La continuité de service doit donc être maintenue pendant et après l'élimination
14 d'un défaut sur un disjoncteur ou une section de barre. Dans cette optique, la
15 capacité de transformation après événement doit être suffisante pour satisfaire à
16 la demande.

17 **2.1 Solutions envisagées**

18 Dans le cadre de la réalisation du projet sous étude, le Transporteur a identifié
19 trois scénarios afin de répondre aux besoins exprimés.

- 20 • Scénario 1 : Ajout d'un transformateur 700-300 kV composé de trois unités
21 monophasées, raccordé à l'extrémité du jeu de barres à
22 735 kV, opposé aux transformateurs existants. Ce premier
23 scénario compte deux variantes: la première vise le
24 contournement du jeu de barres à 735 kV et la seconde le
25 croisement du jeu de barres à 735 kV :

26 ➤ Variante 1A : Contournement aérien;

27 ➤ Variante 1B : Croisement souterrain.

- 28 • Scénario 2 : Ajout d'un transformateur 700-300 kV composé de trois unités
29 monophasées, raccordé à proximité des transformateurs

1 existants à une boucle réalisée entre les lignes 7029 et 7033
2 en utilisant une branche de chacun des départs;

- Scénario 3 : Ajout d'un transformateur 700-300 kV et d'un transformateur 735-161-kV, chacun composé de trois unités monophasées et raccordé à proximité des transformateurs existants.

3 La description des scénarios et, le cas échéant, des variantes à ces scénarios, est
4 présentée aux sections suivantes.

5 **2.1.1 Scénario 1 - Ajout d'un transformateur 700-300 kV raccordé à**
6 **l'extrémité du jeu de barres à 735 kV opposé aux**
7 **transformateurs existants**

8 L'implantation d'un transformateur 700-300 kV de 1100 Mva (identifié T2)
9 raccordé à l'extrémité du jeu de barres à 735 kV, opposé aux transformateurs
10 existants T3 et T5 permet d'assurer la séparation électrique de ces trois
11 transformateurs et ainsi de résoudre la problématique de défaut de
12 disjoncteur. Le Transporteur a identifié deux variantes de schéma unifilaire
13 selon le mode de contournement envisagé, soit les variantes 1A et 1B.

14 Le schéma unifilaire, joint en Annexe A du présent document, présente la
15 variante 1A. Cette variante consiste à raccorder le nouveau transformateur T2
16 au moyen d'une nouvelle ligne aérienne de 1,5 km qui contourne le poste sous
17 les trois lignes à 735 kV et se raccorde par un disjoncteur au jeu de barres à
18 315 kV reliant les départs de la centrale de la SM-3 au poste de Arnaud. De
19 plus, un disjoncteur à 735 kV est ajouté sur la barre B2 afin d'éviter la perte
20 simultanée des transformateurs T2 et T3 sur un défaut de disjoncteur.

21 Le schéma unifilaire, joint en Annexe B du présent document, présente la
22 variante 1B. Cette variante consiste à raccorder le nouveau transformateur T2
23 au moyen de câbles souterrains qui croisent le jeu de barres à 735 kV et se
24 raccordent par un disjoncteur au jeu de barres à 315 kV reliant les départs de
25 la centrale de la SM-3 au poste de Arnaud. Comme pour la variante 1A, on
26 retrouve un disjoncteur à 735 kV raccordé sur la barre B2.

1 L'arrangement des schémas unifilaires des variantes 1A et 1B permet d'éviter
2 la perte de deux transformateurs suite à un défaut sur un disjoncteur ou une
3 section de barre et donc de maintenir une capacité de transformation
4 suffisante au poste de Arnaud pour alimenter l'ensemble de la charge.

5 Pour les deux variantes, l'agrandissement du poste de Arnaud pour l'addition
6 du transformateur T2 occasionne certains travaux additionnels tels que la
7 relocalisation du chemin de la municipalité (ancienne route 138) et le
8 déplacement de la conduite d'aqueduc municipale située dans l'emprise nord
9 de la route actuelle.

10 Aussi, ces 2 variantes permettent, par l'addition d'un disjoncteur de barre à
11 735 kV sur la section de barre B2 du poste de Arnaud, de lever des restrictions
12 de transit actuellement en vigueur lors de l'entretien des disjoncteurs 735 kV
13 ou lors d'indisponibilités non planifiées.

14 Par contre, le contournement aérien du poste de Arnaud (variante 1A)
15 occasionnerait un englobement d'une partie du poste, limitant ainsi les
16 possibilités de croissance sur son côté « ouest ». Le contournement aérien est
17 aussi plus contraignant que le croisement souterrain au niveau de
18 l'implantation et de la maintenance dû au croisement de trois lignes à 735 kV.

19 Tel qu'il appert du tableau 1 de la section 2.2 du présent document,
20 l'estimation préliminaire des coûts démontre un coût sensiblement équivalent
21 pour ces 2 variantes.

22 La pièce HQT-5, Document 1 présente une description plus exhaustive des
23 modifications et des travaux prévus pour la réalisation du scénario retenu, soit
24 la variante 1B du scénario 1.

25 **2.1.2 Scénario 2 – ajout d'un transformateur 700-300 kV raccordé sur** 26 **une boucle**

27 L'implantation d'un transformateur 700-300 kV de 1100 Mva (identifié T2),
28 raccordé à une nouvelle boucle de barres, permet d'assurer la séparation

1 électrique des transformateurs du poste de Arnaud et ainsi de résoudre la
2 problématique de défaut de disjoncteur. Le schéma unifilaire de ce scénario
3 est présenté en Annexe C du présent document.

4 Le scénario 2 comporte de nombreuses problématiques de réalisation, ce qui
5 rend sa faisabilité presque impossible. On remarque, entre autres, que le
6 réarrangement du jeu de barres 735 kV est problématique compte tenu de
7 l'espacement requis pour l'addition du transformateur T2, de la relocalisation
8 du disjoncteur 700-26 et de l'inductance XL-7.

9 Tel qu'il appert du tableau 1 de la section 2.2 du présent document,
10 l'estimation préliminaire des coûts démontre aussi que le coût de ce scénario
11 serait nettement supérieur à celui du scénario 1. Le scénario 2 a donc été
12 rejeté pour des raisons techniques et économiques.

13 **2.1.3 Scénario 3 – ajout d'un transformateur 700-300 kV et d'un** 14 **transformateur 735-161 kV**

15 Ce scénario prévoit l'implantation d'un transformateur 700-300 kV de
16 1100 Mva (identifié T2) et d'un transformateur 735-161 kV de 700 Mva
17 (identifié T4). Les transformateurs T2 et T4 se retrouveraient du même côté
18 que les transformateurs présentement existants au poste de Arnaud. Le
19 schéma unifilaire de ce scénario est présenté en Annexe D du présent
20 document.

21 Dans ce scénario, la problématique de défaut de disjoncteur est résolue par
22 l'addition de deux transformateurs au lieu d'un seul. Conséquemment, même
23 si un défaut sur un disjoncteur occasionnait la perte de deux transformateurs,
24 le Transporteur se retrouverait avec suffisamment de transformation en mode
25 dégradé pour répondre à la demande de transit.

26 Le scénario 3 comporte certains avantages au niveau de l'implantation par
27 rapport aux variantes 1A et 1B du scénario 1. Le Transporteur évite ainsi les
28 problématiques associées au contournement à 315 kV du poste ou à

1 l'utilisation d'un câble souterrain à 315 kV. Il évite aussi l'agrandissement du
2 poste et l'ajout d'un disjoncteur sur la barre 2.

3 Au niveau des pertes électriques, celles-ci sont réduites par l'addition de deux
4 transformateurs contrairement à un seul pour les autres scénarios. Ce gain a
5 été pris en compte dans l'évaluation économique.

6 Par contre, l'addition de deux transformateurs ne permet pas d'accroître la
7 capacité ferme du poste; lors d'un défaut de disjoncteur à 735 kV, le
8 Transporteur se retrouverait avec seulement deux transformateurs, donnant
9 ainsi la même quantité de transformation que celle des autres scénarios.

10 Également, la mise en service des transformateurs T2 et T4 occasionne un
11 accroissement substantiel des niveaux de court-circuit triphasé et monophasé
12 sur les jeux de barres à 161 kV au poste de Arnaud par rapport aux autres
13 scénarios. Par exemple, le niveau de court-circuit monophasé atteindrait 94 %
14 du pouvoir de coupure de 6 disjoncteurs 161 kV. Ce niveau de court-circuit
15 serait le plus élevé dans tout le réseau du Transporteur et pourrait constituer
16 un risque pour les travailleurs et pour l'exploitation des équipements. De plus,
17 des études exhaustives seraient requises pour déterminer si la capacité des
18 équipements connexes aux disjoncteurs 161 kV serait dépassée.

19 Compte tenu du haut niveau de court-circuit, le Transporteur estime que
20 l'ensemble des disjoncteurs 161 kV du poste de Arnaud verraient leur pouvoir
21 de coupure dépassé dès l'ajout de nouvelle production dans la région. Par
22 ailleurs, plusieurs projets d'addition de production sont à l'étude dans la
23 région.

24 Des équipements additionnels concernant le filtrage des émissions de courant
25 harmonique pourraient aussi être requis dans le poste de Arnaud et dans le
26 poste du client AAI si ce scénario était retenu. Bien que des solutions
27 potentielles à la problématique d'émission de courant harmonique aient été
28 identifiées, il est important de mentionner que seuls des études exhaustives et

1 un programme de mesure complet pourraient permettre de confirmer la validité
 2 et le coût de ce scénario.

3 Tel qu'il appert du tableau 1 de la section 2.2 du présent document,
 4 l'estimation préliminaire des coûts démontre que le coût de ce scénario serait
 5 nettement supérieur à celui du scénario 1. Le scénario 3 a donc été rejeté pour
 6 des raisons techniques et économiques.

7 **2.2 Estimation des coûts des scénarios**

8 Le tableau suivant présente le coût des scénarios et de leurs variantes, le cas
 9 échéant. Ces coûts sont en millions de dollars actualisés en 2003.

10 **Tableau 1 – Comparaison économique des scénarios (M\$ actualisés 2003)**

Lots	Scénario 1		Scénario 2	Scénario 3
	Variante 1A 315 kV aérien	Variante 1B 315 kV souterrain	Ajout du T2 avec réarrangement du jeu de barres	Ajout du T2 et du T4
Coût projet	21,7	22,5	26	23,2
Pertes évitées	0	0	0	-2,9
Filtrage d'harmoniques	0	0	0	6,2
TOTAL	21,7	22,5	26	26,5
Écart	0	0,8	3,5	4,0

11 **2.3 Solution retenue**

12 Les analyses effectuées par le Transporteur conduisent à l'élimination du
 13 scénario 2 compte tenu de ses difficultés de réalisation. L'estimation préliminaire
 14 des coûts indique aussi un coût nettement supérieur à celui du scénario 1.

1 Le scénario 3 quant à lui, comporte plusieurs avantages par rapport aux variantes
2 du scénario 1, dont une économie au niveau des pertes électriques et une
3 capacité de transformation plus grande. Toutefois, cette capacité de
4 transformation additionnelle ne se traduit pas par une plus grande capacité
5 d'alimentation de charge en mode dégradé. De plus, l'addition des
6 transformateurs T2 et T4 entraîne des études et des travaux additionnels au
7 niveau du filtrage des émissions d'harmoniques, ce qui repousserait la date de
8 mise en service de cette solution.

9 Finalement, le courant de court-circuit sur les barres 161 kV du poste de Arnaud
10 atteint un niveau très élevé et à la limite de la capacité maximale de coupure de
11 six disjoncteurs 161 kV, ce qui constitue un risque face à la sécurité des
12 travailleurs et à l'exploitation des équipements du Transporteur.

13 Bref, le scénario 3 est éliminé pour les raisons suivantes : risques techniques
14 associés au très haut niveau de courant de court-circuit au poste de Arnaud,
15 études et mesures associées au filtrage des courants harmoniques et coût
16 nettement plus élevé par rapport au scénario 1.

17 En considérant les problématiques reliées au contournement aérien présenté
18 dans la variante 1A du scénario 1, la variante 1B est retenue comme solution pour
19 l'alimentation du client AAI, malgré son coût légèrement plus élevé.

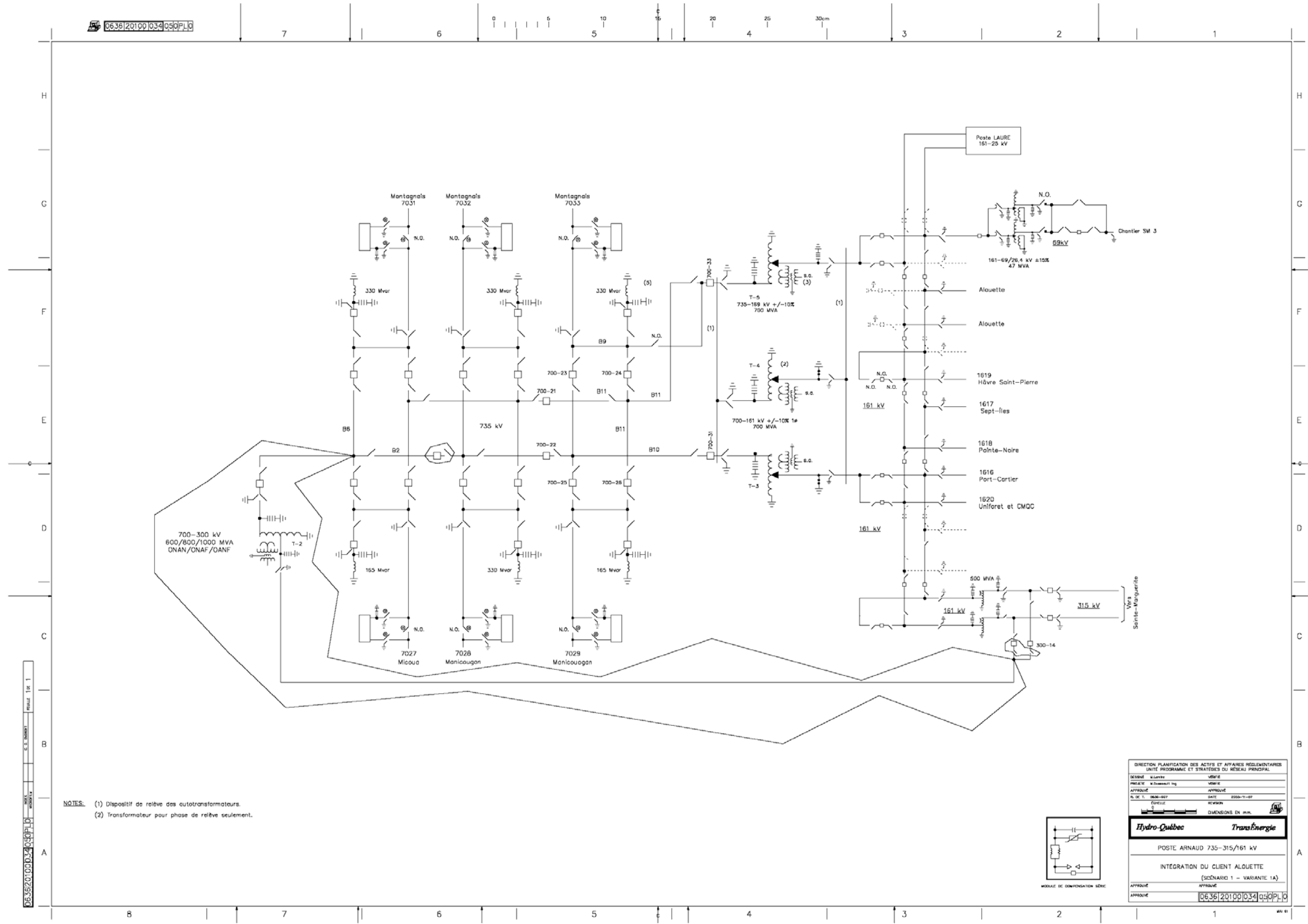
20 Le coût de la solution retenue a été révisé à la hausse depuis l'estimé préliminaire
21 pour atteindre 28 millions de dollars actualisés en 2003 (ou 32 millions de dollars
22 de réalisation).

23 L'écart des coûts est principalement attribuable aux éléments suivants: une
24 superficie accrue de l'agrandissement du poste de 8 500 m² à 29 759 m², l'ajout
25 du coût de l'avant-projet, le remplacement de la commande conventionnelle par
26 une commande ALCID (Automatismes Locaux et Conduite à Intelligence
27 Distribuée), le remplacement des protections des circuits 1650 et 1651 et l'ajout
28 de certains équipements comme des parafoudres et des sectionneurs.

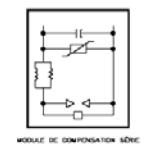
- 1 Le Transporteur considère que peu importe l'alternative retenue, l'écart de coût
- 2 entre l'estimation et l'avant-projet serait comparable puisque la plupart des
- 3 éléments additionnels identifiés dans le cadre de l'avant-projet auraient été requis
- 4 peu importe la solution retenue.

- 5 La description de l'envergure des travaux et des coûts associés à la solution
- 6 retenue est présentée plus en détail à la pièce HQT-6, Document 1.

Annexe A
Schéma unifilaire - Scénario 1, variante 1A



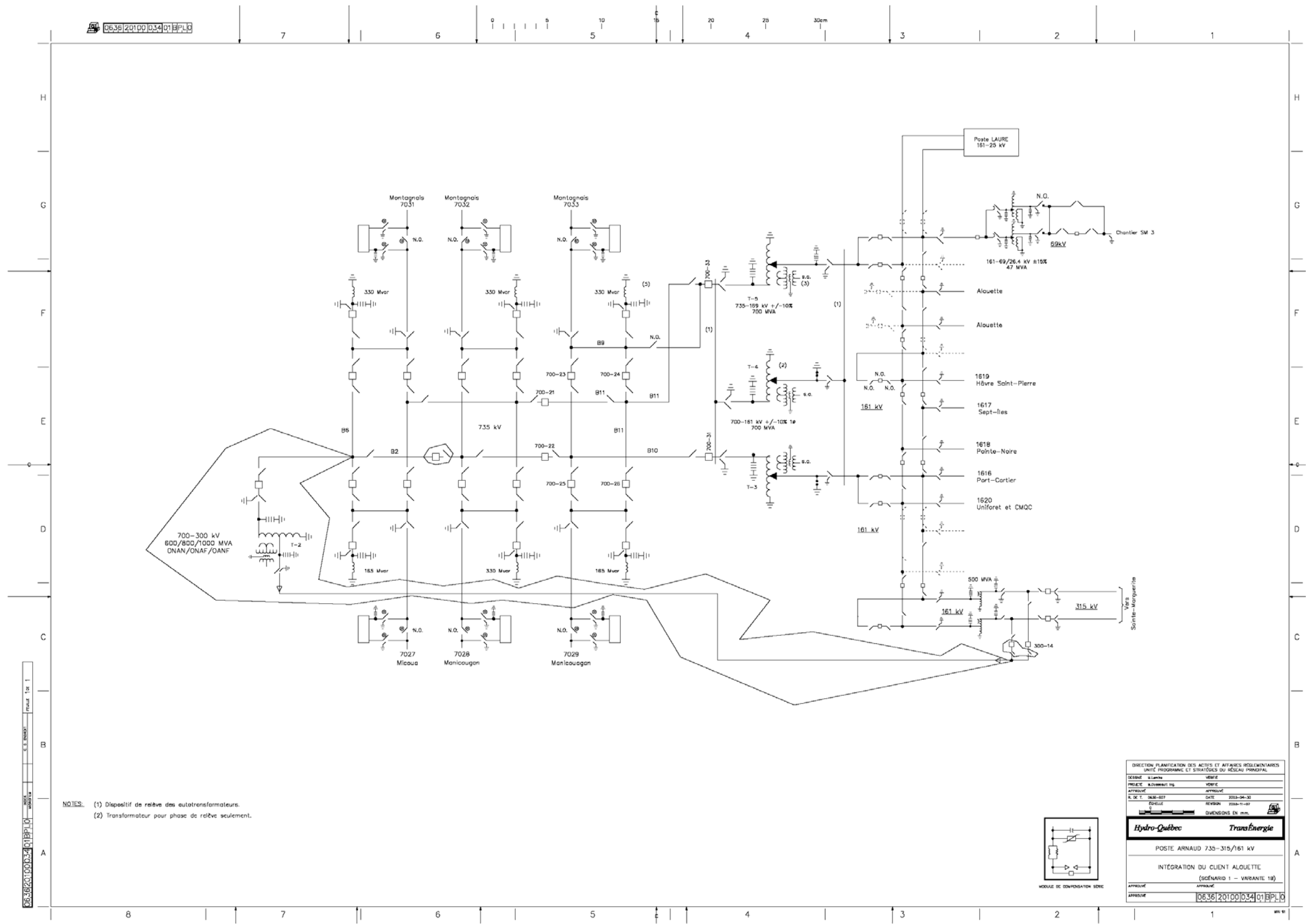
NOTES: (1) Dispositif de relèvement des autotransformateurs.
 (2) Transformateur pour phase de relèvement seulement.



DIRECTION PLANIFICATION DES ACTIFS ET ATTAINES RELEVEMENTAIRES	
UNITE PROGRAMME ET STRATEGIES DU RESEAU PRINCIPAL	
DESINE	VERIFIE
PROJETE	VERIFIE
APPROUVE	APPROUVE
N. DE T.	DATE
FORMULE	REVISION
DIMENSIONS EN mm	
Hydro-Québec	TransÉnergie
POSTE ARNAUD 735-315/161 kV	
INTEGRATION DU CLIENT ALOUETTE	
(SCÉNARIO 1 - VARIANTE 1A)	
APPROUVE	APPROUVE
063620100034050PL0	

Scénario 1, variante 1A
Ajout d'un transformateur 700-300 kV avec contournement aérien

Annexe B
Schéma unifilaire - Scénario 1, variante 1B



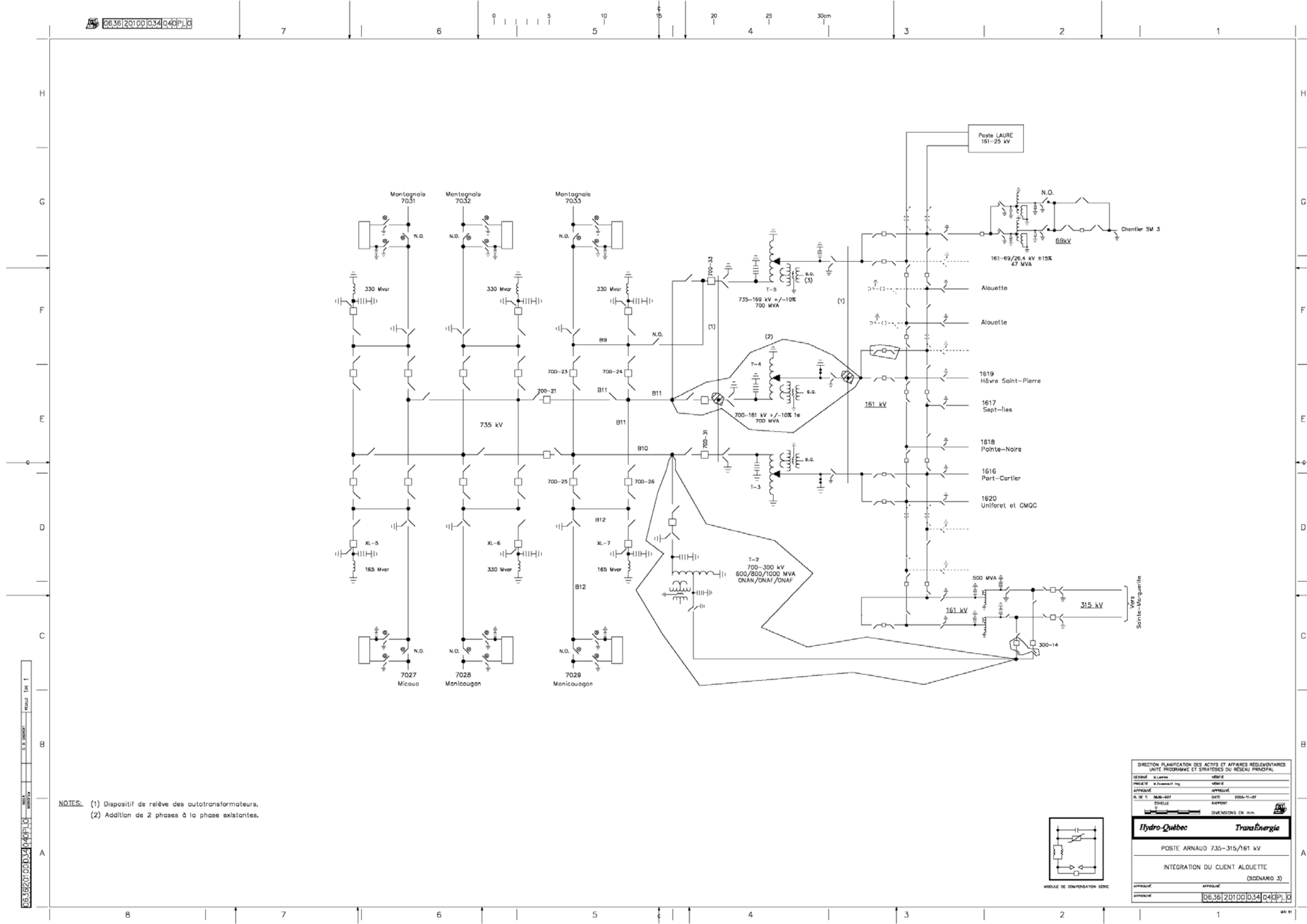
NOTES: (1) Dispositif de relève des autotransformateurs.
 (2) Transformateur pour phase de relève seulement.

DIRECTION PLANIFICATION DES ACTES ET AFFAIRES RÉGLEMENTAIRES	
UNITÉ PROGRAMME ET STRATÉGIES DU RÉSEAU PRINCIPAL	
DESIGNÉ	VERIFIÉ
PROJÉTÉ	VOUSÉ
APProuVÉ	APProuVÉ
N. DE T. 0630-007	DATE 2023-04-30
ÉDITÉ	RÉVISÉ
DIMENSIONS EN mm.	
Hydro-Québec TransÉnergie	
POSTE ARNAUD 735-315/161 kV	
INTÉGRATION DU CLIENT ALOUETTE	
(SCÉNARIO 1 - VARIANTE 1B)	
APProuVÉ	APProuVÉ
06362010003401BPL0	

Scénario 1, variante 1B
Ajout d'un transformateur 700-300 kV avec croisement souterrain

Annexe C
Schéma unifilaire - Scénario 2

Annexe D
Schéma unifilaire - Scénario 3



NOTES: (1) Dispositif de relé des autotransformateurs.
 (2) Addition de 2 phases à la phase existantes.

DIRECTION PLANIFICATION DES ACTIFS ET AFFAIRES RÉGLEMENTAIRES	
UNITÉ PROGRAMME ET STRATÉGIES DU RÉSEAU PRINCIPAL	
DESIGNÉ	VERIFIÉ
PROJÉTÉ	APPRUVÉ
APPRUVÉ	APPRUVÉ
N. DE T.	DATE
ÉCHELLE	RAPPORT
DIMENSIONS EN mm	
POSTE ARNAUD 735-315/161 kV	
INTÉGRATION DU CLIENT ALOUETTE (SCÉNARIO 3)	
APPRUVÉ	APPRUVÉ
06.361.20100.034.040P.0	

Scénario 3

Ajout d'un transformateur 700-300 kV et d'un transformateur 735-161 kV