

Solutions envisagées

PREUVE EN CHEF DU TRANSPORTEUR

TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE.....	5
2	PROJET DE REMISE À NEUF ET DE MODERNISATION DES COMPENSATEURS SYNCHRONES.....	5
	2.1 Solutions envisagées.....	6
	2.1.1 Scénario 1 – Ajout de compensateurs statiques.....	6
	2.1.2 Scénario 2 - Remise à neuf des compensateurs synchrones existants.....	8
	2.2 Estimation des scénarios.....	9
	2.3 Solution retenue.....	9
3	PROJET DE RÉDUCTION DU NIVEAU DE BRUIT	10
	3.1 Réduction du niveau de bruit des transformateurs de puissance.....	12
	3.2 Réduction du niveau de bruit des compensateurs synchrones.....	13
	3.3 Estimation des variantes.....	16
	3.4 Solution retenue.....	16

Annexes

Annexe A	Schéma et photo aérienne – Ajout de deux compensateurs statiques aux barres à 735 kV
Annexe B	Schéma et photo aérienne – Ajout de deux compensateurs statiques aux barres à 315 kV
Annexe C	Schéma et photo aérienne – Ajout de deux compensateurs statiques aux barres à 230 kV

1 **1 CONTEXTE**

2 Compte tenu de la nature des investissements des projets soumis, le Transporteur
3 présente les différentes solutions envisagées en deux sections. La première
4 section traite des solutions envisagées pour satisfaire le besoin de pérennité des
5 compensateurs synchrones («CS»). La deuxième section énumère les variantes
6 étudiées pour réduire le niveau de bruit des appareils existants associés aux CS.

7 Tel que mentionné précédemment à la pièce HQT-2, Document 1 traitant des
8 objectifs visés par le projet, les aspects techniques, environnementaux et
9 économiques sont pris en compte pour orienter le choix de la meilleure solution,
10 dans le respect de la mission d'Hydro-Québec TransÉnergie.

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

13 **2 PROJET DE REMISE À NEUF ET DE MODERNISATION DES**
14 **COMPENSATEURS SYNCHRONES**

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

21 Il est fait état, aux pièces HQT-5, Document 1 et HQT-9, Document 1, de
22 l'importance de maintenir les équipements de compensation réactive au poste de
23 Lévis pour l'exploitation actuelle et future du réseau de transport. À cet égard, il
24 est utile de préciser qu'un compensateur statique ou synchrone vise à :

- 25 • Contrôler les fluctuations de tension;
- 26 • Assurer un soutien et le rétablissement de la tension pendant et après
- 27 un événement perturbateur sur le réseau;

- 1 • Contrôler les surtensions temporaires lors de conditions de réseau
2 dégradés.

3 Compte tenu de la nature du rôle des compensateurs décrit ci-dessus, deux
4 solutions s'offraient au Transporteur, soit :

- 5 • L'ajout de nouveaux compensateurs statiques en remplacement des
6 CS existants; où
7 • La remise à neuf et la modernisation des CS existants.

8 **2.1 Solutions envisagées**

9 Dans le cadre de la réalisation du projet sous étude, le Transporteur a identifié
10 deux scénarios afin de répondre aux besoins exprimés.

- 11 • Scénario 1: Ajout de deux compensateurs statiques pour remplacer les
12 CS existants. Ce premier scénario compte trois variantes de
13 raccordement:

14 ➤ Variante 1: Raccordement sur les barres 735 kV

15 ➤ Variante 2: Raccordement sur les barres 315 kV

16 ➤ Variante 3: Raccordement sur les barres à 230 kV en
17 utilisant l'appareillage de sectionnement existant.

- 18 • Scénario 2: Remise à neuf et la modernisation des équipements
19 existants.

20 La description des scénarios et, le cas échéant, des variantes à ces scénarios,
21 sont présentées aux sections suivantes.

22 **2.1.1 Scénario 1 – Ajout de compensateurs statiques**

23 L'implantation de compensateurs statiques peut se faire sur les barres à 735
24 kV, à 315 kV ou à 230 kV. L'analyse préliminaire faite par le Transporteur a
25 permis de rejeter, dans un premier temps, les variantes de cette solution les

1 moins viables économiquement. C'est ainsi que l'ajout de compensation
2 statique à 735 kV a été rejeté pour des raisons techniques et économiques.

3 Tel qu'il appert de la photo aérienne présentée à la pièce HQT-2, Document 1,
4 Annexe B, le poste de Lévis est bordé au nord et au sud par un quartier
5 résidentiel et à l'est par la route 275. Étant donné l'emplacement du poste de
6 Lévis, la variante numéro 1 de raccordement à 735 kV a été rejetée puisqu'un
7 agrandissement d'environ 55 000 m² du poste, soit du côté ouest ou de l'autre
8 côté de la route 275, serait nécessaire. De plus, il faudrait prévoir l'ajout de
9 jeux de barres, d'appareillage de sectionnement et de transformation ainsi que
10 des structures d'acier pour permettre son raccordement aux barres à 735 kV
11 du poste (à ce sujet, voir le schéma unifilaire à l'Annexe A du présent
12 document).

13 Le tableau 1 apparaissant à la section 2.2 suivante et portant sur les coûts des
14 scénarios, prend comme hypothèse que l'installation de deux compensateurs
15 statiques du côté ouest demeure l'emplacement le moins coûteux par rapport
16 à un nouvel agrandissement de l'autre côté de la route 275. Ainsi, l'estimation
17 préliminaire de cette variante, tel qu'il appert du scénario 1 (variante 1) du
18 tableau 1 suivant, démontre que son coût serait élevé et nettement supérieur à
19 celui des autres variantes.

20 La variante numéro 2 de raccordement à 315 kV (voir le schéma unifilaire
21 présenté à l'Annexe B du présent document) impliquerait quant à elle des
22 modifications aux jeux de barres et un agrandissement d'environ 30 000 m² de
23 la partie à 315 kV du côté sud du poste pour ajouter l'appareillage de
24 sectionnement. La faisabilité de cet agrandissement est peu probable compte
25 tenu de la proximité des résidences et de l'impact qu'aurait cette variante
26 auprès des résidents. Finalement, l'installation des compensateurs statiques
27 ne pourrait se réaliser que dans la partie ouest du poste ou du côté est de la
28 route 275 via l'ajout de deux jeux de câbles souterrains à 315 kV. Son
29 implantation dans la partie ouest du poste est la moins coûteuse puisque la
30 moitié de l'aire d'accueil des nouveaux compensateurs serait déjà à l'intérieur
31 du poste limitant ainsi la surface supplémentaire à acquérir (voir l'Annexe B du

1 présent document). Cette variante a donc été rejetée pour des raisons
2 similaires à la variante précédente.

3 Aussi, la troisième variante consiste à raccorder deux compensateurs
4 statiques -200/+300 Mvar sur la barre 230 kV du poste de Lévis, au même
5 endroit que les CS existants. Cette variante est présentée à l'Annexe C du
6 présent document. Un des avantages de cette variante est de pouvoir réutiliser
7 les appareils de sectionnement existants. L'ajout de deux compensateurs
8 statiques peut se faire soit du côté ouest du poste ou à l'est, de l'autre côté de
9 la route 275. L'implantation dans la partie ouest du poste est la plus
10 avantageuse puisque la moitié de l'aire d'accueil des nouveaux
11 compensateurs serait déjà à l'intérieur des limites du poste, limitant ainsi la
12 surface supplémentaire à acquérir à environ 20 000 m².

13 **2.1.2 Scénario 2 - Remise à neuf des compensateurs synchrones** 14 **existants**

15 Tel qu'il appert de la pièce HQT-2, Document 1, la solution visant à remettre à
16 neuf les CS remonte à 1995. A ce moment, le projet visait des systèmes et
17 des pièces d'équipement bien précises nécessitant soit une remise à neuf ou
18 un remplacement. Les projets aux postes Duvernay et Manicouagan ont
19 permis l'élaboration d'un cahier des charges décrivant les travaux requis
20 suivant une approche de pérennité. La solution retenue, soit la remise à neuf
21 et la modernisation des CS, prolonge la durée de vie utile de ces appareils, en
22 plus d'améliorer la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité des CS .

23 Les travaux nécessaires à la réalisation de la solution retenue touchent les
24 systèmes suivants :

- 25 • Partie moteur des CS31 et CS32 (rotor et stator);
- 26 • Systèmes d'huile de lubrification, de soulèvement et des joints;
- 27 • Systèmes d'échange de chaleur de l'hydrogène et l'huile;
- 28 • Systèmes de ventilation des CS et des bâtiments;
- 29 • Système d'analyse des gaz;
- 30 • Système de détection d'hydrogène;

- 1 • Système de protection d'incendie;
- 2 • Systèmes d'excitation incluant l'ajout d'un stabilisateur multi-bandes;
- 3 • Système de commande et de protection;
- 4 • L'appareillage électrique à 16 kV.

5
6 La pièce HQT-5, Document 1 présente une description plus exhaustive des
7 modifications et des travaux prévus.

8 **2.2 Estimation des scénarios**

9 Le tableau suivant présente le coût des scénarios et de leurs variantes, le cas
10 échéant. Ces coûts sont en milliers de dollars de réalisation 2008.

11 **Tableau 1 – Comparaison économique des scénarios (k\$ 2008)**

Lots	Scénario 1			Scénario 2
	Variante #1 735 kV	Variante #2 315 kV	Variante #3 230 kV	Projet de base
TOTAL	119 255	109 575	100 404	32 964
Écart	86 291	76 611	67 440	0

12

13 **2.3 Solution retenue**

14 Il ressort de l'analyse technico-économique effectuée par le Transporteur que les
15 différentes solutions étudiées offrent à toute fin pratique un service équivalent et
16 satisfaisant du point de vue de l'exploitation du réseau de transport.

17 Toutefois, l'écart de 67,4 M\$ de la variante #3, milite nettement en faveur de la
18 solution de remise à neuf et de modernisation des équipements existants au
19 détriment de l'ajout de deux nouveaux compensateurs statiques. En outre, la
20 solution retenue ne nécessite pas d'agrandissement des limites du poste et
21 minimise l'acquisition d'appareillage de sectionnement à haute tension. Il faut

1 souligner que cette solution ne génère pas d'impacts additionnels pour les
2 résidants à proximité du poste.

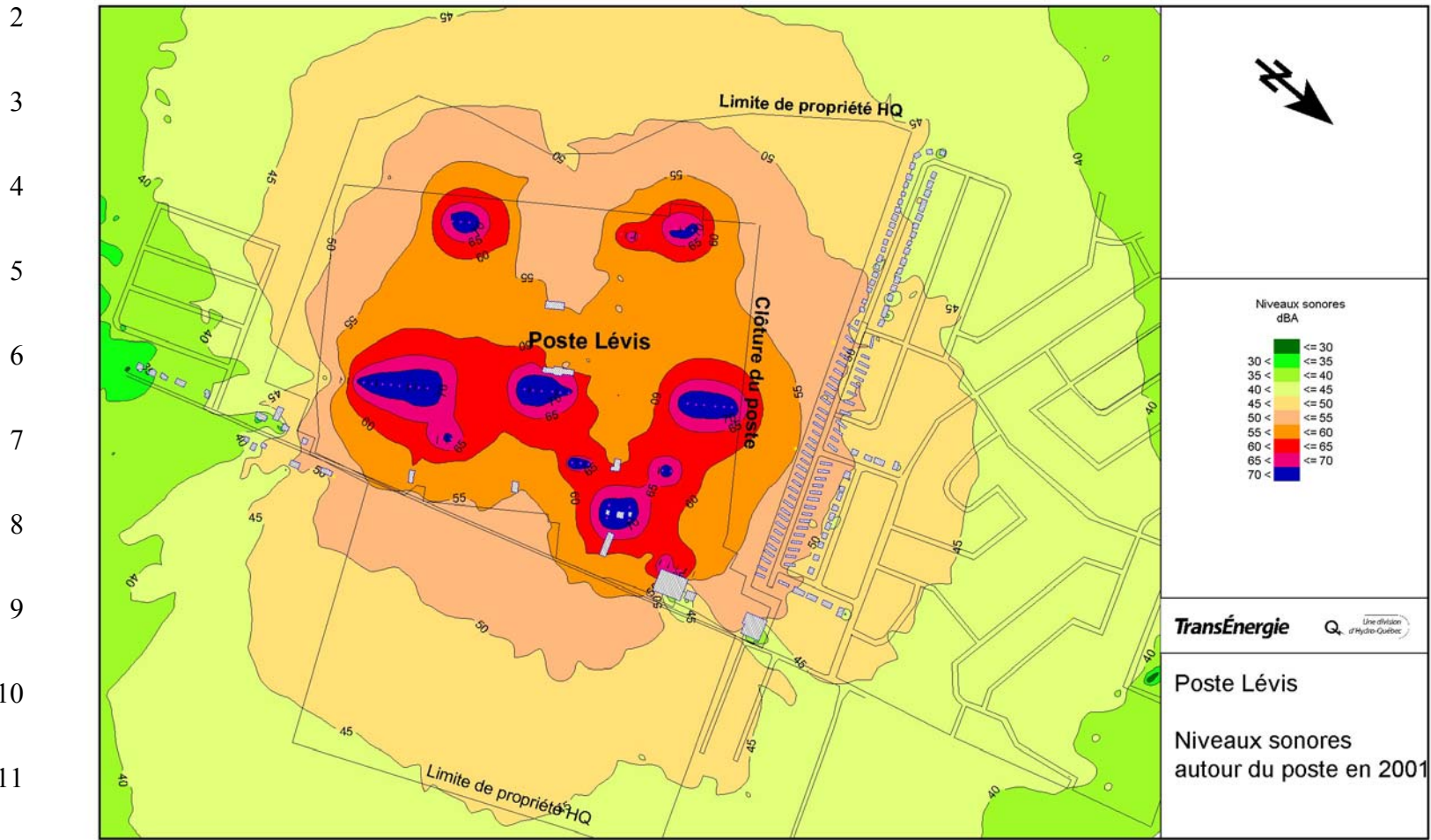
3 La description de l'envergure des travaux et des coûts associés à la solution
4 retenue est présentée à la pièce HQT-6, Document 1.

5 **3 PROJET DE RÉDUCTION DU NIVEAU DE BRUIT**

6 Le projet de réduction du niveau de bruit à l'étude, présenté à la Régie à titre
7 d'information, s'inscrit dans la catégorie de «Respect des exigences» et fait suite à
8 un engagement du Transporteur auprès des résidants et des élus de la ville de
9 Lévis.

10 La réduction du niveau de bruit touche deux types d'appareils: les transformateurs
11 de puissance T31/T32 et la partie moteur des CS31/CS32. La figure 1 suivante
12 montre le niveau de bruit généré par les appareils du poste de Lévis en 2001.

1 **Figure 1 – Niveau de bruit généré par les appareils du poste de Lévis (2001)**



1 À noter que même si les installations du poste de Lévis sont autorisées
2 conformément à la loi ou sont antérieures aux installations d'un plaignant, le
3 Transporteur a le devoir de respecter les règles de bon voisinage en prenant les
4 mesures appropriées pour ne pas dépasser les normes de bruit acceptable, eu
5 égard aux caractères des lieux et aux usages locaux. Le bruit peut être considéré
6 comme un contaminant au sens de la *Loi sur la qualité de l'environnement* et les
7 normes du Ministère de l'Environnement dans ce domaine sont de 45 dBA le jour
8 et 40 dBA la nuit.

9 Les moyens analysés par le Transporteur pour réduire le bruit généré par ces
10 appareils sont:

11 Pour les transformateurs de puissance:

- 12 • Enceinte acoustique près de la cuve;
- 13 • Enceinte acoustique éloignée de la cuve.

14 Pour la partie moteur des CS:

- 15 • Écran acoustique sur trois faces;
- 16 • Traitement des parois;
- 17 • Ajout d'une enceinte partielle;
- 18 • Enceinte acoustique complète avec un toit;
- 19 • Traitement acoustique à la source.

20 **3.1 Réduction du niveau de bruit des transformateurs de** 21 **puissance**

22 L'analyse préliminaire des solutions applicables aux transformateurs de puissance
23 faite par Hydro-Québec Équipement («HQÉ») a permis de rejeter la solution
24 d'ajouter une enceinte près de la cuve de l'appareil. Une enceinte acoustique
25 consiste en quatre parois et un toit installés de manière à envelopper la cuve du
26 transformateur de puissance. Cependant, cette méthode ne permettrait pas au
27 personnel de circuler entre la cuve et la paroi de l'enceinte pour avoir accès au
28 cabinet de commande et aux différents instruments qui sont installés sur la cuve.

1 De plus, les transformateurs de puissance étant situés près des bâtiments de
2 démarrage, il est essentiel d'avoir un système de protection contre l'incendie afin
3 de préserver l'intégrité structurale de ces bâtiments. Or, l'installation d'une
4 enceinte acoustique près de la cuve d'un transformateur de puissance signifie que
5 le système de protection contre l'incendie serait à l'extérieur de l'enceinte le
6 rendant du même coup inutile.

7 La meilleure solution consiste à ajouter une enceinte acoustique éloignée de la
8 cuve. Cette solution est bien connue à Hydro-Québec car elle est utilisée ailleurs
9 pour réduire le bruit généré par des appareils existants. Cette solution est moins
10 coûteuse que le remplacement des appareils existants par de nouveaux avec un
11 niveau de bruit réduit. La réduction du niveau de bruit généré par les
12 transformateurs de puissance est d'environ 20 dBA.

13 **3.2 Réduction du niveau de bruit des compensateurs** 14 **synchrones**

15 A la demande du Transporteur, HQÉ a étudié cinq moyens pour réduire le niveau
16 de bruit de la partie moteur des CS. Cette analyse a permis d'estimer la
17 puissance acoustique des CS à environ 105 dBA chacun et d'identifier les
18 principales sources responsables de ce niveau sonore. Les moyens d'atténuation
19 proposés sont décrits ci-après.

20 Variante 1 - Ajout d'écrans acoustiques sur trois faces:

21 Cette solution permet de réduire d'environ 15 dBA le bruit des CS. Ces écrans
22 acoustiques consistent en des murs coupe-son d'une hauteur de 8 mètres sur les
23 trois côtés ouverts de la machine, le bâtiment de démarrage constituant le
24 quatrième côté. Contrairement à l'enceinte acoustique, ce moyen d'atténuation du
25 bruit ne prévoit pas l'installation d'un toit. Cette approche présente un risque
26 technique faible puisque cette méthode est bien connue et utilisée dans d'autres
27 installations du Transporteur.

28 Certains points devront faire l'objet d'une attention particulière lors de la
29 conception:

- 1 • L'encombrement final des appareils auxiliaires autour des CS (armoire
2 des gaz, armoire du réservoir à niveau constant, etc.);
3 • Les murs coupe-son devront être amovibles pour permettre un accès
4 facile et rapide aux équipements;
5 • Il faut prévoir un éclairage adéquat à l'intérieur de l'enceinte; et
6 • Bien identifier les problèmes potentiels que représentent l'accumulation
7 de neige.

8 Variante 2 - Traitement acoustique des parois:

9 Cette solution compte deux volets:

- 10 • Ajout d'une membrane coupe-son sur le cylindre principal de la partie
11 moteur; et
12 • Remplacement des persiennes de ventilation actuelles.

13 Dans le premier cas, la réduction du niveau de bruit est d'environ 8 à 9 dBA. La
14 réduction peut atteindre environ 10 dBA si on jumelle cette solution au
15 remplacement des persiennes d'aération existantes.

16 Cette approche n'a jamais été utilisée à Hydro-Québec sur ce genre d'appareil et
17 présente certains inconvénients. Ainsi, la membrane acoustique ne sera pas
18 facile à retirer lors d'une intervention sur les CS. Une attention et des dispositions
19 particulières devront être implantées pour maintenir toutes les performances
20 acoustiques. De plus, la résistance aux rayons U.V. doit être démontrée afin de
21 garantir une durée de vie d'au moins 25 ans. Finalement, le risque d'emprisonner
22 de l'hydrogène à l'intérieur de cette enveloppe devrait être évalué attentivement
23 avant de recommander une telle solution.

24 Variante 3 - Ajout d'une enceinte partielle:

25 Cette solution compte deux volets:

- 26 • Ajout d'une enceinte acoustique complète ajustée à la partie moteur; et

- 1 • Remplacement des persiennes de ventilation actuelles.

2 Une enceinte partielle ne couvre que les parties les plus bruyantes des
3 compensateurs synchrones et les parois sont installées très près des surfaces à
4 traiter. Tout comme la variante 2, pour le premier volet, la réduction du niveau de
5 bruit est d'environ 8 à 9 dBA. La réduction peut atteindre environ 10 dBA si on
6 jumelle cette solution au remplacement des persiennes d'aération existantes. De
7 plus, des modifications aux systèmes de ventilation seront nécessaires pour éviter
8 toute accumulation d'hydrogène à l'intérieur de cette enceinte.

9 L'estimation du coût de cette solution est présentée au tableau 2 de la section 3.3
10 suivante, et ce à titre de comparaison.

11 Enceinte acoustique:

12 Cette variante prévoit l'ajout d'une enceinte acoustique semblable au concept
13 retenu pour les transformateurs de puissance et procurant une réduction du
14 niveau de bruit de 20 dBA. Ce concept nécessite aussi le remplacement des
15 persiennes et un apport supplémentaire d'air pour éviter toute accumulation
16 d'hydrogène.

17 Cette solution n'est pas retenue par le Transporteur compte tenu de son coût
18 élevé. En effet, on peut raisonnablement conclure que cette solution serait plus
19 coûteuse que la solution précédente compte tenu de la plus grande surface à
20 recouvrir et des modifications aux systèmes de ventilation. Par contre, elle offre la
21 meilleure réduction du niveau de bruit.

22 Traitement acoustique à la source

23 Cette variante a pour but de réduire le niveau de bruit généré en apportant des
24 modifications à la conception même des CS. Le concepteur d'origine des CS a
25 été consulté à ce sujet et à sa connaissance aucun projet de cette nature n'a été
26 fait ailleurs. Le Transporteur a donc rejeté cette solution qui implique un important

1 effort de développement sans aucune garantie sur la réduction du niveau de bruit
2 ni sur l'envergure des travaux et des coûts impliqués.

3 **3.3 Estimation des variantes**

4 Le tableau 2 suivant présente le coût combiné des variantes de réduction du
5 niveau de bruit des transformateurs de puissance et des CS.

6 **Tableau 2 – Comparaison économique des variantes (k\$ 2008)**

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Réduction du niveau de bruit des CS	15 dBA	8 à 10 dBA	8 à 10 dBA
Réduction du niveau de bruit des transformateurs de puissance	20 dBA		
TOTAL	4 157.9	3 870.0	4 282.0
Écart	287.9	0.0	412.0

7

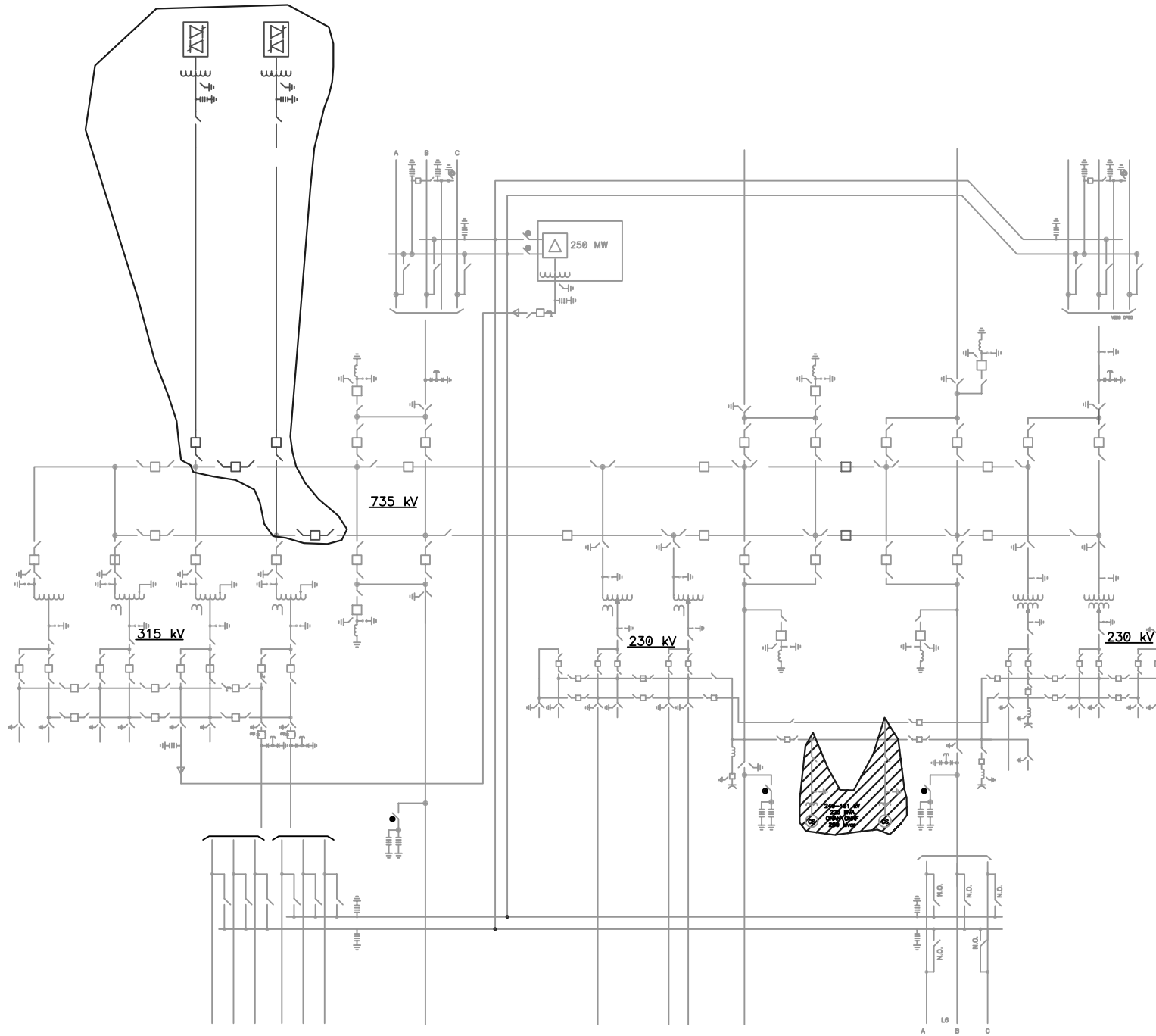
8 **3.4 Solution retenue**

9 L'analyse de l'ensemble des solutions de réduction du niveau de bruit des CS
10 démontre qu'elles n'offrent pas un service tout à fait équivalent et que les risques
11 techniques ou économiques ne sont pas négligeables.

12 Bien que la variante 2 semble la moins coûteuse, le Transporteur a retenu la
13 variante 1 pour ce projet. Premièrement, le gain obtenu sur la réduction du niveau
14 de bruit des CS est important. La technologie utilisée est bien connue du
15 Transporteur et a déjà été utilisée avec succès dans d'autres installations à Hydro-
16 Québec. L'incertitude concernant la dégradation de la membrane acoustique
17 soumis aux rayons U.V. ainsi que les précautions à prendre lors des interventions
18 d'entretien ou de dépannage militent en faveur de l'ajout d'écrans acoustiques.

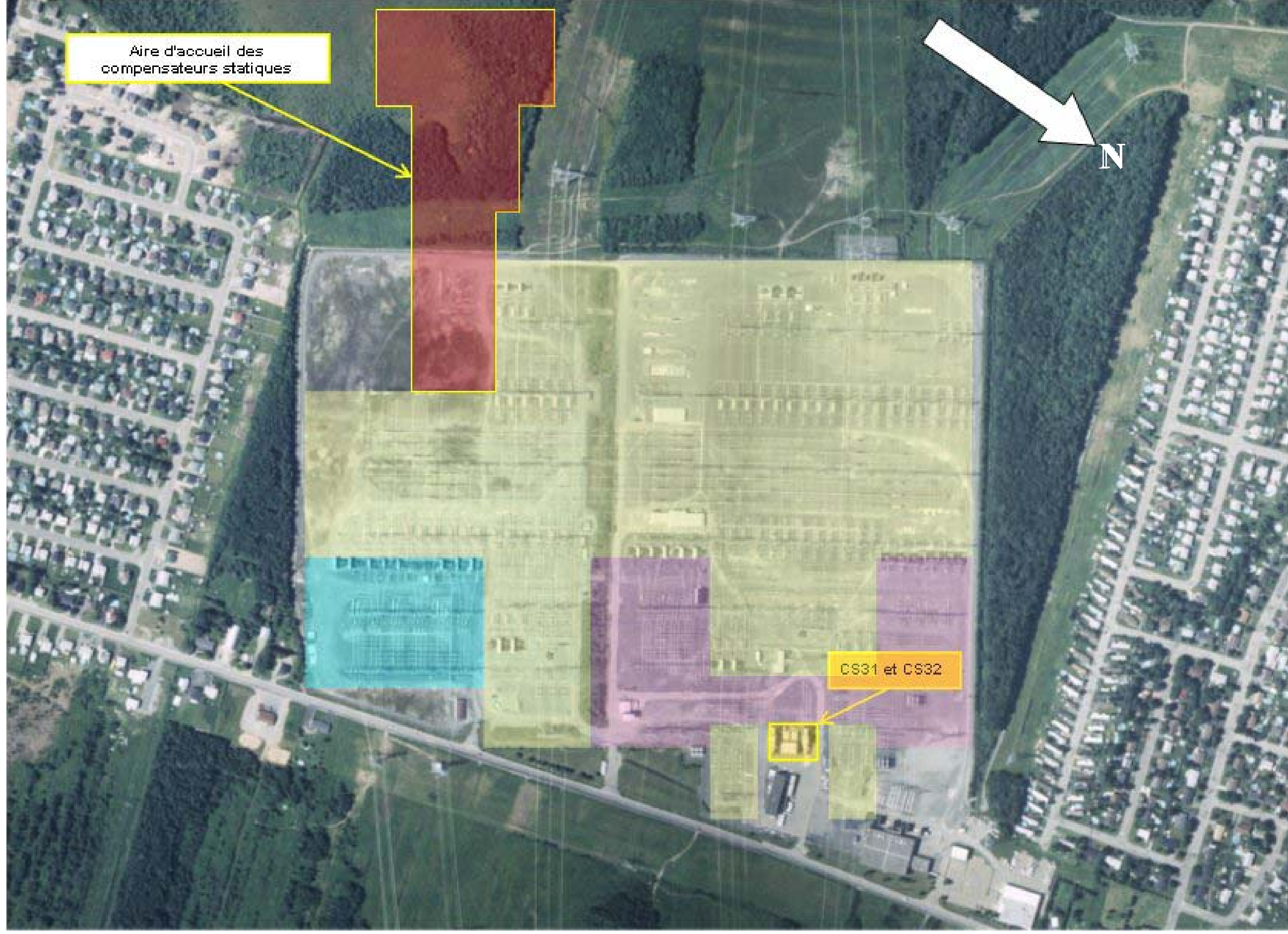
- 1 Finalement, l'écart de 287.9 k\$ (7.4%) entre les deux premières solutions n'est
- 2 pas significatif et peut être qualifié de volatile compte tenu des analyses
- 3 supplémentaires requises pour obtenir un concept de qualité équivalente aux
- 4 écrans acoustiques de la variante 1.

Annexe A
**Schéma et photo aérienne – Ajout de deux
compensateurs statiques sur les barres 735 kV**



Scénario 1 – Variante 1

Schéma unifilaire – Compensateurs statiques raccordés sur les barres 735 kV



Vue aérienne du poste Lévis - Scénario 1, variante 1

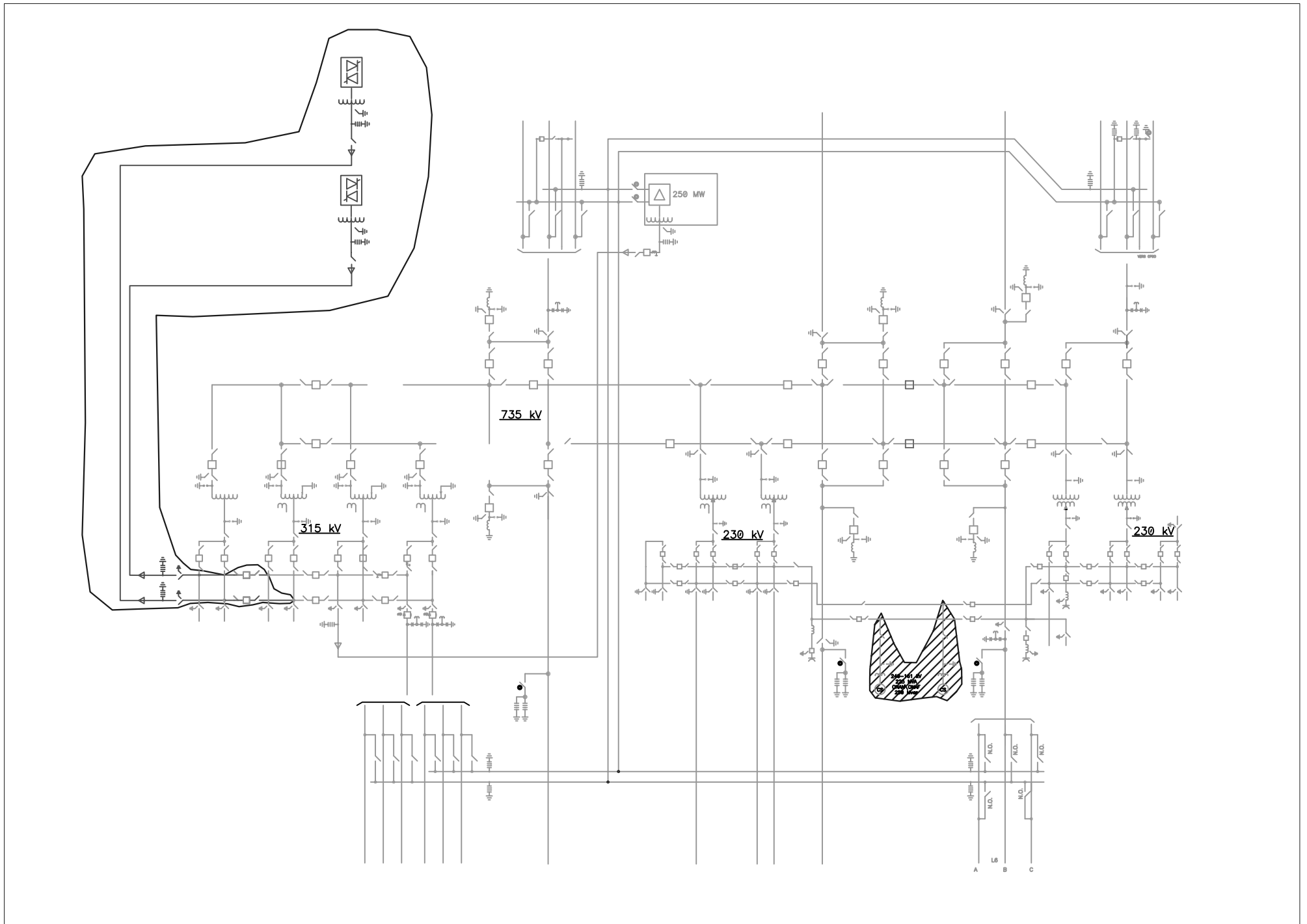
Aire d'accueil des compensateurs statiques aux barres 735 kV

Zone 735 kV

Zone 315 kV

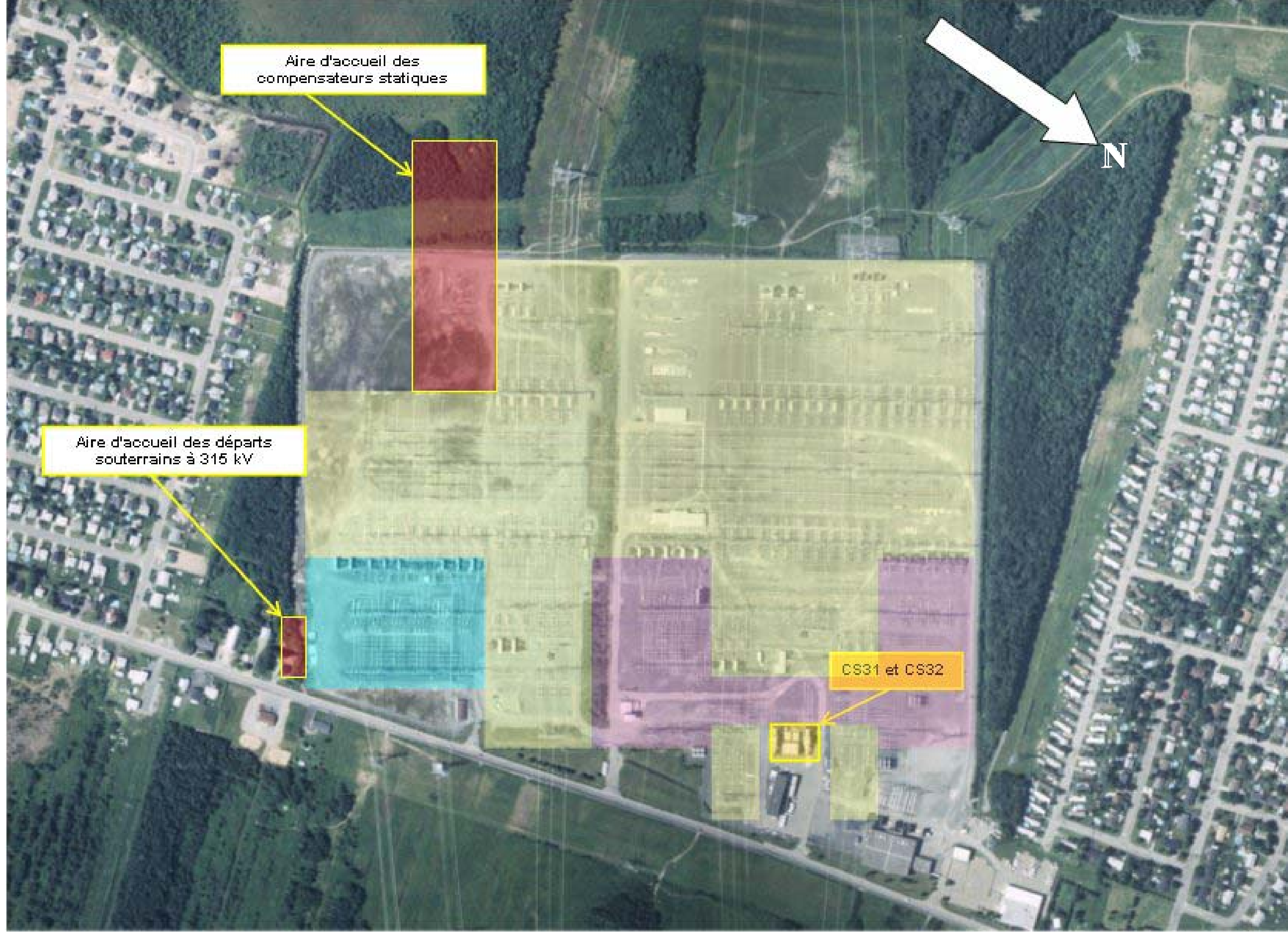
Zone 230 kV

Annexe B
**Schéma et photo aérienne – Ajout de deux
compensateurs statiques sur les barres 315 kV**



Scénario 1 – Variante 2

Schéma unifilaire – Compensateurs statiques raccordés sur les barres 315 kV



Vue aérienne du poste Lévis - Scénario 1, variante 2

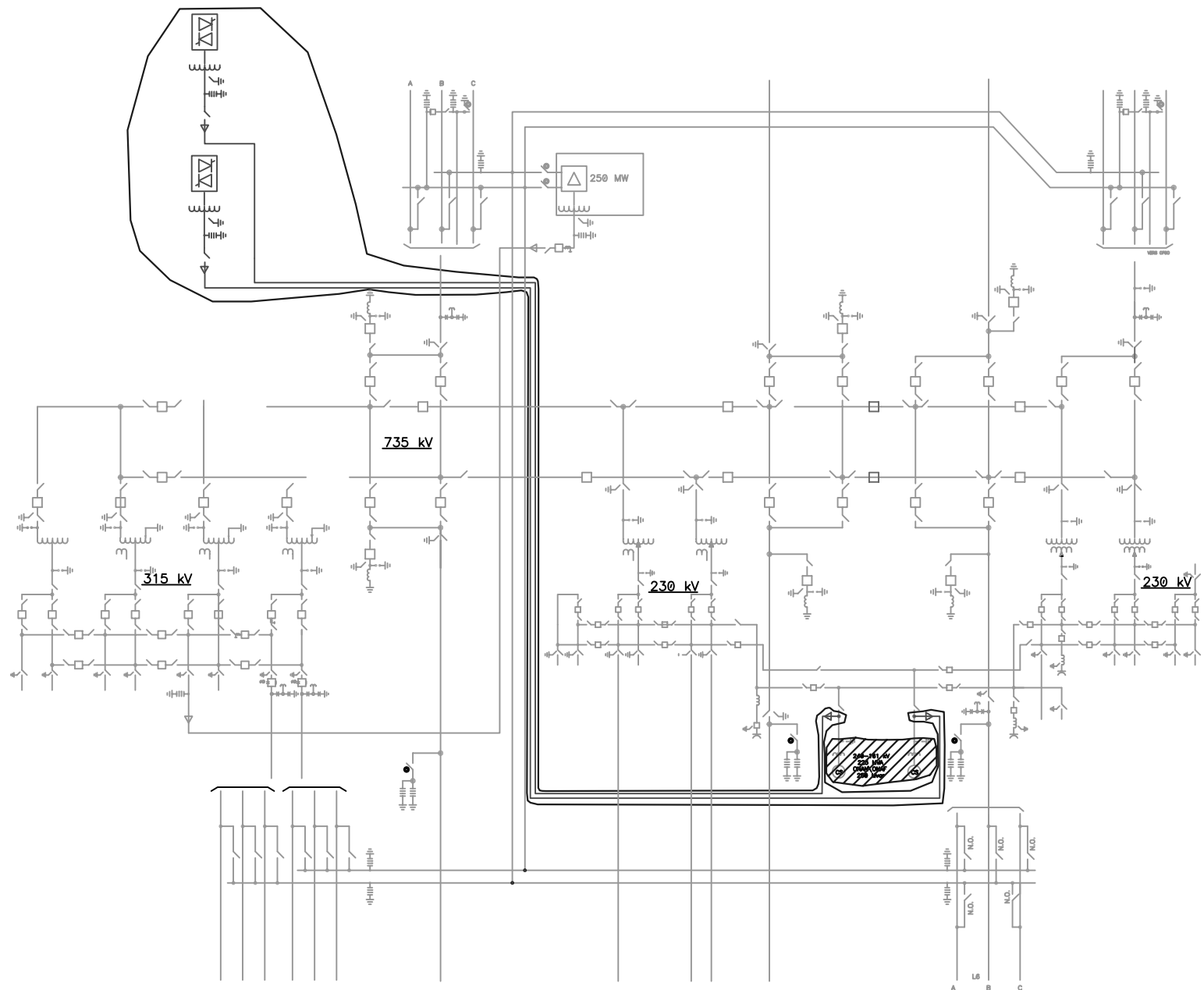
Aire d'accueil des compensateurs statiques aux barres 315 kV

Zone 735 kV

Zone 315 kV

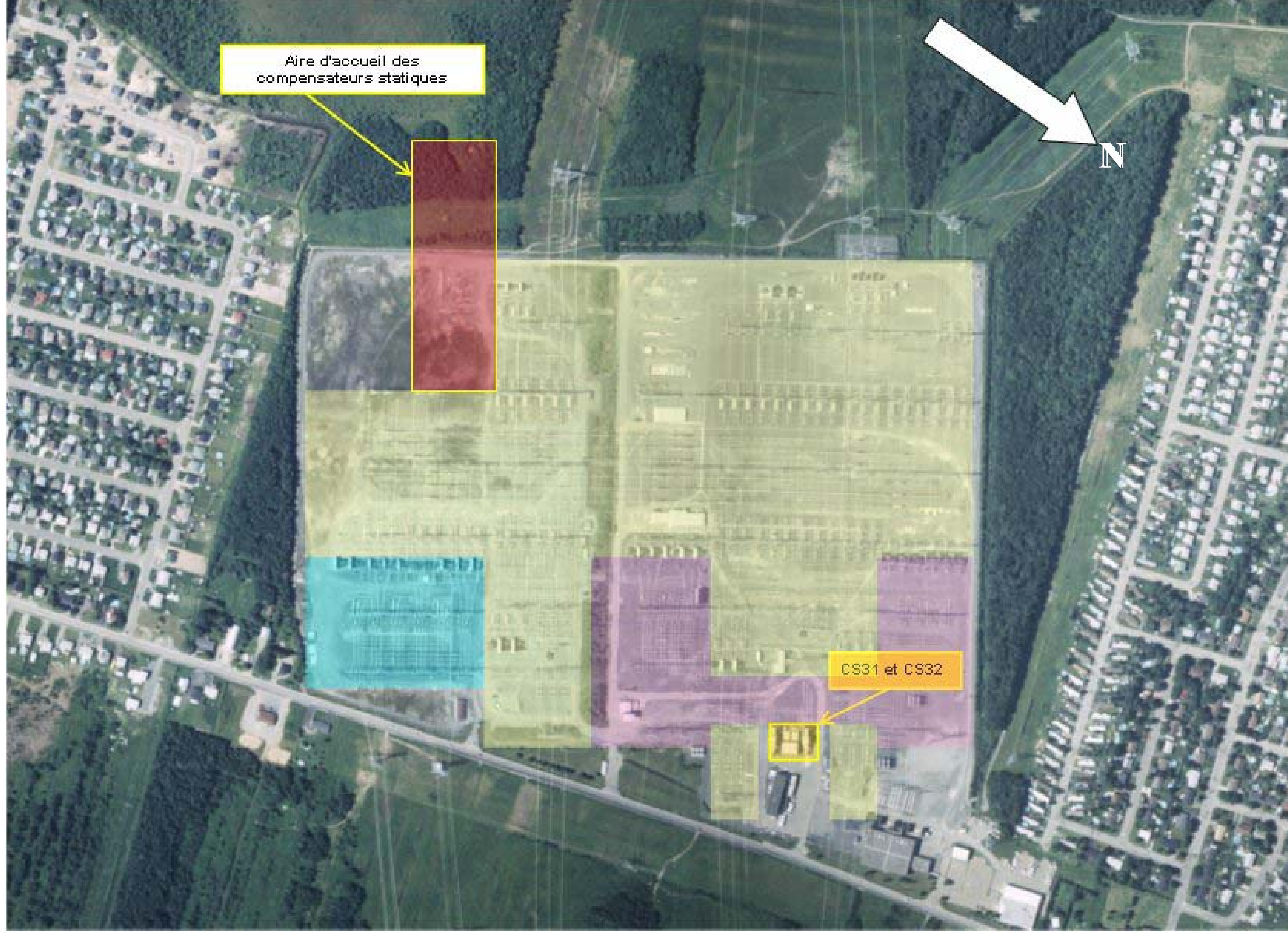
Zone 230 kV

Annexe C
**Schéma et photo aérienne – Ajout de deux
compensateurs statiques sur les barres 230 kV**



Scénario 1 – Variante 3

Schéma unifilaire – Compensateurs statiques raccordés sur les barres 230 kV



Vue aérienne du poste Lévis - Scénario 1, variante 3

Aire d'accueil des compensateurs statiques aux barres 230 kV

Zone 735 kV

Zone 315 kV

Zone 230 kV