

**Description et justification du projet
en relation avec les objectifs**

**PREUVE EN CHEF DU
TRANSPORTEUR**

TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION DU PROJET	5
1.1	Travaux de remise à neuf et de modernisation des compensateurs synchrones	5
1.1.1	Partie moteur (stator et rotor)	6
1.1.2	Système d'huile.....	8
1.1.2.1	Lubrification	8
1.1.2.2	Soulèvement du rotor.....	8
1.1.2.3	Joints d'étanchéité cinétiques	9
1.1.2.4	Réservoir principal	9
1.1.3	Système de refroidissement (eau/glycol).....	9
1.1.4	Armoires des gaz	10
1.1.5	Système d'excitation statique	10
1.1.6	Système de contrôle (commande et automatismes)	11
1.1.7	Protection.....	11
1.1.8	Systèmes de ventilation.....	12
1.1.9	Système de détection d'hydrogène	13
1.1.10	Appareillage à 16 kV.....	13
1.1.11	Bâtiments	13
1.2	Travaux de réduction du niveau de bruit	14
2	JUSTIFICATION DU PROJET EN FONCTION DES OBJECTIFS	16
2.1	Introduction	16
2.2	Critères de conception du réseau de transport	16
2.2.1	Critères de base : continuité de service recherchée	17
2.2.2	Critères complémentaires : maximiser la continuité de service.....	17
2.2.3	Événements exceptionnels : maintien de la stabilité du réseau	18
2.3	Règles relatives aux études de réseau	19
2.3.1	Règles relatives aux études de réseau.....	19
2.4	Impact des compensateurs synchrones au poste de Lévis sur les réseaux planifiés et au niveau de l'exploitation du réseau.....	21
2.4.1	Impact sur les réseaux planifiés	21
2.4.1.1	Capacité de transport et pointe de charge	21
2.4.1.2	Capacité du réseau de transport à soutenir les baisses et hausses de charge	21
2.4.2	Impact au niveau de l'exploitation du réseau	22
2.4.2.1	Impact sur les transits.....	23
2.4.2.2	Impact sur la capacité à soutenir des hausses et baisses de charge.....	23
2.4.2.3	Impact sur les grands automatismes de sauvegarde de réseau lors d'événements sévères	24
2.4.3	Compensateurs synchrones et le projet de déglaceur	24
2.5	Conclusion	25

Annexes

Annexe A Schéma unifilaire des compensateurs synchrones

Annexe B Photos des compensateurs synchrones du poste de Lévis

1 DESCRIPTION DU PROJET

Après avoir identifié la solution optimale à l'étape de la réalisation de l'étude de pérennité, les caractéristiques de la solution retenue par le Transporteur sont précisées au moment de la préparation du cahier des charges et du mandat d'avant-projet. Les avant-projets viennent confirmer la faisabilité de la solution retenue et l'identification des contraintes techniques et économiques reliées au projet. Les composantes du projet décrites ci-dessous tiennent compte des précisions apportées lors de l'avant-projet, tel qu'il appert du processus de réalisation d'un projet présenté au schéma 1 de la pièce HQT-3, Document 1.

La description de l'envergure des travaux se divise en deux sous-sections:

Section 1.1 Remise à neuf et modernisation des compensateurs synchrones

Section 1.2 Réduction du niveau de bruit des compensateurs synchrones et des transformateurs de puissance T31 et T32.

1.1 Travaux de remise à neuf et de modernisation des compensateurs synchrones

La présente section traitera des divers travaux à effectuer en fonction des systèmes suivants:

- Partie moteur (rotor et stator);
- Système d'huile (soulèvement, lubrification, joints);
- Système de refroidissement;
- Armoires des gaz;
- Système d'excitation statique;
- Système de contrôle (commande et automatismes);
- Protection;
- Systèmes de ventilation;

- 1 • Système de détection d'hydrogène;
- 2 • Appareillage à 16 kV;
- 3 • Bâtiments (démarrage et de commande).

4 **1.1.1 Partie moteur (stator et rotor)**

5 Les travaux de remise à neuf des compensateurs synchrones (CS) tiennent
6 compte des modifications et des réparations réalisées au fil des ans. Ainsi, en
7 1991, le Transporteur a procédé à des réparations importantes sur le CS31. A ce
8 moment, le rotor a été retiré de son enceinte lors de l'exécution de ces travaux.
9 La nature de cette intervention amène le Transporteur à moduler son approche de
10 remise à neuf pour ne recommander que les travaux nécessaires qui répondent
11 aux éléments déclencheurs d'un projet de pérennité. A priori, seul le rotor du
12 CS32 sera retiré pour en faire une remise à neuf.

13 Au début et à la fin des travaux, des mesures et des essais seront réalisés pour
14 obtenir une évaluation complète des deux CS. Les valeurs mesurées serviront à
15 porter un jugement sur l'état des enroulements du rotor et du stator. Pour le
16 CS31, les parties inaccessibles entre le noyau et la bobine inductrice seront
17 inspectées à l'aide d'une caméra à fibre optique pour s'assurer de l'intégrité de
18 l'ensemble.

19 Les principaux essais comprennent:

- 20 • Relevé du comportement dynamique permettant d'avoir la signature
21 vibratoire des CS sous différentes conditions d'exploitation;
- 22 • Mesures des taux de fuites d'hydrogène;
- 23 • Essais électriques comprenant: la mesure de la résistance électrique des
24 enroulements du rotor et du stator, des essais de tenue diélectrique de
25 l'isolation;
- 26 • Mesure de l'isolation à la masse de l'ensemble des bagues collectrices et
27 des tiges du collecteur.

1 La comparaison des résultats avant et après les travaux confirmera le succès des
2 travaux et ces résultats serviront de valeurs de référence lors des inspections
3 régulières.

4 Plus précisément, les travaux prévus au cahier des charges se détaillent comme
5 suit :

- 6 • Inspection du stator;
- 7 • Recalage des enroulements statoriques (pour le CS32 seulement);
- 8 • Inspection du rotor incluant les parties inaccessibles à l'aide d'une caméra
9 à fibre optique. L'objectif est de vérifier l'intégrité des spires, l'état des
10 connexions et des soudures;
- 11 • Inspection et remplacement, si requis, des connexions souples des barres
12 amortisseurs et des inter segments du rotor;
- 13 • Inspection et ré-usinage ou remplacement, si requis, des bagues
14 collectrices. Les joints d'étanchéité seront remplacés;
- 15 • Remplacement des joints d'étanchéité des traversées puisque les
16 scellements originaux ont perdu leurs caractéristiques d'origine;
- 17 • Remplacement du système de surveillance des vibrations et ajout de
18 nouvelles sondes;
- 19 • Inspection, remise à neuf du régule des paliers et remplacement des cales
20 diélectriques des supports de palier. Pour le CS31, seuls des essais sont
21 prévus pour vérifier la pertinence de tels travaux;
- 22 • Ajout de sondes de température aux régules des paliers;
- 23 • Nettoyage complet de tous les échangeurs hydrogène/eau-glycol et
24 remplacement des garnitures d'étanchéité;
- 25 • Ajout de deux portes d'accès supplémentaires pour des raisons de sécurité
26 du personnel selon les directives de la norme interne "Intervention dans les
27 espaces clos" et "Sauvetage dans les espaces clos ou difficiles d'accès".

1 **1.1.2 Système d'huile**

2 Le système d'huile cumule trois fonctions distinctes et comprend aussi un
3 réservoir principal commun aux deux CS:

- 4 • Lubrification;
5 • Soulèvement du rotor;
6 • Joints d'étanchéité cinétiques.

7 **1.1.2.1 Lubrification**

8 Le système de lubrification sera complètement remis à neuf et modifié par l'ajout
9 d'une pompe principale de relève. Ainsi, le système sera maintenant doté de
10 deux pompes principales et d'une pompe de relève. La tuyauterie sera remise à
11 neuf par un nettoyage mécanique et chimique complet. La passivation termine le
12 procédé de remise à neuf de la tuyauterie et consiste à faire circuler un liquide
13 alcalin pour neutraliser les effets de l'acide utilisé lors du nettoyage chimique tout
14 en laissant une couche protectrice sur les parois. La combinaison du nettoyage
15 mécanique puis chimique suivi d'une passivation procure une durée de vie
16 supplémentaire à la tuyauterie. Finalement, toutes les pièces seront scellées
17 avant d'être retournées au chantier pour éviter toute contamination. La circulation
18 d'une nouvelle huile en boucle fermée par une unité de filtration assurera la
19 propreté du système.

20 De plus, des indicateurs de pression en aval et en amont des pompes seront
21 ajoutés ainsi que des sondes de température.

22 Finalement, le contrôle de la température de l'huile est géré par l'automate de
23 refroidissement. Ce dernier agit directement sur le robinet de contrôle de
24 température de l'échangeur huile/eau-glycol.

25 **1.1.2.2 Soulèvement du rotor**

26 Ce système sert au soulèvement du rotor lors de la manœuvre de démarrage et
27 demeure en opération jusqu'à ce que la vitesse de rotation atteigne 350 rpm. De

1 plus, avec le volet de modernisation le système de soulèvement entrera en action
2 lors de l'arrêt des CS à partir d'une vitesse de rotation de 350 rpm jusqu'à l'arrêt
3 complet.

4 Les travaux prévoient le remplacement des pompes et de toute la tuyauterie.
5 Comme pour le système de lubrification, une circulation de l'huile en boucle
6 fermée par une unité de filtration assurera la propreté du système. Un
7 transmetteur de pression sera ajouté sur chacune des pompes.

8 1.1.2.3 Joints d'étanchéité cinétiques

9 Ce système assure l'étanchéité des compensateurs synchrones.

10 Les modifications prévues consistent à rendre indépendants les systèmes
11 d'étanchéité des deux CS. Le nouveau système aura deux pompes (une pompe
12 par CS) et une pompe d'urgence raccordée avec toute la tuyauterie nécessaire.

13 Comme pour les systèmes précédents, un transmetteur de pression sera ajouté
14 sur chacune des pompes et la tuyauterie sera remise à neuf selon le même
15 procédé utilisé pour le système de lubrification.

16 1.1.2.4 Réservoir principal

17 Finalement, le réservoir principal sera vidé puis nettoyé. Les joints d'étanchéité
18 seront tous remplacés. L'huile sera remplacée puis circulée en boucle à l'aide
19 d'un système de filtration pour s'assurer de sa propreté.

20 **1.1.3 Système de refroidissement (eau/glycol)**

21 Le système de refroidissement eau/glycol a une double fonction. Premièrement,
22 ce système sert au refroidissement de l'hydrogène et de l'huile de lubrification lors
23 du fonctionnement normal des CS. En période d'arrêt, les éléments chauffants
24 gardent l'huile à une température adéquate assurant ainsi un démarrage rapide

1 des CS lorsque requis. Le contrôle de la température de l'huile est entièrement
2 supervisé par l'automate de refroidissement.

3 Les travaux de remise à neuf visent la tuyauterie, le réservoir principal, le réservoir
4 d'expansion, les éléments chauffants et les accessoires connexes (robinets,
5 sondes de température, joints d'étanchéité, etc.). De plus, l'automate de contrôle
6 de la température existant sera remplacé par un modèle d'une technologie plus
7 récente.

8 **1.1.4 Armoires des gaz**

9 Les armoires des gaz servent à contrôler et à superviser la vidange et le
10 remplissage des CS en air, en gaz carbonique et en hydrogène, en plus de
11 mesurer la pureté de l'hydrogène. L'acquisition et la transmission des données
12 telles que les alarmes, la pression, les débits et les signaux de déclenchement
13 sont gérées par un automate installé dans le bâtiment de commande.

14 Le projet prévoit la réutilisation et la modification des armoires acquises en 2000
15 pour le projet au poste Abitibi afin de les rendre conformes aux améliorations
16 mises en place lors du projet au poste Duvernay quant à l'ergonomie, au choix de
17 certains appareils (analyseur de gaz) en plus d'y ajouter un nouvel automate.

18 **1.1.5 Système d'excitation statique**

19 Les systèmes d'excitation existants datent de 1973. Le projet de remise à neuf
20 prévoit leur remplacement compte tenu de l'âge de ces appareils et de la difficulté
21 à obtenir des pièces de rechange. De plus, la fiabilité du disjoncteur 41, tel qu'il
22 apparaît au schéma unifilaire à l'Annexe A du présent document, est douteuse et
23 plusieurs fermetures incomplètes ont été signalées dans le passé.

24 Le Transporteur recommande donc le remplacement par des systèmes
25 d'excitation statique à l'exception de certaines pièces (résistances et
26 commutateurs) qui sont techniquement acceptables: la résistance de démarrage
27 et la résistance de décharge.

1 De plus, un automatisme (stabilisateur multi-bandes) est ajouté dans le but
2 d'améliorer l'amortissement des oscillations de puissance sur le réseau de
3 transport en modulant sa tension par l'intermédiaire de son système d'excitation.

4 **1.1.6 Système de contrôle (commande et automatismes)**

5 Tout comme le système d'excitation, le système de commande sera remplacé par
6 un nouvel équipement numérique répondant aux plus récents critères de
7 conception.

8 Le nouveau système intégrera toutes les fonctions de commande et regroupera
9 les automatismes suivants:

- 10 • Arrêt/démarrage incluant l'entrée en action des pompes de soulèvement;
- 11 • Changement de consigne des Mvar;
- 12 • Surveillance des CS quant à la mesure, aux alarmes et aux points
13 d'enregistrements de événements.

14 **1.1.7 Protection**

15 Les transformateurs de puissance du poste de Lévis sont assujettis aux exigences
16 du *Northeast Power Coordinating Council* («NPCC»). La philosophie de
17 protection de ces appareils ne répond pas à ces critères quant à l'indépendance
18 de ces protections lors d'un événement. L'indépendance d'une protection
19 redondante est nécessaire pour des raisons de fiabilité et de sécurité de
20 l'alimentation électrique. De plus, les relais analogiques existants seront
21 remplacés par des relais numériques.

22 Le rapport d'étude sur l'application des critères NPCC dans les installations du
23 Transporteur, tel qu'il appert de l'exigence RE-C-2001-4, que l'on retrouve à la
24 pièce HQT-8, Document 1, prône une séparation physique des protections en plus
25 d'inclure une redondance. Cette redondance augmente également la flexibilité
26 d'exploitation des CS en permettant l'opération des CS même lors de
27 l'indisponibilité d'une des deux protections.

1 Les protections des machines, ayant plus de 30 ans, seront remplacées par de
2 nouveaux relais numériques.

3 **1.1.8 Systèmes de ventilation**

4 La ventilation a été identifiée comme un point à améliorer, tel qu'il appert du *Plan*
5 *de redressement des compensateurs synchrones (1995)* déposé au soutien du
6 dossier sous étude comme pièce HQT-2, Document 1, Annexe A. Les travaux
7 prévus au poste de Lévis visent à maintenir un débit d'air suffisant pour empêcher
8 l'accumulation d'hydrogène en remplaçant et en améliorant la conception des
9 systèmes existants.

10 La ventilation se divise en quatre sous-systèmes :

- 11 • Compartiments des CS:
 - 12 ○ Armoire des gaz;
 - 13 ○ Compartiment du collecteur;
 - 14 ○ Armoire des barres blindées;
 - 15 ○ Capotage;
- 16 • Salle de commande des CS ainsi que le sous-sol incluant les tunnels
- 17 d'accès sous les CS;
- 18 • Les bâtiments de démarrage;
- 19 • Le réservoir d'huile principal.

20 Compte tenu de l'importance de la ventilation pour la sécurité du personnel, tous
21 les systèmes sont redondants. Ainsi, une pression positive ou un brassage
22 adéquat est assuré aux trois premiers systèmes pour empêcher l'hydrogène d'y
23 pénétrer. Puisque de l'hydrogène se mélange à l'huile, une pression négative est
24 appliquée au réservoir d'huile principal situé au sous-sol pour éviter que la
25 concentration d'hydrogène n'atteigne la limite critique inférieure.

1 **1.1.9 Système de détection d'hydrogène**

2 Le système de détection d'hydrogène est intimement lié à la ventilation des
3 différents compartiments et bâtiments des CS. Le projet prévoit l'ajout de sondes
4 aux endroits qui ne sont pas couverts actuellement.

5 **1.1.10 Appareillage à 16 kV**

6 En se référant au schéma unifilaire présenté à l'Annexe A du présent document,
7 l'appareillage à 16 kV à remettre à neuf se limite aux disjoncteurs identifiés 42,
8 6D, 6N et 6F. Le disjoncteur 42 du CS32 n'est pas visé puisqu'une remise à neuf
9 a été faite en 1991.

10 De façon générale, une remise à neuf des disjoncteurs consiste à démonter tout
11 l'appareil et à réaliser les avis de maintenance et diverses améliorations prescrits
12 par Hydro-Québec ainsi que ceux du manufacturier. Pour le disjoncteur principal,
13 les doigts de contacts seront remis à neuf ou remplacés selon leur état. Les
14 autres disjoncteurs ne subiront que des modifications mineures à leur système
15 d'entraînement ainsi qu'aux points de contact. L'ensemble de ces actions
16 prolongera la durée de vie de ces appareils.

17 **1.1.11 Bâtiments**

18 Les CS compte trois bâtiments: un bâtiment de commande commun et un
19 bâtiment de démarrage pour chacun des CS. Ces derniers comprennent le
20 transformateur de démarrage ainsi que les disjoncteurs à 16 kV. Tous ces
21 bâtiments ont été construits en 1971.

22 Pour le bâtiment de commande, il s'agit d'une construction en maçonnerie non
23 armée. L'évaluation de l'état du bâtiment révèle que seule la toiture montre des
24 signes évidents d'usure. En conséquence, le projet prévoit le remplacement de la
25 membrane d'étanchéité du toit en plus des modifications requises pour la
26 ventilation et le renforcement parasismique.

1 L'état général des bâtiments de démarrage est satisfaisant et ne nécessite pas de
2 travaux autres que ceux requis pour la nouvelle ventilation et le contreventement
3 parasismique qui consiste en l'ajout de croisillons en acier pour les bâtiments de
4 démarrage et en un renforcement des murs et du toit du bâtiment de commande.

5 **1.2 Travaux de réduction du niveau de bruit**

6 Tel que décrit à la pièce HQT-4, Document 1, traitant des solutions envisagées,
7 les travaux de réduction du niveau de bruit des CS touchent deux appareils: les
8 transformateurs de puissance (T31 et T32) et la partie moteur des compensateurs
9 synchrones CS31 et CS32.

10 L'ajout d'une enceinte acoustique est un moyen de réduire le bruit des
11 transformateurs de puissance qui est bien connue à Hydro-Québec. En effet, ce
12 moyen d'atténuation est utilisé à l'occasion sur l'appareillage existant lorsqu'on
13 veut maximiser la réduction du bruit généré à la source. L'ajout de l'enceinte
14 acoustique implique généralement quelques modifications. Dans le cas du projet
15 sous étude, les travaux prévus aux transformateurs de puissance sont:

- 16 • Remplacement des radiateurs existants par un nouveau plus performant et
17 situé à l'extérieur de l'enceinte;
- 18 • Relocalisation du conservateur d'huile à l'extérieur de l'enceinte
19 acoustique;
- 20 • Agrandissement du bassin de récupération d'huile suite à la relocalisation
21 des nouveaux radiateurs et du conservateur d'huile. Ces travaux
22 entraînent aussi la relocalisation d'une partie d'un chemin de câbles;
- 23 • Remplacement du système de protection actif contre l'incendie à l'intérieur
24 de l'enceinte acoustique;
- 25 • L'ajout d'une enceinte acoustique éloignée de la cuve.

- 1 Les travaux prévus à la partie moteur des CS sont:
- 2 • L'ajout d'un écran acoustique de 8 m de hauteur sur trois faces du CS. Le
- 3 bâtiment de démarrage sert d'écran sur le quatrième côté.

- 4 Dans les deux cas, l'enceinte acoustique comme les écrans acoustiques sont fait
- 5 de panneaux composés de d'un matelas de laine minérale enchâssée dans une
- 6 enveloppe de tôle ayant, sur la face intérieure, une tôle en acier galvanisé
- 7 perforée et sur le côté extérieur, une tôle non-perforée. Une attention particulière
- 8 est apportée aux joints afin de garantir une étanchéité adéquate.

1 **2 JUSTIFICATION DU PROJET EN FONCTION DES OBJECTIFS**

2 La justification du projet connexe de réduction du niveau de bruit a déjà été
3 présentée à la pièce HQT-2, Document 1 et se limite à rencontrer les
4 engagements pris auprès des élus de la ville de Lévis. En conséquence, le
5 Transporteur démontrera dans cette section l'importance et l'impact des CS sur le
6 réseau de transport.

7 **2.1 Introduction**

8 L'utilisation des deux compensateurs synchrones du poste de Lévis fait partie
9 intégrante des stratégies actuelles et futures assurant l'exploitation sécuritaire du
10 réseau de transport du Transporteur et maximisant les capacités de transport.

11 Cette section présente leur impact dans le cadre de l'évolution du réseau et de
12 l'exploitation actuelle du réseau.

13 **2.2 Critères de conception du réseau de transport**

14 Le projet de remise à neuf et de modernisation des deux CS ainsi que leurs
15 systèmes auxiliaires a été défini de façon à s'assurer qu'il respecte les critères de
16 conception du réseau de transport.

17 Rappelons que le réseau de transport doit être conçu de façon à ce qu'il puisse
18 s'adapter à toutes les conditions normales de fonctionnement qu'il est appelé à
19 rencontrer. Son degré de fiabilité dépend directement des critères qui sont utilisés
20 pour sa conception et son exploitation. Ces critères encadrent le degré de
21 robustesse et de souplesse à donner au réseau en vue de satisfaire les besoins
22 en électricité selon le niveau de qualité de service recherché. Leur respect
23 impératif vise à pourvoir le réseau de transport des équipements qui lui
24 permettront de supporter adéquatement les événements les plus susceptibles de
25 se produire, en conditions normales d'exploitation et d'indisponibilités
26 d'équipements qui peuvent survenir.

1 **2.2.1 Critères de base : continuité de service recherchée**

2 Le réseau de transport principal, avec tous ses équipements en service, doit
3 disposer d'une capacité suffisante pour desservir la charge prévue à la pointe du
4 réseau intégrée selon des exigences précises. Ces exigences doivent également
5 être respectées après la perte d'un élément important du réseau sans l'utilisation
6 d'un système de protection spéciale («SPS») ni perte de charge.

7 Pour la présente demande, les exigences suivantes sont à considérer :

- 8 • Les tensions sur le réseau et les transits de puissance dans les
9 équipements du réseau doivent être compris à l'intérieur des limites
10 normales avant l'événement et à l'intérieur des limites d'urgence après
11 l'événement. Le réseau doit disposer à cette fin de ressources réactives
12 suffisantes et appropriées;
- 13 • Le maintien de la stabilité et le respect des limites de tension ne doivent
14 pas reposer sur le fonctionnement d'un automatisme de réseau mais
15 seulement sur le fonctionnement des systèmes de protection usuels et sur
16 l'effet des dispositifs de commande automatiques, par exemple les
17 compensateurs synchrones ou statiques.

18 **2.2.2 Critères complémentaires : maximiser la continuité de service**

19 La structure distinctive du réseau de transport, et plus particulièrement de ses
20 postes à 735 kV, impose de traiter spécialement certains événements dont la
21 sévérité justifierait qu'ils relèvent du domaine des événements exceptionnels,
22 mais dont leur probabilité d'occurrence requiert d'en exiger une performance de
23 réseau comparable à celle des critères de base.

24 Compte tenu de la sévérité des événements particuliers, qui sont analysés en
25 situation de pointe, on permet le recours à des automatismes de réseau afin de
26 maintenir la stabilité du réseau et d'aider au rétablissement des transits et
27 tensions.

1 Pour la présente demande, les exigences suivantes sont à considérer :

2 • Les tensions sur le réseau et les transits de puissance dans les
3 équipements du réseau doivent être compris à l'intérieur des limites
4 normales avant l'événement et à l'intérieur des limites d'urgence après
5 l'événement. Le réseau doit disposer à cette fin de ressources réactives
6 suffisantes et appropriées;

7 • Durant l'événement, on a recours aux systèmes de protection usuels et
8 aux dispositifs de commande automatique afin de préserver la stabilité du
9 réseau. On autorise également, compte tenu de la sévérité des
10 événements, le recours à des automatismes de réseau, par exemple le
11 rejet de production, pour accélérer le rétablissement des transits et des
12 tensions à des niveaux sécuritaires pour le réseau et pour les
13 équipements.

14 **2.2.3 Événements exceptionnels : maintien de la stabilité du réseau**

15 Lors d'événements exceptionnels, on permet l'utilisation d'automatismes de
16 réseau ; l'objectif est de minimiser la fréquence et l'étendue des pannes pouvant
17 en résulter sans devoir procéder à l'addition d'équipements de base.

18 Une première catégorie de critère de performance considère les événements
19 exceptionnels spécifiés par le NPCC et devant être analysés dans des conditions
20 raisonnables de transit : le niveau de couverture choisi dans ce cas correspond à
21 au moins 75 % du transit de puissance prévu à la pointe. Puis, une seconde
22 catégorie requiert d'analyser certains autres événements exceptionnels en
23 condition de pointe cette fois. Il s'agit d'événements plus spécifiques contre
24 lesquels le Transporteur juge important de se prémunir de façon à ne pas
25 compromettre la stabilité du réseau dans des conditions de transit maximal.

26 Pour chacune des deux catégories, le réseau de transport possède tous ses
27 équipements en service ; ses tensions et ses transits avant un événement, en
28 régime permanent, sont à l'intérieur des limites normales. Autrement dit, le réseau

1 se trouve avant l'événement exceptionnel dans des conditions normales
2 d'opération.

3 Lors de ces événements, il est généralement permis d'utiliser des automatismes,
4 par exemple le rejet de production et le télédélestage de charge («RPTC»), pour
5 préserver la stabilité du réseau, de même que pour accélérer le rétablissement
6 des transits et des tensions à l'intérieur des plages d'urgence.

7 **2.3 Règles relatives aux études de réseau**

8 **2.3.1 Règles relatives aux études de réseau**

9 Un ensemble de règles, reflétant certaines conditions d'opération, sont appliquées
10 lors des études de réseau. Des règles sont établies relativement aux écarts de
11 tension et de fréquence, aux limites de transit et à l'utilisation de ressources
12 réactives pour le soutien de tension.

13 Dans le cadre du dossier sous étude, les exigences suivantes sont à considérer :

14 • Les limites qui régissent les écarts de tension sur le réseau de transport
15 sont pour le réseau à 735 kV, entre 725 kV et 760 kV pour la limite
16 normale et entre 662 kV et 765 kV pour la limite d'urgence et doivent
17 respecter un profil de tension spécifique.

18 Le contrôle de la tension est essentiel à la bonne marche du réseau. Les objectifs
19 visés sont les suivants :

20 • Contrôler les fluctuations lentes de la tension associées aux variations
21 normales des conditions d'exploitation du réseau (par exemple, les
22 variations quotidiennes, hebdomadaires et annuelles de la demande); et

23 • Assurer le soutien et le rétablissement de la tension pendant et après les
24 défauts et autres événements qui mettent à l'épreuve la stabilité du
25 réseau.

1 Le réseau de transport doit ainsi disposer des ressources réactives suffisantes et
2 appropriées pour faire face aux circonstances suivantes :

3 • Rencontrer toutes les conditions prévisibles de production et de
4 charge;

5 • Rencontrer également le taux maximal de montée/baisse de charge sur
6 le réseau pouvant résulter de la coïncidence des besoins internes et
7 des exportations;

8 • Rencontrer toutes les conditions prévues d'exportation et d'importation,
9 même à très faible charge; et

10 • Rendre possible la remise en charge sécuritaire du réseau ou d'une
11 partie du réseau malgré l'indisponibilité des équipements d'un poste.

12 On retrouve également, parmi les ressources réactives essentielles, les
13 compensateurs statiques ou synchrones du réseau dont une partie de leur
14 puissance réactive, soit une plage de 100 Mvar, doit être réservée à l'exploitation
15 à des fins de contrôle de la tension en régime permanent.

16 Les besoins de puissances réactives des sous réseaux doivent préférablement
17 être satisfaits localement de façon à éviter une circulation importante de
18 puissance réactive entre le réseau de transport principal et les réseaux
19 secondaires.

1 **2.4 Impact des compensateurs synchrones au poste de Lévis**
2 **sur les réseaux planifiés et au niveau de l'exploitation du**
3 **réseau**

4 **2.4.1 Impact sur les réseaux planifiés**

5 2.4.1.1 Capacité de transport et pointe de charge

6 Les études de planification de réseau ont pour objectifs, outre d'assurer le respect
7 des critères et normes techniques, de déterminer principalement les équipements
8 à ajouter sur le réseau et, conséquemment, les modifications inhérentes à
9 effectuer.

10 La détermination des besoins futurs en équipements du réseau de transport doit
11 tenir compte de nombreux éléments, dont la consommation d'électricité, les aléas
12 climatiques, les pointes de charge et les possibles pointes exceptionnelles.

13 Dans les études de planification du réseau de transport, tous les équipements
14 actuels sont présumés présents et le déglaceur (dossier R-3522-2003), de même
15 que les deux compensateurs synchrones du poste de Lévis sont prévus comme
16 moyens pour réduire le nombre nécessaire d'équipements à rajouter sur le réseau
17 pour répondre aux pointes de charges.

18 2.4.1.2 Capacité du réseau de transport à soutenir les baisses et hausses
19 de charge

20 2.4.1.2.1 *Problématique et moyen de mitigation*

21 Ces dernières années, une augmentation de l'amplitude des variations de
22 puissance provenant de la charge a été observée sur le réseau de transport. Par
23 exemple, des hausses et baisses de charge de plus de 100 MW/min (ce qui
24 correspondrait sur une période d'une heure à une valeur de 6 000 MW par heure)
25 ont déjà eu lieu.

1 Ces fortes hausses et baisses de charge ont un impact sur la stabilité en tension
2 du réseau. Il est donc important de prévoir cet impact dans la planification du
3 réseau de transport.

4 Les moyens les plus efficaces pour contrer ce phénomène consistent à utiliser des
5 appareils de compensation dynamique, c'est-à-dire fournissant ou absorbant en
6 continue de la puissance réactive. Les équipements possibles sont les
7 compensateurs synchrones et statiques.

8 *2.4.1.2.2 Capacité du réseau de transport à soutenir des baisses et hausses de*
9 *charges future*

10 Outre le respect des critères énoncés précédemment, le choix des équipements à
11 ajouter sur le réseau est guidé par l'évaluation de la capacité du réseau à soutenir
12 des hausses et des baisses de la charge. Cette évaluation confirme qu'il est
13 effectivement possible de maintenir cette capacité sur les réseaux futurs, avec
14 l'ajout du projet déglaceur, tout en considérant la présence des compensateurs
15 synchrones du poste de Lévis.

16 Les deux compensateurs sont donc toujours requis, en plus de l'ajout du
17 déglaceur, afin de préserver la capacité actuelle du réseau de transport de
18 répondre adéquatement aux variations de la charge.

19 **2.4.2 Impact au niveau de l'exploitation du réseau**

20 L'exploitation sécuritaire et fiable du réseau de transport, implique le respect des
21 critères techniques qui sont reflétés par les valeurs maximales de puissance qui
22 peuvent être transitées dans différentes conditions d'exploitation susceptibles de
23 survenir. Il s'agit de couvrir principalement des situations de réseau dégradé:
24 c'est-à-dire n'ayant pas tous ses équipements.

25 L'utilisation des deux compensateurs synchrones actuels du poste de Lévis fait
26 partie intégrante des stratégies visant à assurer un comportement sécuritaire et
27 fiable du réseau de transport et à maximiser les capacités de transport.

1 Les différents impacts, en conditions normales, sur les transits et sur la capacité à
2 soutenir des hausses et des baisses de charge, et sur les grands automatismes
3 de sauvegarde du réseau sont présentés dans les paragraphes suivants.

4 2.4.2.1 Impact sur les transits

5 Les études pour déterminer la puissance qui peut transiter de façon sécuritaire sur
6 le réseau et selon les différentes configurations possibles inclut l'évaluation de
7 l'impact de l'indisponibilité des compensateurs synchrones au poste de Lévis.

8 Rappelons qu'une absence de réduction des transits de puissance signifie que
9 l'équipement concerné n'a pas d'effet positif sur la stabilité du réseau. A contrario,
10 une réduction signifie que pour maintenir le même niveau de sécurité et de
11 fiabilité, la puissance transitée doit être réduite. La réduction de transit reflète ainsi
12 directement l'importance d'un équipement sur la stabilité du réseau.

13 Les réductions en vigueur des transits sur le réseau varient selon les différents
14 points du réseau et dépendent des différentes configurations de lignes 735 kV.
15 Les valeurs possibles varient de 150 MW à 300 MW avec un compensateur
16 indisponible. Pour deux compensateurs indisponibles, la réduction varie donc de
17 300 MW à 600 MW.

18 Ces réductions démontrent que l'absence des compensateurs synchrones au
19 poste de Lévis a un impact direct sur la sécurité et la fiabilité du réseau.

20 2.4.2.2 Impact sur la capacité à soutenir des hausses et baisses de charge

21 Sur le réseau de transport, l'impact des équipements de compensation peut aussi
22 être mesuré en quantifiant leur contribution au support de tension lors de montées
23 et baisses de charge. L'influence des compensateurs shunt dynamique est
24 déterminée en fonction d'une hausse et baisse de charge ayant principalement
25 lieu dans les grands centres de consommation tel qu'il est observé en pratique.

1 En condition normale d'exploitation, avec tous les équipements présents,
2 l'absence d'un compensateur synchrone au poste de Lévis réduit la capacité à
3 soutenir une variation de charge de 20 MW/min. Pour deux compensateurs
4 indisponibles, elle diminue cette capacité de 40 MW/min. La situation se dégrade
5 davantage au fur et à mesure de l'indisponibilité d'autres équipements.

6 La capacité actuelle du réseau de transport à subir des hausses et baisses de
7 charge est amoindrie en l'absence des compensateurs synchrones au poste de
8 Lévis.

9 2.4.2.3 Impact sur les grands automatismes de sauvegarde de réseau lors 10 d'événements sévères

11 Lors d'événements sévères, des automatismes de sauvegarde entrent en action.
12 Le type et l'ampleur de l'action sont déterminés en fonction des événements et
13 des équipements présents sur le réseau.

14 La contribution des compensateurs synchrones permet de réduire l'ampleur et le
15 niveau d'actions des automatismes de rejet de production et de délestage de
16 charges. De plus, l'envergure de leur action étant plus faible, on réduit ainsi les
17 conséquences indésirables lors d'un fonctionnement intempestif.

18 D'autre part, sachant qu'un réseau plus dégradé est moins robuste, l'absence des
19 compensateurs synchrones aura pour effet de fragiliser plus rapidement le réseau
20 lors d'événements sévères.

21 **2.4.3 Compensateurs synchrones et le projet de déglaceur**

22 L'autorisation par la Régie de l'énergie du projet de déglacage au poste de Lévis
23 (dossier R-3522-2003) ne réduit en rien l'importance des compensateurs
24 synchrones.

25 Le futur compensateur statique aura pour tâche principale de permettre le
26 déglacage de lignes de transport. Lorsque cette fonction ne sera pas requise et

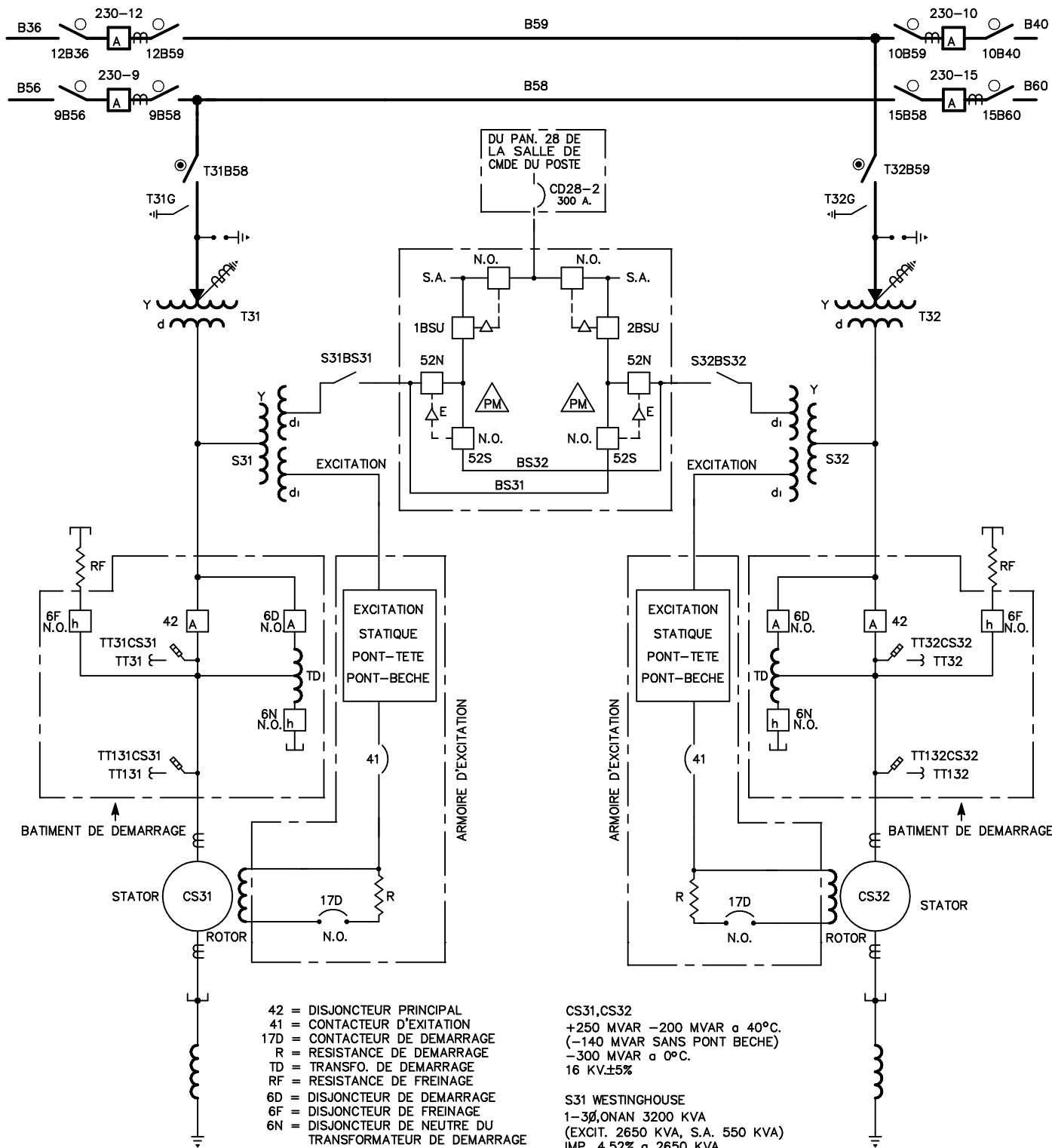
1 que les conditions d'exploitation le permettront, il pourra fournir la puissance
2 réactive en support avec les compensateurs synchrones.

3 La planification du réseau tient déjà compte des possibilités de cet appareil
4 comme moyen pour maintenir la capacité du réseau de transport planifié dans le
5 futur.

6 **2.5 Conclusion**

7 Les compensateurs synchrones du poste de Lévis sont requis pour le réseau de
8 transport d'Hydro-Québec, tant actuel que futur, et ce en condition de réseau
9 noble (i.e. comportant tous les équipements) ou dégradé. Ceci afin de respecter
10 les différents critères de conception du réseau de transport qui sont de maintenir
11 et de maximiser la continuité de service et la stabilité du réseau, tout en assurant
12 une exploitabilité et une planification du réseau optimales.

Annexe A
Schéma unifilaire des compensateurs synchrones
du poste de Lévis



42 = DISJONCTEUR PRINCIPAL
 41 = CONTACTEUR D'EXCITATION
 17D = CONTACTEUR DE DEMARRAGE
 R = RESISTANCE DE DEMARRAGE
 TD = TRANSFO. DE DEMARRAGE
 RF = RESISTANCE DE FREINAGE
 6D = DISJONCTEUR DE DEMARRAGE
 6F = DISJONCTEUR DE FREINAGE
 6N = DISJONCTEUR DE NEUTRE DU TRANSFORMATEUR DE DEMARRAGE

CS31, CS32
 +250 MVAR -200 MVAR à 40°C.
 (-140 MVAR SANS PONT BECHE)
 -300 MVAR à 0°C.
 16 KV±5%

S31 WESTINGHOUSE
 1-3Ø, ONAN 3200 KVA
 (EXCIT. 2650 KVA, S.A. 550 KVA)
 IMP. 4.52% à 2650 KVA
 1.48% à 550 KVA
 16000-475-609 V.

S32 WESTINGHOUSE
 1-3Ø, ONAN 3200 KVA
 (EXCIT. 2650 KVA, S.A. 550 KVA)
 IMP. 4.46% à 2650 KVA
 1.46% à 550 KVA
 16000-475-609 V.

TransÉnergie
 DIRECTION TÉLÉCONDUITE

Une division
 d'Hydro-Québec

POSTE LÉVIS

SCHÉMA UNIFILAIRE
 COMPENSATEURS SYNCHRONES

DESSINÉ R. ST-HILAIRE	PRÉPARÉ B. HUDON	MODIFIÉ B. HUDON	VÉRIFIÉ A. POTVIN	APPROUVÉ LEN VIGUEUR	2002-03-06	35617-0002
--------------------------	---------------------	---------------------	----------------------	-------------------------	------------	------------

REV.: SECT. T31B58 ET T32B59 TÉLÉCOMMANDÉS, RENUMÉROTÉ REMPLACE MY-A-2-35617-601

Annexe B
Photos des compensateurs synchrones
du poste de Lévis



Photo montrant la partie moteur du CS32 ainsi que le bâtiment de démarrage et de commande

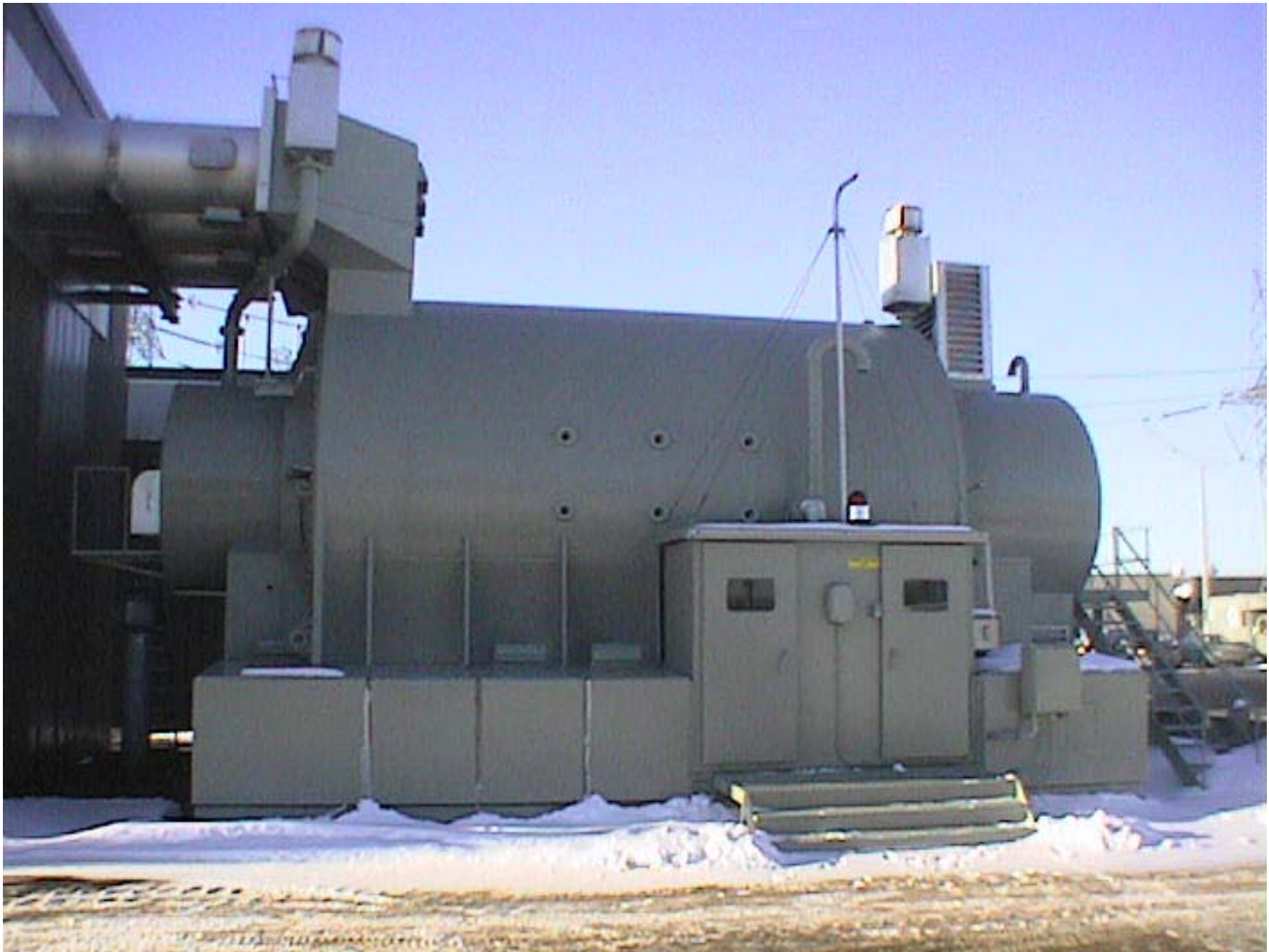


Photo montrant la partie moteur du CS31