

**DESCRIPTION ET JUSTIFICATION DU PROJET
EN RELATION AVEC LES OBJECTIFS**

TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION DU PROJET	5
1.1	Travaux de réfection globale des CS.....	5
1.1.1	Partie moteur des CS (stator et rotor)	6
1.1.2	Systèmes d'huile	8
1.1.3	Systèmes de refroidissement (eau/glycol)	10
1.1.4	Armoires des gaz	11
1.1.5	Transformateur de puissance T61	11
1.1.6	Systèmes d'excitation statique	11
1.1.7	Système de contrôle (commande et automatismes)	12
1.1.8	Protection	12
1.1.9	Système de protection incendie	13
1.1.10	Systèmes de ventilation	13
1.1.11	Système de détection d'hydrogène.....	14
1.1.12	Appareillage à 16 kV	14
1.1.13	Transformateur de démarrage TD2	15
1.1.14	Bâtiments	15
2	JUSTIFICATION DU PROJET EN FONCTION DES OBJECTIFS.....	16
2.1	Impact sur les réseaux planifiés	17
2.1.1	Capacité de transport et pointe de charge.....	17
2.2	Impact sur l'exploitation du réseau	18
2.2.1	Impact sur les transits	19
2.2.2	Impact sur les grands automatismes de sauvegarde de réseau lors d'événements sévères.....	19
2.3	Conclusion	20

Annexes

Annexe A Schémas unifilaires des compensateurs synchrones au poste Abitibi

1 **1 DESCRIPTION DU PROJET**

2 Après avoir identifié la solution optimale, les caractéristiques de la solution
3 retenue par le Transporteur sont précisées au moment de la préparation du
4 cahier des charges et du mandat d'avant-projet. L'avant-projet vient confirmer
5 la faisabilité de la solution retenue et l'identification des contraintes techniques
6 et économiques reliées au Projet.

7 Les composantes du Projet décrites à la section 1.1 suivante tiennent compte
8 des précisions apportées lors de l'avant-projet, tel qu'il appert du processus de
9 réalisation d'un projet présenté au schéma 1 de la pièce HQT-3, Document 1.

10 À titre informatif, le Transporteur dépose sous pli confidentiel et au soutien de
11 la présente demande comme annexe A, les schémas unifilaires des CS au
12 poste Abitibi.

13 **1.1 Travaux de réfection globale des CS**

14 Les principaux équipements requérant des actions dans le cadre de la
15 réfection globale des CS du poste Abitibi comprennent :

- 16 • Partie moteur des CS (rotor et stator) ;
- 17 • Systèmes d'huile (soulèvement, lubrification, joints) ;
- 18 • Systèmes de refroidissement ;
- 19 • Armoires des gaz ;
- 20 • Transformateur de puissance T61 ;
- 21 • Systèmes d'excitation statique ;
- 22 • Systèmes de contrôle (commande et automatismes) ;
- 23 • Protections ;

- 1 • Systèmes de protection incendie ;
- 2 • Systèmes de ventilation ;
- 3 • Systèmes de détection d'hydrogène ;
- 4 • Appareillage à 16 kV ;
- 5 • Transformateur de démarrage TD2 ; et
- 6 • Bâtiments (démarrage, commande, rampe d'hydrogène).

7 **1.1.1 Partie moteur des CS (stator et rotor)**

8 Le Transporteur souligne qu'au début et à la fin des travaux, des mesures et
9 des essais seront réalisés pour obtenir une évaluation complète des deux CS.
10 Les valeurs mesurées serviront à porter un jugement sur l'état des
11 enroulements du rotor et du stator ou sur toute autre caractéristique des CS,
12 comme par exemple le taux de fuite d'hydrogène.

13 Les principaux essais comprennent :

- 14 • Relevé du comportement dynamique permettant d'avoir la signature
15 vibratoire des CS sous différentes conditions d'exploitation ;
- 16 • Mesures des taux de fuites d'hydrogène ;
- 17 • Essais électriques comprenant: la mesure de la résistance électrique
18 des enroulements des rotors et des stators, et des essais de tenue
19 diélectrique de l'isolation ; et
- 20 • Mesure de l'isolation à la masse de l'ensemble des bagues collectrices
21 et des tiges des collecteurs.

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

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

6 • Inspection des stators, visuelle et avec appareils de mesures
7 (BARTACT, ITERG, qualité de l'état de l'isolation, des barres,
8 développantes, attaches, capots, déflecteurs) ;

9 • Recalage des stators ;

10 • Inspection des rotors incluant les parties inaccessibles à l'aide d'une
11 caméra à fibre optique. L'objectif est de vérifier l'intégrité des spires,
12 l'état des connexions et des soudures ;

13 • Inspection et remplacement, si requis, des connexions souples des
14 barres amortisseurs et des intersegments des rotors ;

15 • Inspection et ré-usinage ou remplacement, si requis, des bagues
16 collectrices. Les joints d'étanchéité seront remplacés ;

17 • Remplacement des joints d'étanchéité des traversées puisque les
18 scellements originaux ont perdu leurs caractéristiques d'origine ;

19 • Vérification des sondes de température du stator ;

20 • Remplacement du système de surveillance des vibrations et ajout de
21 nouvelles sondes ;

- 1 • Inspection, remise à neuf du régule des paliers et remplacement des
2 cales diélectriques des supports de paliers. Des essais sont prévus
3 pour vérifier la pertinence de tels travaux ;
- 4 • Ajout de sondes de température aux régules des paliers ;
- 5 • Nettoyage complet de tous les échangeurs hydrogène/eau-glycol et
6 remplacement des garnitures d'étanchéité ; et
- 7 • Ajout de deux portes d'accès supplémentaires pour des raisons de
8 sécurité du personnel selon les normes en vigueur.

9 **1.1.2 Systèmes d'huile**

10 Les systèmes d'huile cumulent trois fonctions distinctes et comprennent aussi
11 un réservoir principal commun aux deux CS. Les travaux suivants seront
12 effectués :

- 13 • Lubrification ;
- 14 • Soulèvement du rotor ; et
- 15 • Joints d'étanchéité cinétiques.

16 *Lubrification*

17 Le système de lubrification sera complètement remis à neuf et modifié par
18 l'ajout d'une pompe principale de relève. Ainsi, le système sera maintenant
19 doté de deux pompes principales et d'une pompe de relève. La tuyauterie
20 sera remise à neuf par un nettoyage mécanique et chimique complet. Le
21 Transporteur précise que la passivation termine le procédé de remise à neuf
22 de la tuyauterie et consiste à faire circuler un liquide alcalin pour neutraliser

1 les effets de l'acide utilisé lors du nettoyage chimique tout en laissant une
2 couche protectrice sur les parois. La combinaison du nettoyage mécanique
3 puis chimique suivi d'une passivation procure une durée de vie
4 supplémentaire à la tuyauterie. Finalement, toutes les pièces seront scellées
5 avant d'être retournées au chantier pour éviter toute contamination. La
6 circulation d'une nouvelle huile en boucle fermée par une unité de filtration
7 assurera la propreté du système.

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

10 Enfin, le contrôle de la température de l'huile est géré par l'automate de
11 refroidissement. Ce dernier agit directement sur le robinet de contrôle de
12 température de l'échangeur huile/eau-glycol.

13 *Soulèvement du rotor*

14 Ce système sert au soulèvement du rotor lors de la manœuvre de démarrage
15 et demeure en opération jusqu'à ce que la vitesse de rotation atteigne
16 350 rpm. De plus, avec le volet de modernisation le système de soulèvement
17 entrera en action lors de l'arrêt des CS à partir d'une vitesse de rotation de
18 350 rpm jusqu'à l'arrêt complet.

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

23 *Joints d'étanchéité cinétiques*

24 Ce système assure l'étanchéité des CS.

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

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

8 *Réservoir principal*

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

13 **1.1.3 Systèmes de refroidissement (eau/glycol)**

14 Le système de refroidissement eau/glycol d'un CS a une double fonction.
15 Premièrement, ce système sert au refroidissement de l'hydrogène et de l'huile
16 de lubrification lors du fonctionnement normal des CS. En période d'arrêt, les
17 éléments chauffants gardent l'huile à une température adéquate assurant ainsi
18 un démarrage rapide des CS lorsque requis. Le contrôle de la température de
19 l'huile est entièrement supervisé par l'automate de refroidissement.

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

1 **1.1.4 Armoires des gaz**

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

8 **1.1.5 Transformateur de puissance T61**

9 Le transformateur T61 a été fabriqué en 1978. Les analyses du Transporteur
10 démontrent qu'il présente des signes de dégradation avancée de son isolation
11 et il fuit à plusieurs endroits. Par conséquent, ce transformateur sera
12 remplacé.

13 **1.1.6 Systèmes d'excitation statique**

14 Le remplacement des systèmes d'excitation statique est prévu compte tenu de
15 l'âge de ces appareils et de la difficulté à obtenir des pièces de rechange.

16 Le Transporteur recommande donc leur remplacement par d'autres systèmes
17 d'excitation statique à l'exception de certaines pièces qui sont techniquement
18 acceptables, tels les résistances de démarrage, le contacteur de démarrage et
19 les câbles d'alimentation c.a. et c.c.

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

1 **1.1.7 Système de contrôle (commande et automatismes)**

2 Tout comme les systèmes d'excitation, le système de commande de chacun
3 des CS sera remplacé par un nouvel équipement numérique répondant aux
4 critères de conception en vigueur.

5 Le nouveau système de contrôle intégrera toutes les fonctions de commande
6 et regroupera les automatismes suivants :

7 • Arrêt/démarrage incluant l'entrée en action des pompes de
8 soulèvement ;

9 • Changement de consigne des Mvar ; et

10 • Surveillance des CS quant à la mesure, aux alarmes et aux points
11 d'enregistrements d'événements.

12 **1.1.8 Protection**

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

20 Ainsi, l'exigence RE-C-2001-4 présentée à la pièce HQT-8, Document 1,
21 prône une séparation physique des protections en plus d'inclure une
22 redondance. Cette redondance augmente également la flexibilité d'exploitation
23 des CS en permettant l'opération de ces derniers même lors de l'indisponibilité
24 d'une des deux protections.

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

3 **1.1.9 Système de protection incendie**

4 Les transformateurs de puissance sont installés à proximité du bâtiment de
5 démarrage et des supports de barres blindées. Tout incendie majeur sur l'un
6 de ces appareils pourrait engendrer des dommages adjacents importants. De
7 plus, les services d'incendie sont éloignés et il n'y a pas d'approvisionnement
8 en eau dans le poste. En conséquence, l'ajout d'un système de protection
9 incendie est prévu en accord avec les normes du Transporteur.

10 **1.1.10 Systèmes de ventilation**

11 Tel qu'il appert du *Plan de redressement des compensateurs synchrones*
12 *(1995)* déjà déposé dans le cadre du dossier R-3553-2004 comme annexe A
13 de la pièce HQT-2, Document 1, la ventilation a été identifiée comme un point
14 à améliorer. Ainsi, les travaux prévus au poste Abitibi visent à maintenir un
15 débit d'air suffisant pour empêcher l'accumulation d'hydrogène en remplaçant
16 et en améliorant la conception des systèmes existants.

17 La ventilation se divise en quatre sous-systèmes :

- 18 • Les compartiments des CS :
 - 19 ○ Armoire des gaz ;
 - 20 ○ Compartiment du collecteur ;
 - 21 ○ Armoire des barres blindées ;
 - 22 ○ Capotage ;

- 1 • La salle de commande des CS ainsi que le sous-sol incluant les tunnels
- 2 d'accès sous les CS ;
- 3 • Les bâtiments de démarrage ; et
- 4 • Le réservoir d'huile principal.

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

12 ***1.1.11 Système de détection d'hydrogène***

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

16 ***1.1.12 Appareillage à 16 kV***

17 Les disjoncteurs principaux à 16 kV (42-1 et 42-2) seront remis à neuf tandis
18 que les disjoncteurs de démarrage (6D), de freinage (6F) et neutre (6N) seront
19 remplacés par des neufs.

20 De façon générale, une remise à neuf des disjoncteurs consiste à démonter
21 tout l'appareil, changer les pièces qui le nécessitent et réaliser les avis de
22 maintenance prescrits par l'entreprise ainsi que ceux du manufacturier.

1 **1.1.13 Transformateur de démarrage TD2**

2 Le transformateur de démarrage TD2 présente des signes de dégradation de
3 son isolation et devra être remplacé.

4 **1.1.14 Bâtiments**

5 Les CS comptent trois bâtiments, soit un bâtiment de commande commun et
6 un bâtiment de démarrage pour chacun des CS. Ces derniers comprennent le
7 transformateur de démarrage ainsi que les disjoncteurs à 16 kV. Tous ces
8 bâtiments ont été construits en 1978.

9 Pour le bâtiment de commande, il s'agit d'une construction en maçonnerie non
10 armée. L'évaluation de l'état du bâtiment révèle que seule la toiture montre
11 des signes évidents d'usure. En conséquence, le Projet prévoit le
12 remplacement de la membrane d'étanchéité du toit en plus des modifications
13 requis pour la ventilation et le renforcement parasismique.

14 L'état général des bâtiments de démarrage est satisfaisant, les travaux
15 suivants sont toutefois prévus :

- 16 • Nouvelle ventilation ;
- 17 • Contreventement parasismique ;
- 18 • Réfection des toitures ;
- 19 • Changement du système de protection-incendie au halon par de
20 l'énergen ; et
- 21 • Addition d'appentis de mécanique pour la ventilation du capotage des
22 CS.

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

2 Le Transporteur mentionne que l'utilisation des deux CS du poste Abitibi fait
3 partie intégrante des stratégies actuelles et futures assurant l'exploitation
4 sécuritaire du réseau de transport du Transporteur en maximisant les
5 capacités de transport.

6 La section 2 présente leur impact sur l'évolution et l'exploitation actuelle du
7 réseau de transport.

8 De façon générale, les CS ont pour tâche principale d'assurer la stabilité du
9 contrôle de la tension du réseau. Les objectifs visés sont les suivants :

- 10 • Contrôler les fluctuations lentes de la tension associées aux variations
11 normales des conditions d'exploitation du réseau (par exemple, les
12 variations quotidiennes, hebdomadaires et annuelles de la demande) ;
13 et
- 14 • Assurer le soutien et le rétablissement de la tension pendant et après
15 les défauts et autres événements qui mettent à l'épreuve la stabilité du
16 réseau.

17 Les CS procurent une plage de variation de puissance réactive qui permet de
18 faire un contrôle fin de la tension, ce qui réduit le nombre de manœuvres
19 d'éléments réactifs shunt. Une plage de 100 Mvar dynamique par appareil est
20 dédiée au contrôle de la tension d'exploitation, alors que le reste de la plage
21 dynamique est réservé au support de la tension après évènement.

22 Ainsi, puisque le transport de puissance réactive sur le réseau requiert une
23 chute de tension, la puissance réactive est difficilement « transportable ». Le

1 réseau doit disposer d'un contrôle dynamique de la tension aux différents
2 niveaux du réseau, soit par des centrales, soit par des compensateurs.

3 De plus, le réseau de transport doit aussi disposer des ressources réactives
4 suffisantes et appropriées pour faire face aux circonstances ci-dessous. Les
5 CS contribuent à :

- 6 • Rencontrer toutes les conditions prévisibles de production et de
7 charge ;
- 8 • Rencontrer également le taux maximal de montée/baisse de charge
9 sur le réseau pouvant résulter de la coïncidence des besoins
10 internes et des exportations ;
- 11 • Rencontrer toutes les conditions prévues d'exportation et
12 d'importation, même à très faible charge ; et
- 13 • Rendre possible la remise en charge sécuritaire du réseau ou d'une
14 partie du réseau malgré l'indisponibilité des équipements d'un
15 poste.

16 **2.1 Impact sur les réseaux planifiés**

17 **2.1.1 Capacité de transport et pointe de charge**

18 Le Projet à l'étude a été défini de façon à s'assurer qu'il respecte les critères
19 de conception du réseau de transport.

20 Par ailleurs, les études de planification de réseau ont pour résultats, outre
21 d'assurer le respect des critères et normes techniques, de déterminer
22 principalement les équipements à ajouter sur le réseau et, conséquemment,
23 les modifications inhérentes à effectuer.

1 Aussi, la détermination des besoins futurs en équipements du réseau de
2 transport doit tenir compte de nombreux éléments, dont la consommation
3 d'électricité, les aléas climatiques, les pointes de charge et les possibles
4 pointes exceptionnelles.

5 Le Transporteur précise que tous les équipements actuels sont présumés
6 présents dans les analyses de planification de son réseau de transport, ce qui
7 inclut les deux CS du poste Abitibi. Par conséquent, la détermination des
8 besoins futurs du réseau demeure tributaire de cette hypothèse.

9 Le Transporteur réitère que tous les compensateurs synchrones installés sur
10 le réseau de transport, incluant les deux compensateurs synchrones au poste
11 Abitibi, sont requis pour assurer la stabilité transitoire et dynamique du réseau
12 futur et pour respecter les critères de conception du réseau du Transporteur.

13 Enfin, le Transporteur mentionne que l'analyse comparative présentée à la
14 pièce HQT-4, Document 1 démontre que la réfection globale des CS du poste
15 Abitibi demeure la solution la plus économique.

16 **2.2 Impact sur l'exploitation du réseau**

17 Exploiter le réseau du Transporteur de façon sécuritaire et fiable implique le
18 respect des critères techniques qui sont reflétés par les valeurs maximales de
19 puissance qui peuvent être transitées et ce, dans toute la gamme des
20 configurations et niveaux de charge auxquels il est raisonnable de s'attendre.
21 Il s'agit de couvrir principalement des situations de réseau dégradé, c'est-à-
22 dire un réseau avec un ou plusieurs équipements indisponibles.

23 Le Transporteur souligne que les CS du poste Abitibi ont un impact direct lors
24 de l'exploitation du réseau, notamment sur les limites d'opération du réseau et

1 sur les grands automatismes de sauvegarde du réseau. Ces impacts sont
2 présentés aux sections 2.2.1 et 2.2.2 suivantes.

3 ***2.2.1 Impact sur les transits***

4 Les analyses servant à déterminer la puissance qui peut transiter de façon
5 sécuritaire sur le réseau et selon les différentes configurations possibles
6 incluent l'évaluation de l'impact de l'indisponibilité des CS du poste Abitibi.

7 Ces analyses de transit déterminent la puissance maximale qui peut transiter
8 de façon sécuritaire sur le réseau selon différentes configurations de réseau.
9 Ainsi, les analyses du Transporteur ont démontré que l'indisponibilité d'un CS
10 du poste Abitibi entraîne des restrictions de transit de puissance de l'ordre de
11 300 à 500 MW, selon la configuration de réseau. Lorsque ces deux CS sont
12 indisponibles, les restrictions varient entre 600 et 1100 MW.

13 Or, en plus d'avoir un impact sur le maintien de la stabilité de réseau et le
14 contrôle de tension après un évènement, les deux CS du poste Abitibi font
15 partie intégrante des stratégies visant à assurer un comportement sécuritaire
16 et fiable du réseau de transport et à maximiser les capacités de transport.

17 ***2.2.2 Impact sur les grands automatismes de sauvegarde de réseau*** 18 ***lors d'événements sévères***

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

22 Ainsi, lors d'événements sévères, la contribution des CS permet de réduire
23 l'ampleur et le niveau d'actions des automatismes de rejet de production et de
24 délestage de charges. L'amplitude de leur action, plus faible, réduit ainsi

1 l'impact sur la clientèle, soit moins de charge délestée et de groupes de
2 production rejetés.

3 D'autre part, sachant qu'un réseau plus dégradé est moins robuste, l'absence
4 des CS aurait pour effet de fragiliser plus rapidement le réseau lors
5 d'événements sévères, rendant inefficace les automatismes dû à leur temps
6 de réaction.

7 **2.3 Conclusion**

8 Le Transporteur réitère que les CS du poste Abitibi sont requis pour son
9 réseau de transport, tant actuel que futur et ce, en condition de réseau noble,
10 c'est-à-dire comportant tous les équipements, ou dégradé. Ceci afin de
11 respecter les différents critères de conception du réseau de transport qui ont
12 pour objectifs de maintenir et de maximiser la continuité de service et la
13 stabilité du réseau, tout en assurant une exploitabilité et une planification du
14 réseau optimales.

15 De l'avis du Transporteur, il apparaît donc essentiel que ces appareils soient
16 maintenus en bon état de fonctionnement afin de maintenir la capacité de
17 transport du réseau.

PIÈCE DÉPOSÉE SOUS PLI CONFIDENTIEL

ANNEXE A

**SCHÉMAS UNIFILAIRES DES COMPENSATEURS
SYNCHRONES AU POSTE ABITIBI**