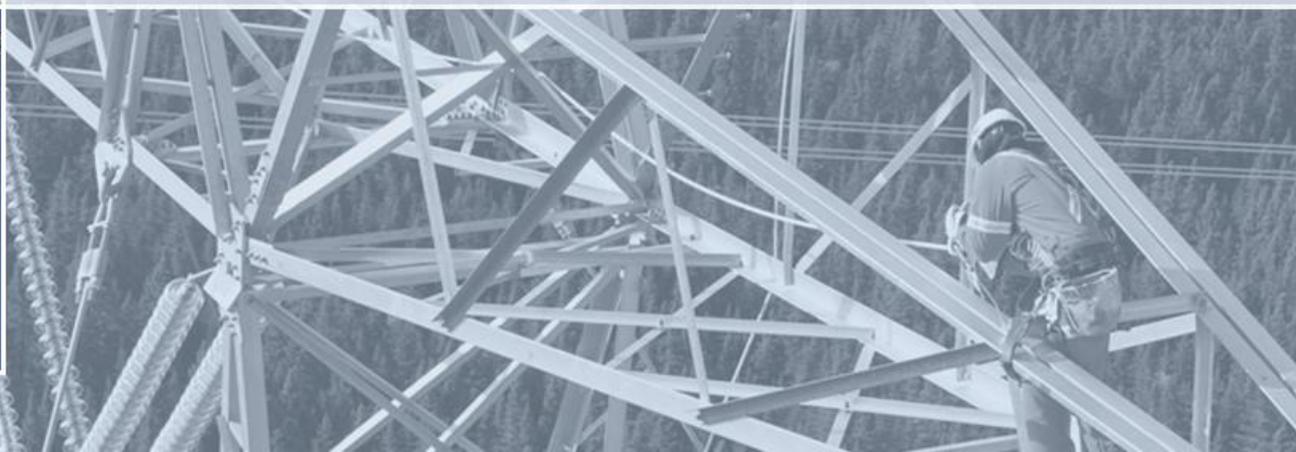
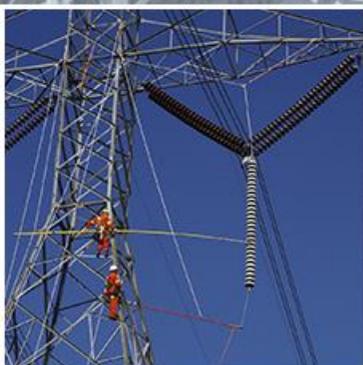


# Remplacement d'équipements liés à un compensateur statique au poste de Châteauguay

R-3971-2016

Régie de l'énergie – Séance de travail du 7 juin 2016

HQT-2, Document 1 – Version caviardée  
Révisée 2016-06-14



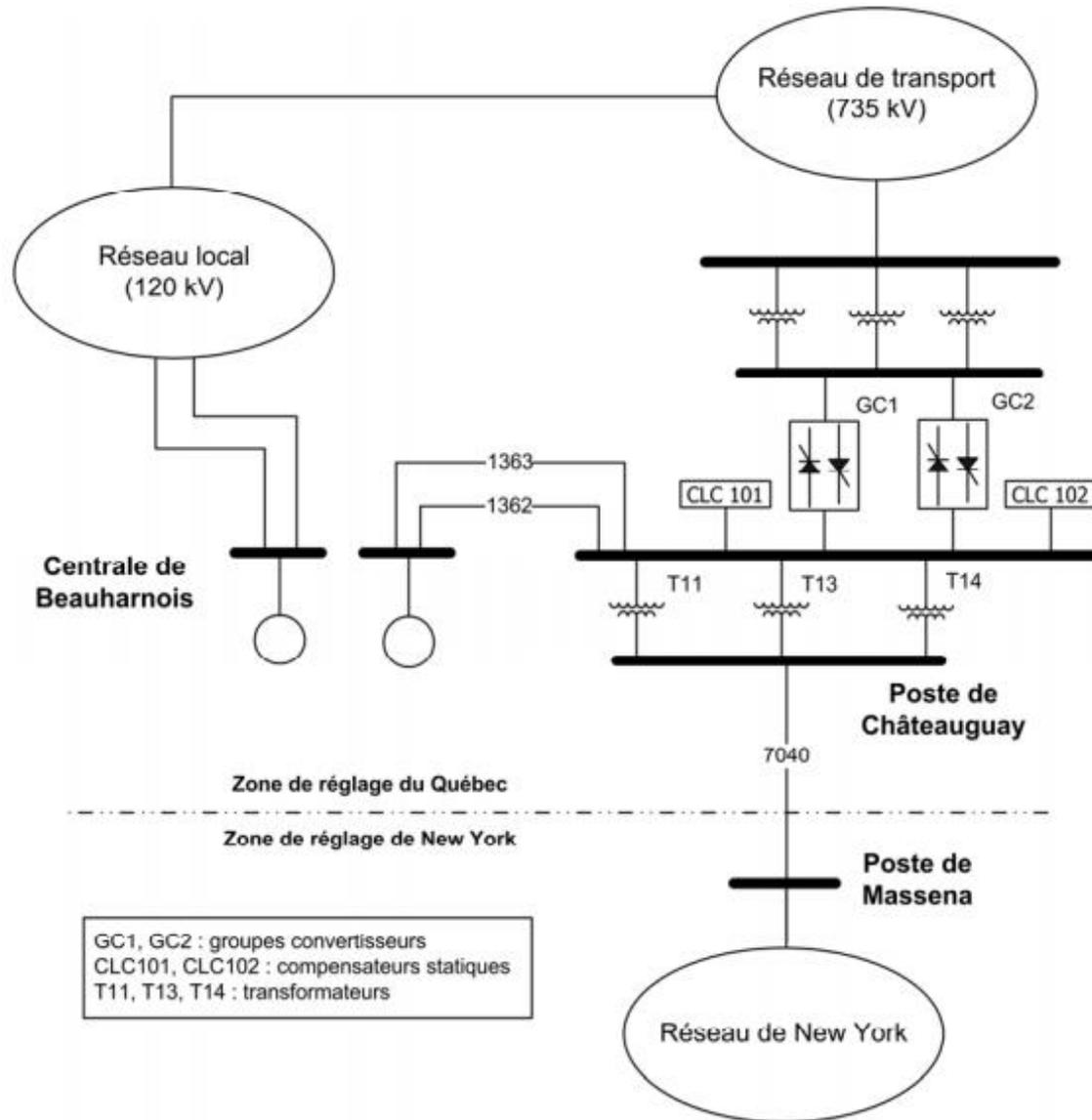
# Plan de la présentation



- 1. Poste de Châteauguay**
- 2. Nécessité du remplacement des systèmes de commande et de protection, valves à thyristors et systèmes de refroidissement**
- 3. Utilité du projet durant la période de sa durée de vie**
- 4. Données liées aux services de transport**
- 5. Désuétude des systèmes de protection et de commande et impact sur la disponibilité**
- 6. Solution proposée par le Transporteur et variantes**
- 7. Impact tarifaire du Projet**
- 8. Conclusion**



# 1. Poste de Châteauguay

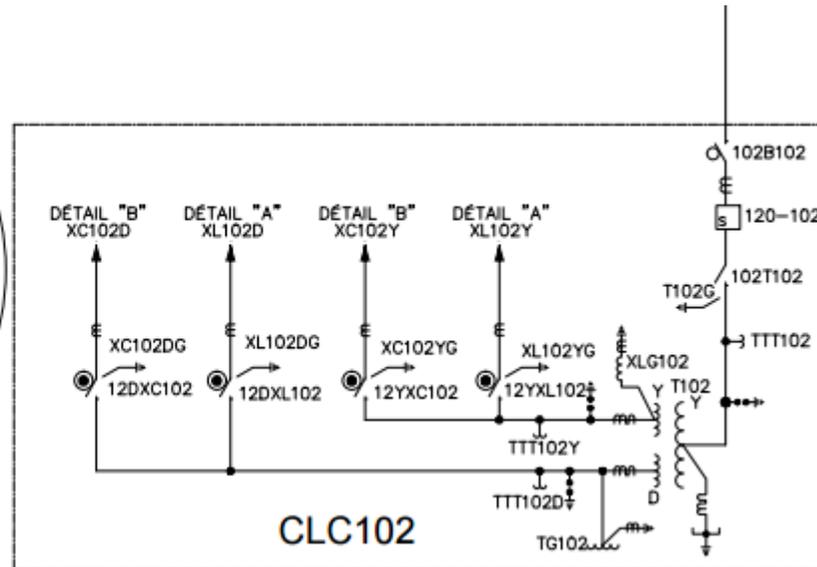
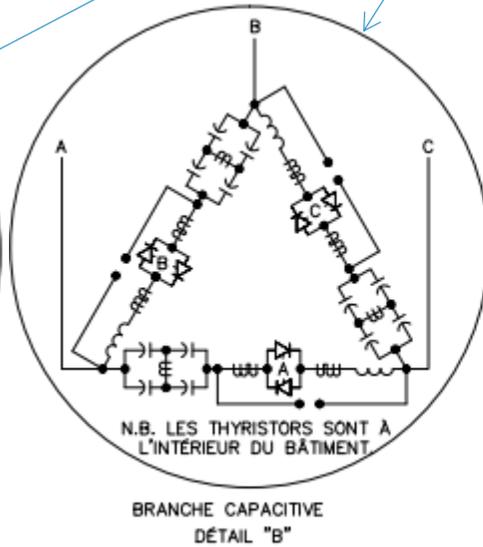
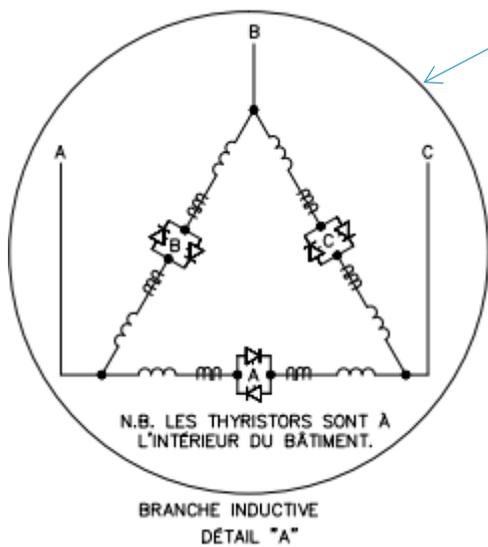


# 1. Poste de Châteauguay – CLC 102



TCR : Thyristor Controlled Reactor

TSC : Thyristor Switched Capacitor

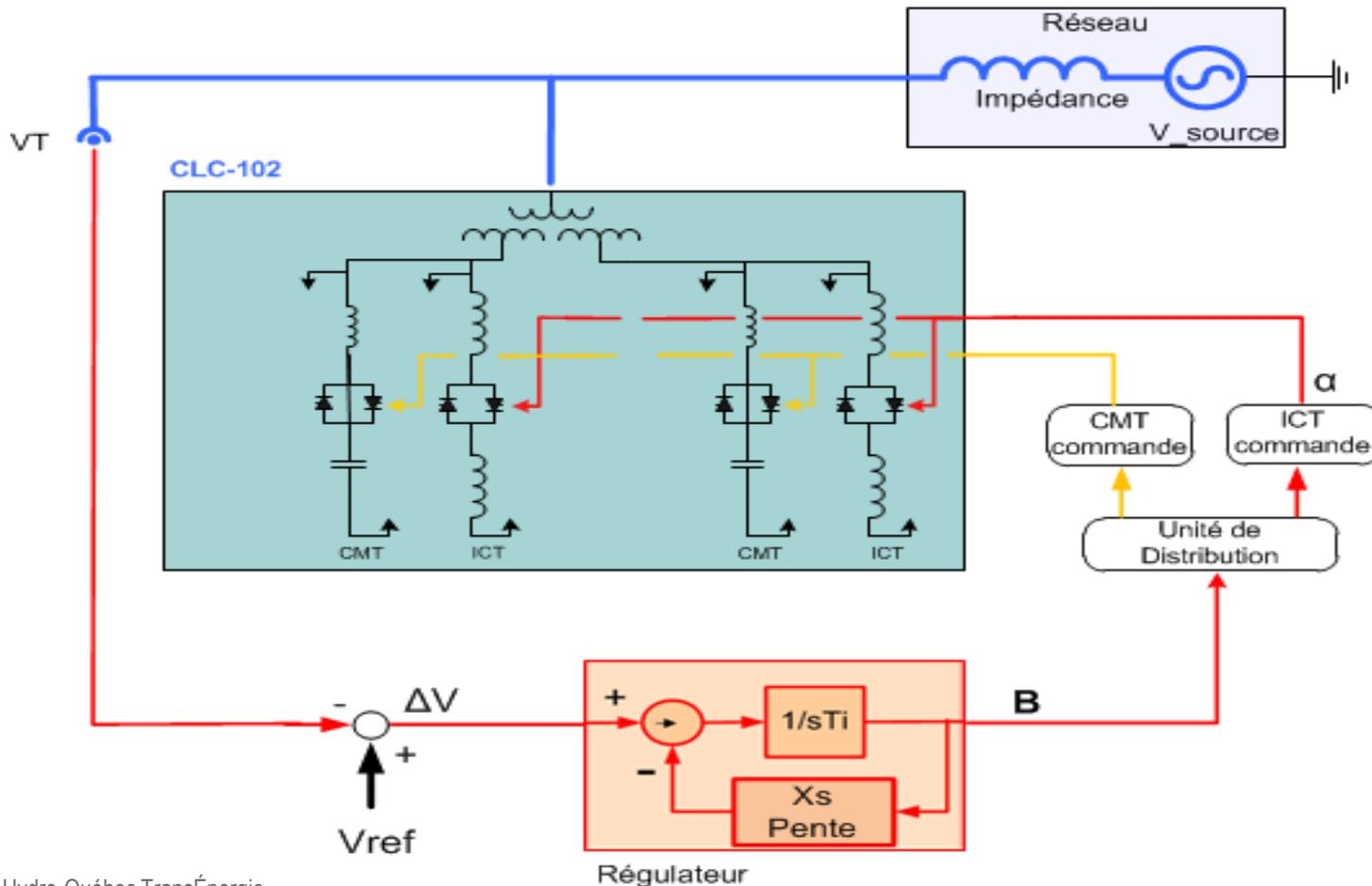


# 1. Poste de Châteauguay – Rôle du CLC



Les compensateurs statiques du poste de Châteauguay sont utiles pour :

- Maintenir une tension minimale aux bornes des valves afin d'éviter les ratés de commutation
- Amortir les surtensions afin de protéger les équipements



## 2. Nécessité du remplacement des systèmes de commande et de protection, valves à thyristors et système de refroidissement



- Systèmes de commande et de protection : chaîne d'éléments (relais simples ou complexes et unités fonctionnelles, par exemple) dont l'impact sur la performance du réseau de transport est important
  - Systèmes de commande : permettent d'actionner localement ou à distance différents équipements
  - Systèmes de protection : protègent les équipements et les lignes contre les événements pouvant perturber leur fonctionnement ou les endommager



# 2.1 Description des systèmes de commande et de protection (éléments principaux)



## Mesure, annonceur et signalisation (+W1 +X1)

Transmet la consigne à l'unité de commande séquentielle

## Commande séquentielle (+U1 +U2 +U3)

Gère l'exploitation du système dont les séquences d'arrêt/démarrage du CLC

## Régulation (+UJ )

Transmet à l'électronique de base centrale la commande d'impulsion correspondant au point d'opération désiré

## Électronique de base centrale et surveillance des thyristors (+Y1 .VM .RQ )

Transmet à l'électronique de base le télégramme d'impulsion optique et supervise l'état des thyristors, valide l'état des récepteurs et transmetteurs, etc.

## Électronique de base (+UQ +UR )

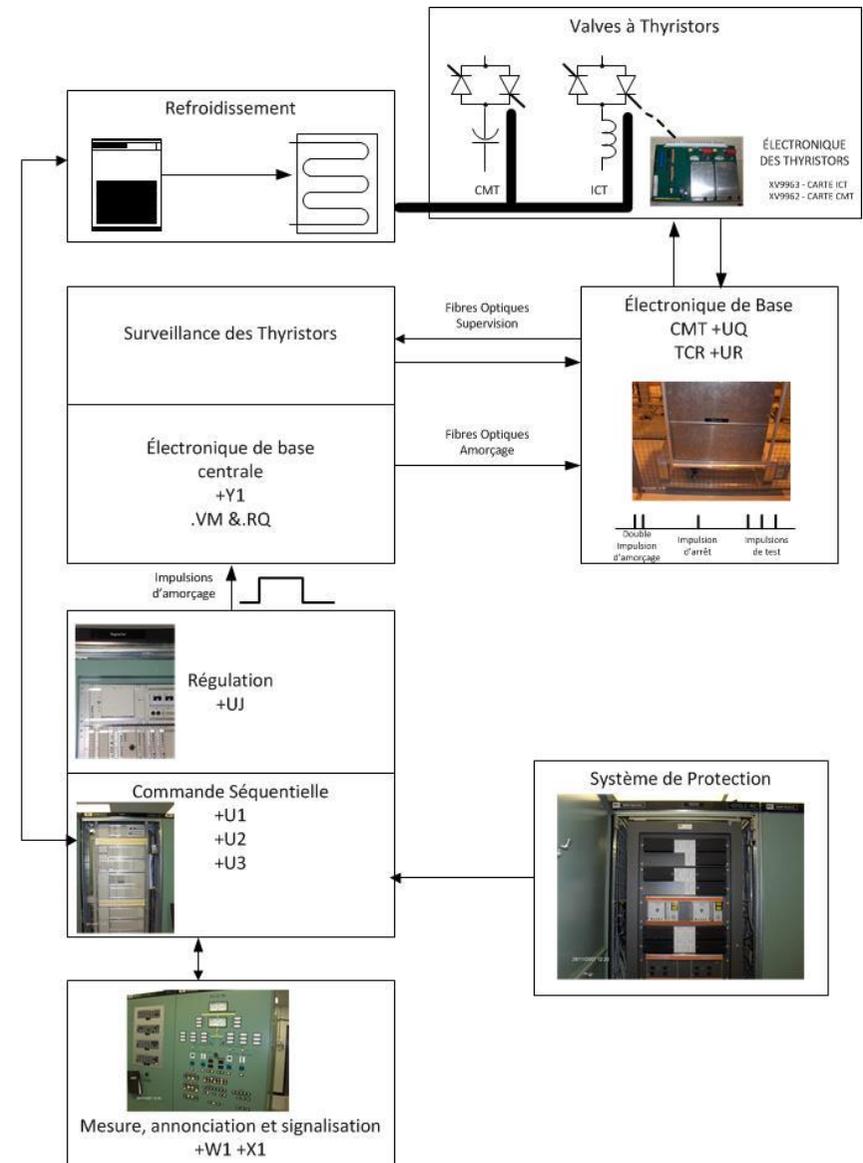
Transmet à l'électronique de thyristors le télégramme d'impulsion optique et supervise l'état des thyristors, valide l'état des récepteurs et transmetteurs, etc.

## Électronique des thyristors

Transmet l'impulsion d'amorçage à la gâchette du thyristor, mesure l'état des thyristors et autres éléments de protection associés

## Système de protection

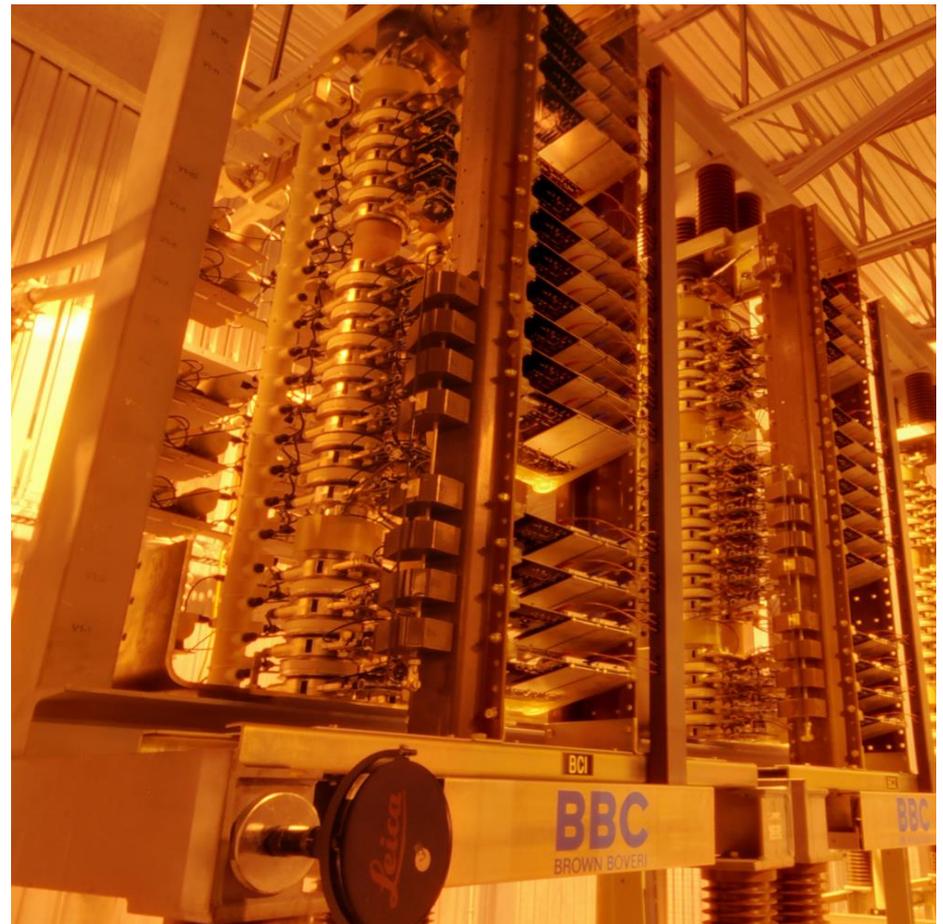
Protège l'appareillage (transformateurs, CMT, ICT)



## 2.2 Description des valves



- Valves à thyristors : équipement faisant partie du circuit haute tension qui permet de commuter à un instant précis le courant
  - composé d'une multitude de thyristors (électronique de puissance) et d'autres pièces d'équipement associées, telles que des unités de contrôle de thyristors, résistances, système de refroidissement



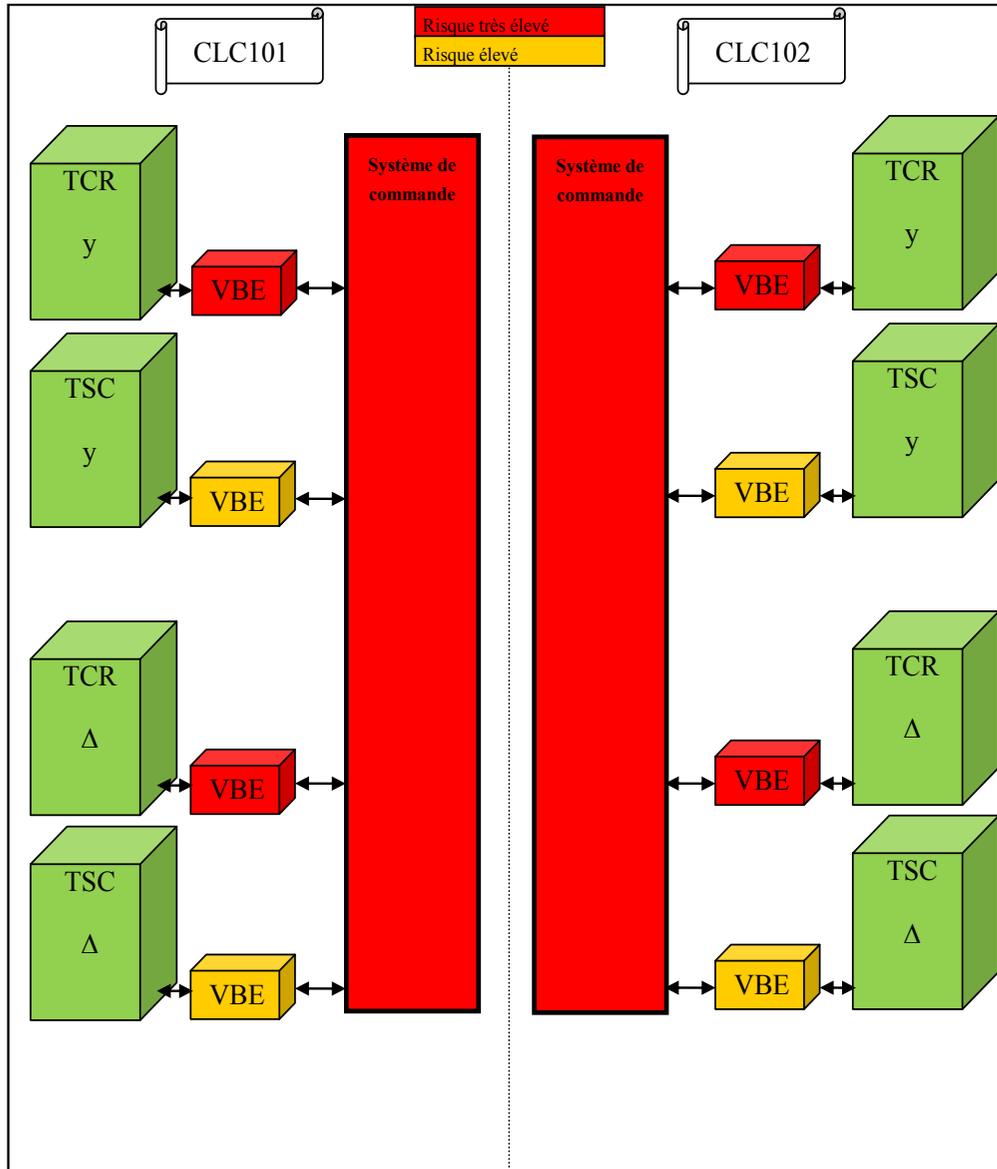
## 2.2 Description des valves



- Salle des valves

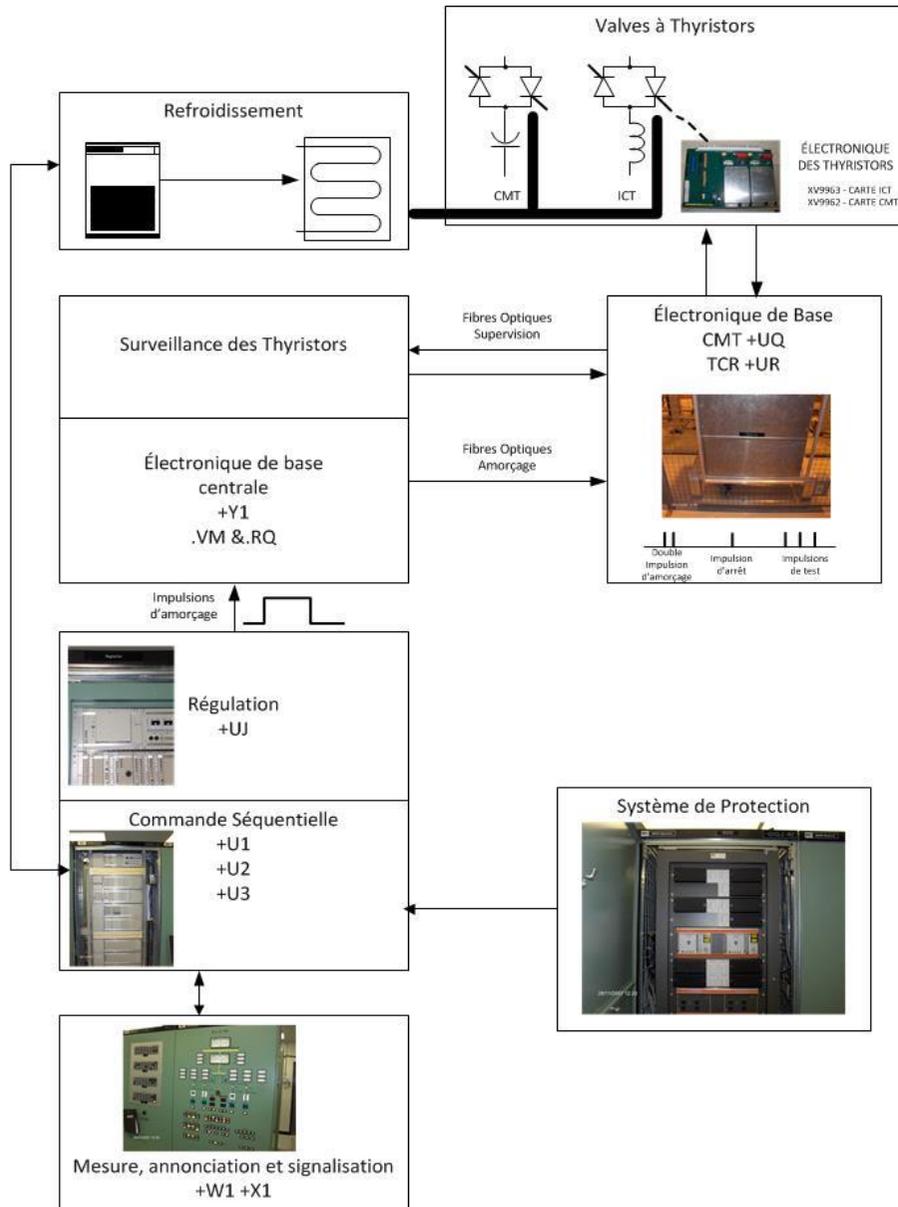


## 2.3 Liens indissociables entre commandes et valves



- Compensateur statique :
  - Systèmes de commande et de protection
  - Électronique des valves (Valve-Based Electronics, VBE), (dans la salle des valves)
  - Valves à thyristors
    - Branches inductives (TCR)
    - Branches capacitives (TSC)
- Les transformateurs, inductances et condensateurs ne sont pas montrés (dans la cour extérieure)
- Capacité -100 à +165 Mvar par CLC

# 2.3 Liens indissociables entre commandes et valves



## 2.4 Proportion des coûts



- Certains coûts font partie des renseignements contenus à la pièce HQT-1, Document 2 et à la pièce HQT-1, Document 2, Annexe 1, à l'égard desquels le Transporteur a demandé à la Régie de rendre une ordonnance interdisant leur divulgation, publication et diffusion, pour les motifs décrits à sa demande
- Par conséquent, certains coûts sont indiqués à la pièce HQT-2, Document 1, Annexe 1 déposée sous pli confidentiel

- Contrat clé en main visé par le Projet [REDACTED] \$

- [REDACTED]
  - [REDACTED] \$
  - [REDACTED] \$
  - [REDACTED] \$

- Coûts estimés d'un nouveau CLC [REDACTED] \$
  - [REDACTED] \$
  - [REDACTED] \$
  - [REDACTED] \$

# 3.1 Remplacement des convertisseurs dans un horizon d'environ 10 ans



- Capacité de transfert actuelle
  - capacité en réception (import) : 1000 MW
  - capacité en livraison (export) : 1800 MW  
cette donnée tient compte de la combinaison des convertisseurs (2 x 500 MW) et de la centrale de Beauharnois
- Il est prévu que les convertisseurs de source de courant actuels seront remplacés par des convertisseurs de source de tension\*
- Ils seront installés dans la zone libre adjacente aux convertisseurs actuels, permettant ainsi leur construction avec un minimum d'arrêts de transit
- Les capacités de transfert seront les mêmes que les capacités actuelles

\*Voltage sourced converter, ou VSC

## 3.2 Remplacement des convertisseurs de source de courant par des convertisseurs de source de tension

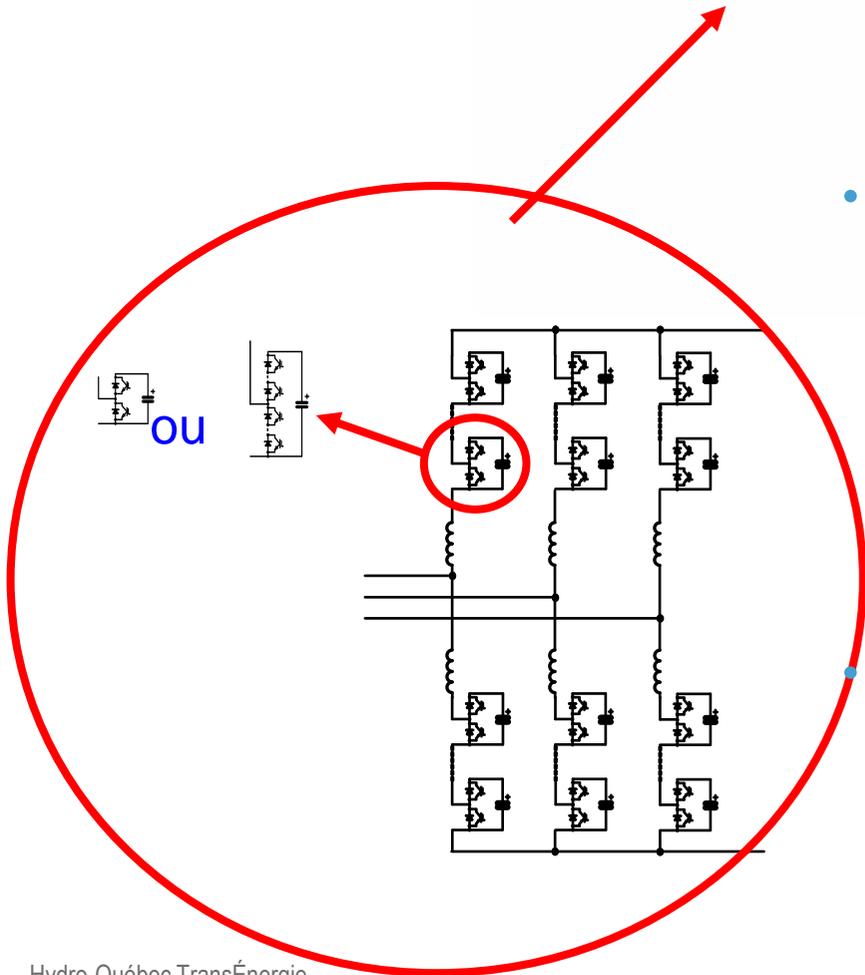
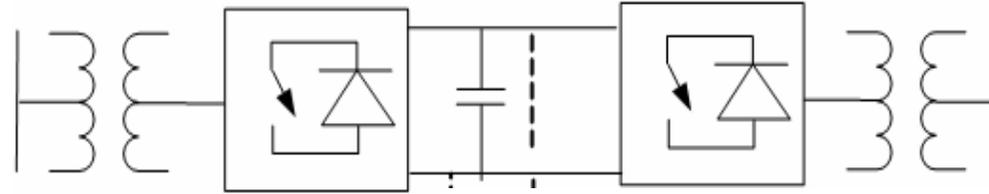


## 3.2 Remplacement des convertisseurs de source de courant par des convertisseurs de source de tension



- Les VSC requièrent une moins grande quantité de puissance réactive pour leur fonctionnement. Cela permet de limiter la nécessité des batteries de condensateurs de même que des branches capacitives des CLC.
- L'absence presque totale des harmoniques permet également l'élimination des filtres d'harmoniques, générateurs de vars et donc de surtensions. Combiné au fait que les batteries de condensateurs ne sont plus requises, il n'y a plus lieu de prévoir de branches inductives de CLC pour pallier cette éventualité.
- De plus, les VSC ont une capacité intrinsèque d'agir comme compensateur statique
- Cette technologie permettra :
  - l'élimination des compensateurs statiques
  - l'élimination des filtres d'harmoniques, réduisant d'environ 50 % l'espace global requis pour l'installation des futurs convertisseurs

## 3.2 Remplacement des convertisseurs de source de courant par des convertisseurs de source de tension – Installation de type dos-à-dos

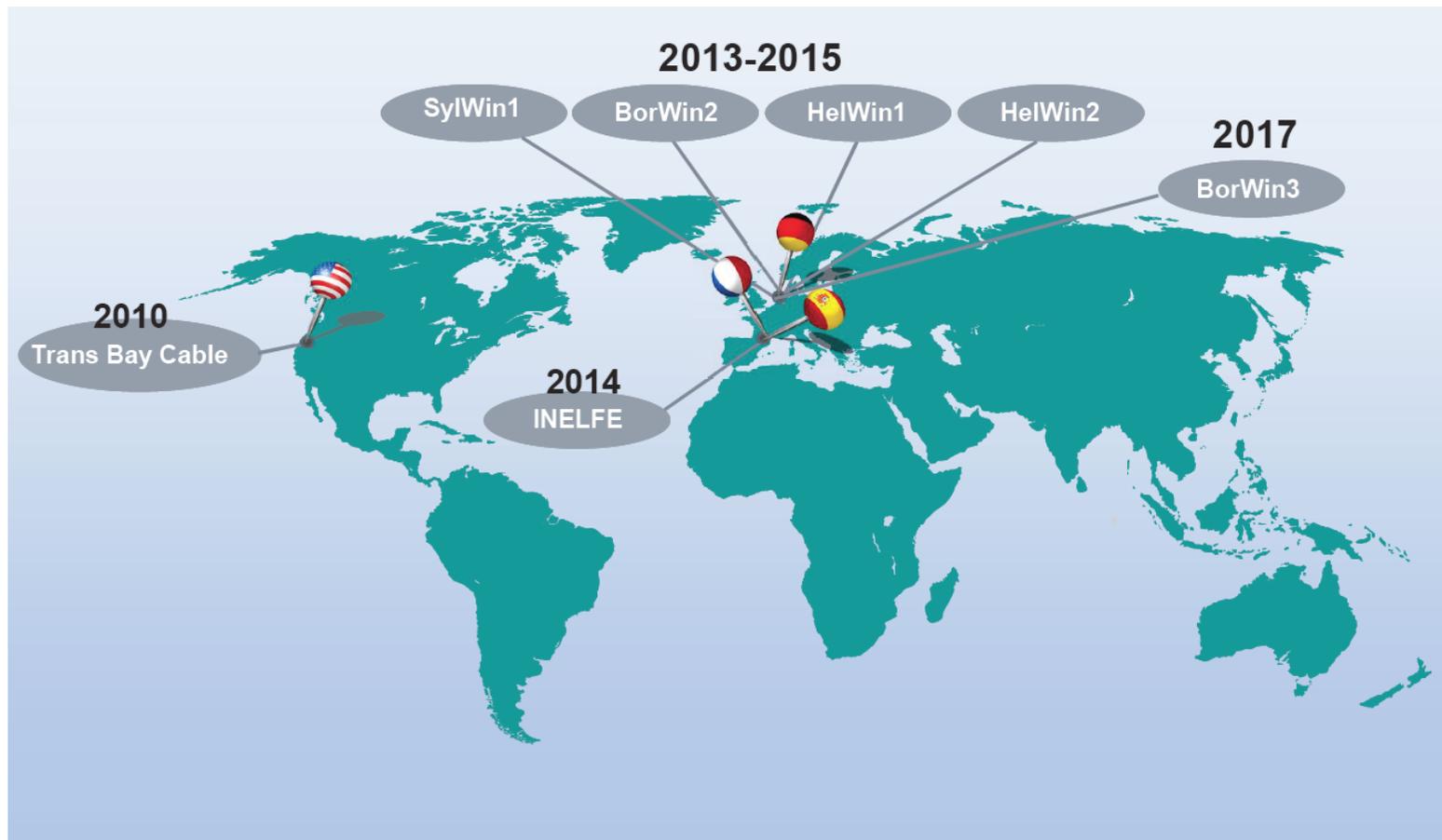


- Contrôle d'écoulement de puissance
  - Contrôle précis indépendant de perturbation du côté courant alternatif
  - Pas de raté de commutation
  - Opération indépendante de la capacité de court-circuit et de la présence de tension à l'onduleur (capacité de connexion à une charge passive)

### Puissance réactive et contrôle de tension

- Contrôle indépendant de la puissance réactive de façon similaire à la technologie STATCOM

## 3.2 Exemples réels d'utilisation



## 2.2 Exemples réels d'utilisation



### INELFE, France –Espagne 2014

Première mondiale en technologie de source de tension

**Client :**

INELFE (RTE et REE)

**Projet :**

INELFE

**Lieu :**

Baixas, France à Santa Llogaia, Espagne

**Puissance :**

2 x 1000 MW

**Type d'installation :**

65 km de câbles souterrains

**Niveaux de tension :**

$\pm 320$  kV à courant continu, 400 kV, 50 Hz

**Semi-conducteurs :**

IGBT (insulated-gate bipolar transistor)



## 2.2 Exemples réels d'utilisation



### Trans Bay, États-Unis, 2010

**Client :**

Trans Bay Cable, LLC

**Projet :**

Trans Bay Cable Project

**Lieu :**

Pittsburg et San Francisco, Californie

**Puissance :**

400 MW

**Type d'installation :**

85 km de câbles sous-marins

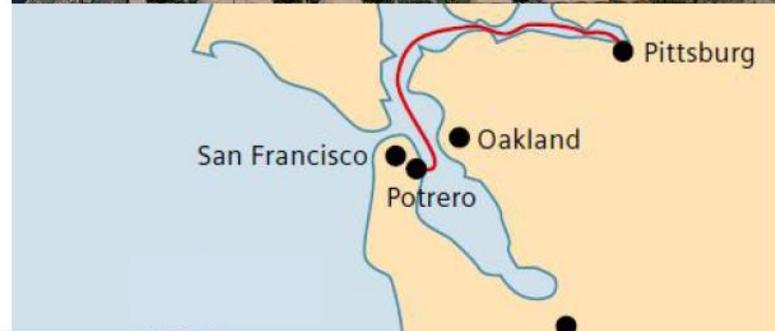
**Niveaux de tension :**

$\pm 200$  kV à courant continu

400 kV-138 kV, 60 Hz

**Semi-conducteurs :**

IGBT



## 2.2 Exemples réels d'utilisation



### Mackinac, États-Unis, 2014

**Client :**

American Transmission Company (ATC)

**Projet :**

Mackinac

**Lieu :**

Mackinac, Michigan

**Puissance :**

200 MW

**Type d'installation :**

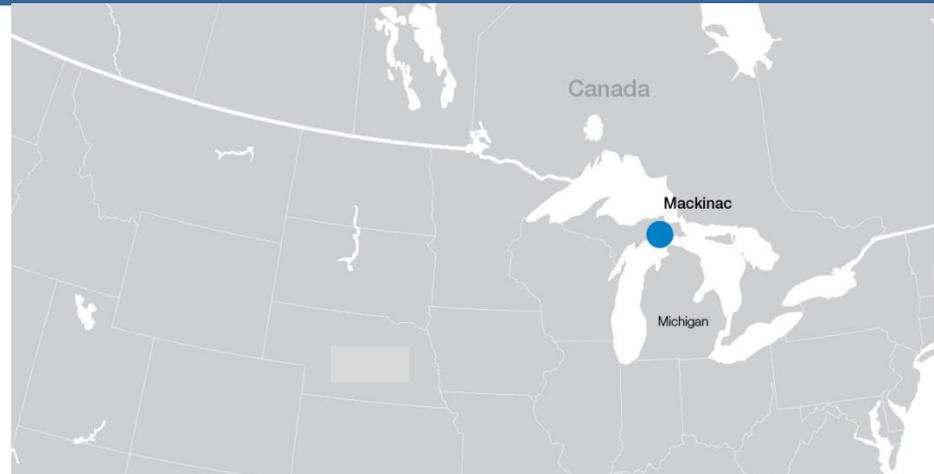
Dos-à-dos

**Niveaux de tension :**

$\pm 71$  kV, 138 kV, 60 Hz

**Semi-conducteurs :**

IGBT



## 3.2 Remplacement des convertisseurs de source de courant par des convertisseurs de source de tension



	Source de courant	Source de tension
Configuration	Harmoniques très élevées (nombreux filtres)	Faible niveau d'harmoniques (élimination des filtres)
Réseau	CLC requis	CLC non requis
Exploitation	Complexe	Simplifiée Amélioration importante
Maintenance	---	Réduite (pas de filtres ni de CLC)
Pertes électriques	~1.5 % (excluant CLC)	~2 %
Autres caractéristiques		Adaptés aux réseaux faibles CLC incorporé ( $\pm 250$ Mvar) Espace physique diminué (~50 %) Transformateurs conventionnels
Coûts de réalisation approximatifs (estimations 2010, pertes exclues, CLC inclus pour technologie source de courant)	500 M\$	450 M\$

### 3.3 Utilité du CLC à la suite du remplacement des convertisseurs par la nouvelle technologie



- L'installation de convertisseurs de source de tension rendra caducs les compensateurs statiques au poste de Châteauguay
- Les systèmes de commande et de protection visés par le Projet tiennent compte de la technologie retenue pour les nouveaux compensateurs statiques dans des postes du réseau de transport, de telle sorte qu'il est possible d'y réutiliser les diverses composantes résultant du Projet comme pièces de réserve

# 4. Données liées aux services de transport



Description	GC	HQT-MASS (*) (livraison)	MASS-HQT (réception)
Capacité totale de transfert (TTC) (tous équipements en service)	1000 MW	1500 MW 1800 MW (conditions spéciales)	1000 MW
TTC avec CLC indisponible (MW)	500 MW	1400 MW (1 CLC) 1370 MW (0 CLC)	500 MW (1 CLC) 0 MW (0 CLC)
Capacité ferme de long terme réservée (MW)		1450	
Capacité de transfert (MW)		1800	1000
Taux d'utilisation annuel moyen des 4 dernières années (%)		76,7 %	31,2 %

\* Toute réservation de service de transport pour une puissance supérieure à la capacité des GC nécessite un accord avec HQP. Ces données reflètent la disponibilité globale à la frontière.

## 5. Désuétude des systèmes de commande et de protection et impact sur la disponibilité



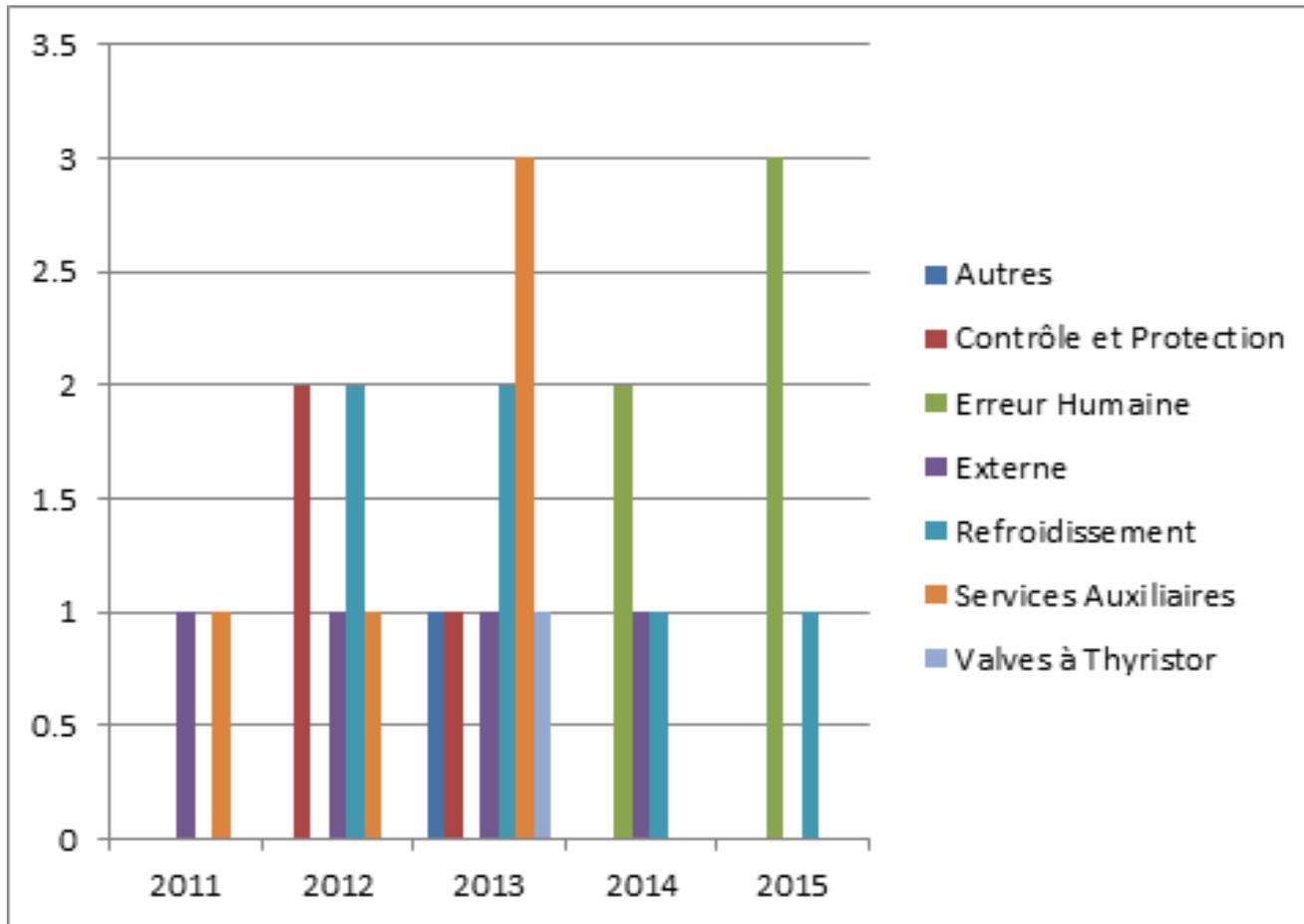
- Préoccupations techniques du Transporteur quant à la pérennité des systèmes de compensation
  - Les défaillances ne répondent pas à un système déterministe
  - L'impact d'une indisponibilité à long terme résultant de défaillances en cascade
  - Le profil du taux d'indisponibilité n'est pas nécessairement représentatif du risque d'une indisponibilité à long terme
  - D'autres critères sont considérés : disponibilité des pièces, état des composantes, âge c. type de technologie, maintenance, etc.
  - Le temps requis entre l'amorce du projet et la mise en service du nouveau système entre 2 à 3 ans

# 5. Désuétude des systèmes de commande et de protection et impact sur la disponibilité



Revue des cas de déclenchement de 2011-2015 (CLC 101 et CLC 102)

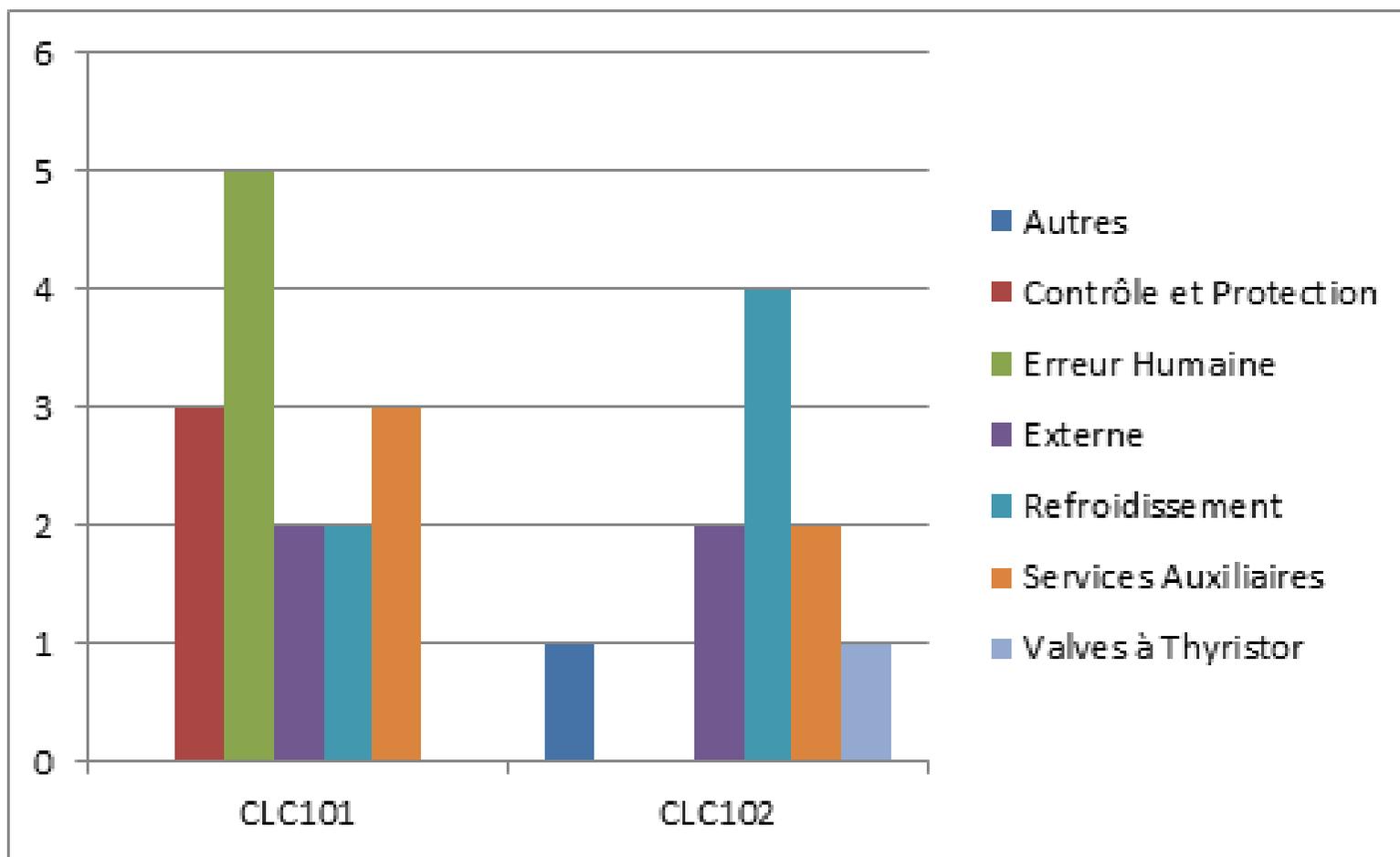
Causes par année



## 5. Désuétude des systèmes de commande et de protection et impact sur la disponibilité



Revue des cas de déclenchement de 2011-2015

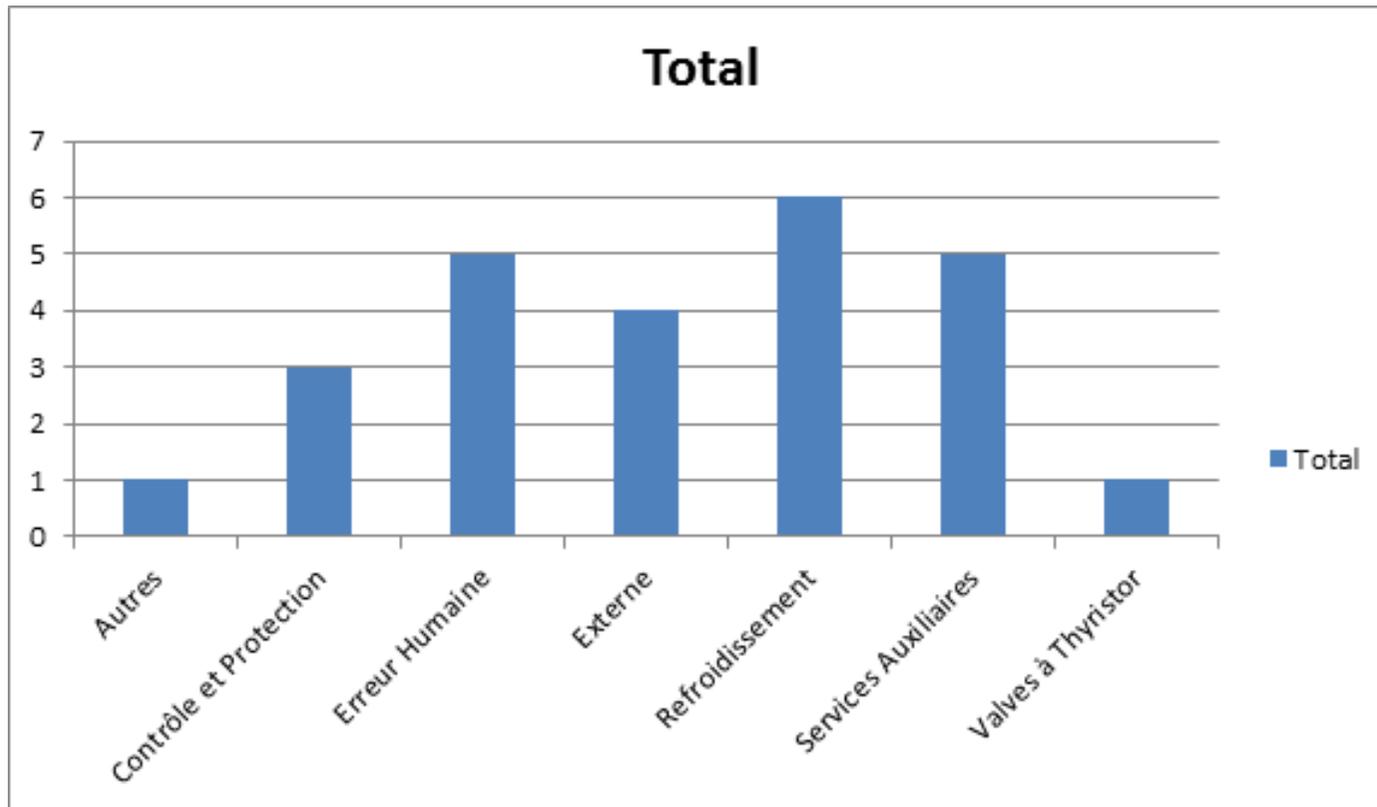


# 5. Désuétude des systèmes de commande et de protection et impact sur la disponibilité



Revue des cas de déclenchement de 2011-2015 (CLC 101 et CLC 102)

Nombre de déclenchements

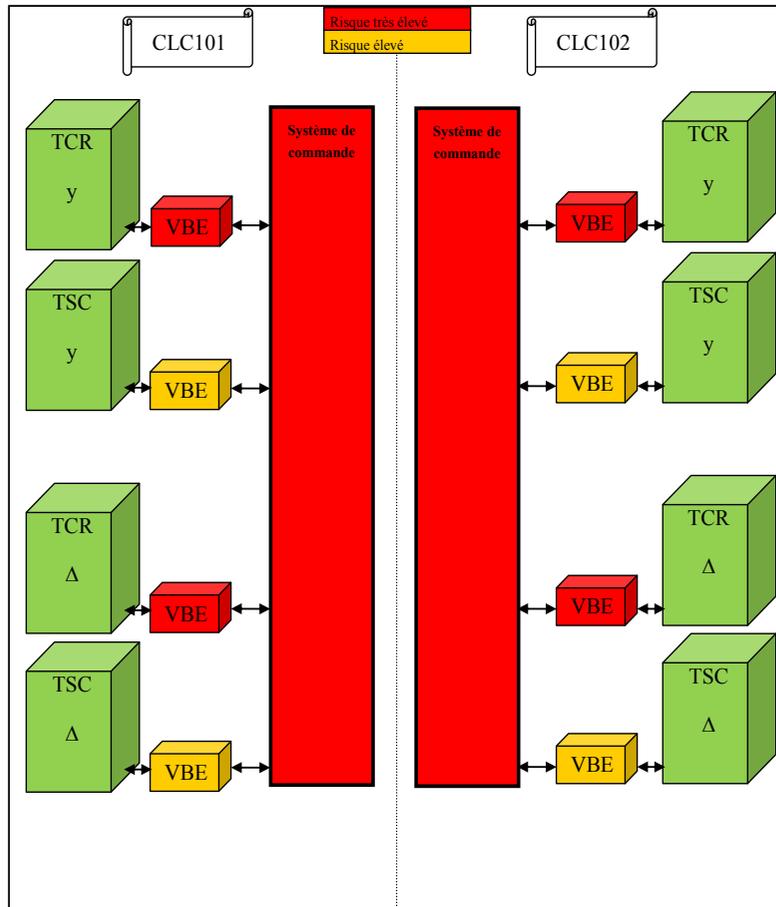


## 6. Solution proposée par le Transporteur et variantes



- Le Transporteur estime que le remplacement des systèmes de commande et de protection, des valves à thyristors et du système de refroidissement liés au compensateur statique 102 au poste de Châteauguay est la seule solution envisageable pour assurer la pérennité de ce compensateur
- Plusieurs autres variantes ont été considérées, mais aucune ne s'est révélée techniquement envisageable

# 6.1 Solution proposée par le Transporteur et variantes



Travaux CLC	Remarques	Fiabilité
Aucuns travaux	Risques trop élevés selon critères de pérennité.	●
Système de commande	Fabrication de pièces de réserve requise pour VBE (IREQ) Contrat gré à gré avec fournisseur	●
Système de commande et VBE	Aucun manufacturier intéressé	●
Commande, VBE et valves 1 CLC	Utilisation des équipements du CLC démantelé comme pièces de réserve pour le 2 <sup>e</sup> CLC ; compromis fiabilité - coûts	●
Nouveau CLC	Très bonne fiabilité Coûts plus élevés	●

## 6.2 Solution proposée par le Transporteur et variantes



- Fabrication sur commande des composantes à remplacer :
  - Difficulté de cibler la composante requise pour fabrication unique (ne sachant laquelle sera défectueuse)
  - Complexité des cartes, manque d'information pour reproduire exactement la fonctionnalité existante
  - Risque d'engendrer un délai additionnel
  - Absence d'imputabilité du fabricant à l'égard du résultat
  - Coûts élevés de remplacement par composante
  - Refus d'une compagnie spécialisée de fabriquer l'électronique de valves

# 7. Impact tarifaire du Projet



- Amortissement :

Le calcul de l'impact tarifaire est basé sur la durée de vie utile des immobilisations qui composent le Projet.

Au moment du dépôt de la demande, le Transporteur ne disposait pas d'éléments suffisamment probants lui permettant de réduire la durée d'amortissement du Projet.

Le calcul de l'impact tarifaire est présenté à titre indicatif en fonction des paramètres en vigueur au moment du dépôt de la demande et il est conforme à la méthode reconnue par la Régie.

- Coût d'exploitation et d'entretien :

Les revenus requis des services de transport intègrent les charges nettes d'exploitation liées à la capacité de l'infrastructure du réseau.

Par conséquent, selon la méthode reconnue par la Régie pour le calcul de l'impact tarifaire, aucun coût d'exploitation et d'entretien supplémentaire n'est considéré en ce qui a trait à la catégorie d'investissement « maintien des actifs ».

Le Transporteur rappelle que seuls les coûts d'exploitation et d'entretien associés à la croissance du réseau (mises en service de projets des catégories d'investissement « croissance des besoins de la clientèle » et « maintien et amélioration de la qualité du service ») sont considérés pour le calcul de l'impact tarifaire pour refléter le fait que le Transporteur doit disposer des ressources suffisantes afin de couvrir les coûts d'exploitation et d'entretien supplémentaires que représentent les investissements dans ces catégories.

Le présent Projet ne visant pas ces catégories, aucun coût d'exploitation et d'entretien n'a à être considéré dans le calcul de l'impact tarifaire.

## 8. Conclusion



- Les systèmes de commande et de protection des deux compensateurs statiques au poste de Châteauguay dépassent largement la fin de leur durée de vie utile et leur performance est préoccupante
- Le Transporteur souhaite reporter le remplacement des convertisseurs en prolongeant l'utilisation des compensateurs statiques pour encore une dizaine d'années
- Donc, le remplacement des systèmes de commande et de protection, des valves à thyristors et du système de refroidissement liés au compensateur statique 102, augmentant ainsi les pièces de réserve disponibles pour le compensateur 101, constitue la seule solution technico-économique à mettre en oeuvre