

Groupe	Mission	Bâtiment	Type	Catégorie	Document	Date du rapport	Expert-conseil
AMS-B	Bridgetown (Barbade)	Chancellerie	Propriété	1 occupation immédiate (OI)	Phase 2, composante 2 de l'évaluation sismique	Décembre 2013	JL Richards

Le présent document est un supplément à la FRR de la chancellerie de Bridgetown, phase 1/2

Objectif : Confirmer la performance parasismique de la chancellerie selon les recommandations de la phase 1 et proposer des options correctives.

### COMPOSANTE 2 – ÉTUDE DES OPTIONS DE MODERNISATION

#### Lacunes de l'immeuble

- Diaphragme existant du toit et du deuxième étage
  - capacité du diaphragme et assemblage aux éléments de soutien inadéquats;
  - capacité de transfert de cisaillement inadéquate autour des grandes ouvertures centrales;
  - capacité insuffisante de l'élément de membrure périphérique existant.
- Les poteaux existants n'ont pas une capacité suffisante pour résister aux forces de conception sismique.
- Les contreventements existants ne satisfont pas aux exigences de résistance et d'élançement de la norme CSA S16-09 en compression.

#### Options de modernisation parasismique

**Option 1** : Maintenir le système existant de contreventement à traction seulement.

- Remplacer les contreventements existants à traction seulement par des éléments plus grands.
- Doubler le nombre de contreventements dans chaque sens.

**Option 2** : Installer de nouveaux contreventements à traction-compression; remplacer les contreventements existants par des contreventements limitant le flambage (CLF).

**Option 3** : Installer des amortisseurs à friction dans les nouvelles travées contreventées adjacentes aux travées contreventées existantes.

#### Renforcement du diaphragme

Chacune des options de modernisation parasismique nécessite les travaux de renforcement suivants, applicables aux trois options :

- amélioration de la capacité des diaphragmes du toit et du deuxième étage;
- amélioration de l'assemblage du diaphragme du tablier avec le SRFS;
- renforcement horizontal autour des ouvertures au deuxième étage et au niveau du toit;

- remplacement d'un élément de la membrure périphérique existante par un élément plus grand;
- renforcement des fondations en utilisant des ancrages au roc pour éviter le soulèvement.

I. Option 1A) : Remplacer les contreventements existants à traction seulement

a. Modernisation proposée

- i. Remplacer les contreventements existants à traction seulement par des contreventements plus grands à traction seulement.
- ii. Les travaux se limitent aux travées existantes; il n'est pas nécessaire de construire de nouvelles travées.

b. Modernisation à 150 % de la charge de conception

- i. 150 % : Des modernisations des poteaux et des assemblages sont nécessaires au rez-de-chaussée et au deuxième étage.

II. Option 1B) : Ajout d'emplacements de nouvelles travées contreventées

a. Modernisation proposée

- i. L'ajout de nouvelles travées contreventées adjacentes aux travées contreventées existantes répartit les forces sismiques sur un plus grand nombre d'éléments, mais il y aura une augmentation des charges sur les poteaux entre les travées.
- ii. Les éléments existants de la charpente en acier seront utilisés pour soutenir les nouvelles travées contreventées.

b. Modernisation à 150 % de la charge sismique de conception

- i. 150 % : Les contreventements et les assemblages existants doivent être remplacés au rez-de-chaussée.

III. Option 2 : Installation de nouveaux contreventements à traction-compression (CLF)

a. Modernisation proposée

- i. Contrairement aux contreventements conventionnels, les CLF ont la même capacité de compression et de traction et ils offrent un niveau de performance et de protection plus élevé que les contreventements conventionnels à traction seulement.
- ii. Un CLF peut remplacer le contreventement transversal existant dans chaque travée.

b. Modernisation à 150 % de la charge sismique de conception

- i. 150 % : identique à celle à 100 %.

IV. Option 3 : Installation d'amortisseurs à friction dans de nouvelles travées contreventées

a. Modernisation proposée

- i. Construire de nouvelles travées contreventées au même endroit que l'option 1b. On doit installer neuf nouvelles travées contreventées avec des amortisseurs à friction. Ou bien, on peut installer quatre travées contreventées avec des amortisseurs à friction et installer des ancrages au roc sur les travées restantes. Ces chiffres peuvent être étudiés de manière plus approfondie si cette option est choisie.
- ii. Les amortisseurs à friction peuvent réduire la force sismique de 50 %, de sorte que les éléments situés à l'extérieur du SRFL peuvent être conçus pour des forces sismiques plus faibles.
- iii. Les amortisseurs à friction peuvent être installés sans augmenter la capacité de soulèvement de la fondation, ce qui réduit le besoin d'ancrages au roc.
- iv. Aucune modification du système structurel existant ne serait nécessaire si des travées contreventées et des amortisseurs à friction supplémentaires étaient installés.

Voir le tableau récapitulatif pour l'incidence de chacune des options proposées.

#### Séquence proposée des travaux

1. Installer les renforcements des fondations (ancrages au roc, plaques de base, boulons d'ancrage, etc.) selon l'option choisie. Tous les travaux de fondation seront effectués en même temps à partir de l'extérieur; au fur et à mesure que les travaux seront terminés, les excavations seront remblayées et remises dans leur état initial. Les zones de travail seront clôturées et les allées piétonnières seront réacheminées.
2. Les modernisations initiales des voies de transmission des charges seront effectuées. Cela comprend l'enlèvement des finitions et des échafaudages pour accéder au tablier du toit et au deuxième étage. Ces travaux se dérouleront une zone à la fois, avec des zones de travail sûres et des voies d'évacuation d'urgence à prévoir.
3. Les finitions extérieures dans les emplacements des travées contreventées seront enlevées au besoin. Ces travaux se dérouleront deux travées à la fois, à partir de l'extérieur, avec une incidence minimale sur l'espace de travail intérieur.
4. Les finitions intérieures dans les emplacements des travées contreventées seront enlevées, si nécessaire, afin de terminer l'installation des contreventements.
5. Les zones de travail seront remises dans leur état d'origine.
6. La mission devra fournir des locaux transitoires temporaires pour le personnel touché par les travaux de construction.

#### Recommandations

- La solution de modernisation la plus économique est l'option 3), amortisseurs à friction dans de nouvelles travées contreventées, car elle ne nécessite pas de travaux de fondation, mais des travaux de diaphragme sont tout de même nécessaires.
- Les modernisations initiales des voies de transmission des charges et des diaphragmes du SRFL doivent être effectuées, quelle que soit l'option de modernisation choisie.
- Les amortisseurs à friction doivent être conçus pour 150 % de la charge sismique de conception, car la différence de coût par rapport à une charge sismique de conception de 100 % est négligeable.
- Le nombre d'amortisseurs à friction peut être optimisé si cette option est sélectionnée afin de réduire au minimum/éliminer les travaux de diaphragme et de fondation.

#### Notes de l'examineur

- Les modernisations énumérées dans la section « Renforcement du diaphragme » doivent être effectuées, quelle que soit l'option de modernisation choisie, le cas échéant.
- La deuxième solution la plus économique est l'option 1A), qui consiste à remplacer les contreventements à traction seulement.

Rapport examiné par : Victoria Teng, étudiante inscrite à un programme d'alternance travail-études en génie civil

Commentaires/recommandations de l'ingénieur en structure**Remarques**

- La composante 1 de la phase 2 confirme le risque sismique élevé concernant la CH, même du point de vue de la sécurité des personnes.
- Toutes les options ont une durée de mise en œuvre similaire, variant entre 33 et 36 semaines.
- L'option 3 est la moins coûteuse (658 000 dollars) et la seule qui ne nécessite pas de travaux de fondation et peut donc être considérée comme la moins intrusive.
- Les options 1 et 2 sont estimées à un coût de 725 000 \$ à 837 000 \$ et nécessitent des travaux de fondation pour installer des ancrages au roc.
- L'expert-conseil recommande un renforcement parasismique des diaphragmes du toit et du plancher, même si aucun autre travail parasismique n'est entrepris.
- L'ARAF a informé l'ARPT que le système de toit doit être remplacé.
- On estime que la meilleure option technique serait l'option 3.
- On estime que la meilleure option globale est l'option 3.

**Recommandations**

- Il est recommandé de mettre en œuvre la modernisation parasismique du diaphragme du toit en même temps que le remplacement du revêtement d'étanchéité.
- Il est recommandé de procéder à la mise en œuvre de l'option 3 (phase 3 du programme sismique).

Le 2 janvier 2014.

**X**

---

Damian de Krom  
Ingénieur de structures

Tableau 1 : Comparaison des options de modernisation pour Bridgetown

	Option 1A			Option 1B			Option 2			Option 3			
	100 %	150 %	Remarques	100 %	150 %	Remarques	100 %	150 %	Remarques	100 %	150 %	Remarques	
Renforcement parasismique requis	Remplacement des contreventements au rez-de-chaussée	Oui	Oui	Remplacement de la cornière existante à traction seulement par un élément plus grand à traction seulement.	Non	Oui	Remplacement de la cornière existante à traction seulement par un élément plus grand à traction seulement.	Oui	Oui	Remplacement de la cornière existante à traction seulement, par un seul CLF à traction-compression.	Non	Non	Tous les travaux comprennent l'installation de nouveaux amortisseurs à friction, sans modification des éléments existants.
	Remplacement des contreventements au deuxième étage	Oui	Oui	Remplacement de la cornière existante à traction seulement par un élément plus grand à traction seulement.	Non	Non		Oui	Oui	Remplacement de la cornière existante à traction seulement, par un seul CLF à traction-compression.	Non	Non	
	Remplacement/modernisation des poteaux au rez-de-chaussée	Oui	Oui	Augmentation de la capacité axiale avec des plaques soudées aux poteaux.	Non	Non		Oui	Oui	Les poteaux sont de classe 3 – non autorisés dans une charpente de CLF ductile	Non	Non	
	Remplacement/modernisation des poteaux au deuxième étage	Non	Oui	Augmentation de la capacité axiale avec des plaques soudées aux poteaux.	Non	Non		Oui	Oui	Les poteaux sont de classe 3 – non autorisés dans une charpente de CLF ductile	Non	Non	
	Remplacement des poutres	Non	Non		Non	Non		Non	Non		Non	Non	
	Remplacement des assemblages entre les contreventements et les poteaux au rez-de-chaussée	Oui	Oui	Enlèvement de la plaque-gousset existante pour la remplacer par une plaque plus grande avec plus de surface de soudure et des boulons adéquats.	Non	Oui	Enlèvement de la plaque-gousset existante pour la remplacer par une plaque plus grande avec plus de surface de soudure et des boulons adéquats.	Oui	Oui	Les assemblages existants seront inadéquats pour les CLF.	Non	Non	
	Remplacement des assemblages entre les contreventements et les poteaux au deuxième étage	Non	Oui	Enlèvement de la plaque-gousset existante pour la remplacer par une plaque plus grande avec plus de surface de soudure et des boulons adéquats.	Non	Non		Oui	Oui	Les assemblages existants seront inadéquats pour les CLF.	Non	Non	
	Remplacement de l'assemblage à la plaque de base	Non	Oui	Augmentation de la taille/du nombre de boulons d'ancrage à la plaque de base.	Oui	Oui	Augmentation de la taille/du nombre de boulons d'ancrage à la plaque de base.	Oui	Oui	Augmentation de la taille/du nombre de boulons d'ancrage à la plaque de base.	Non	Non	
Forces de traction nécessitant une atténuation	Oui	Oui	Installation d'ancrages au roc.	Oui	Oui	Installation d'ancrages au roc.	Oui	Oui	Installation d'ancrages au roc. L'ampleur du soulèvement est jusqu'à deux fois supérieure à celle des autres options.	Non	Non		
Estimation des coûts (dollars canadiens)	725 340,00 \$			837 540,00 \$			804 500,00 \$			657 558,00 \$			
Calendrier estimé des travaux de construction	36 semaines			36 semaines			33 semaines			33 semaines			
Incidence estimée sur les opérations	Renforcement des fondations requises. Le remplacement des travées contreventées peut s'effectuer une par une.			Renforcement des fondations requises. Le remplacement des travées contreventées peut s'effectuer une par une.			Renforcement des fondations requises. Le remplacement des travées contreventées peut s'effectuer une par une.			Aucun renforcement des fondations n'est nécessaire.			