ÉVALUATION DES PANNEAUX DE TOITURE EN BÉTON CELLULAIRE AUTOCLAVÉ DÉCLARATION DE MATIÈRES DANGEREUSES ARMÉ (« RAAC »)

INSTALLATION

Édifice C du Centre des sciences de l'Ontario — B14176
770, rue Don Mills, North York (Ontario)

PRÉPARÉ POUR

Infrastructure Ontario et le ministère de l'Infrastructure
11 juillet 2024

DOSSIER RIMKUS NUMÉRO

100237742

rimkus.com
(905) 607-7244

Consultants. Experts. Innovateurs.

2121, rue Argentia, 4e étage
Mississauga (Ontario) L5N 2X4

TABLE DES MATIÈRES

Signatures des professionnels 1

Sommaire 2

1. Introduction 6

1.1 Historique du RAAC 6

1.2 Portée et méthodologie des travaux 7

1.3 Évaluation des risques liés au RAAC 8

1.4 Estimés budgétaires 10

2. Examen de la documentation et des plans 11

3. Observations sur les lieux 12

3.1 Observations générales 12

3.2 Détermination du type de platelage de toit 13

3.3 Observations relatives aux panneaux en RAAC 14

3.4 Observations relatives à la toiture 20

4. Recommandations 26

4.1 Stratégies de restauration des panneaux en RAAC et de la toiture 26

4.2 Recommandations en matière de surveillance et de réévaluation futures 33

4.3 Résumé des recommandations par catégorie de risque 34

5. Références 36

ANNEXE A : PHOTOGRAPHIES 37

ANNEXE B : Plan de la toiture 63

Annexes :

Annexe A – Photographies

Annexe B – Plans de la toiture

SIGNATURES DES PROFESSIONNELS

Infrastructure Ontario (IO) a engagé les services de Rimkus pour confirmer la présence et l'emplacement de panneaux de toiture en béton cellulaire autoclavé armé (« RAAC » pour « Reinforced Autoclaved Aerated Concrete ») dans l'ensemble de l'édifice C du Centre des sciences de l'Ontario, évaluer leur état et préparer un rapport qui résume les résultats de l'examen de la documentation et les observations sur le terrain et qui offre des conseils relativement à la restauration proactive et à la surveillance continue des structures en question.

Le présent rapport est destiné à l'usage exclusif d'Infrastructure Ontario (IO), du ministère de l'Infrastructure et des autres organismes gouvernementaux et ministères dont relève IO. Il n'est destiné à aucun autre usage. Notre rapport est fondé sur des observations sur le terrain et l'analyse des renseignements publics auxquels nous avons eu accès lors de sa préparation. Si des renseignements supplémentaires devenaient disponibles, nous nous réservons le droit d'établir quel impact les nouveaux renseignements pourraient avoir sur nos opinions et nos conclusions et de revoir nos opinions et nos conclusions au besoin. Nulle autre personne ou entité ne peuvent s'appuyer sur le présent rapport sans l'autorisation expresse et écrite de Rimkus et d'Infrastructure Ontario. Si l'une ou l'autre des limitations précédentes contrevient aux dispositions de l'entente régissant le présent mandat, l'entente prévaudra.

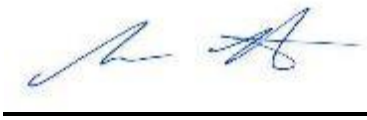
Les professionnels soussignés ont contribué à la préparation du présent rapport.

Rapport préparé par :

Graham Twynam, M. Eng., P. Eng.

Chris Dawson, RRO
Chef des services professionnels

Révisé par :



Marc Winters, P. Eng.
Directeur

SOMMAIRE

Le béton cellulaire autoclavé armé (« RAAC » pour « Reinforced Autoclaved Aerated Concrete ») est un produit en béton léger pour lequel un risque de dégradation sous l'effet des infiltrations d'eau a été démontré dans d'autres pays. Pour cerner les risques possibles liés aux structures en RAAC existantes, il faut étudier les panneaux de toiture en RAAC *in situ*, ainsi que la toiture dans son ensemble.

Rimkus Consulting Group (Rimkus) a été engagé par Infrastructure Ontario (IO) pour effectuer une évaluation visuelle de l'état de tous les panneaux de toit en RAAC qui sont visibles et accessibles et de tous les éléments de la toiture de l'édifice C du Centre des sciences de l'Ontario (CSO) situé au 770, rue Don Mills à Toronto (Ontario).

L'édifice C a une empreinte totale d'environ 174 000 pi². L'immeuble a été construit en plusieurs étapes et la portion initiale de l'édifice a été construite vers 1968. Les types de platelage de toit varient au sein de l'immeuble; ils comprennent des panneaux en RAAC, des platelages d'acier et des poutres en T en béton préfabriqué ou des dalles en béton armé. Les zones de toit couvertes de panneaux en RAAC ont une aire totale d'environ 78 000 pi², ce qui représente près de 50 % de l'aire totale du toit.

Pour les besoins de notre étude, l'état de la toiture a été examiné dans toutes les zones de toit, y compris celles qui sont couvertes par des panneaux en RAAC ou par d'autres types de platelage de toit.

Pour éliminer entièrement tous les risques liés au RAAC, il est recommandé de remplacer tous les panneaux de toiture en RAAC par de nouveaux platelages d'acier lors de la prochaine réfection de la toiture. Étant donné que des travaux de réfection de la toiture ne sont pas requis de manière immédiate dans toutes les zones, les descriptions des catégories de risque ci-dessous résument les recommandations intérimaires, qui sont abordées de manière plus détaillée aux sections **4.1** et **4.2**, pour la prise en charge des panneaux en RAAC en mauvais état décelés durant l'évaluation de l'état des lieux. Les mesures d'atténuation des risques recommandées correspondent à la catégorie de risque attribuée à chaque panneau en RAAC ayant été évalué. Pour de plus amples détails, veuillez consulter la matrice de catégories de risque présentée au **Tableau 1**, ainsi que le plan S01 en annexe pour la catégorie de risque et l'emplacement des panneaux. Les mesures et la démarche de gestion recommandées exigent que l'on tienne compte non seulement de l'état des panneaux en RAAC, mais également de l'état de toiture dans son ensemble et la concentration des panneaux en RAAC à risque.

Panneaux posant un risque critique (niveau bleu)

- Installation immédiate d'étaiements (renforts) pour tous les panneaux posant un risque critique. Les emplacements de ces panneaux ont été indiqués immédiatement au client et les travaux qui s'y rapportent ont été achevés avant la préparation du présent rapport.
- L'étaiement devra être maintenu jusqu'à l'achèvement des travaux de restauration des panneaux.

Panneaux posant un risque élevé (niveau orange)

- Remplacement ou renforcement d'ici le 31 octobre 2024 (échéancier recommandé).

- Mise en œuvre d'un plan de surveillance des surcharges dues à la neige et à la pluie jusqu'à l'achèvement des travaux de restauration; pour de plus amples détails, consulter le document de Rimkus intitulé « Snow Loading & Rainwater Management Plan » (Plan de gestion des eaux de pluie et des surcharges dues à la neige).
- S'il n'est pas possible d'achever les travaux de restauration dans les délais recommandés, l'une des options suivantes d'atténuation supplémentaire des risques est recommandée et doit être mise en œuvre avec le programme de surveillance des surcharges dues à la neige.

  Option 1 : Restriction ou interdiction d'accès afin d'empêcher toute circulation piétonne dans les zones où se trouvent des panneaux posant un risque élevé.
  Option 2 : Installation d'étaiements (renforts) temporaires en dessous des panneaux en RAAC.
  Option 3 : Si l'étaiement n'est pas possible, installation de panneaux de protection horizontaux près des surfaces inférieures des plafonds fixes ou d'autres éléments entravants (p. ex. canalisations principales d'extincteur ou tuyauteries industrielles).

- Les trois options recommandées ci-dessus sont classées par ordre de préférence, l'option 1 consistant à éliminer le risque pour le public ou le personnel.

Panneaux posant un risque modéré (niveau jaune)

- Surveillance en permanence et réévaluation annuelle.

Panneaux posant un risque faible (niveau vert)

- Surveillance en permanence et réévaluation trisannuelle.

Le remplacement ou le renforcement d'éléments de toiture aurait un impact considérable sur les activités qui pourraient se dérouler dans les zones des travaux de remplacement ou à proximité de celles-ci.

<u>Panneaux en RAAC</u>

Les panneaux en RAAC ont été soumis à une évaluation purement visuelle; aucune investigation intrusive n'a été réalisée. Des observations visuelles de la surface inférieure des panneaux individuels ont été réalisées et documentées. Un déplacement vertical a été noté à des emplacements où un fléchissement visible à mi-portée a été observée. Le rapport de l'Institution of Structural Engineers intitulé « *Reinforced Autoclaved Aerated Concrete (RAAC) Investigation and Assessment – Further Guidance »,* en date d'avril 2023 , a servi de référence pour établir le protocole d'examen et d'évaluation et déterminer le niveau de risque des panneaux en RAAC. L'organisme (« Institution of Structural Engineers ») et le groupe d'étude qui ont préparé ce guide sont basés au Royaume-Uni. Les signes d'infiltration d'eau, les modifications sans renforcement, le fléchissement, la fissuration et l'effritement ont tous été pris en considération pour déterminer le niveau de risque. Un système de codage par couleurs a été utilisé et a servi à annoter le dessin S01 ci-joint à l'Annexe A. Il est résumé ci-dessous :

- L'ombrage en bleu indique un risque critique qui requiert l'étaiement (le renforcement) ou le remplacement du panneau concerné de manière immédiate.
- L'orange indique un risque élevé qui requiert le remplacement ou le renforcement de l'élément concerné d'ici le 31 octobre 2024.

- Le jaune indique un risque modéré qui requiert une réévaluation annuelle.
- Le vert indique un risque faible qui requiert une réévaluation tous les trois ans.

Les résultats globaux du classement du risque posé par les panneaux en RAAC selon l'évaluation de Rimkus sont résumés ci-dessous :

- En tout, quatre panneaux ont été classés dans la catégorie de risque élevé (niveau bleu).
- Environ 2 % des panneaux dans l'ensemble des zones couvertes par des panneaux en RAAC (environ 78 000 pi²) ont été classés dans la catégorie de risque élevé (niveau orange).
- Environ 6 % des panneaux en RAAC examinés ont été classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune).
- Le restant (environ 92 %) des panneaux en RAAC ont été classés dans la catégorie de risque faible (niveau vert).

Le pourcentage de panneaux en RAAC dans une catégorie n'est qu'un indicateur de la marche à suivre. Comme indiqué ci-dessus, l'état de la toiture adjacente et la concentration des panneaux en RAAC à réparer déterminent également la durée de vie utile restante de ces toitures.

La majorité des anomalies affectant les panneaux étaient dues à l'infiltration d'eau provenant de la toiture. Des modifications ont été réalisées à plusieurs endroits dans les panneaux RAAC. Les modifications comprenaient des ouvertures sans renforcement visant à permettre la réalisation de percements localisés de la toiture. Les infiltrations d'eau et les modifications sans renforcement ont réduit de façon permanente la capacité portante des panneaux en RAAC. Les panneaux altérés fonctionnent donc avec un coefficient de sécurité réduit relativement à celui prévu lors de la conception initiale des structures. Toute surcharge importante due à la neige ou à la pluie pourrait entraîner le dépassement de la capacité portante réduite des panneaux en mauvais état et créer ainsi un risque accru de rupture soudaine.

Les recommandations en matière de restauration des panneaux en RAAC et les budgets correspondants pour les panneaux classés dans la catégorie de risque élevé sont résumés au **Tableau 7** de la section 4.1. Il est recommandé d'achever le renforcement de ces panneaux d'ici le 31 octobre 2024. Les recommandations en matière de réévaluation périodique et les budgets correspondants pour les catégories de risque modéré et faible sont résumés au **Tableau 10** de la section 4.2. Les coûts budgétaires pour les travaux de restauration des panneaux en RAAC et la réévaluation périodique de la situation qui sont recommandés sont résumés ci-dessous. Les coûts couvrent uniquement la construction, y compris la main-d'œuvre et les matériaux; ils excluent les taxes applicables, les honoraires de consultant, les aléas de chantier, la déclaration de matières dangereuses et les conditions inconnues du site, le cas échéant.

Année	***Recommandations relatives aux panneaux en RAAC***	***Coût budgétaire***
2024	Installation de palissades/panneaux de protection et restauration de panneaux en RAAC aux emplacements classés dans la catégorie de risque élevé (niveau orange)	245 000 $
2025	Réévaluation des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune)	10 000 $

Année	*Recommandations relatives aux panneaux en RAAC*	*Coût budgétaire*
2026	Réévaluation des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune)	10 500 $
2027	Réévaluation de tous les panneaux en RAAC au sein de l'établissement	45 000 $
2028	Réévaluation des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune)	11 500 $
2029	Réévaluation des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune)	12 000 $

Toiture et panneaux en RAAC

Comme pour les panneaux en RAAC, la toiture a été soumise à une évaluation purement visuelle sans aucune investigation intrusive. Les types de toitures variaient d'une zone à l'autre de l'immeuble et comprenaient des toitures inversées ballastées à revêtement d'étanchéité protégé et des toitures conventionnelles à revêtement multicouche. Comme on s'y attendait, compte tenu de la taille de l'immeuble, la réfection de la toiture a apparemment été réalisée par étapes au fil des ans. L'état de la toiture et sa durée de vie utile restante variaient donc d'une zone à l'autre du toit.

Les recommandations en matière de réparation et d'entretien localisés de la toiture, ainsi que les budgets correspondants sont résumées au **Tableau 7** de la section 4.1. Divers travaux d'entretien et de réparation sont recommandés en 2024, notamment la réparation des joints d'étanchéité des boîtes à mastic préfabriquées, ainsi que l'inspection régulière des drains de toit et l'élimination des débris qui s'y trouvent.

Il est recommandé de toujours remplacer tous les panneaux en RAAC au moment de la prochaine réfection prévue de la toiture. Les prévisions en matière de durée de vie utile restante et les budgets pour les travaux recommandés de remplacement de panneaux en RAAC et de toitures, le cas échéant, sont présentés pour chaque zone de toit au **Tableau 8**.

Les coûts budgétaires pour les travaux recommandés d'entretien de la toiture et de remplacement des panneaux en RAAC (**Tableau 9**) sont résumés ci-dessous. Les coûts indiqués couvrent uniquement la construction, y compris la main-d'œuvre et les matériaux; ils excluent les taxes applicables, les honoraires de consultant, les aléas de chantier, la déclaration des matières dangereuses et les conditions inconnues du site, le cas échéant.

Année recommandée	*Recommandation relative à la toiture et aux panneaux en RAAC*	*Coût budgétaire*
2024	Entretien de la toiture, remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC dans la zone de toit C11	325 400 $
2026 à 2029	Remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC	1 750 385 $
2029 à 2034	Remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC	10 777 592 $

1. INTRODUCTION

1.1 Historique du RAAC

Le béton cellulaire autoclavé armé, connu sous l'acronyme « RAAC » (pour « Reinforced Autoclaved Aerated Concrete ») a soulevé des préoccupations chez les propriétaires et les responsables de la gestion d'immeubles dans le monde entier en raison des problèmes structurels associés aux édifices publics construits au Royaume-Uni. Le RAAC peut être considéré comme un produit générique qui était fabriqué principalement au Royaume-Uni, en Europe et en Amérique du Nord sous diverses appellations commerciales, notamment Siporex, Durox, Celcon, Hebel et Ytong.

Le Siporex était un choix de matériau répandu en Ontario pour la construction d'immeubles scolaires, institutionnels et industriels de la moitié des années 1950 jusqu'à la moitié des années 1970. Il était surtout utilisé sous la forme de panneaux muraux et de dalles ou de panneaux dans les toitures et les planchers. Les panneaux pouvaient avoir une portée de jusqu'à 6,1 m (20 pi) entre les supports. Au Canada, les produits Siporex ont été fabriqués par Domtar dans son usine de Delson (Québec) de 1955 à 1972. C'était la seule marque déposée de RAAC vendue sur le marché ontarien.

À l'époque, les produits Siporex étaient appréciés, car ils étaient commercialisés en tant que matériau léger offrant, en plus de ses propriétés structurelles, d'excellentes caractéristiques d'isolation thermique, d'insonorisation et de protection contre le feu, un plafond préfini attrayant et un excellent substrat pour les revêtements de plancher ou de toiture. Il se caractérise par une conception polyvalente, de longues portées économiques et un rythme de construction rapide et contrôlable.

Le terme « béton cellulaire autoclavé » (« AAC » pour « Autoclaved Aerated Concrete ») est légèrement erroné, car il désigne un matériau qui n'est pas du béton pour ce qui est de ses matières constitutives ou de ses propriétés physiques. Les éléments en AAC étaient néanmoins traités comme des éléments en béton pour ce qui est de leur conception; à ce titre, ils devaient se conformer aux normes de l'Association Canadienne de Normalisation (CSA) et de l'American Concrete Institute (ACI), ainsi qu'au Code national du bâtiment du Canada et au Code du bâtiment de l'Ontario en vigueur à l'époque. Des armatures en acier étaient ajoutées aux éléments en AAC lors du moulage pour créer les produits en béton cellulaire autoclavé armé (RAAC).

Béton cellulaire autoclavé armé (« RAAC ») :

Mélange cellulaire de sable, de ciment Portland et de poudre d'aluminium. Pendant le processus de durcissement, la poudre d'aluminium réagit avec l'eau et la chaux contenue dans le ciment en dégageant de l'hydrogène gazeux. Ce gaz forme des petites bulles dans le mélange de manière à produire une structure poreuse légère et relativement uniforme.

Les produits Siporex comprenaient des armatures en acier positionnées de manière conventionnelle , pour travailler en tension et en compression, ainsi que des barres transversales; ils n'étaient pas précontraints. Les barres transversales n'étaient pas agencées de manière à optimiser la portance des produits; elles servaient plutôt à former une cage de renfort principalement à des fins de fabrication.

La substance produite par le processus de mélange est versée dans des moules. Une fois que cette masse commence à durcir, elle est découpée en blocs ou en dalles au moyen de fils.

Les dalles sont ensuite soumises à un processus d'autoclavage; ce processus consiste à faire durcir le matériau dans des réacteurs dans lesquels on introduit de la vapeur à pression élevée après le moulage et le découpage final. La combinaison de température et de pression est choisie pour réduire le retrait et accélérer le processus de durcissement du matériau .

Le RAAC est dans l'ensemble un matériau de construction moins robuste que les platelages d'acier ou le béton conventionnel, ce qui le rend plus vulnérable aux dommages causés par des impacts et augmentant le risque de rupture soudaine . En général, les panneaux en RAAC ont une durée de vie utile inférieure aux autres types courants de platelages de toit, y compris les platelages d'acier et les dallesen béton préfabriqué.

Les propriétaires et les responsables de la gestion des immeubles ne sont souvent pas informés des problèmes liés à leur installation jusqu'à ce que les signes de la détérioration ou de la défaillance d'un élément soient découverts pendant un projet de remplacement de la toiture. Par conséquent, les toitures comprenant des panneaux en RAAC requièrent une surveillance attentive de la part du personnel responsable de la gestion de l'installation et des évaluations plus fréquentes de l'état de la toiture et des panneaux en RAAC.

Les déficiences qui surgissent au fil du temps dans les produits en RAAC installés dans des édifices existants posent un risque croissant de défaillance future si lesdits produits sont exposés à des infiltrations d'eau constantes. Si la détérioration continue des panneaux est tolérée, la probabilité d'une défaillance des panneaux RAAC s'accroît. Les conséquences d'une défaillance du RAAC comprennent la détérioration possible à l'immeuble et des risques pour la sécurité publique.

En Ontario, la première étape à suivre pour déceler la présence de panneaux en RAAC consiste à établir l'année de construction de l'édifice. Les édifices construits avant 1955 ou après 1975 n'en contiennent probablement pas, car les produits en RAAC n'étaient pas faciles à obtenir en dehors de cette période. La deuxième étape à suivre consiste à effectuer des observations visuelles lorsque la surface externe de la partie inférieure du platelage de toit est exposée. Les panneaux en RAAC sont gris clair ou blanc cassé. Si des zones écaillées sont décelées, la surface interne du panneau semblera poreuse et ne comportera ni pierre ni granulat. Les panneaux en RAAC vendus en Ontario avaient toujours une largeur de 457 mm (18 po) et une longueur de jusqu'à 6,1 m (20 pi).

Pour de plus amples renseignements généraux sur les risques liés aux panneaux en RAAC et les stratégies de gestion desdits risques, consulter le document technique produit par Rimkus Consulting Group intitulé « *Understanding the Historic Use of Reinforced Autoclaved Aerated Concrete (RAAC) in building construction in Ontario » (*Comprendre l'historique de l'utilisation du béton cellulaire autoclavé renforcé [RAAC] dans la construction d'immeubles en Ontario), daté du 25 mai 2024.

1.2 Portée et méthodologie des travaux

Rimkus a réalisé une évaluation visuelle individuelle de l'ensemble des panneaux de toit en RAAC accessibles et des toitures au sein de l'installation. L'étude a été réalisée par les membres de nos

équipes d'ingénierie en structure et d'expertise-conseil en toiture au cours de plusieurs visites réalisées entre le 18 décembre 2023 et le 19 mars 2024.

Étant donné que la durabilité et la durée de vie des panneaux en RAAC dépendent fortement de l'ampleur des infiltrations d'eau, la portée des travaux confiés à Rimkus comprend également l'évaluation de l'état de la toiture dans toutes les zones couvertes de l'édifice C.

L'étude des panneaux en RAAC a été purement visuelle, sans investigation par intrusion des panneaux. Seule la surface inférieure des panneaux a été examinée. La majorité des zones de toit couvertes par des panneaux en RAAC étaient dépourvues d'un plafond inférieur. Dans quelques zones, dans lesquelles les panneaux en RAAC étaient dissimulés par des revêtements de plafond architecturaux, des ouvertures ont été pratiquées dans le plafond afin d'examiner la surface inférieure des panneaux. Dans d'autres zones, il était difficile de vérifier visuellement l'état des panneaux en raison de la concentration de tuyauteries ou d'équipements mécaniques. Les zones couvertes de panneaux en RAAC qui ont été examinées par une ouverture dans le plafond ou dans lesquelles la visibilité est réduite sont identifiées dans la section des remarques à propos des observations de la zone de toit en question.

Pour chaque panneau en RAAC dans lequel on a décelé des anomalies, des recommandations en matière de mesures de restauration ou de surveillance supplémentaire ont été formulées, ainsi qu'un échéancier et une estimation des coûts budgétaires. Les panneaux en RAAC exigeant la prise de mesures immédiates ont été signalés au client et aux responsables de la gestion de l'installation le jour même de la visite sur les lieux.

Des photographies ont été prises pendant les visites des lieux et sont présentées à l'Annexe A du présent rapport.

1.3 Évaluation des risques liés au RAAC

Les renseignements recueillis pendant les visites des lieux ont été utilisés pour établir un système de classification des risques pour les panneaux en RAAC dans l'édifice inspecté. L'échelle de classification par niveaux BOJV (bleu, orange, jaune ou vert) a été mise au point pour faciliter cette évaluation (voir le **Tableau 1**).

Tableau 1 — Tableau de classification des risques

Niveau de risque	***Mesures recommandées***
Niveau bleu — Risque critique	Restriction immédiate de l'accès aux espaces occupés sous les panneaux en RAAC, suivie de l'installation d'étais ou le remplacement/renforcement des panneaux affectés.
Niveau orange — Risque élevé	Remplacement des panneaux concernés ou installation de supports secondaires avant la prochaine surcharge importante. En Ontario, la surcharge due à la neige est le facteur décisif pour la majorité des systèmes de toiture. C'est pourquoi le 31 octobre de l'année civile durant laquelle l'évaluation a été réalisée a été proposé comme date limite pour l'achèvement des travaux.
Niveau jaune — Risque modéré	Réévaluation annuelle requise.

Niveau vert — Risque faible	Réévaluation trisannuelle.

Deux facteurs clés pour déterminer le niveau de risque étaient les modifications des panneaux en RAAC sans renforcement et les infiltrations d'eau.

La première étape de la détermination du niveau de risque consistait à étudier soigneusement les modifications réalisées pour permettre le passage de conduits ou des panneaux coupés sur le terrain et soutenus par des panneaux adjacents. L'espacement des armatures longitudinales des panneaux de marque Siporex pouvait varier de 51 à 76 mm (2 à 3 po). À titre d'exemple, une ouverture de 152 mm (6 po) de diamètre, réalisée sur le terrain par carottage d'un panneau dont les armatures sont espacées de 76 mm (3 po) entraînera le sciage d'au moins une armature, et par conséquent, une perte de la résistance en flexion d'environ 20 %. Un tel scénario est en fait optimiste, car il est possible que deux armatures soient coupées sur place, de manière à entraîner une diminution supplémentaire de la résistance en flexion. Cela pourrait ne pas être trop préoccupant si le carottage n'est pas réalisé à la mi-portée du panneau. Cependant, un risque existe également si le carottage est réalisé à proximité du support, car la résistance au cisaillement transversal devient critique à cet endroit. Ces percements des panneaux réalisées sur le terrain ont été évaluées en fonction de chaque situation, car les dimensions de l'ouverture réalisée par carottage et son emplacement dans la portée étaient des facteurs clés pour l'évaluation du niveau de risque.

La deuxième étape consistait à réaliser des observations visuelles des signes d'infiltration d'eau et à les documenter. Si aucune infiltration d'eau ou tache d'humidité n'était décelée, le **Tableau 2** a servi de guide. Si des taches d'humidité étaient évidentes, le **Tableau 3** a servi de guide de référence. Ces lignes directrices pour l'évaluation des risques observent une forme légèrement modifiée des recommandations contenues dans les lignes directrices d'évaluation des structures en RAAC émises par l'Institute of Structural Engineers :

Tableau 2 — Aucune infiltration d'eau observée

Flèche Δ_y à la mi-portée du panneau	***Fissuration/ effritement majeurs décelés***	***Fissuration/ effritement mineurs décelés à 500 mm ou moins du support***	***Fissuration/ effritement mineurs décelés à plus de 500* mm du support**	***Aucune anomalie décelée***
Δ_y > portée/100	Bleu	Bleu	Bleu	Orange
portée/100 < Δy < portée/200	Bleu	Orange	Jaune	Jaune
Δ_y > portée/200	Orange	Jaune	Vert	Vert

Tableau 3 — Infiltration d'eau décelée

Flèche Δ_y à la mi-portée du panneau	***Fissuration/ effritement majeurs décelés***	***Fissuration/ effritement mineurs décelés à 500 mm ou moins du support***	***Fissuration/ effritement mineurs décelés à plus de 500 mm du support***	***Aucune anomalie décelée***
Δ_y > portée/100	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu
portée/100 < Δ_y < portée/200	Bleu	Orange	Orange	Orange
Δ_y > portée/200	Bleu	Orange	Jaune	Jaune

Les lignes directrices présentées dans les tableaux précédents sont uniquement fondées sur l'état du panneau, les signes d'infiltration d'eau et les flèches à mi-portée; elles ne tiennent pas compte des modifications sans renforcement, le cas échéant. Lorsqu'il a été constaté que des panneaux étaient en mauvais état et qu'ils avaient été modifiés sur le terrain pour permettre les équipements de la toiture, tous les facteurs ont été considérés avec soin par l'ingénieur responsable de l'examen sur les lieux pour établir le niveau de risque applicable.

1.4 Estimés budgétaires

Sur la base des informations recueillies lors de la visite des lieux, le remplacement des panneaux RAAC sélectionnés dans l'assemblage de la toiture ou le renforcement des panneaux RAAC est recommandé et requis. À des fins de planification budgétaire, il faut prévoir un écart de ± 25 % par rapport aux coûts estimatifs indiqués à la section 4. Veuillez noter que lors de la préparation des budgets pour les différents éléments, il a été supposé que tous les travaux de restauration des panneaux RAAC recommandés pour 2024 seraient réalisés dans le cadre d'un seul et même projet.

Le coût des réparations est basé sur l'état de détérioration au moment de l'étude et les prix unitaires moyens actuels provenant de notre expérience que nous avons acquise lors de projets similaires. Il est important de comprendre que les prix sont exprimés en termes de valeur actuelle et qu'ils ne sont pas basés sur des appels d'offres, mais plutôt sur des approches générales et des quantités estimées. Les coûts de réparation réels dépendront des prix reçus au moment de l'appel d'offres et/ou des quantités réelles établies au cours du contrat de réparations.

Les coûts fournis ne concernent que la construction, y compris les matériaux et la main-d'œuvre. Veuillez noter qu'ils ne comprennent ni les taxes applicables ni les honoraires d'ingénierie liés à la préparation des spécifications techniques et à la vérification de la conformité de celles-ci. Les coûts indiqués excluent également les honoraires des consultants engagés pour assurer la gestion des processus d'appel d'offres et de construction.

2. EXAMEN DE LA DOCUMENTATION ET DES PLANS

Pour aider Rimkus à mieux comprendre le type de construction du platelage de toit et des panneaux de toiture, ainsi que l'état et l'historique de la toiture dans diverses zones du toit, IO a fourni la documentation suivante à titre de référence et à des fins d'examen :

1. Le plan de toiture A202 préparé par Halcrow Yolles; ce plan a été émis dans le cadre d'un ensemble de « Plans de l'ouvrage fini », daté du 11 juin 2008.

2. Un rapport d'évaluation du bâtiment de base (*Base Building Assessment Report* ou « BAAR»), daté du 23 novembre 2020.

Les plans de Halcrow Yolles datant de 2008 indiquent les types de platelages de toit ou de panneaux de toiture existants dans la majorité des zones du toit, mais pas dans toutes celles-ci. Ces dessins indiquent également la présence de divers types de construction du platelage de toit, y compris des panneaux en RAAC, des platelages d'acier et des dalles conventionnelless en béton.

Le rapport d'évaluation du bâtiment de base de 2020 indique que l'on a remplacé 60 % de la toiture initiale en 2008 et que des travaux de réparations ont été exécutés au fil des ans à mesure que des infiltrations d'eau étaient décelées. Le rapport indique également que 60 % de la toiture de l'édifice C devait être remplacée d'ici le 13 novembre 2022 en raison la fin de sa durée de vie utile. Aucune documentation confirmant la réfection de la toiture dans une zone quelconque depuis la publication du rapport d'évaluation du bâtiment de base n'a été fournie. Le rapport d'évaluation du bâtiment de base n'aborde pas l'historique des travaux de réfection du platelage ou les travaux de réparation exécutés en 2008, le cas échéant.

3. OBSERVATIONS SUR LES LIEUX

3.1 Observations générales

L'édifice C a une empreinte totale d'environ 174 000 pi². L'installation a été construite en plusieurs étapes et divers types de matériaux de construction ont été utilisés lors de chaque étape. L'édifice se compose d'un étage, avec des zones de mezzanines et de bureaux au deuxième étage, et des locaux techniques dans des appentis. C'est le plus accessible des édifices qui composent le complexe du Centre des sciences de l'Ontario; il comprend des espaces publics et des espaces privés.

Figure 1 — Vue aérienne de l'édifice C (image extraite de Google Earth)

L'immeuble original a été construit vers 1968. Sa superstructure se compose d'une charpente d'acier conventionnelle faite de colonnes, de poutres et de poutrelles en treillis soutenant des panneaux en RAAC. Les panneaux de toiture en RAAC avaient une portée longitudinale de 5 ou de 10 pieds. Des poutres de toit en béton préfabriqué ou des dalles de béton conventionnelles ont été observées dans certaines des zones originales d'espaces mécaniques.

Il a été observé que le platelage de toit dans les zones d'agrandissement de l'édifice se compose soit de poutres de béton préfabriqué, soit de platelages d'acier.

En général, les types de construction du platelage de toit observés sur les lieux semblaient se conformer aux renseignements contenus dans les plans de Yolles datant de 2008. Les types de construction du platelage observés sur les lieux sont présentés à la **section 3.2** pour chaque zone de la toiture.

3.2 Détermination du type de platelage de toit

Les diverses zones de la toiture ont été examinées par le dessous afin d'établir et de confirmer les matériaux de construction des platelages de toit ou des panneaux de toiture; les résultats des visites sur les lieux sont résumés ci-dessous au **Tableau 4**. Les diverses zones de toit sont indiquées sur le dessin de la toiture de Rimkus ci-joint à **l'Annexe B**.

Tableau 4 — Types de platelage de toit

Zone de toit	***Type de platelage de toit confirmé***
C1, C1b	Platelage d'acier
C2, C2b	Panneaux en RAAC et platelage d'acier
C2c	Platelage d'acier (panneaux en RAAC originaux en dessous du platelage)
C3	Panneaux en RAAC et platelage d'acier
C4	Poutres en T en béton préfabriqué
C4b	Dalle de béton (uniquement d'après l'examen des plans Yolles de 2008)
C5, C5c	Panneaux en RAAC
C5b, C5d	Poutres en T en béton
C6	Poutres en T en béton préfabriqué
C7	Platelage d'acier
C8, C8a	Panneaux en RAAC
C8b, C8c	Poutres en T en béton
C9	Poutres en T en béton préfabriqué
C9b	Dalle de béton (uniquement d'après l'examen des plans de Yolles de 2008)
C9c	Dalle de béton
C9d	Platelage d'acier
C10	Panneaux en RAAC et platelage d'acier

Zone de toit	*Type de platelage de toit confirmé*
C11	Panneaux en RAAC
C12	Panneaux en RAAC
C13	Panneaux en RAAC
C14	Panneaux en RAAC
C14b	Platelage d'acier

Les panneaux de toiture en RAAC ont une aire combinée totale d'environ 78 000 pi², ce qui représente environ 50 % de l'aire totale du toit.

3.3 Observations relatives aux panneaux en RAAC

Étant donné que la portée de la présente évaluation est limitée à l'évaluation de l'état des panneaux en RAAC, les autres types de platelages ne seront pas abordés dans le présent rapport.

La majorité des anomalies affectant les panneaux étaient dues à l'infiltration d'eau à travers la toiture ou aux percements dans celle-ci . Les infiltrations d'eau peuvent influer sur la résistance des matériaux et accroître la probabilité de corrosion des barres d'armature en acier. Aux endroits où les problèmes d'infiltration d'eau ont été réglés, les panneaux en RAAC demeurent compromis de façon permanente, car leur capacité portante a été réduite, de sorte que les panneaux posent un risque accru de défaillance. Aux endroits où des infiltrations d'eau actives ont été constatées, le risque est aggravé, car il est possible que les panneaux soient saturés d'eau et que leur poids ait augmenté.

Des modifications des panneaux en RAAC ont été réalisées pour tenir compte des équipements sur la toiture. Étant donné que les panneaux ont une largeur de 18 po et que l'espacement des barres d'armatures à certains endroits du panneau était visible et observé comme étant de l'ordre de 3 à 4 pouces, toute ouverture de 2 pouces ou plus de diamètre a probablement entraîné la rupture d'au moins une barre d'armature, réduisant ainsi sa capacité portante. Dans la majorité des zones de la toiture, aucun support intermédiaire n'a été installé aux endroits modifiés sur le terrain pour transférer la charge vers les poutres en béton supportant les panneaux RAAC.

Les infiltrations d'eau et les modifications sans renforcement ont réduit de façon permanente la capacité portante des panneaux en RAAC. Par conséquent, les panneaux altérés fonctionnent avec un coefficient de sécurité réduit comparativement à celui prévu lors de la conception initiale des structures. Le coefficient de sécurité est défini comme le rapport entre la charge appliquée et la capacité portante. Si la charge appliquée excède la capacité, le coefficient de sécurité est inférieur à un et cela entraîne une défaillance théorique du panneau en RAAC. Dans le cas des panneaux compromis, une surcharge importante de la toiture peut entraîner un coefficient de sécurité inférieure à un et donc la défaillance des panneaux concernés. La capacité portante des

panneaux en RAAC est directement liée aux anomalies observées et à la catégorie de risque établie. Les panneaux posant un risque critique ou élevé ont subi la perte de capacité portante la plus importante et sont exposés à un risque accru de rupture soudaine.

Les observations relatives aux panneaux en RAAC sont résumées au **Tableau 5.** Toutes les photographies mentionnées dans les remarques relatives aux observations sont jointes aux présentes à l'**Annexe A**. Les emplacements des réparations dans chaque zone de la toiture sont indiqués sur le plans de la toiture préparé par Rimkus et ci-joint à l'**Annexe B**.

Tableau 5 — Observations relatives aux panneaux en RAAC

Zone de toit	***Observations***
C2	**Généralités** - L'état général des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Certains panneaux entrent dans les catégories de risque jaune ou orange - Quatre panneaux entrent dans la catégorie de risque bleu à l'emplacement de travaux de réparation C2.1 - Les anomalies observées et classées au niveau de risque jaune comprennent la présence d'une quantité modérée de taches d'humidité ou d'effritement mineur
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.1** - Quatre panneaux en très mauvais état en raison des infiltrations d'eau excessives provenant de la salle de forêt tropicale au-dessus d'eux (**Photographie 1**) - Les panneaux adjacents dans la salle de forêt tropicale présentaient des irrégularités et une consistance poudreuse lorsque vus du haut (**Photographie 2**)
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.2** - Taches d'humidité
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.3** - Taches d'humidité
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.4** - Percements du toit sans renforcement (**Photographie 3**)
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.5** - Concentration de trous forés à proximité d'une poutrelle de support **(Photographie 4)** - Taches d'humidité et effritement systémique le long des joints de panneaux (**Photographie 5**)
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.6**

Zone de toit	*Observations*
	- Effritement le long des joints de panneaux - Taches d'humidité
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.7** - Effritement le long des joints de panneaux - Taches d'humidité
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.8** - Taches d'humidité aux appuis
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.9** - Effritement à proximité des supports
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.10** - Effritement à proximité des supports **(Photographie 6)**
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.11** - Effritement à proximité des supports
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.12** - Percement du toit sans renforcement
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.13** - Percement du toit sans renforcement
C2	**Emplacement de travaux de réparation C2.14** - Taches d'humidité excessives
C2b	**Généralités** - L'état des panneaux en RAAC varie de satisfaisant à mauvais - Taches d'humidité observées sur tous les panneaux de toit **(Photographie 7)** - Un affaissement visible a été noté. La flèche à mi-portée a été mesurée à l'emplacement de panneaux donnés; enregistrée à environ portée/200. - Tous les panneaux entrent dans la catégorie de risque jaune
C3	**Généralités** - La bande de panneaux en RAAC de 10 pi de large au nord de la zone a été remplacée par du platelage d'acier

Zone de toit	*Observations*
	- La visibilité était limitée en raison de la forte concentration de tuyauteries suspendues - L'état observé des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Un panneau entre dans la catégorie de risque orange
C3	**Emplacement de travaux de réparation C3.1** - Percement du toit sans renforcement **(Photographie 8)**
C5, C5c	**Généralités** - L'état général des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Certains panneaux entrent dans les catégories de risque jaune ou orange
C5	**Emplacement de travaux de réparation C5.1** - Percement du toit sans renforcement
C8/C8a	**Généralités** - L'état général des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Certains panneaux entrent dans les catégories de risque jaune ou orange - Les anomalies observées et classées au niveau de risque jaune comprennent la présence d'effritement mineur ou un début d'effritement
C8	**Emplacement de travaux de réparation C8.1** - Percement du toit sans renforcement **(Photographie 9)**
C8a	**Emplacement de travaux de réparation C8.2** - Effritement et barre d'armature exposée à l'emplacement du support **(Photographie 10)** et à la mi-portée du panneau en RAAC **(Photographie 11)**
C10	**Généralités** - La bande de panneaux en RAAC de 10 pi de large au nord de la zone a été remplacée par du platelage d'acier - Une bande de panneaux de RAAC large de 10 pi a été remplacée par du platelage en tôle sur les bords nord, est et ouest du puits de lumière - Les panneaux en RAAC ont été examinés en soulevant les carreaux de plafond à des endroits donnés - La visibilité était limitée à certains endroits en raison de la concentration de tuyauteries de procédés ou de conduits de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVAC). - L'état observé des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Quatre panneaux entrent dans la catégorie de risque orange
C10	**Emplacement de travaux de réparation B1b.1**

Zone de toit	*Observations*
	- Taches d'humidité excessives et déplacement visible relativement aux panneaux adjacents **(Photographie 12)**
C10	**Emplacement de travaux de réparation C10.2** - Percements du toit sans renforcement à proximité d'une poutrelle de support en acier **(Photographie 13)**
C11	**Généralités** - L'état général des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Plusieurs panneaux sont classés au niveau de risque orange
C11	**Emplacement de travaux de réparation C11.1** - Percement du toit sans renforcement à proximité d'une poutrelle de support et taches d'humidité **(Photographie 14)**
C11	**Emplacement de travaux de réparation C11.2** - Percement du toit sans renforcement à proximité d'une poutrelle de support et taches d'humidité **(Photographie 15)**
C12	**Généralités** - L'état général des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Certains panneaux entrent dans les catégories de risque jaune ou orange - Les anomalies observées et classées au niveau de risque jaune comprennent des taches d'humidité mineures ou modérées ou une fissuration mineure - La surface inférieure des panneaux en RAAC avait été peinte en noir dans la majorité de la zone de toit C12 (tous les espaces publics), de sorte que les taches d'humidité étaient plus difficiles à distinguer relativement aux panneaux non peints ou peints dans une couleur pâle
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.1** - Effritement le long des joints de panneaux et taches d'humidité
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.2** - Effritement le long des joints de panneaux et à leurs extrémités
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.3** - Effritement à l'extrémité des panneaux
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.4** - Effritement à l'extrémité des panneaux et au niveau des poutres de support **(Photographie 16)**

Zone de toit	*Observations*
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.5** - Déplacement important de deux panneaux par rapport aux panneaux adjacents **(Photographie 17)**
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.6** - Effritement à l'extrémité des panneaux
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.7** - Effritement à l'extrémité des panneaux
C12	**Emplacement de travaux de réparation C12.8** - Effritement à l'extrémité des panneaux
C13	**Généralités** - L'état général des panneaux en RAAC varie de bon à satisfaisant - Certains panneaux entrent dans les catégories de risque jaune ou orange - Les anomalies observées et classées au niveau de risque jaune comprennent des taches d'humidité mineures ou modérées ou une fissuration mineure - La surface inférieure des panneaux en RAAC avait été peinte en noir dans la majorité de la zone de toit C13, de sorte que les taches d'humidité étaient plus difficiles à distinguer relativement aux panneaux non peints ou peints dans une couleur pâle
C13	**Emplacement de travaux de réparation C13.1** - Fissuration perpendiculaire à l'orientation du panneau à proximité de l'extrémité d'appui
C13	**Emplacement de travaux de réparation C13.2** - Fissuration perpendiculaire à l'orientation du panneau à proximité de l'extrémité d'appui
C13	**Emplacement de travaux de réparation C13.3** - Percements du toit sans renforcement
C14	**Généralités** - Les panneaux en RAAC sont en bon état général - Deux panneaux entrent dans la catégorie de risque jaune; on a observé de l'effritement mineur loin des supports et des taches d'humidité mineures

3.4 Observations relatives à la toiture

Conformément à la portée prévue de la présente évaluation, toutes les zones de toit de l'édifice C ont été soumises à un examen visuel. L'état actuel de la toiture et les problèmes notés sont résumés au **Tableau 6.** Toutes les photographies mentionnées dans les remarques relatives aux observations sont jointes à l'**Annexe A**.

Tableau 6 — Observations relatives à la toiture

Zone de toit	***Observations***
C1, C1b	**Généralités** - Les zones de toit C1 et C1b sont des toitures inversées comprenant une membrane d'étanchéité en bitume modifié, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 4 po environ et de pierre de lest. Leur état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C1, C1b	**Emplacement de travaux de réparation C1** - Crépine de drain de toit endommagée **(Photographie 18)**
C1, C1b	**Emplacement de travaux de réparation C1** - Solin-membrane endommagé à plusieurs endroits de façon à exposer les fibres de la membrane de finition autour des détails du parapet **(Photographie 19)**
C1, C1b	**Emplacement de travaux de réparation C1** - Soulèvement mineur de la membrane autour des détails du parapet **(Photographie 20)**
C2, C2b	**Généralités** - Les zones de toit C2 et C2b sont des toitures inversées comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 4 po environ et de pierre de lest. Leur état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C2, C2b	**Emplacement de travaux de réparation C2** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit **(Photographie 21)**
C2, C2b	**Emplacement de travaux de réparation C2** - Joint d'étanchéité défectueux noté au niveau de la boîte à mastics préfabriquée **(Photographie 22)**
C2, C2b	**Emplacement de travaux de réparation C2**

Zone de toit	*Observations*
	- Joint d'étanchéité défectueux noté au niveau de la boîte à mastics préfabriquée de la conduite de gaz **(Photographie 23)**
C2, C2b	**Emplacement de travaux de réparation C2b** - Dommages mineurs au niveau des contre-solins métalliques **(Photographie 24)**
C2, C2b	**Emplacement de travaux de réparation C2b** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit **(Photographie 25)**
C2c	**Généralités** - La zone de toit C2c est un système de toiture conventionnel en bitume modifié. Son état actuel est jugé satisfaisant/mauvais, avec une durée de vie utile restante approximative de 2 à 5 ans. **(Photographie 26)**
C2c	**Emplacement de travaux de réparation C2c** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit **(Photographie 27)**
C2c	**Emplacement de travaux de réparation C2c** - Des micro fissurations ont été observées dans l'ensemble de la membrane de finition de la zone de toit C2c **(Photographie 28)**
C3	**Généralités** - La zone de toit C3 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C4	**Généralités** - La zone de toit C4 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 5 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C4	**Emplacement de travaux de réparation C4** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit **(Photographie 29)**

Zone de toit	*Observations*
C4	**Emplacement de travaux de réparation C4** - Défectuosité mineure du joint d'étanchéité notée au niveau de la boîte à mastics préfabriqué du conduit de câblage **(Photographie 30)**
C4b	**Généralités** - La zone de toit C4b est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 5 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé mauvais, avec une durée de vie utile restante approximative de 0 à 2 ans. **(Photographie 31)**
C4b	**Emplacement de travaux de réparation C4b** - Pendant la visite des lieux, une accumulation d'eau stagnante profonde de 4 à 6 po causée par un drain de toit bouché a été notée. Il a été recommandé de déboucher le drain de toit pour éliminer l'eau stagnante du toit et de remplacer le système de toiture existant **(Photographie 32)**.
C5	**Généralités** - La zone de toit C5 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C5	**Emplacement de travaux de réparation C5** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit. **(Photographie 33)**
C5c	**Généralités** - La zone de toit C2c est un système de toiture conventionnel en bitume modifié. Son état actuel est jugé satisfaisant/mauvais, avec une durée de vie utile restante approximative de 2 à 5 ans. Une perte importante de granules a été observée sur toute la surface du toit **(Photographie 34)**
C5b, C5d	**Généralités** - Les zones de toit C5b et C5d sont des toitures conventionnelles à membrane en EPDM. Leur état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C5b, C5d	**Emplacement de travaux de réparation C5b** - Le contre-solin dans cette zone est détaché **(Photographie 35)**
C6	**Généralités**

Zone de toit	*Observations*
	- La zone de toit C6 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé épaisse de 4 po environ et une couche de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C7	**Généralités** - La zone de toit C7 est une toiture conventionnelle à membrane en EPDM. Son état actuel est jugé satisfaisant/mauvais, avec une durée de vie utile restante approximative de 2 à 5 ans. **(Photographie 36)**
C7	**Emplacement de travaux de réparation C7** - La pierre de lest déplacée indique les emplacements de réparations antérieures **(Photographie 37)**
C8	**Généralités** - La zone de toit C8 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 4 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C8	**Emplacement de travaux de réparation C8** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit **(Photographie 38)** -
C8b, C8c	**Généralités** - Les zones de toit C8b et C8c sont des toitures inversées comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 4 po environ et de pierre de lest. Leur état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C8b, C8c	**Emplacement de travaux de réparation C8b** - Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit. **(Photographie 39)**
C9	**Généralités** - La zone de toit C9 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant/mauvais, avec une durée de vie utile restante approximative de 2 à 5 ans. **(Photographie 40)**
C9	**Emplacement de travaux de réparation C9**

Zone de toit	*Observations*
	- Accumulation mineure de débris notée au niveau de l'égout de toit **(Photographie 41)**
C9	**Emplacement de travaux de réparation C9** - Accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit **(Photographie 42)**
C9b	**Généralités** - La zone de toit C9b est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité d'asphalte caoutchouté, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C9b	**Emplacement de travaux de réparation C9b** - Accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit **(Photographie 43)**
C9c	**Généralités** - La zone de toit C9c est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité d'asphalte caoutchouté, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C9c	**Emplacement de travaux de réparation C9c** - Accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit **(Photographie 44)**
C9d	**Généralités** - La zone de toit C9 est une toiture conventionnelle à membrane en EPDM. Son état actuel est jugé satisfaisant/mauvais, avec une durée de vie utile restante approximative de 2 à 5 ans. **(Photographie 45)**
C10	**Généralités** - La zone de toit C10 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et une couche de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.

Zone de toit	*Observations*
C11	**Généralités** - La zone de toit C11 est une toiture conventionnelle à membrane en EPDM. Elle doit être remplacée immédiatement, car elle est en très mauvais état **(Photographie 46)**.
C11	**Emplacement de travaux de réparation C11** - Plusieurs ouvertures ont été notées dans le solin-membrané en EPDM **(Photographie 47)**
C11	**Emplacement de travaux de réparation C11** - Des réparations temporaires en béton ont été exécutées dans la zone de toit **(Photographie 48)**
C12	**Généralités** - La zone de toit C12 est une toiture conventionnelle à membrane en EPDM. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C13	**Généralités** - La zone de toit C13 est une toiture conventionnelle à membrane en EPDM. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C14	**Généralités** - La zone de toit C14 est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 3 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.
C14	**Emplacement de travaux de réparation C14** - La présence d'une petite ouverture a été notée dans la partie inférieure de l'évent de toit dans la zone C14 **(Photographie 49)**
C14b	**Généralités** - La zone de toit C14b est une toiture inversée comprenant une membrane d'étanchéité en EPDM, une couche d'isolation thermique en polystyrène extrudé de 5 po environ et de pierre de lest. Son état actuel est jugé satisfaisant, avec une durée de vie utile restante approximative de 5 à 10 ans.

4. RECOMMANDATIONS

4.1 Stratégies de restauration des panneaux en RAAC et de la toiture

Pour pallier entièrement tous les risques liés au RAAC, il est recommandé de remplacer tous les panneaux de toiture en RAAC par de nouveaux platelages d'acier, en même temps que la prochaine réfection de la toiture.

Plus précisément, et tel que décrit dans le **Tableau 1**, les panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque critique (niveau bleu) requièrent une action immédiate, tandis que les panneaux classés dans la catégorie de risque élevé (niveau orange) requièrent des travaux de restauration avant la prochaine saison hivernale.

Le **Tableau 7** résume la procédure de restauration recommandée pour les emplacements de travaux de réparation de panneaux en RAAC localisés, qui sont discutés dans le **Tableau 5** et illustrés sur le plan de la toiture de Rimkus ci-joint à l'**Annexe B**. L'emplacement de travaux de réparation 2.1 entre dans la catégorie de risque critique (niveau bleu) et requiert la prise immédiate de mesures de restauration. Au moment de la préparation du présent rapport, il faisait l'objet d'un projet de construction en cours. Tous les autres emplacements de travaux de réparation présentés dans le tableau ci-dessous entrent dans la catégorie de risque élevé (niveau orange) et requièrent la mise en œuvre de mesures de restauration d'ici le 31 octobre 2024.

Deux stratégies de réparation ont été envisagées pour la restauration des panneaux en RAAC classés dans les catégories de risque bleu ou orange. La première stratégie consiste à enlever localement l'ensemble de la toiture existante et les panneaux RAAC, puis à les remplacer par un nouvel assemblage de toiture et un platelage d'acier. La seconde stratégie consiste à conserver la toiture et les panneaux en RAAC en mauvais état existants, tout en les renforçant par le bas au moyen d'une nouvelle structure en acier. La nouvelle charpente de support serait adaptée à la charpente de support en acier existante de façon à réduire considérablement les efforts en flexion et en cisaillement dans chaque panneau. La stratégie du renforcement n'est pas possible dans toutes les zones de toit, car l'accessibilité est limitée à certains endroits en raison de la présence de divers éléments (p. ex. équipements mécaniques en terrasse, gaines de plafond, tuyauteries ou plafonds fixes). L'accessibilité de la zone de toit et les coûts budgétaires ont été considérés pour formuler les recommandations en matière de stratégie de restauration présentée aux **Tableaux 7 et 8**. Rimkus recommande la prise en charge de toutes les réparations de panneaux en RAAC prévues pour 2024 (niveau de risque orange) dans le cadre d'un seul projet. Nous sommes d'avis que la stratégie la plus économique consisterait à adopter une démarche de réparation uniforme. Le renforcement des panneaux est considéré comme la stratégie la plus économique compte tenu de la composition de la toiture et des efforts considérables requis pour transporter les matériaux requis jusqu'aux diverses zones de toit. Les coûts de renforcement localisé des panneaux en RAAC sont donc présentés au **Tableau 7**.

Les coûts budgétaires liés aux travaux localisés d'entretien de la toiture et de restauration des panneaux en RAAC qui sont recommandés sont également résumés au **Tableau 7**. Il est recommandé de remplacer les panneaux en RAAC au moment de la prochaine réfection prévue de la toiture afin d'éliminer définitivement les risques liés aux panneaux en RAAC. Les échéanciers recommandés et les coûts budgétaires pour le remplacement complet de la toiture

et des panneaux en RAAC (le cas échéant) dans chaque zone de toit sont présentés au **Tableau 8**. Les coûts ont été établis en fonction de la détérioration des systèmes de toiture constatée lors de l'examen des lieux et d'un barème de prix unitaires moyens fondé sur l'expérience que nous avons acquise lors de projets de restauration semblables. À des fins d'estimation budgétaire, il faut prévoir des écarts de ± 25 % par rapport aux coûts indiqués dans le tableau récapitulatif des mesures recommandées de restauration de la toiture. La durée de vie utile restante et les performances des éléments de toiture existants seront réduites si les réparations recommandées et l'entretien régulier des toitures ne sont pas effectués.

Les travaux de remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC ou de renforcement des panneaux en RAAC auraient un impact considérable sur les activités susceptibles d'avoir lieu dans les zones des travaux ou à proximité de celles-ci.

Tableau 7 — Recommandations en matière de travaux localisés de remplacement de panneaux en RAAC et de réfection de la toiture

Zone de toit	*Emplacement des travaux de réparation de panneaux en RAAC*	*Panneau en RAAC Stratégie de restauration recommandée*	*Aire approximative (pi²)*	*Réparation du panneau Budget pour les palissades ou panneaux de protection*	*Budget pour le remplacement de panneaux en RAAC*	*Recommandations en matière de restauration de la toiture*	*Budget pour la réparation de la toiture*	*Année recommandée*
C1			Élément			Réparer le solin-membrané endommagé à plusieurs endroits de la zone de toit C1	3 500 $	2024
C1			Élément			Réparer le soulèvement mineur de la membrane au niveau du parapet de la zone C1	2 500 $	2024
C2	C2.2	Remplacement du panneau	75	3 000 $	9 000 $			2024
C2	C2.3	Remplacement du panneau	38	2 500 $	4 600 $			2024
C2	C2.4	Remplacement du panneau	8	2 500 $	2 800 $			2024
C2	C2.5	Remplacement du panneau	53	3 000 $	6 500 $			2024
C2	C2.6	Renforcement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C2	C2.7	Remplacement du panneau	38	2 500 $	4 600 $			2024
C2	C2.8	Remplacement du panneau	38	2 500 $	4 600 $			2024
C2	C2.9	Remplacement du panneau	8	2 500 $	2 800 $			2024
C2	C2.10	Remplacement du panneau	38	2 500 $	4 600 $			2024
C2	C2.11	Remplacement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C2	C2.12	Remplacement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C2	C2.13	Remplacement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C2	C2.14	Remplacement du panneau	83	3 500 $	10 000 $			2024
C2			Élément			Enlever l’accumulation mineure de débris de drain de toit	200 $	2024

Zone de toit	*Emplacement des travaux de réparation de panneaux en RAAC*	*Panneau en RAAC Stratégie de restauration recommandée*	*Aire approximative (pi²)*	*Réparation du panneau Budget pour les palissades ou panneaux de protection*	*Budget pour le remplacement de panneaux en RAAC*	*Recommandations en matière de restauration de la toiture*	*Budget pour la réparation de la toiture*	*Année recommandée*
C2			Élément			Réparer les joints d'étanchéité de la boîte de mastics préfabriquée	350 $	2024
C2			Élément			Réparer les joints d'étanchéité de la boîte de mastics préfabriquée de la conduite de gaz	350 $	2024
C2b			Élément			Réparer les contre-solins métalliques endommagés	600 $	2024
C2b			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris du drain de toit	200 $	2024
C2c			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris du drain de toit	200 $	2024
C3	C3.1	Remplacement du panneau	8	2 500 $	2 800 $			2024
C4			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris du drain de toit	200 $	2024
C4			Élément			Réparer les joints d'étanchéité de la boîte de mastics préfabriquée du conduit de câblage	350 $	2024
C5	C5.1	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C5			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris du drain de toit	200 $	2024
C5b			Élément			Réparer le contre-solin métallique détaché	300 $	2024
C7			Élément			Effectuer des réparations permanentes et remplacer la pierre de lest déplacée	3 000 $	2024
C8	C8.1	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C8			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris du drain de toit	200 $	2024
C8a	C8.2	Remplacement du panneau	75	3 000 $	10 000 $			2024
C8b			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris du drain de toit	200 $	2024
C9			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit	400 $	2024
C9b			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit	300 $	2024

Zone de toit	Emplacement des travaux de réparation de panneaux en RAAC	Panneau en RAAC Stratégie de restauration recommandée	Aire approximative (pi²)	Réparation du panneau Budget pour les palissades ou panneaux de protection	Budget pour le remplacement de panneaux en RAAC	Recommandations en matière de restauration de la toiture	Budget pour la réparation de la toiture	Année recommandée
C9c			Élément			Enlever l'accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit	300 $	2024
C10	C10.1	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C10	C10.2	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C12	C12.1	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C12	C12.2	Remplacement du panneau	8	2 500 $	2 800 $			2024
C12	C12.3	Remplacement du panneau	8	2 500 $	2 800 $			2024
C12	C12.4	Remplacement du panneau	45	2 500 $	5 400 $			2024
C12	C12.5	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C12	C12.6	Remplacement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C12	C12.7	Remplacement du panneau	8	2 500 $	2 800 $			2024
C12	C12.8	Remplacement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C13	C13.1	Remplacement du panneau	15	2 500 $	2 800 $			2024
C13	C13.2	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C13	C13.3	Remplacement du panneau	30	2 500 $	3 600 $			2024
C14			Élément			Réparer l'évent de toit existant. La réparation doit être achevée en 2024.	500 $	2024

Tableau 8 — Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC dans une zone de toit donnée

Zone de toit	***Aire approximative (pi²)***	***Recommandation***	***Budget pour le remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC***	***Ingénierie 15 %***	***Provision 20 %***	***Budget TOTAL pour le remplacement***	***Année recommandée***
C2.1	300	Projet en cours de remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC Coût du projet (225 000 $) exclu de la prévision des besoins budgétaires de 2024	S.O. (projet en cours)				2024
C2, C2b	25 735	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	3 100 000 $	465 000 $	620 000 $	4 185 000 $	2029 à 2034
C2c	1 402	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	77 100 $	11 565 $	15 420 $	104 085 $	2026 à 2029
C3	1 760	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	211 200 $	31 680 $	42 240 $	285 120 $	2029 à 2034
C4	18 571	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	1 012 405 $	151 861 $	202 481 $	1 366 747 $	2029 à 2034
C4b	791	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	43 505 $	6 526 $	8 701 $	58 732 $	2024 à 2026
C5	1 064	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	127 680 $	19 152 $	25 536 $	172 368 $	2029 à 2034
C5c	2 730	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	327 600 $	49 140 $	65 520 $	442 260 $	2026 à 2029
C5b, C5d	2 766	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	152 130 $	22 820 $	30 426 $	205 376 $	2029 à 2034
C6	15 247	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	838 585 $	125 788 $	167 717 $	1 132 090 $	2029 à 2034
C7	4 415	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	242 825 $	36 424 $	48 565 $	327 814 $	2026 à 2029
C8	3 520	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	422 400 $	63 360 $	84 480 $	570 240 $	2029 à 2034
C8b, C8c	2 870	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	157 850 $	23 678 $	31 570 $	213 098 $	2029 à 2034
C9	16 426	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	903 430 $	135 515 $	180 686 $	1 219 631 $	2026 à 2029
C9b	791	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	43 505 $	6 526 $	8 701 $	58 732 $	2029 à 2034
C9c	247	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	16 055 $	2 408 $	3 211 $	21 674 $	2029 à 2034

Zone de toit	*Aire approximative (pi²)*	*Recommandation*	*Budget pour le remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC*	*Ingénierie 15 %*	*Provision 20 %*	*Budget TOTAL pour le remplacement*	*Année recommandée*
C9d	2 835	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	155 925 $	23 389 $	31 185 $	210 499 $	2026 à 2029
C10	4 745	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	415 187 $	62 278 $	83 037 $	560 502 $	2029 à 2034
C11	2 555	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC d'ici le 31 octobre 2024	306 600 $	45 990 $	61 320 $	413 910 $	2024
C12	16 688	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	2 002 560 $	300 384 $	400 512 $	2 703 456 $	2029 à 2034
C13	9 972	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	1 196 640 $	179 496 $	239 328 $	1 615 464 $	2029 à 2034
C14	8 496	Remplacement complet de la toiture et des panneaux en RAAC	1 019 520 $	152 928 $	203 904 $	1 376 352 $	2029 à 2034
C14b	1 125	Remplacement complet de la toiture (zone sans panneau en RAAC)	61 875 $	9 281 $	12 375 $	83 531 $	2029 à 2034

Des recommandations sont formulées pour la date d'achèvement, les mesures de restauration et les coûts budgétaires de construction seulement. Les coûts présentés aux **Tableaux 7 et 8** ne concernent que la construction, y compris les matériaux et la main-d'œuvre, et ne comprennent pas les taxes applicables, les frais de conseil, les imprévus liés à la construction, les études de substances désignées (DSS) et/ou les conditions inconnues du site. Les coûts sont résumés ci-dessous au **Tableau 9**.

Tableau 9 — Sommaire des recommandations en matière de restauration de la toiture et des panneaux en RAAC

Année recommandée	***Stratégie de restauration***	***Coût budgétaire***
2024	Pose de palissades ou de panneaux de protection et remplacement localisé de panneaux en RAAC	245 000 $
2024	Entretien de la toiture, remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC dans la zone de toit C11	325 400 $
2026 à 2029	Remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC	1 750 385 $
2029 à 2034	Remplacement de la toiture et des panneaux en RAAC	10 777 592 $

4.2 Recommandations en matière de surveillance et de réévaluation futures

Tel que décrit ci-dessus dans le **Tableau 1**, les panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune) requièrent une réévaluation annuelle, tandis que les panneaux classés dans la catégorie de risque faible (niveau vert) requièrent une réévaluation complète tous les trois ans. Au minimum, les réévaluations doivent suivre la procédure décrite à la **section 1.2**. Il incombe à l'ingénieur chargé de l'examen du site de déterminer si une procédure d'évaluation plus exhaustive doit être entreprise au moment de l'évaluation du site, sur la base des conditions observées.

Les lecteurs sont invités à consulter le plan de la toiture préparé par Rimkus, ci-joint à l'**Annexe B**, sur lequel les catégories de risque associées aux panneaux sont indiquées en jaune (risque modéré) ou en vert (risque faible). Les coûts budgétaires afférents aux réévaluations au cours des cinq prochaines années sont présentés au **Tableau 10**. Les coûts indiqués couvrent uniquement la construction, y compris la main-d'œuvre et les matériaux; ils excluent les taxes applicables, les honoraires de consultant, les aléas de chantier, la déclaration de matières dangereuses et les conditions inconnues du site, le cas échéant.

Tableau 10 — Recommandations relatives à la réévaluation des panneaux en RAAC

Année	*Orientation pour l'évaluation*	*Coût budgétaire*
2025	Réévaluation partielle des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune) seulement	10 000 $
2026	Réévaluation partielle des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune) seulement	10 500 $
2027	Réévaluation complète de **tous les panneaux en RAAC** au sein de l'immeuble	45 000 $
2028	Réévaluation partielle des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune) seulement	11 500 $
2029	Réévaluation partielle des panneaux en RAAC classés dans la catégorie de risque modéré (niveau jaune) seulement	12 000 $

4.3 Résumé des recommandations par catégorie de risque

Pour éliminer complètement tous les risques liés au RAAC, il est recommandé de remplacer entièrement tous les panneaux de toiture en RAAC par de nouveaux platelages d'acier, et ce, en même temps que la prochaine réfection de la toiture.

Étant donné que des travaux de réfection de la toiture ne sont pas requis de manière immédiate dans toutes les zones, nous résumons ci-dessous les recommandations intérimaires pour la prise en charge des panneaux en RAAC en mauvais état identifiés durant l'évaluation de l'état de la toiture (abordées de manière plus détaillée aux sections **4.1** et **4.2**). Les mesures d'atténuation des risques recommandées correspondent à la catégorie de risque attribuée à chaque panneau en RAAC ayant été évalué. Pour de plus amples détails, veuillez consulter la matrice de catégories de risque présentée au **Tableau 1**, ainsi que le plan S01 en annexe pour la catégorie de risque et l'emplacement des panneaux.

Panneaux posant un risque critique (niveau bleu)

- Installation immédiate d'étaiements (renforts) pour tous les panneaux posant un risque critique. Les emplacements de ces panneaux ont été communiqués immédiatement au client et les travaux en question ont été achevés avant la préparation du présent rapport.
- L'étaiement devra être maintenu jusqu'à l'achèvement des travaux de restauration des panneaux.

Panneaux posant un risque élevé (niveau orange)

- Remplacement ou renforcement d'ici le 31 octobre 2024.
- Mise en œuvre d'un plan de surveillance des surcharges dues à la neige et à la pluie jusqu'à l'achèvement des travaux de restauration; pour de plus amples détails, consulter le document de Rimkus intitulé « Snow Loading & Rainwater Management Plan » (Plan de gestion des eaux de pluie et des surcharges dues à la neige).
- S'il n'est pas possible d'achever les travaux de restauration dans les délais recommandés, l'une des options suivantes d'atténuation supplémentaire des risques est recommandée et doit être mise en œuvre de concert avec le programme de surveillance des surcharges dues à la neige.

Option 1 : Restriction ou interdiction d'accès afin d'empêcher toute circulation piétonne dans les zones où se trouvent des panneaux posant un risque élevé.

Option 2 : Installation d'étaiements (renforts) temporaires en dessous des panneaux en RAAC.

Option 3 : Si l'étaiement n'est pas possible, installation de panneaux de protection horizontaux près des surfaces inférieures des plafonds fixes ou d'autres éléments entravants (p. ex. canalisations principales d'extincteur ou tuyauteries industrielles).

- Les trois options recommandées ci-dessus sont classées par ordre de préférence, l'option 1 consistant à éliminer le risque pour le public ou le personnel.

Panneaux posant un risque modéré (niveau jaune)

- Surveillance en permanence et réévaluation annuelle.

Panneaux posant un risque faible (niveau vert)

- Surveillance en permanence et réévaluation trisannuelle.

5. RÉFÉRENCES

A. The Institute of Structural Engineers. *« Reinforced Autoclaved Aerated Concrete (RAAC) Investigation and Assignment – Further Guidance. »*
RAAC Study Group, avril 2023.

B. Rimkus Consulting Group, « *Understanding the Historic Use of Reinforced Autoclaved Aerated Concrete (RAAC) in building construction in Ontario. »* 25 mars 2024.

ANNEXE A : PHOTOGRAPHIES

Photographie 1
Emplacement de travaux de réparation C2.1 — Infiltration d'eau excessive et panneaux en mauvais état

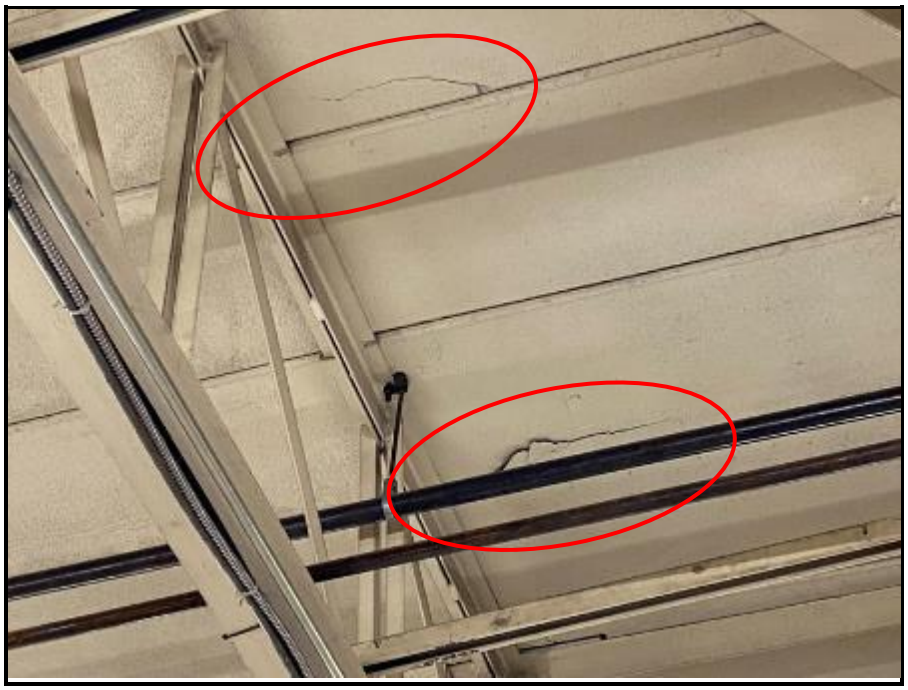
Photographie 2
Emplacement de travaux de réparation C2.1 — Érosion et consistance poudreuse de la surface supérieure

Photographie 3
Emplacement de travaux de réparation C2.4 — Percement du toit sans renforcement à proximité d'un support

Photographie 4
Emplacement de travaux de réparation C2.5 — Concentration de trous efectués à proximité d'un support

Photographie 5
Emplacement de travaux de réparation C2.5 — Taches d'humidité et effritement le long des joints de panneaux à de nombreux endroits.

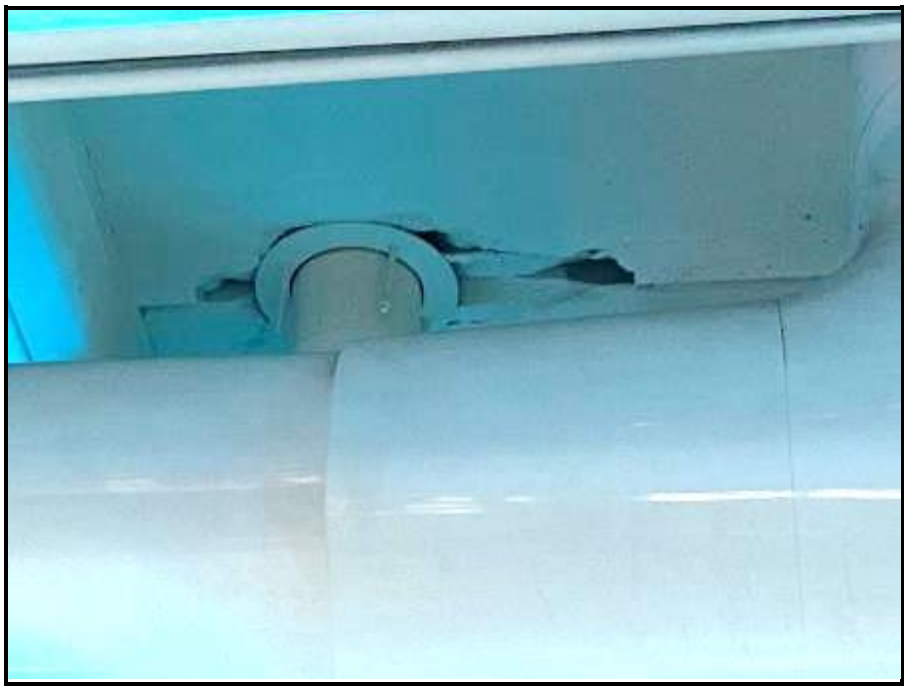
Photographie 6
Emplacement de travaux de réparation C2.10 — Fissuration à proximité des supports



Photographie 7
Emplacement de travaux de réparation C2b — Taches d'humidité uniformes observées sur tous les panneaux en RAAC.

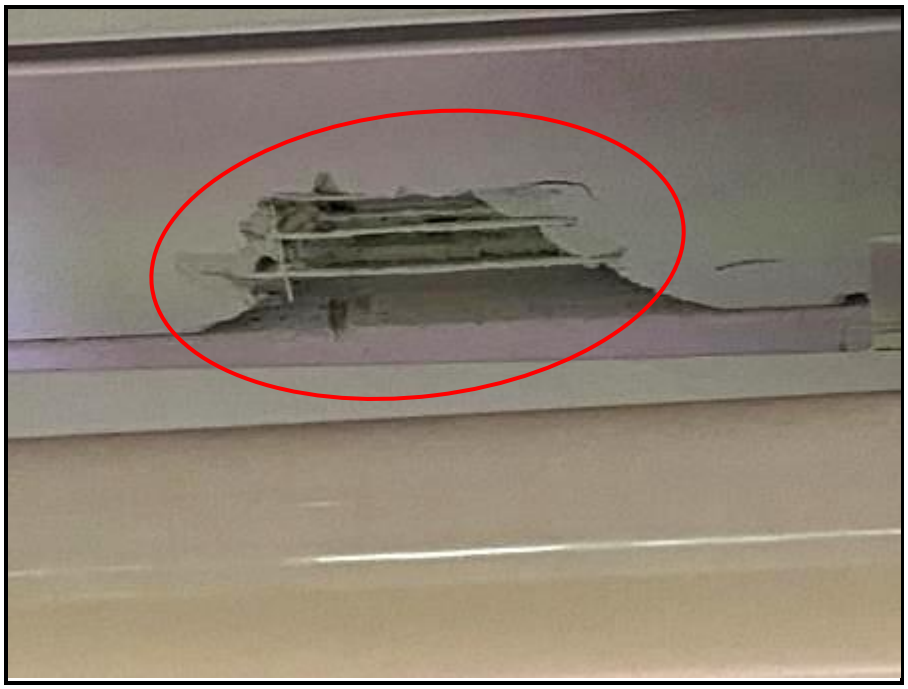
Photographie 8
Emplacement de travaux de réparation C3.1 — Percements du toit sans renforcement

Photographie 9
Emplacement de travaux de réparation C8.1 — Percements du toit sans renforcement
.



Photographie 10
Emplacement de travaux de réparation C8.2 — Béton effrité et barres d'armature exposées aux supports

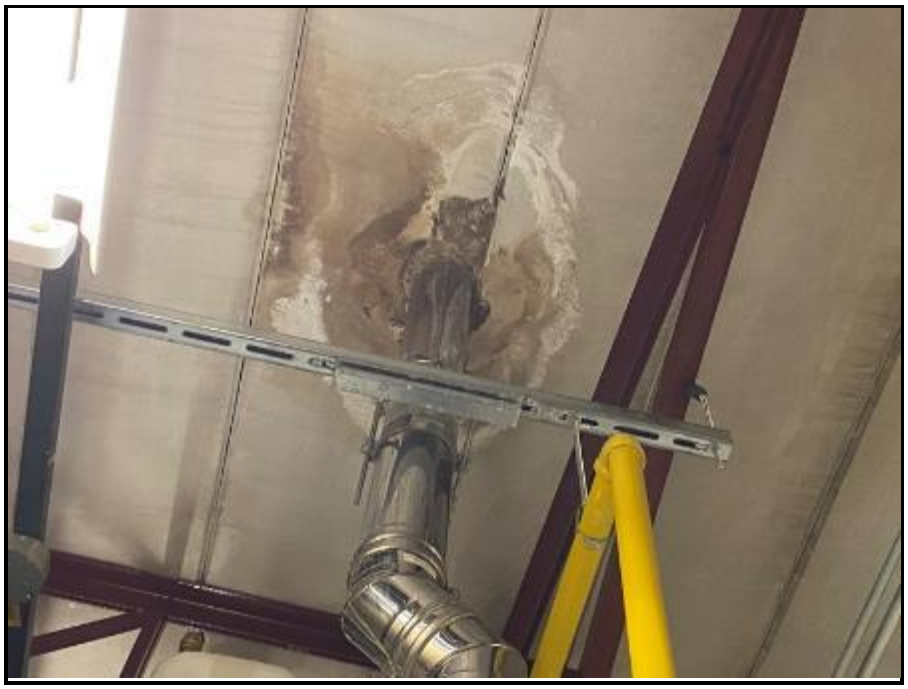
Photographie 11
Emplacement de travaux de réparation C8.2 — Béton effrité et barres d'armature exposées aux supports
.



Photographie 12
Emplacement de travaux de réparation C10.1 — Taches d'humidité excessives et déplacement visible relativement aux panneaux adjacents

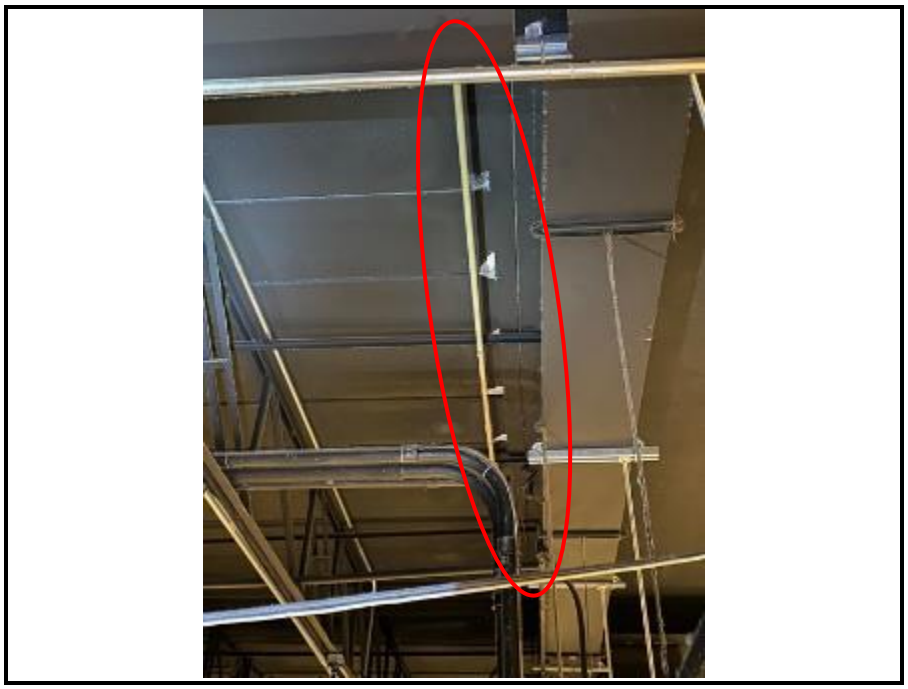
Photographie 13
Emplacement de travaux de réparation C10.2 — Percement du toit sans renforcement à proximité d'un support .

Photographie 14
Emplacement de travaux de réparation C11.1 — Percement du toit sans renforcement à proximité d'une poutrelle de support et taches d'humidité

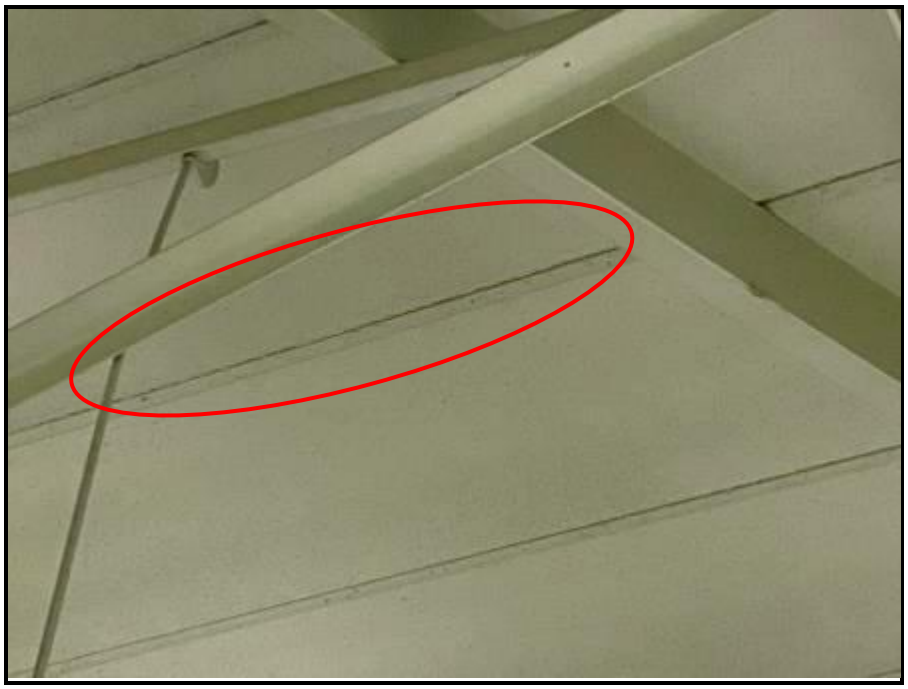


Photographie 15
Emplacement de travaux de réparation C11.2 — Percement du toit sans renforcement à proximité d'une poutrelle de support et taches d'humidité
.

Photographie 16
Emplacement de travaux de réparation C12.4 — Effritement près de la poutre de support



Photographie 17
Emplacement de travaux de réparation C12.5 — Déplacement vertical important par rapport aux panneaux adjacents



Photographie 18
Emplacement de travaux de réparation C1 — Crépine de drain de toit endommagée

Photographie 19
Emplacement de travaux de réparation C1 — Solin-membrané endommagé à plusieurs endroits de façon à exposer les fibres de la membrane de finition autour des détails du parapet

Photographie 20
Emplacement de travaux de réparation C1 — Soulèvement mineur de la membrane autour des détails du parapet

Photographie 21
Emplacement de travaux de réparation C2 — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit

Photographie 22
Emplacement de travaux de réparation C2 — Joint d'étanchéité défectueux noté au niveau de la boîte de mastics préfabriquée.

Photographie 23
Emplacement de travaux de réparation C2 — Joint d'étanchéité défectueux noté au niveau de la boîte de mastics préfabriquée de la conduite de gaz

Photographie 24
Emplacement de travaux de réparation C2b — Dommages mineurs au niveau des contre-solins métalliques

Photographie 25
Emplacement de travaux de réparation C2b — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit
.

Photographie 26
Emplacement de travaux de réparation C2c — Vue d'ensemble de la zone de toit
.

Photographie 27
Emplacement de travaux de réparation C2c — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit

Photographie 28
Emplacement de travaux de réparation C2c — Micro fissuration observées dans l'ensemble de la membrane de finition de la zone de toit C2c

Photographie 29
Emplacement de travaux de réparation C4 — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit

Photographie 30
Emplacement de travaux de réparation C4 — Défectuosité mineure du joint d'étanchéité de la boîte de mastics préfabriquée du conduit de câblage

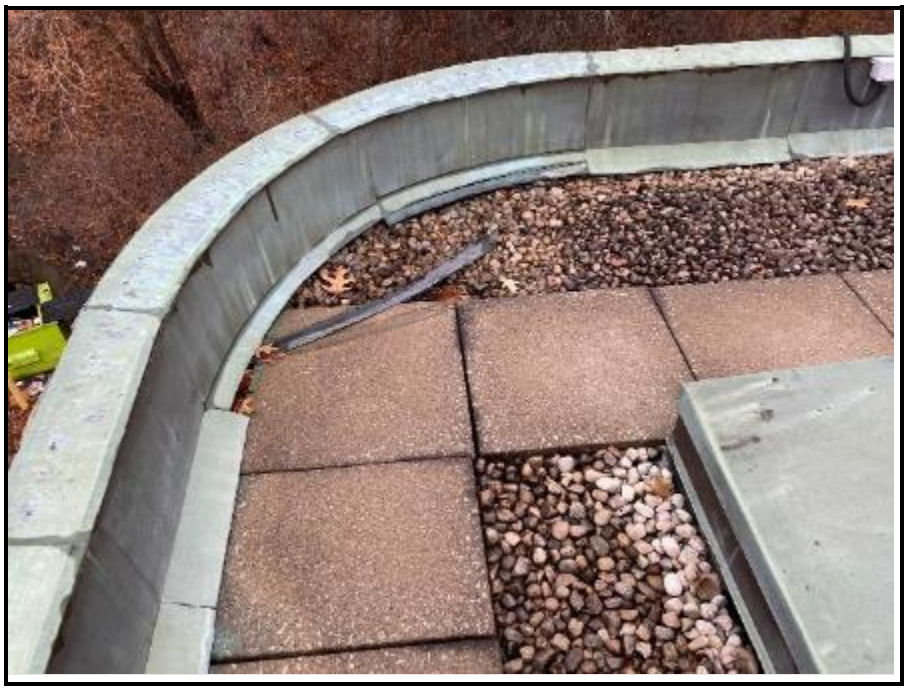
Photographie 31
Emplacement de travaux de réparation C4b — Vue d'ensemble de la zone de toit

Photographie 32
Emplacement de travaux de réparation C4b — Pendant la visite des lieux, une accumulation d'eau stagnante profonde de 4 à 6 po a été notée dans la zone de toit

Photographie 33
Emplacement de travaux de réparation C5 — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit

Photographie 34
Emplacement de travaux de réparation C5c — Vue d'ensemble de la zone de toit

Photographie 35
Emplacement de travaux de réparation C5b — Le contre-solin dans cette zone est détaché



Photographie 36
Emplacement de travaux de réparation C7 — Vue d’ensemble de la zone de toit

Photographie 37
Emplacement de travaux de réparation C7 — La pierre de lest déplacée indique les emplacements de réparations antérieures

Photographie 38
Emplacement de travaux de réparation C8 — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit

Photographie 39
Emplacement de travaux de réparation C8b — Accumulation mineure de débris notée au niveau du drain de toit

Photographie 40
Emplacement de travaux de réparation C9 — Vue d'ensemble de la zone de toit

Photographie 41
Emplacement de travaux de réparation C9 — Accumulation mineure de débris notée autour du drain de toit

Photographie 42
Emplacement de travaux de réparation C9 — Défectuosité mineure du joint d'étanchéité de la boîte de mastics préfabriquée du conduit de câblage

Photographie 43
Emplacement de travaux de réparation C9b — Accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit

Photographie 44
Emplacement de travaux de réparation C9c — Accumulation mineure de débris notée sur la surface du toit

Photographie 45
Emplacement C9d — Vue d’ensemble de la zone de toit

Photographie 46
Emplacement C11 — Vue d’ensemble de la zone de toit

Photographie 47
Emplacement de travaux de réparation C11 — Ouvertures multiples dans le solin-membrane en EPDM

Photographie 48
Emplacement de travaux de réparation C11 — Réparations temporaires en béton exécutées dans la zone de toit

Photographie 49
Emplacement de travaux de réparation C14 — Évent de toit endommagé

ANNEXE B : PLAN DE LA TOITURE