



Les Terrasses de la Chaudière
Réhabilitation de l'enveloppe du bâtiment
Rapport combiné phases de conception et de développement
8 juin 2016

TABLE DES MATIÈRES

1. SOMMAIRE	3
1.1. Mandat et contexte	3
1.2. Vision et objectifs	3
1.3. Méthodologie	5
1.4. Sommaire de l'analyse des options de construction	5
1.5. Sommaire de la conception schématique	6
1.6. Sommaire de la stratégie de mise en œuvre	7
1.7. Conclusions et recommandations	8
2. CONTEXTE DU PROJET	10
2.1. Aperçu historique	10
2.2. Objectifs du projet	10
2.3. Objectifs du rapport	11
2.4. Méthodologie	11
2.5. Projets connexes	12
2.6. Équipe de projet	12
2.7. Partenaires du projet	13
2.8. Conservation du patrimoine	14
2.9. Bibliographie	14
3. ANALYSE DES OPTIONS DE CONSTRUCTION	16
3.1. Présentation technique	16
3.2. Codes et normes	28
3.3. Méthodologie d'analyse des options	29
3.4. Option 1 – Conservation des panneaux arrière préfabriqués	29
3.5. Option 2 – Remplissage de la dalle (mur de fond à ossature d'acier)	31
3.6. Option 3 – Nouveaux panneaux préfabriqués	34
3.7. Option 4 – Mur-rideau en unités fonctionnelles	37
3.8. Conclusions	39
4. CONCEPTION SCHÉMATIQUE	41
4.1. Cadre du projet	41
4.2. Critères de la conception schématique	43
4.3. Buts et critères pour le confort des utilisateurs	47
4.4. Analyse du site	54
4.5. Stratégies de conception	62
4.6. Concept d'aménagement urbain	63
4.7. Options de conception pour la façade	68
4.8. Option privilégiée – Trois édifices distincts	73
4.9. Autres considérations pour la conception	75
4.10. Conclusions	78

5. STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE.....	80
5.1. Portée des travaux.....	80
5.2. Contraintes relatives à la construction et à la mise en œuvre	88
5.3. Approches de la mise en œuvre	92
5.4. Procédure d'enlèvement et de remplacement des panneaux.....	97
5.5. Locaux temporaires et gestion des déménagements	98
5.6. Préférences relatives à l'approche de mise en œuvre par étapes et à l'échéancier 102	
5.7. Analyse des risques.....	104
5.8. Conclusions	109
6. ESTIMATIONS DES COÛTS	110
6.1. Sommaire de l'estimation des coûts de construction.....	110
6.2. Sommaire de l'estimation des coûts accessoires	110
6.3. Sommaire de l'estimation du coût du cycle de vie	112

LISTE DES APPENDICES

Appendice A – Estimation des coûts de construction de classe « C »

Appendice B – Matrice de comparaison des options de construction

Appendice C – Étude de performance du mur-rideau

Appendice D – Modèle de consommation énergétique

Appendice E – Modèle sismique

Appendice F – Concept de phasage et de l'implantation de la grue de chantier

Appendice G – Échéancier du projet

1. SOMMAIRE

1.1. MANDAT ET CONTEXTE

Les services de GRC Architects ont été retenus pour offrir des services de conception schématique dans le cadre du Projet de réfection de l'enveloppe du bâtiment des *Terrasses de la Chaudière* (LTDLC). Le présent document réunit les produits livrables du projet RS1 et RS2 dans un seul rapport. Ces éléments sont les suivants : un Rapport d'analyse sur les options de construction (avant-projet), un Rapport sur la conception schématique et un Rapport sur la stratégie de mise en œuvre. Ces produits livrables sont les chapitres 3, 4 et 5, respectivement.

Le Projet de réfection de l'enveloppe des LTDLC (le projet) a pour but d'aborder les risques de santé et de sécurité associés à la détérioration du parement de brique, en installant une nouvelle enveloppe du bâtiment, ainsi que de faciliter l'aménagement d'un site plus fonctionnel et durable conformément à la vision de SPAC pour un lieu de travail contemporain.

De plus, des améliorations considérables au rendement énergétique ainsi que des améliorations au milieu de travail à l'intérieur sont prévues.

L'objectif du présent rapport consiste à examiner les contraintes et les exigences du projet et à identifier le scénario privilégié pour la conception et la construction. Ce processus a inclus la rétroaction de divers spécialistes (sous-traitants) ainsi que la collaboration avec les intervenants du projet. Le présent document vise à servir de dépôt de connaissances relatives à la conception et aux aspects techniques nécessaires pour faire avancer le projet jusqu'à la prochaine étape : le recrutement d'un consultant principal afin d'entreprendre la conception finale et l'exécution de la réfection de l'enveloppe.

1.2. VISION ET OBJECTIFS

Ce projet offre l'occasion de réinventer un élément important du tissu urbain dans le contexte de la région de la capitale nationale. Le complexe des *Terrasses de la Chaudière* est un point de repère à grande visibilité qui héberge une portion importante de la fonction publique canadienne. Il est crucial que la phase de la réfection de l'enveloppe soit pleinement comprise dans le contexte d'une intervention plus vaste et que l'on tire pleinement profit de toutes les occasions de coordination avec les phases futures prévues.

En matière d'excellence de conception, de durabilité et de performance, on prévoit que ce projet établira une norme élevée pour les projets gouvernementaux futurs.

Mise au point par SPAC, la vision pour l'ensemble du projet de réfection est :

Les Terrasses de la Chaudière : Bâtir un pont entre les gens, les lieux et les collectivités

De plus, l'énoncé de mission est le suivant :

Aller de l'avant afin d'adopter une approche holistique face au site + conception de l'édifice qui reflète les valeurs d'une identité canadienne en évolution et d'une fonction publique moderne

En termes généraux, les principes directeurs, tels que présentés à la CCN, pour cette phase du projet incluent notamment :

1. Rehausser l'expérience piétonnière :
 - Où les gens ont la priorité;
 - L'échelle est la première priorité pour toutes les solutions d'aménagement du site.
2. Contribuer à la vitalité économique des secteurs suivants :
 - Région de la capitale nationale en général;
 - Ville de Gatineau;
 - Quartiers avoisinants;
 - Paysages de rue avoisinants.
3. Appuyer la viabilité et la durabilité en choisissant :
 - Des systèmes efficaces qui réduisent la consommation d'énergie conformément au *Code national de l'énergie pour les bâtiments*;
 - Des matériaux de grande qualité qui ont une longue durabilité;
 - Des lieux de travail flexibles et adaptatifs afin d'appuyer *Objectif 2020 et Milieu de travail 2.0*;
 - Un aménagement qui tire profit des conditions climatiques naturelles dans la mesure du possible.
4. Créer un milieu de travail excitant qui est :
 - Sain;
 - Coopératif;
 - Attire la prochaine génération de fonctionnaires afin d'appuyer Objectif 2020;
 - Appuie les directives de renouvellement de la fonction publique conformément à *Milieu de travail 2.0*
5. Faire la promotion d'une excellence en matière d'aménagement qui est :
 - Innovatrice;
 - Excitante;
 - Pertinente sur le plan culturel;
 - Avant-gardiste;
 - Flexible et adaptative pour le cycle de vie futur des Terrasses de la Chaudière

1.3. MÉTHODOLOGIE

Le format du présent rapport est représentatif du processus de conception et d'étude de GRC. Afin de parvenir à une approche d'ensemble privilégiée pour la réfection de l'enveloppe, les études sur les aspects techniques et l'aménagement ont été exécutées dans l'ordre suivant :

1. Les options de construction pour la fabrication et l'installation d'un système d'enveloppe ont été analysées en se fondant sur les conditions, le budget, le calendrier et les besoins d'occupation existants;
2. Une option de conception schématique privilégiée a été choisie en se fondant sur les exigences de performance;
3. Après la détermination des éléments précédents, le projet a été réexaminé du point de vue des exigences de mise en œuvre afin de choisir un scénario de mise en œuvre privilégié.

Ce processus a notamment inclus : un examen de la documentation existante, des inspections du site et des études, la préparation d'une trousse d'offre pour l'enlèvement et le remplacement du panneau d'essai, trois (3) présentations devant la Commission de la capitale nationale (CCN), la préparation de rapports, la rétroaction de divers spécialistes et des réunions régulières avec le client et les intervenants du projet.

La recherche et la collaboration en cours entre l'équipe du consultant, les intervenants et l'équipe du client se sont traduites par une approche face aux produits livrables du projet qui combine les exigences prescriptives du projet avec les exigences de performance et les stratégies du projet. Cette approche fournira des fondements solides pour le consultant principal futur afin qu'il puisse prendre immédiatement le projet en charge tout en assurant toujours un haut niveau de flexibilité et d'adaptabilité à l'équipe de mise en œuvre.

1.4. SOMMAIRE DE L'ANALYSE DES OPTIONS DE CONSTRUCTION

L'élément de l'analyse des options de construction du présent rapport a examiné les impacts et les risques associés aux différentes approches pour la construction de l'enveloppe contenues dans des rapports antérieurs réalisés par d'autres. Les options ont été évaluées en se fondant sur les éléments suivants : risques relatifs à la mise en œuvre, performance de l'enveloppe, impacts pour les occupants et coût. Les quatre (4) options suivantes ont été examinées en détail :

Option 1 : Rétention des panneaux préfabriqués existants avec une nouvelle isolation et un nouveau revêtement extérieurs;

Option 2 : Dalle de remplissage et montants d'acier (construction traditionnelle);

Option 3 : Panneaux préfabriqués;

Option 4 : Mur-rideau.

Les options 3 et 4 offrent toutes deux des avantages importants en ce qui concerne le calendrier, les impacts pour les locataires, le contrôle de la qualité et la mise en œuvre par rapport aux options 1 et 2. Cependant, l'option 3 offre la plus grande flexibilité au niveau de la conception, tandis que l'approche du mur-rideau (option 4) pourrait offrir une construction accélérée et des économies.

1.5. SOMMAIRE DE LA CONCEPTION SCHÉMATIQUE

Le but de l'élément de conception schématique du présent rapport consiste à définir les critères de conception généraux ainsi qu'à examiner les options de conception pour la nouvelle enveloppe du bâtiment, y compris une option privilégiée. À ce titre, il contient des critères relatifs à la prescription et à la performance concernant la performance technique et la vision esthétique du projet.

Le présent rapport fait aussi suite à une série de présentations d'évaluation de la conception devant le comité d'examen de la Commission de la capitale nationale (CCN), après quoi la conception schématique a obtenu l'approbation du concept. Ce niveau d'approbation exige que le consultant principal choisi retourne à la CCN afin d'obtenir l'approbation de la conception finale avant le début de la construction. À cet égard, la conception privilégiée ne doit pas être considérée comme la conception finale, mais plutôt comme un résultat esthétique potentiel de la vision, des lignes directrices et des critères présentés dans le présent rapport. On prévoit l'évolution de la conception durant les prochaines phases du projet.

Un élément clé du succès sera la coordination entre ce projet et deux autres projets adjacents prévus : l'aménagement de Zibi Domtar et les améliorations municipales prévues sur la rue Laurier. Un autre facteur de succès critique sera l'intégration de cette phase à des phases subséquentes du projet afin de créer un produit final de grande qualité qui est cohérent et réalise la vision du client.

Une analyse du site a été réalisée et elle a souligné la place imposante du complexe dans la silhouette urbaine ainsi que les enjeux importants qui se rattachent aux conditions urbaines existantes ainsi qu'à l'aménagement du site.

Dans l'ensemble, nous avons établi une approche de conception qui comprenait des matériaux plus clairs, plus transparents et plus réfléchissants. En nous basant sur cette approche, quatre (4) thèmes distincts pour la façade ont été développés. Après l'analyse du site, l'option privilégiée (Option 4) exprime le complexe comme étant une **famille de trois édifices distincts**. Cette option réussissait le mieux à réduire l'impact visuel du complexe dans la silhouette urbaine tout en offrant un aperçu nouveau et contemporain pour cet important bien gouvernemental.



Fig. 1 : *Option 4 (vue du pont des Chaudières) – Trois édifices distincts illustrés ici avec l'option d'un nouvel atrium sur l'édifice central et une base de vitrage au 15-25 Eddy.*

1.6. SOMMAIRE DE LA STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE

Cet élément du rapport a défini les exigences de mise en œuvre générales, a analysé les risques de mise en œuvre et a évalué les stratégies de construction de la nouvelle enveloppe du bâtiment, y compris le choix d'un scénario privilégié.

L'occupation continue du complexe durant la construction est évaluée comme le facteur de risque principal du projet. Il est nécessaire de souligner l'importance critique d'une planification et d'une surveillance minutieuses en tant que facteur d'atténuation des risques. Afin de tenir compte des besoins des occupants et de gérer la progression des travaux, une séquence des travaux méticuleusement planifiée (enlèvement des panneaux, manipulation des matériaux, livraisons, gestion des déménagements, etc.) sera essentielle pour éviter les retards et le dépassement des coûts.

Le scénario de mise en œuvre privilégié propose de commencer la réfection de l'enveloppe par le 1 Promenade du Portage, car tous les occupants peuvent être temporairement hébergés dans des locaux transitoires dans des aires désignées au 25 Eddy. Ce « début aisé » dans un immeuble bas non occupé constitue un élément fondamental de la stratégie d'atténuation des risques. Il permet de régler les problèmes associés à la séquence des travaux et aux aspects techniques avant de commencer les travaux dans des aires plus risquées. Subséquemment, les autres édifices auront recours à une méthode de construction du haut vers le bas et les occupants de quatre (4) étages séquentiels déménageront temporairement dans les locaux transitoires à tour de rôle.

Le goulot d'étranglement perçu dans le calendrier est la vitesse à laquelle les panneaux existants peuvent être enlevés de l'édifice. Le présent rapport suppose que, en moyenne, 50 pieds linéaires de façade (deux baies structurales) pourront être enlevés quotidiennement. À cette vitesse de construction, la phase de réfection de l'enveloppe pourrait être terminée dans

un délai de cinq (5) ans. Cette supposition fondamentale concernant le processus d'enlèvement devra être validée de nouveau au début du projet, car elle constitue la base du calendrier du projet.

L'approche de mise en œuvre privilégiée comprend les stratégies suivantes :

- Des locaux transitoires seront fournis dans des aires désignées au 25 Eddy et la superficie minimale approximative sera de 8500m²;
- La construction commencera au 1 Promenade du Portage pendant que l'immeuble est entièrement vide;
- La manipulation des matériaux se fera principalement par grue distributrice, avec l'apport de grues mobiles afin d'accélérer la construction;
- Une fois que la construction sera achevée et que les locataires du 1 Promenade du Portage seront de retour, les occupants d'autres aires seront déménagés dans les locaux transitoires afin de quitter les étages touchés, avec la capacité de déménager quatre (4) étages séquentiels à la fois;
- Les travaux commenceront au haut des édifices et progresseront vers le bas;
- Les panneaux existants seront chargés directement sur les camions afin d'éviter l'entreposage sur le site et la double-manipulation;
- La livraison d'un nouveau système de façade se fera selon la méthode juste-à-temps, et les panneaux pourront potentiellement être cueillis par la grue directement sur le camion afin de minimiser l'entreposage sur le chantier et la double-manipulation.

En général, il s'agit d'un projet hautement complexe qui comporte des défis et des risques importants dans tous les secteurs de mise en œuvre. L'équipe de gestion du projet devra concevoir et déployer des communications, des rapports ainsi qu'un plan de supervision sophistiqués afin d'identifier et d'atténuer les risques du projet de manière proactive. Un programme de projet clair, des responsabilités individuelles bien définies ainsi que des lignes de communication pour tous les intervenants sont critiques dès les étapes initiales.

1.7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans l'ensemble, la stratégie de SPAC pour la réfection de base de l'enveloppe sera l'enlèvement complet du système existant de panneaux préfabriqués et son remplacement par une nouvelle enveloppe du bâtiment. Cette stratégie a été choisie en se fondant sur les renseignements présentés dans des rapports antérieurs (Smith Carter, 2013) et conformément aux objectifs du projet d'améliorer l'efficacité énergétique et le confort des utilisateurs ainsi que de créer une nouvelle apparence pour un complexe qui est représentatif d'une fonction publique contemporaine.

Selon l'analyse sismique et l'évaluation structurelle réalisées, le système structurel actuel de blocs de 100, de 200 et de 300 pourrait résister à un événement sismique de jusqu'à 70 %, 90 % et de 100 %, respectivement, ce qui suggère que les blocs existants pourraient soutenir le test de 60 % de la Politique sismique de Travaux publics.

On estime que l'ensemble de la construction, y compris les frais accessoires et le remplacement de tous les toits, coûtera entre **178 et 195 millions de dollars**, durera environ **cinq années et demie (5,5)** et permettra d'améliorer le rendement énergétique et les lieux de travail.

On prévoit que ce projet réduira la consommation totale d'énergie du complexe LTDLC dans une marge d'environ **8 à 16 %**. On s'attend à ce que les mises à niveau futures des systèmes des édifices produisent d'autres économies.

Cette phase de la réfection totale du complexe représente une étape critique pour la concrétisation des améliorations nécessaires pour l'environnement des lieux de travail et l'état du milieu urbain. Il est aussi important que les phases subséquentes soient bien conçues et coordonnées adéquatement avec cette phase afin d'assurer une valeur et un rendement des investissements optimaux.

Il y a divers éléments qui ont été illustrés dans les rendus conceptuels du présent rapport, y compris les enveloppes des étages supérieurs, les stratégies pour le vitrage au niveau du sol, les travaux sur le chantier, de nouveaux espaces commerciaux au sol, etc. Les aspirations d'amélioration du complexe, ainsi que des occasions manifestes pour l'inclusion d'éléments dans la portée de la réfection de l'enveloppe, ont donné lieu à divers ajouts et options pour la conception. Il est crucial que la pleine portée du projet soit clairement définie à la présente étape afin d'éviter des problèmes au niveau du calendrier et du budget. Compte tenu de l'échelle du projet, des économies seront réalisées en incluant le plus grand nombre possible de ces éléments dans la portée de ce projet, au lieu de les reporter à des phases ultérieures.

La présence continue des occupants des édifices pendant la construction crée un scénario de mise en œuvre complexe ainsi que des risques pour le calendrier et le budget. La planification et la coordination avec les occupants représenteront des facteurs déterminants pour le succès de ce projet.

S'il est bien mis à exécution, ce projet présente le potentiel d'établir une norme élevée pour les futurs projets gouvernementaux. Ce projet à grande visibilité peut contribuer à une fonction publique revitalisée, particulièrement en ce qui a trait aux collectivités locales, à des lieux de travail sains et à la conception durable.

2. CONTEXTE DU PROJET

2.1. APERÇU HISTORIQUE

Le complexe LTDLC, conçu par les architectes Arcop et associés de Montréal, a été construit par la société Campeau Corporation entre les années 1976 et 1978. Il est composé de quatre tours à bureaux reliées aux premier et deuxième étages par des magasins de vente au détail et aux sous-sols par un réseau de tunnels. Le complexe renferme un stationnement souterrain de 810 places (sous l'hôtel) ainsi qu'une cour extérieure au centre qui est accessible de toutes les tours et à partir des rues avoisinantes à cinq endroits. Le complexe de bureaux possède une superficie louable totale de 142 353 m², desservant plus de 6 400 employés; il s'agit du deuxième plus important complexe fédéral à bureaux au Canada. Il comporte également un hôtel qui appartient au gouvernement du Canada, mais qui est loué et exploité par des tiers. (Note : l'hôtel ne fait pas partie de l'envergure des présents travaux.)

2.2. OBJECTIFS DU PROJET

Le but du projet de réhabilitation de l'enveloppe de LTDLC (le Projet) vise à limiter les risques pour la santé et la sécurité liés au parement de brique qui se détériore en mettant en place une nouvelle enveloppe du bâtiment.

La construction de l'ensemble de la façade est formée d'un système à panneaux en béton préfabriqués en unités fonctionnelles aménagés avec des fenêtres intégrées, de l'isolant et un placage de brique. Bien que la performance de l'ensemble du système soit adéquate pour une construction de cette époque, quelques lacunes en matière de construction (barres d'armature non enduites, mortier aux résines d'époxyde) ont entraîné la fissuration et l'éclatement du placage de brique. La détérioration progresse rapidement et il faut agir rapidement pour exécuter la réhabilitation.

L'emplacement, l'échelle et l'utilisation du complexe sont tous des facteurs qui illustrent bien les effets que le projet aura sur un grand nombre de partenaires. Ainsi, la présente phase du projet (coordonnée avec les phases ultérieures prévues) pourrait améliorer la condition urbaine et l'environnement de travail de plusieurs personnes.

Malgré son but principal qui est de réduire les risques pour la santé et la sécurité, le projet devrait servir de tremplin pour collaborer avec des partenaires afin de mettre en œuvre une solution produisant des avantages concrets pour tous.

2.3. OBJECTIFS DU RAPPORT

L'objectif du présent rapport est de fixer des critères et des lignes directrices afin de trouver un consultant principal pour l'exécution des travaux prévus au projet.

Les objets principaux du rapport sont les suivants :

- Analyse et résumé de l'état existant de l'immeuble;
- Mise à jour et analyse des modes de construction (y compris estimation indicative des coûts);
- Identification du mode de construction privilégié, y compris la justification;
- Identification de la vision du projet et des résultats visés;
- Identification des facteurs et des critères influençant la conception de l'enveloppe;
- Exécution d'une analyse du chantier et élaboration d'un plan de design urbain;
- Illustration de quatre (4) concepts d'aménagement des façades qui illustrent les critères et la vision du projet (y compris l'estimation indicative des coûts et l'analyse de la modélisation énergétique pour l'option privilégiée);
- Identification de la portée du projet prévue et des limites d'intervention;
- Identification des risques liés au projet et proposition de stratégies d'atténuation;
- Identification de différentes options pour la mise en œuvre du projet, y compris du scénario privilégié;
- Production du calendrier des travaux fondé sur le scénario privilégié.

2.4. MÉTHODOLOGIE

La méthode retenue par l'équipe d'experts-conseils pour l'exécution du projet est la suivante :

- Examen de la documentation existante, visites des lieux et examens visuels;
- Consultation avec divers spécialistes (sous-experts-conseils);
- Élaboration d'une vision et de lignes directrices en collaboration avec les SPAC;
- Élaboration de rapports, y compris :
 - Analyse des techniques de construction;
 - Recherche de matériaux;
 - Analyse du site;
 - Études de conception;
 - Options de mise en œuvre;
 - Analyse des risques;
 - Modélisation énergétique;
 - Modélisation sismique;
 - Établissement des coûts
- Préparation d'un dossier d'appel d'offres et administration du contrat visant l'enlèvement et le remplacement d'un panneau d'essai;
- Trois (3) présentations à la Commission de la capitale nationale (CCN);

- Réunions ordinaires avec le client et les partenaires.

La recherche en cours et la collaboration entre l'équipe d'experts-conseils, les partenaires et les SPAC ont permis d'adopter une approche concernant les éléments livrables du projet qui comprend des exigences prescriptives qui comportent des exigences en matière de performance et des stratégies. Cette approche offrira une base solide au Consultant principal qui sera retenu afin de se mettre au boulot tout en laissant à l'équipe de mise en œuvre une grande flexibilité et une grande souplesse.

2.5. PROJETS CONNEXES

La réhabilitation de l'enveloppe représente la première phase d'un projet de réhabilitation de plus grande envergure du complexe des Terrasses de la Chaudière, comprenant les prochaines phases qui auront lieu plus tard :

- Élaboration d'un plan directeur de situation;
- Réhabilitation de l'aménagement paysager et du rez-de-chaussée, y compris des espaces commerciaux et publics conformément au plan directeur de situation;
- Réhabilitation des systèmes de l'édifice de base;
- Réhabilitation des espaces intérieurs selon les normes d'aménagement relatives à l'initiative Milieu de travail 2.0.

NOTE : L'élaboration d'un plan directeur, y compris d'un programme pour le rez-de-chaussée et des plans d'aménagement paysager, devrait avoir lieu avant la mise au point définitive de la conception de l'enveloppe. La phase de réhabilitation de l'enveloppe devrait comprendre la coordination avec les autres phases prévues.

2.6. ÉQUIPE DE PROJET

Équipe du client (SPAC) :

- Grands projets de l'État (GPÉ)

Équipe d'experts-conseils :

- John Cook; *Entrepreneur principal, GRC Architects*
- Chris Lance; *Chef de projet, GRC Architects*
- Stefan Gingras; *GRC Architects*
- John Cooke; *Entrepreneur principal, John G. Cooke Associates*
- Marty Lockman; *Ingénieur principal en structures, John G. Cooke Associates*
- Nick Jones; *Ingénieur en structures, John G. Cooke Associates*
- Yudi Sun; *Ingénieur en structures, John G. Cooke Associates*
- Steve Clark; *Évaluateur principal des coûts, Marshall Murray*
- Francois Laframboise; *Ingénierie et modélisation énergétique de façades, Pageau Morel*

- Heath Baxa; *Ingénierie et modélisation énergétique de façades, Pageau Morel*
- Mark van Dalen; *Expert en enveloppes, PTVD*
- Graham Bird, *Consultant en constructibilité, GBA*
- Philip Belanger, *Consultant en constructibilité, GBA*

2.7. PARTENAIRES DU PROJET

2.7.1. COMMISSION DE LA CAPITALE NATIONALE (CCN)

Dans le cadre de son mandat, le processus d'approbation de la CCN pour des projets exécutés dans la région de la capitale nationale (RCN) doit comprendre des présentations devant le Comité consultatif de l'urbanisme, du design et de l'immobilier (CCUDI). Jusqu'à maintenant, trois présentations devant le CCUDI ont eu lieu, soit le 21 août 2015, le 10 décembre 2015 et le 3 mars 2016. On prévoit qu'au moins une autre présentation devra se faire avant que la CCN approuve le projet.

2.7.2. VILLE DE GATINEAU

Puisque le projet aura de fortes répercussions sur la Ville de Gatineau, tant durant la construction qu'après son achèvement, il est recommandé que la consultation soit continue durant la réalisation du projet.

Les infrastructures du transport en commun, les circuits piétonniers, les routes, les réseaux d'égout, les configurations de la circulation et les pistes cyclables risquent de tous être touchés par la réalisation du présent projet. Une collaboration avec la Ville est souhaitable pour aider à atténuer les risques de retard et à réduire autant que possible les répercussions sur les communautés locales, les navetteurs et les occupants de l'édifice.

2.7.3. SPAC

Services publics et Approvisionnement Canada est responsable de la gestion du projet et de sa surveillance. Ainsi, SPAC doit diriger le projet de sorte à ce qu'il réponde le mieux aux résultats souhaités pour tous les partenaires impliqués.

2.7.4. MINISTÈRES LOCATAIRES (OTC, CRTC, AANC, PCH, SPAC, ASC, AIRES COMMERCIALES)

Les locataires et les occupants du bâtiment profiteront tous d'un complexe immobilier renouvelé. Cependant, ils devront subir les contrecoups des travaux de construction. Il est alors extrêmement important de créer un milieu de travail sûr et productif pour toute la durée des travaux prévus durant la présente phase. Pour mener à bien le projet, la consultation avec les locataires durant tout le procédé est tout à fait primordiale.

2.7.5. GOUVERNEMENT DU CANADA (GDC)

Le GdC est le propriétaire du projet/l'investisseur. De plus (et selon les initiatives gouvernementales comme l'Objectif 2020), le GdC vise la vitalité et la productivité de la fonction publique moderne et désire créer des milieux de travail contemporains et durables.

2.8. CONSERVATION DU PATRIMOINE

Le Bureau d'examen des édifices fédéraux du patrimoine (BEEFP), la Direction de la conservation du patrimoine de SPAC et la Commission de la capitale nationale (CCN) ont tous participé au processus de conception du présent projet.

Le complexe LTDLC ne satisfaisait pas au critère de désignation patrimoniale établi par le BEEFP. La CCN, de concert avec les SPAC, encourage une approche conceptuelle qui réinvente l'apparence et le caractère du complexe.

La conception de la nouvelle enveloppe du bâtiment ne devrait pas être limitée par l'apparence et le caractère existants de l'édifice.

2.9. BIBLIOGRAPHIE

Les documents suivants ont été consultés pour la préparation du présent rapport :

- Building Evaluation Record; Bureau d'examen des édifices fédéraux du patrimoine (BEEFP); mars 2015.
- Building Envelope Retrofit – Feasibility Study and Options Analysis; Smith Carter; avril 2013.
- *Les Terrasses De la Chaudière Architectural Conservation Guidelines*; Direction de la conservation du patrimoine et DFS Architects; juin 2011.
- *Les Terrasses De la Chaudière – Brick Façade Investigation*; John G. Cooke & Associates; février 2010.
- *Les Terrasses De la Chaudière (Seismic Report), Tomes 1-3*; Dessau; mai 2011.
- *Exterior Cladding Panel Anchors Investigation and Report*, Robertson Martin Architects et John G. Cooke Associates; février 2011.
- *Assessment of Masonry Inspection and Repair Program – Overhead Protection Measures*; PTVD Building Envelope Consultants; janvier 2015.
- Dessins d'atelier originaux de construction préparés par Beer Precast Concrete Ltd., et portant le sceau de Adjeleian and Associates Consulting Engineers, 1976.

-
- *Creating a Vision: Les Terrasses de la Chaudière*; SPAC, Services professionnels et techniques, Centre d'expertise Gatineau; TPSGC; 2016.
 - *LTDLC, Étude d'intégration urbaine et d'architecture du paysage*; IBI Group et al.; juillet 2011.
 - *Designated Substances Report for LTDLC Building Envelope Rehabilitation – Panel Investigation Project... Summary Report*; TPSGC, Services professionnels et techniques, Opérations de la Région de la capitale nationale, Direction générale des biens immobiliers; octobre 2015.
 - *LTDLC Options Analysis Report – Draft*; GRC Architects, 2015.
 - *LTDLC Implementation Study*; GRC Architects, 2016.

3. ANALYSE DES OPTIONS DE CONSTRUCTION

3.1. PRÉSENTATION TECHNIQUE

3.1.1. DÉTÉRIORATION DES PANNEAUX EXISTANTS

L'ensemble du projet de réhabilitation de l'enveloppe vise à réduire les risques pour la santé et la sécurité liés à la brique présentant des signes de défaillance dans les panneaux préfabriqués. Cette défaillance est d'abord apparue en 1997 lorsque des débris sont tombés dans la cour extérieure d'une garderie située au 10, rue Wellington.

Depuis 1997, des études et des travaux de réparation ont été réalisés en ce sens. La progression de la défaillance au niveau des briques ainsi que la défaillance par la suite des travaux de réparation effectués au début ont confirmé le fait que la façade du bâtiment devait subir une réhabilitation puisque les réparations et les mesures de protection adoptées ne constituaient pas une solution appropriée à long terme.

En raison des produits utilisés dans le processus de fabrication (barres d'armature non enduites et mortier époxyde-ciment), le placage de briques présente des fissures et des endroits où il y a de l'effritement.



Fig. 2 – Fissuration dans la brique dans l'assise de briques de champ au bas du panneau. À gauche, le mortier utilisé pour une réparation qui vient d'être effectuée.

Le mortier aux résines d'époxyde imperméable pose certains problèmes liés au contrôle de l'humidité en raison de la porosité du placage de briques et de la corrosion sur les barres d'armature non enduites qui présentent des boursouffures dues à la rouille. Selon l'étude réalisée par John G. Cooke & Associates Ltd. au sujet de la brique, la défaillance la plus courante est la fissuration qui se produit dans les appareils en panneresse ordinaires aux rebords des fenêtres et des panneaux – parallèlement à l'emplacement vertical de la structure de la barre d'armature interne du placage de briques.

L'évaluation globale comprise dans le rapport préparé par Smith Carter en vient à la conclusion qu'il est impossible de remettre en état ou de stabiliser le placage de briques existant – ce qui signifie qu'il faut procéder au remplacement de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment. Le rapport s'est également penché sur la possibilité d'installer des moyens de protection aérienne à long terme pour réduire les risques, mais on en est venu à la conclusion que cette solution n'était pas réalisable ni pratique à cause de la vitesse de détérioration du placage de briques.

De plus, on a noté le glissement et le gauchissement des panneaux, même s'il est impossible de déterminer si les conditions sont causées par la détérioration ou un vice de fabrication.



Fig. 3 – Il est possible de voir un trait d'ombre bien défini où le panneau préfabriqué au-dessus est gauchi par rapport au mur en maçonnerie traditionnel en dessous. Vue du côté est du 1 promenade du Portage.

3.1.2. CONDITIONS EXISTANTES DE L'IMMEUBLE

NOTE : La présente section examine seulement les conditions qui touchent la construction du mur extérieur et des éléments liés à l'enlèvement et au remplacement des panneaux.

3.1.2.1. STRUCTURE

L'ensemble de la construction est composé d'une structure en béton armé coulé en place (dalles et colonnes) avec panneaux en béton préfabriqués dotés d'un isolant et d'un placage de briques formant l'enveloppe extérieure. Les panneaux préfabriqués sont suspendus à la partie supérieure au rebord de la dalle et ils sont placés à l'extérieur de la dalle de plancher et de l'ossature à colonnes. Il y a généralement un quadrillage de structure d'environ 25 pieds (plus

ou moins) sur le périmètre de l'édifice, ce qui a permis d'établir les deux dimensions types des panneaux préfabriqués (25 pi et 12 pi 6 po). Les joints des panneaux préfabriqués sont pratiqués en fonction du quadrillage de la structure, les joints étant soit dans l'axe des colonnes ou au centre entre les baies de la structure.

Les dalles de plancher en béton ont en général 9 pouces d'épaisseur, et la dalle de la toiture comporte également une poutre renversée sur le périmètre.



Fig. 4 – Photographie historique du complexe au cours de la construction.

3.1.2.2. PANNEAUX TYPES

D'après les dessins d'atelier originaux datant de 1976 préparés par Beer Precast Concrete Ltd., et certifiés par Cooke & Associates lors d'enquêtes précédentes, les panneaux sont composés en général de murs ayant les caractéristiques suivantes :

- Placage de briques extérieur, y compris barres d'armature intégrées et mortier aux résines d'époxyde;
- Lame d'air de 13 mm, probablement produite par les bandes d'isolant rigide (voir la figure 6);
- Isolant rigide de 50 mm;
- Panneau en béton armé de 100 mm, y compris supports de brique à cornières en acier et en acier déployé, encastrés;
- Plaques de plâtre de 13 mm.

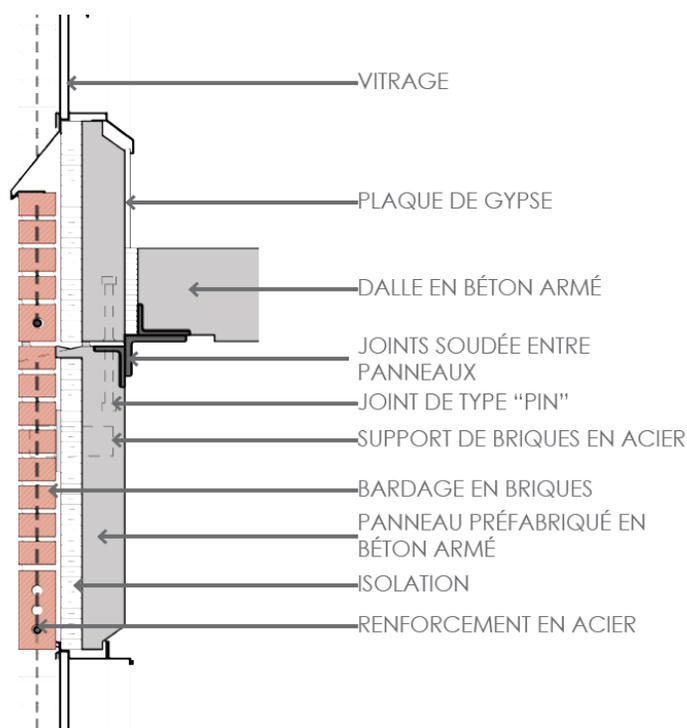


Fig. 5 – Panneaux types

Il y a généralement deux types de panneaux de fenêtre : panneau à fenêtre simple mesurant 3,8 m x 3,65 m et panneau à fenêtre double mesurant 7,62 m x 3,65 m, dont le poids est d'environ 4500 kg et 9000 kg respectivement. Il y a également toute une gamme de panneaux opaques formés entièrement de briques. Les panneaux préfabriqués sont placés au-dessus du 2^e étage dans l'ensemble du complexe (sauf l'hôtel). La maçonnerie aux deux premiers étages a été construite sur place de façon traditionnelle et elle n'est pas détériorée comme le sont les panneaux préfabriqués.

Le placage de briques est composé de barres d'armatures continues avec coulis à l'intérieur des noyaux de brique à l'emplacement de toutes les briques sur le périmètre, ainsi qu'autour du périmètre des bâtis de fenêtre. On a découvert que tous les noyaux de brique, y compris ceux ne comportant pas de barre d'armature, sont remplis de coulis. Les briques reposent sur un quadrillage de pattes et d'ailettes en acier galvanisé (voir la figure 6) qui ont été coulées directement dans le panneau en béton préfabriqué et qui font saillie dans les joints de mortier entre chaque brique. Ce système ne comprend pas les cornières d'appui servant à supporter le placage de briques; il se sert plutôt de la structure intérieure à barres d'armature et des noyaux jointoyés avec des résines d'époxyde et des vides dans la brique pour lier la brique afin de former un ouvrage rigide qui, à son tour, repose sur des supports en acier qui font saillie (dans un quadrillage d'environ 600 mm X 600 mm).

Le scellement entre les panneaux pour assurer la continuité de l'enveloppe du bâtiment a été conçu avec des garnitures d'étanchéité compressibles posées sur le périmètre des panneaux. Au cours de l'étude réalisée pour l'enlèvement des panneaux, on a noté que la largeur des garnitures était identique probablement pour le projet au complet; cependant, en raison des conditions variables du chantier, certaines garnitures d'étanchéité n'étaient pas comprimées tandis que d'autres garnitures étaient trop comprimées et aplaties. On a également constaté

que des animaux avaient pénétré dans les lieux à cause des défaillances de l'enveloppe et qu'ils avaient élu domicile dans certains plénums de plafond.



Fig. 6 – Supports en acier et briques jointoyées sur un subjectile préfabriqué isolé. Noter les ailettes de cisaillement en acier déployé qui supportent le placage de briques ainsi qu'une bande d'isolant rigide (tout juste derrière l'ailette) produisant ainsi une lame d'air.

3.1.2.3. RACCORDEMENT DES PANNEAUX

Comme le mentionne le rapport concernant les ancrages des panneaux de parement extérieur intitulé *Exterior Cladding Panel Anchors Investigation and Report* (Robertson Martin Architects et John G. Cooke Associates; février 2011) et comme il est indiqué sur les dessins d'atelier originaux de 1976, il y a plusieurs types de raccordements. La charge de gravité de chaque panneau à fenêtre simple repose sur un raccordement soudé simple assujéti par le haut au rebord de la dalle; chaque panneau à fenêtre double comporte deux raccordements semblables. Les raccordements latéraux sont situés dans les angles de chaque panneau et comportent des chevilles de connexion qui sont insérées dans la partie supérieure des panneaux qui, à leur tour, sont insérés dans le panneau au-dessus au moyen d'une cornière en acier. Lors de l'enlèvement d'un panneau, on a noté que ces chevilles ne sont pas assujétiées aux panneaux, mais qu'il y a des écarts négligeables dans les ouvertures à rainures, ce qui produit un ajustement serré. Les cornières en acier qui sont coulées dans les rebords des dalles ne sont pas continues et il n'y en a qu'aux points de raccordement.

En consultant les dessins d'atelier originaux de 1979 et suite à l'examen des panneaux qui ont été enlevés, l'emplacement des points de levage originaux des panneaux n'est encore pas précis. On a observé des pièces rapportées en acier avec noyaux filetés (voir la figure 8) au centre des plaques de gravité qui semblent en fait être des connecteurs pour des pièces d'ancrage de levage à vis; cependant, en tenant compte du poids des panneaux, ces pièces semblent insuffisantes comme seul point de levage.

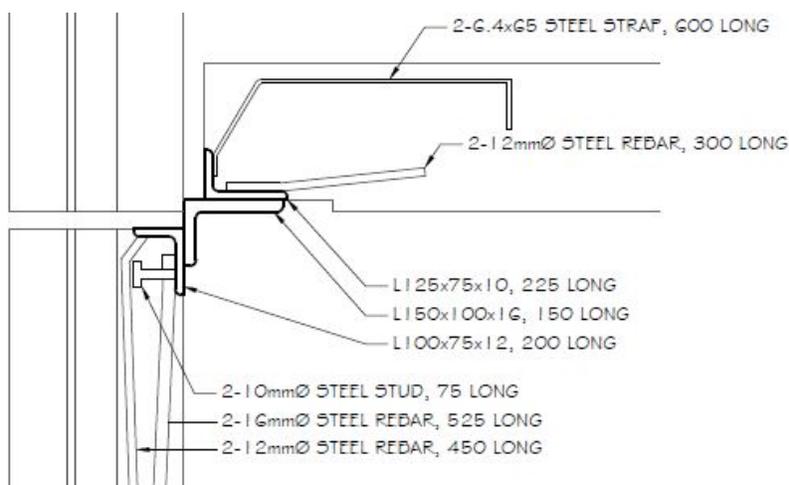


Fig. 7 – Détail du raccordement par gravité suspendu à la partie supérieure de la dalle au-dessus. Détail tiré du rapport d'étude intitulé *Panel Anchor Investigation Report* (RMA et Cooke, 2011)



Fig. 8 – Manchon fileté observé sur la plaque de raccordement par gravité au centre.

Le rapport sismique préparé par Dessau (2011) étudie en profondeur les capacités existantes des raccordements des panneaux et des supports connexes. Les résultats de nature générale du rapport indiquent que les raccordements des panneaux sont appropriés par rapport à leurs capacités de charge latérales et la gravité. Cependant, lors d'un phénomène sismique, le rapport signale que tous les raccordements ne sont pas en mesure de résister aux charges sismiques imposées. Ainsi, une option qui impliquerait la conservation, en tout ou en partie, du système préfabriqué existant, exigerait la réfection de tous les raccordements.



Fig. 9 – À gauche, un raccordement par gravité d'un panneau à fenêtre double, suspendu à la partie supérieure de la dalle au-dessus. À droite, un raccordement latéral d'un panneau à fenêtre double. Les résidus de couleur blanche autour des pièces d'ancrage proviennent de l'ignifugation contenant de l'amiante qui a été enlevé. Photographies tirées du rapport d'étude intitulé Panel Anchor Investigation Report (RMA et Cooke, 2011).

3.1.2.4. PARAPETS

Les dessins originaux indiquent que les panneaux des parapets ne sont pas raccordés comme le sont les panneaux des fenêtres. Le panneau est supporté par le dessous et il repose sur des cales en acier qui sont supportées par le raccordement par gravité du panneau en dessous. La stabilité latérale est réalisée grâce à des raccordements à chevilles types qui sont insérés dans le panneau en dessous et avec des raccordements latéraux supplémentaires sur le dessus de la rainure d'étanchéiement en béton sur le périmètre de la toiture. Les dessins d'architecture originaux indiquent que les panneaux des parapets s'étendent habituellement sur toute la largeur de la baie de la structure (environ 25 pieds).

3.1.2.5. PANNEAUX DE GUIDAGE

Il y a un autre panneau préfabriqué au point de transition entre l'ouvrage de brique type des niveaux inférieurs et les panneaux à fenêtre préfabriqués au-dessus. Selon les indications sur les dessins d'architecture originaux, ces panneaux s'étendent entre les colonnes portantes et ils servent de point de fixation pour le soffite et le vitrage au rez-de-chaussée. Puisque ces panneaux peuvent être sujets aux mêmes problèmes de détérioration et de construction types, ils sont compris dans la portée des travaux pour l'enlèvement des panneaux.

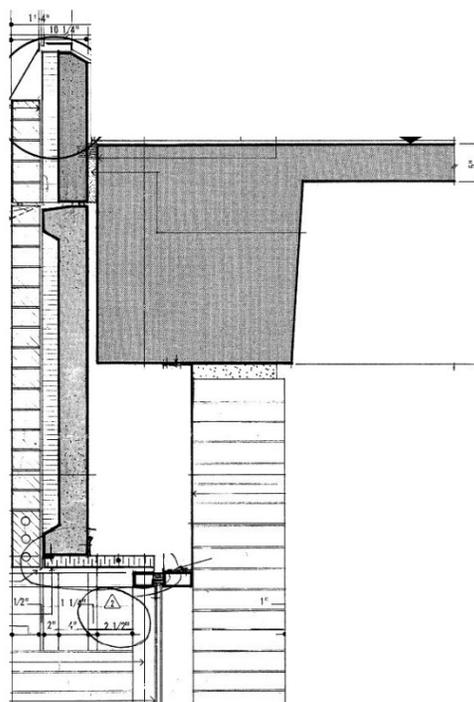


Fig. 10 – Coupe illustrant la construction du panneau de guidage pour le vitrage au rez-de-chaussée.
Renseignement tiré des dessins d'architecture originaux (Arcop, 1977).

3.1.2.6. FENÊTRES

La documentation existante indique que les bâtis de fenêtres sont coulés directement dans les panneaux en béton préfabriqués – renseignements confirmés par l'étude relative à l'enlèvement des panneaux. Le solin en aluminium intérieur est amovible. Le produit de calfeutrage des fenêtres existant est reconnu comme renfermant de l'amiante et exigera l'adoption de méthodes de travail appropriées.



Fig. 11 – Le produit de calfeutrage des fenêtres dans l'ensemble du complexe est reconnu comme renfermant de l'amiante.

3.1.2.7. MÉCANIQUE, ÉLECTRICITÉ ET COMMUNICATIONS

On prévoit qu'il faudra protéger (et même peut-être enlever temporairement et remettre en état) les systèmes du bâtiment qui seront touchés par le remplacement de l'enveloppe dans le périmètre de la zone de travail, y compris les installations techniques qui sont dans le plafond suspendu existant et la retombée à cloisons sèches sur le périmètre.

En général, les murs extérieurs sont exempts d'installations techniques, sauf pour les exceptions suivantes qui sont connues :

- Les locaux des installations mécaniques qui sont situés sur le périmètre du bâtiment comportent des conduits, des installations de communications et des conduits de CVCA qui sont assujettis sur l'extérieur du bâtiment (15^e étage du 25, rue Eddy et 11^e étage du 15, rue 15 Eddy);
- Les endroits où les louvres, les admissions et les évacuations traversent à l'extérieur;
- Les endroits où les installations techniques (comme les prises de courant) sont placées sur l'extérieur du bâtiment;
- Les endroits dans l'ensemble du 1, promenade du Portage, qui présentent des conditions intérieures sur le périmètre différentes de celles des autres bâtiments, y compris le matériel de télécommunication spécialisé et les installations des services d'alimentation.

De plus, il peut y avoir des conduits électriques encastrés dans les dalles de plancher. Avant de procéder au forage ou au découpage des dalles, il faut donc vérifier s'il y a des conduits.



Fig. 12 – Un local des installations mécaniques au 15^e étage du 25, rue Eddy, y compris les infrastructures d'électricité et de communications sur le mur en béton extérieur préfabriqué.



Fig. 13 – Intérieur d'un bureau type avec plafond et cloisons sèches enlevés. Les conduits d'air sont près du mur extérieur, mais ils n'y sont pas assujettis.



Fig. 14 – Cavité murale entre les louveres extérieures et l'appareil de traitement d'air. Le grillage à mailles suspendu sert à capter les débris et peut être une indication que les louveres ne sont pas assez grands. Pour la nouvelle façade, on devrait considérer augmenter les dimensions des louveres.

3.1.2.8. CONTRAINTES CONCERNANT LES SYSTÈMES MÉCANIQUES

Puissance de refroidissement

Le système de refroidissement mécanique existant fonctionne apparemment à sa puissance maximale au cours des conditions de refroidissement de pointe (ce renseignement devrait d'abord être confirmé par un rapport d'évaluation de la puissance). Ce phénomène a limité la possibilité d'améliorer la majorité des plaques de plancher du bâtiment en fonction des normes d'aménagement relatives à l'initiative Milieu de travail 2.0 puisqu'il faudrait procéder à des travaux de réfection majeurs du système de refroidissement. L'adoption des normes d'aménagement relatives à l'initiative Milieu de travail 2.0 signifierait une augmentation de l'occupation d'environ 6400 à 9000 personnes.

La solution de la réhabilitation de l'enveloppe devrait viser à réduire l'ensemble de la charge de refroidissement.

Idéalement, la nouvelle enveloppe devrait réduire la charge de refroidissement d'au moins la charge à laquelle le système de refroidissement sera soumis une fois le bâtiment rénové au complet, selon les normes d'aménagement relatives à l'initiative Milieu de travail 2.0.

Puissance de chauffage

La puissance du système de chauffage mécanique existant devrait être confirmée par un rapport d'évaluation de la puissance. On présume que le système de chauffage périphérique existant fonctionne sans problème (système aérien à air pulsé).

La solution de la réhabilitation de l'enveloppe ne devrait pas créer une charge de chauffage plus élevée que celle de l'enveloppe existante afin de pouvoir conserver le système de chauffage périphérique existant.

Idéalement, la nouvelle enveloppe permettrait de réduire considérablement la consommation d'énergie pour le chauffage du complexe. Pour atteindre le but visé, les normes et codes applicables en matière d'énergie seront respectés.

3.1.2.9. ÉVACUATION DE LA FUMÉE

Certaines aires de plancher sont aménagées avec un système passif d'évacuation de la fumée contrôlé par l'utilisateur. Le système est composé de fenêtres mobiles que peuvent ouvrir les responsables du fonctionnement de l'immeuble ou le service d'incendie pour faciliter l'évacuation de la fumée.

NOTE : Des études devront être réalisées pour établir si les ouvertures pour l'évacuation de la fumée sont raccordées aux systèmes d'alarme et de sécurité de personne existants.

Il faudra effectuer une analyse du code pour la nouvelle enveloppe du bâtiment afin d'établir les exigences relatives à la stratégie d'évacuation de la fumée, le cas échéant.

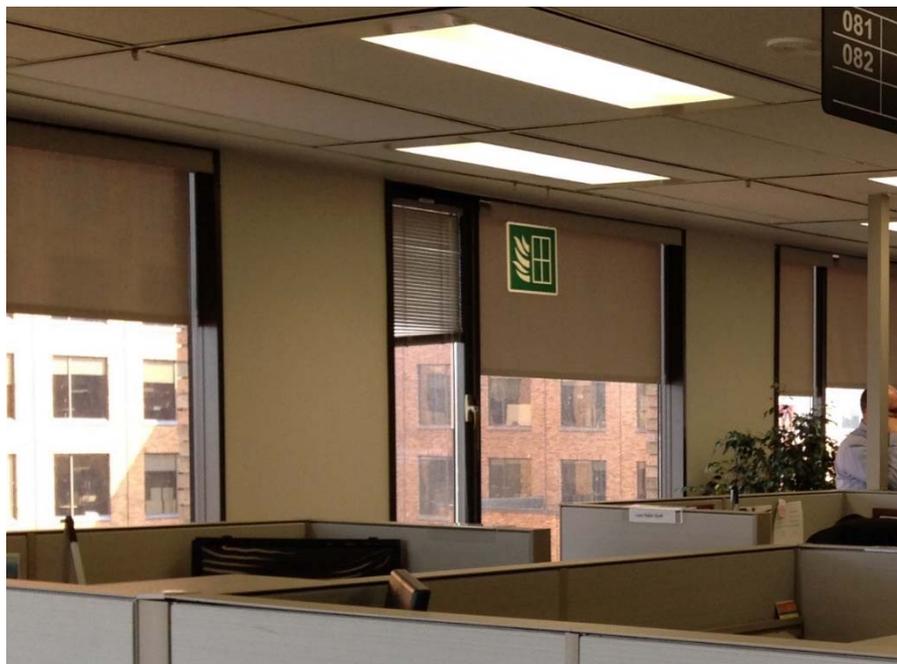


Fig. 15 – Ouverture pour évacuation de la fumée à manoeuvre manuelle, y compris signalisation.

3.2. CODES ET NORMES

3.2.1. CODES ET NORMES

Afin de présenter des options de conception schématique qui sont conformes aux critères établis pour le projet, on a respecté plusieurs codes et normes. Les normes et les codes suivants ont été utilisés pour produire la phase de la conception schématique :

- Le Code national du bâtiment du Canada, 2015
- Les normes de rendement nationales pour les immeubles à bureaux, SPAC, 2016
- Le Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada 2011
- Les lois fédérales applicables, y compris la politique en matière de protection sismique.

Bien que les exigences suivantes ne soient pas obligatoires pour les projets fédéraux, elles ont néanmoins été prises en compte :

- Le Code national du bâtiment du Canada modifié – Québec, 2010
- La Loi sur l'économie de l'énergie dans le bâtiment – Québec, 2016

3.3. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES OPTIONS

GRC s'est fondé sur les conditions de base établies par Smith Carter (*Feasibility and Options Analysis*, 2013) et a mis à jour les options en fonction de quatre (4) modes de construction différents et des exigences de mises en œuvre connexes.

Au fur et à mesure de la progression des travaux, il est devenu évident que toutes les options réalisables changeront l'aspect esthétique du complexe de façon appréciable – à cause du changement global de matériaux formant la façade en maçonnerie de briques existante. On peut alors considérer l'intégration de murs offrant une meilleure performance et une plus grande variété d'options liées à l'aspect esthétique. Le Comité consultatif de l'urbanisme, du design et de l'immobilier (CCUDI) a qualifié le changement esthétique de changement souhaitable et approprié. Le fait de conserver la continuité de l'aspect esthétique du complexe (parement de brique) ne représente pas une contrainte du projet.

Chaque option a été évaluée en fonction des facteurs suivants :

1. La mise en œuvre de la réduction des risques;
2. L'établissement du calendrier de réduction des risques;
3. Le rendement et le potentiel de l'enveloppe;
4. Les répercussions sur les locataires;
5. Le coût (le présent rapport utilise des estimations de classe C, pour un parement uniforme à panneaux en métal, le cas échéant).

NOTE : Se reporter à l'appendice B pour le tableau comparatif.

3.4. OPTION 1 – CONSERVATION DES PANNEAUX ARRIÈRE PRÉFABRIQUÉS

Cette option comprend les travaux suivants :

- Enlèvement du placage de briques, de l'isolant, des barres d'armature et des ailettes en acier, panneau par panneau;
- Enlèvement et remplacement des fenêtres coulées en place existantes;
- Enlèvement et remplacement des fenêtres en baie du mur-rideau du coin;
- Installation d'un nouveau parement extérieur isolé;
- Réfection de tous les raccordements de panneaux existants pour répondre aux exigences lors d'un phénomène sismique;
- Démolition intérieure et mesures correctives, selon les exigences.

Risques de mise en œuvre

L'enlèvement du placage de briques, panneau par panneau, et des autres éléments connexes, ainsi que l'installation du parement de remplacement feront l'objet de travaux de longue durée

impliquant la participation de plusieurs corps de métier sur place. Le burinage, l'enlèvement et le remplacement des fenêtres intensifieront les risques prévus.

Pour procéder à la réfection du raccordement sismique des panneaux, il faudra démolir et remplacer les revêtements de finition et les plafonds à l'intérieur ainsi qu'utiliser du matériel de soudage dans les espaces occupés. Comme il a été souligné dans le rapport sismique préparé par Dessau (Tome 2, Vol. 1 – Section 5.5), la réfection sismique prendrait à elle seule environ 2 ½ ans, avec un coût d'environ 13 000 \$ par panneau.

Cette option exigerait un espace de travail important destiné aux ouvrages construits sur le chantier et pour le contrôle des déchets. En raison du site restreint, l'entrepreneur pourrait devoir prendre les dispositions nécessaires pour obtenir de l'espace supplémentaire à proximité.

Les travaux à l'extérieur devraient être coordonnés avec la circulation piétonnière existante à l'extérieur et les itinéraires d'intervention – la tâche étant compliquée par la durée des travaux à l'extérieur et le nombre de corps de métier sur place et la coordination de leurs travaux.

Un des avantages importants de cette option est le fait de ne pas avoir à soulever les panneaux existants de la façade de l'immeuble – ce qui élimine une des activités comportant le plus de risques et qui doit être exécutée dans toutes les autres options.

Un autre avantage de cette option est la réduction globale des déchets, en raison de la conservation des panneaux préfabriqués.

Cette option représente donc un risque moyen par rapport à la mise en œuvre et à la construction.

Note : *neutre*

Risque pour le calendrier

Cette option exige un long procédé à forte main-d'œuvre causé par des travaux de démolition compliqués, la réfection des panneaux et la construction sur place des nouvelles composantes de la façade. De plus, il risque fort d'y avoir des délais attribuables aux conditions météorologiques, aux plaintes formulées par les occupants et aux espaces de travail.

Cette option représente un risque élevé de retard au calendrier.

Note : *mauvaise*

Possibilité de performance de l'enveloppe

Cette option permet de procéder à l'amélioration de l'isolation thermique, en fonction des murs extérieurs qui sont proposés. Cependant, les murs extérieurs seront limités par la nécessité de réduire le poids du système pour permettre de conserver les panneaux arrière en béton. On présume que la performance thermique pourrait être légèrement améliorée. De plus, dans cette option, les ouvertures existantes et la configuration des fenêtres dans l'ensemble du complexe seraient conservées, ce qui limiterait les choix de conception et la variabilité, rendant encore plus difficile de satisfaire la vision de conception du client pour le complexe.

Note : *neutre*

Répercussions pour les locataires

Puisque cette option n'exige pas l'enlèvement complet de l'enveloppe du bâtiment, elle pourrait signifier que le besoin de déplacer les locataires est moindre et qu'il y aurait de longues perturbations à l'intérieur des espaces occupés par les locataires. Cependant, la présence d'amiante dans la pâte à joint des cloisons sèches et les fenêtres représente un risque important d'exposition lorsque le scénario permet aux occupants de demeurer sur place au cours des travaux de construction.

Du point de vue de l'insonorisation, les locataires seraient exposés à du bruit continu causé par les travaux de réfection sismique des panneaux, l'enlèvement du placage de briques, le découpage et le meulage des pièces composantes en acier, le remplacement des fenêtres et par la suite l'installation du nouveau système extérieur. Les perturbations physiques et acoustiques continues sont considérées comme un risque et un désavantage importants et elles créeront un milieu de travail désagréable pour une longue période.

Note : *mauvaise*

Sommaire :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des déchets mis en décharge en raison de la conservation des panneaux arrière préfabriqués. • Aucun soulèvement des panneaux nécessaire pour les enlever du bâtiment. 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque très élevé de nuire au calendrier en raison des travaux d'enlèvement de la brique, de la réfection sismique des panneaux et du mode de construction de la façade extérieure (construction par mauvais temps en hiver). • Perturbations physiques/acoustiques prolongées pour les locataires. • Travaux exécutés l'hiver sur la façade extérieure du bâtiment. • Nécessité d'avoir des espaces de travail de grandes dimensions. • Risque d'exposition à des substances dangereuses.

La combinaison des aspects négatifs forme un scénario à risque élevé qui, même dans le meilleur des cas, entraînerait des perturbations du milieu de travail pour plusieurs années.

3.5. OPTION 2 – REMPLISSAGE DE LA DALLE (MUR DE FOND À OSSATURE D'ACIER)

Cette option comprend les travaux suivants :

- Installation d'un mur de protection /étanche aux intempéries à l'intérieur;
- Démolition intérieure et mesures correctives, selon les exigences;
- Enlèvement des panneaux préfabriqués et des fenêtres en baie du mur-rideau existants;
- Installation d'un mur de fond à ossature d'acier technique entre les dalles;
- Installation d'un parement et d'un isolant extérieur posés sur place.

Risques de mise en œuvre

Cette option exigera l'enlèvement au complet des panneaux préfabriqués en béton, soit en une seule pièce ou en plusieurs morceaux. La hauteur des tours et le poids des panneaux représentent un défi logistique et technique complexe pour cet aspect des travaux (caractéristique commune avec les options 2, 3 et 4).

Cette option nécessitera le montage de murs de palissade intérieurs isolés afin de refermer l'édifice tout en laissant le moins d'espace possible sur le périmètre de l'édifice pour l'exécution des travaux. On prévoit avoir besoin d'un périmètre de 3 m (10 pieds) au moins.

Cette option exigerait un espace de travail important pour les pièces composantes construites sur place et le contrôle des déchets. En raison du site restreint, l'entrepreneur pourrait devoir prendre les dispositions nécessaires pour obtenir de l'espace supplémentaire à proximité.

Les travaux à l'extérieur devraient être coordonnés avec la circulation piétonnière existante à l'extérieur et les itinéraires d'intervention – la tâche étant compliquée par la durée des travaux à l'extérieur et le nombre de corps de métier sur place et la coordination de leurs travaux.

Cette option représente un risque de haut niveau lié à la quantité de matériaux, au nombre de travailleurs et au matériel qui se retrouvent dans un espace très restreint.

Note : *mauvaise*

Risque pour le calendrier

Le calendrier globale dépend d'une main-d'œuvre bien coordonnée et nombreuse. De toutes les options, celle-ci est celle qui demande le plus de main-d'œuvre et elle comprend les risques liés au soulèvement des panneaux existants et également le désavantage que peut apporter une approche où la construction se fait sur le chantier. En outre, la plupart du montage (revêtement, pare-air/vapeur, isolant rigide et parement) doit se faire à partir de l'extérieur au moyen d'échafaudages volants ou ordinaires.

Cette option a l'avantage d'être plus flexible et tolérante pour faire face aux conditions imprévues de construction. Le fait que le système soit construit sur le chantier et la technique de construction bien connue pourraient entraîner moins de retard en raison de divergences entre les dimensions réelles et mesurées du site.

Néanmoins, les travaux d'enlèvement des panneaux combinés à un volume élevé de travailleurs et de matériaux sur place représentent un risque élevé pour le calendrier en raison des problèmes de coordination.

Note : *mauvaise*

Performance de l'enveloppe

La performance thermique globale de l'enveloppe dépend du montage du mur de fond choisi, du fenestrage intégré et du parement extérieur. Dans ce cas, le rendement énergétique de l'enveloppe peut-être fonction de l'assemblage, des produits prescrits et de la qualité de la mise en place. En s'appuyant sur des approches de conception infinies, le présent système sera en mesure de répondre aux exigences du code de l'énergie.

Cette option ne présente pas l'avantage de la surveillance du contrôle de la qualité qui est offerte avec un scénario dans une usine (éléments préfabriqués).

De plus, (comme il a été mentionné dans le rapport préparé par Smith Carter), il y a un danger de corrosion des pièces composantes en acier du système en raison de leur faible épaisseur. À moins que l'installation soit de qualité supérieure et que l'étanchéité contre l'infiltration d'eau soit parfaite tout au long du déroulement des travaux, la corrosion et la longévité de l'enveloppe sont discutables.

Note : *neutre*

Répercussions pour les locataires

Tout comme les options où il faut enlever au complet l'enveloppe du bâtiment, cette option exige le déplacement temporaire des locataires au cours des travaux de construction. La gestion du déménagement et la coordination des occupants constituent un risque fondamental pour le projet qui est commun à toutes les options qui nécessitent le déplacement des clients et l'obtention d'un local temporaire.

Cette option signifierait la perte de surface utile dans les espaces réservés aux locataires compris entre 150 et 300 mm sur le périmètre de l'immeuble, selon la conception du mur de fond; il s'agit d'une conséquence inévitable entraînée par la technique de construction.

Note : *mauvaise*

Sommaire :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Techniques de construction conventionnelles.• Utilisation réduite de grues.	<ul style="list-style-type: none">• Risque très élevé pour le calendrier parce que toutes les pièces composantes doivent être installées à partir de la façade de l'immeuble.• Perturbations physiques/acoustiques prolongées pour les locataires.• Travaux exécutés l'hiver sur la façade extérieure du bâtiment.• Nécessité d'avoir des espaces de travail de grandes dimensions• Exposition plus longue à l'intérieur de l'immeuble.• Perte de superficie utilisable.

Bien qu'il s'agisse d'un système conventionnel, le calendrier prolongé et les perturbations acoustiques, les périodes prolongées d'exposition pour les revêtements de finition et les installations techniques ainsi que le fait d'assurer tant bien que mal un contrôle de la qualité supérieur au cours de l'installation tendent à rendre cette option indésirable.

3.6. OPTION 3 – NOUVEAUX PANNEAUX PRÉFABRIQUÉS

Cette option comprend les travaux suivants :

- Installation d'une palissade intérieure et de dispositifs de protection;
- Démolition intérieure et mesures correctives, selon les exigences;
- Enlèvement des panneaux préfabriqués et des fenêtres en baie du mur-rideau existants;
- Installation de nouveaux panneaux muraux préfabriqués.

Risques de mise en œuvre

Tout comme les options 2 et 4, cette option exigera l'enlèvement au complet des panneaux en béton, soit en une seule pièce ou en plusieurs morceaux, à l'aide d'une grue. La hauteur des tours et le poids des panneaux représentent un défi logistique et technique pour cet aspect des travaux.

Cette stratégie diminue les besoins en matière d'espaces de travail puisque l'installation des panneaux préfabriqués serait coordonnée afin de réduire le plus possible l'entreposage sur le chantier (une approche selon la formule du juste à temps). Cette approche réduit les nombreux risques liés à la construction sur place et à la coordination, et a aussi l'avantage de nécessiter une main-d'œuvre moins nombreuse sur place. Le fait de monter les panneaux et de coordonner les travaux à l'extérieur du chantier, soit dans un environnement industriel où les

travaux peuvent se dérouler tout au long de l'année, est un avantage incontestable offert par cette approche.

Cette option nécessitera le montage de murs de palissade intérieurs isolés afin de refermer l'édifice tout en laissant le moins d'espace possible sur le périmètre de l'édifice pour l'exécution des travaux. On prévoit avoir besoin d'un périmètre de 3 m (10 pieds) au moins.

Note : *bonne*

Risque pour le calendrier

On prévoit que cette option réduira le temps d'installation sur place et les exigences techniques en comparaison à un système construit sur le chantier. La réduction de coordination sur place entre les différents corps de métier représente un véritable avantage puisque le site est occupé.

Les délais d'approvisionnement des pièces formant les panneaux et le montage constituent un risque pour le calendrier; un autre risque du genre peut provenir des divergences entre les conditions réelles et prévues du chantier. Bien qu'il s'agisse de facteurs de risque valides, ces phénomènes peuvent être atténués en surveillant la gestion du projet (processus de contrôle de la qualité et d'établissement du calendrier).

Note : *bonne*

Performance de l'enveloppe

Le rendement énergétique et thermique global de l'enveloppe est facile à atteindre grâce à la conception des panneaux préfabriqués; le milieu industriel permet de créer un système très performant et original grâce à une étroite surveillance du contrôle de la qualité.

Le processus de contrôle de la qualité en usine contribuera à la durabilité et à la durée de vie utile de l'enveloppe, permettant ainsi de créer un produit de qualité supérieure et plus fiable dans l'ensemble.

Note : *bonne*

Répercussions pour les locataires

Tout comme les autres options où il faut enlever au complet l'enveloppe du bâtiment, cette option exige le déplacement temporaire des locataires au cours des travaux de construction. La gestion du déménagement et la coordination des occupants constituent un risque fondamental pour le projet qui est commun à toutes les options qui nécessitent le déplacement des clients et l'obtention d'un local temporaire. Dans cette option, la durée du déplacement est plus courte comparativement à celle prévue à l'option 2. Le fait que les panneaux soient préfabriqués accélérera leur installation.

Cette option produit des niveaux de perturbations acoustiques favorables en comparaison aux options où la construction a lieu sur le chantier puisque la fabrication se déroule à l'extérieur du chantier et que le burinage et le découpage sur place sont grandement réduits.

Ce système reproduirait la construction extérieure des panneaux existants, ce qui ne diminuerait en rien la surface utile à l'intérieur.

Note : *bonne*

Sommaire

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des activités de coordination entre les différents corps de métier sur le chantier. • Milieu de fabrication où la température est contrôlée toute l'année. • Conditions favorables visant l'amélioration du confort thermique et pour l'utilisateur. • Bonne coordination du nouveau système modulaire avec l'enlèvement du système modulaire existant. • Réduction des périodes de construction sur place et de déplacement des occupants. 	<ul style="list-style-type: none"> • Préfabrication moins bien adaptée aux conditions sur place. • Nombreux défis posés par l'enlèvement des panneaux au complet. • Traitement de grandes quantités de déchets de construction hors du chantier.

Cette option atténue les risques en procédant à la fabrication hors du chantier des murs par panneaux. Cette option risque aussi de produire moins de retards attribuables aux conditions météorologiques et, dans l'ensemble, elle ne perturbe pas autant le chantier par la présence des corps de métier.

Cette option offre une très grande flexibilité en matière de conception, permet d'améliorer la performance de l'enveloppe et d'assurer un niveau élevé de contrôle de la qualité dans un milieu industriel.

3.6.1. CONCEPT DES PANNEAUX MURAUX POUR L'OPTION 3

Le concept des panneaux muraux vise à utiliser des matériaux livrables immédiatement et des techniques reconnues qui sont disponibles sur le marché nord-américain.

Le concept est fondé sur les critères suivants :

- Il doit satisfaire les exigences du code en matière de performance thermique et réduire le plus possible le pont thermique;
- Il devrait être construit à l'aide de produits aisément disponibles dont la durabilité et la qualité sont reconnus;
- Il doit être en mesure de s'adapter à divers systèmes de parement pour assurer une flexibilité en matière de conception;
- Il doit pouvoir être suspendu à l'extérieur du rebord de la dalle existante puisque la surface utile à l'intérieur ne doit pas être réduite.

La solution proposée utilise un mur de fond à ossature technique inséré dans un bâti en acier. Le revêtement et le système de drainage avec écran pare-pluie sont situés sur la surface extérieure et une épaisseur d'isolant rigide ou semi-rigide continu peut être posée soit sur l'intérieur ou l'extérieur pour réduire le plus possible le pont thermique.

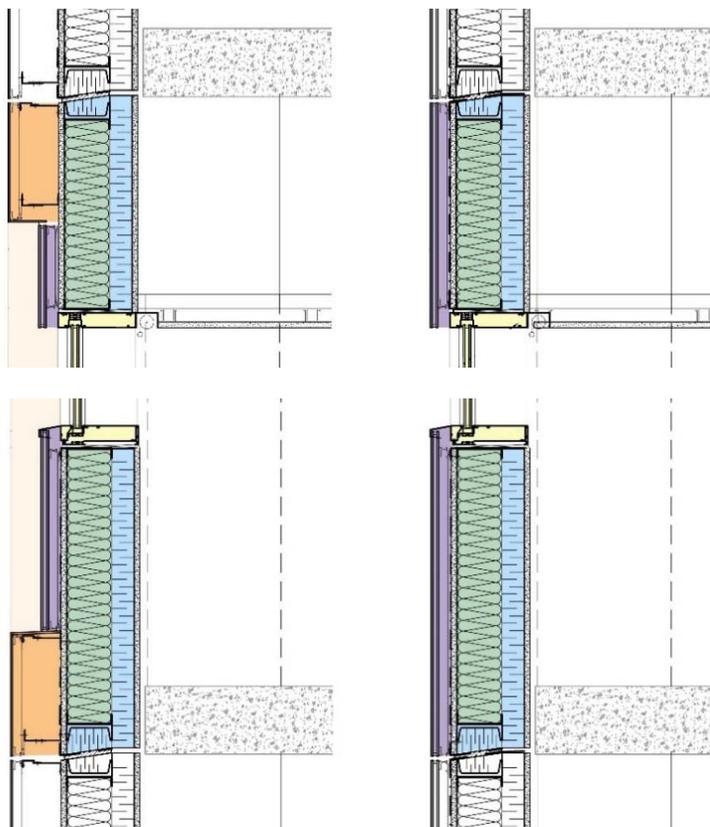


Fig. 16: Les deux profils de base du concept des panneaux muraux. À gauche, illustration d'un quadrillage avec ossature et à droite, l'option avec vitrage. La surface avec du verre est posée en retrait pour éviter le pont thermique dans le bâti de la fenêtre.

3.7. OPTION 4 – MUR-RIDEAU EN UNITÉS FONCTIONNELLES

Cette option comprend les travaux suivants :

- Démolition intérieure et mesures correctives, selon les exigences;
- Installation d'une palissade intérieure et de dispositifs de protection;
- Enlèvement des panneaux préfabriqués et des fenêtres en baie du mur-rideau existants;
- Installation d'une nouvelle enveloppe pour mur-rideau en unités fonctionnelles.

Risques de mise en œuvre

Dans cette option, les exigences en matière de mise en œuvre sont très semblables à celles de l'option 3. La principale différence réside dans le fait que le mur-rideau au complet provient d'un seul et même fabricant, ce qui permet d'uniformiser et de simplifier le mode d'installation

(méthode de construction type et bien connue). Les dimensions de chaque unité seraient aussi plus petites et les éléments plus légers, simplifiant ainsi l'installation.

Cette stratégie diminue les besoins en matière d'espaces de travail puisque la livraison et l'installation des panneaux préfabriqués pourraient être coordonnées afin de réduire le plus possible l'entreposage sur le chantier (une approche selon la formule du juste à temps). Cette approche réduit les nombreux risques liés à la construction sur place et à la coordination, et a aussi l'avantage de nécessiter une main-d'œuvre moins nombreuse sur place. Le fait de monter les panneaux et de coordonner les travaux à l'extérieur du chantier, soit dans un environnement industriel où les travaux peuvent se dérouler tout au long de l'année, est un avantage incontestable offert par cette approche.

Cette option nécessitera le montage de murs de palissade intérieurs isolés afin de refermer l'édifice tout en laissant le moins d'espace possible sur le périmètre de l'édifice pour l'exécution des travaux. On prévoit avoir besoin d'un périmètre de 3 m (10 pieds) au moins.

Note : *bonne*

Risque pour le calendrier

On prévoit que cette option réduira le temps d'installation sur place et les exigences techniques en comparaison à un système construit sur le chantier. La réduction de coordination sur place entre les différents corps de métier représente un véritable avantage puisque le site est occupé.

Les délais d'approvisionnement des pièces formant les panneaux et le montage constituent un risque pour le calendrier; un autre risque du genre peut provenir des divergences entre les conditions réelles et prévues du chantier. Bien qu'il s'agisse de facteurs de risque valides, ces phénomènes peuvent être atténués en surveillant la gestion du projet (processus de contrôle de la qualité et d'établissement du calendrier).

Note : *bonne*

Performance de l'enveloppe

Considérant que les murs-rideaux avec une performance haut de gamme (appendice C) ont été évalués individuellement en fonction de la conception de LTDLC, la performance thermique globale de l'immeuble est comparable à celle de l'option 3.

Note : *bonne*

Répercussions pour les locataires

Tout comme les autres options où il faut enlever au complet l'enveloppe du bâtiment, cette option exige le déplacement temporaire des locataires au cours des travaux de construction. La gestion du déménagement et la coordination des occupants constituent un risque fondamental pour le projet qui est commun à toutes les options qui nécessitent le déplacement des clients et l'obtention d'un local temporaire. Dans cette option, la durée du déplacement est plus courte comparativement à celle prévue à l'option 2. Le fait que les panneaux soient préfabriqués accélérera leur installation.

Cette option produit des niveaux de perturbations acoustiques favorables en comparaison aux options où la construction a lieu sur le chantier puisque la fabrication se déroule à l'extérieur du chantier et que le burinage et le découpage sur place sont grandement réduits.

Ce système reproduirait la construction extérieure des panneaux existants, ce qui ne diminuerait en rien la surface utile à l'intérieur.

Note : *bonne*

Sommaire

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des activités de coordination entre les différents corps de métier sur le chantier. • Réduction du risque en matière de délai d'approvisionnement parce que le système provient d'un seul et même fabricant • Bonne coordination du nouveau système modulaire avec l'enlèvement du système modulaire existant. • Diminution considérable du poids de la façade (avantage sismique). • Réduction des périodes de construction sur place. 	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux compliqués pour répondre aux exigences de la performance thermique. • Nombreux défis posés par l'enlèvement des panneaux au complet. • Traitement de grandes quantités de déchets de construction hors du chantier.

Cette option présente une solution qui respecte les limites du site et les exigences des locataires grâce à la fabrication des panneaux muraux à l'extérieur du chantier. Cette option risque aussi de produire moins de retards attribuables aux conditions météorologiques et, dans l'ensemble, elle ne perturbe pas autant le chantier par la présence des corps de métier.

Cependant, cette option devra être étudiée attentivement pour satisfaire des exigences comparables à celles de l'option 3 en matière de performance thermique et de rendement énergétique.

3.8. CONCLUSIONS

Les tableaux des analyses de risques tirés du rapport préparé par Smith Carter (2013) qui ont été étudiés soulignent les avantages d'une stratégie globale du remplacement des panneaux au complet, y compris de l'enlèvement des panneaux arrière existants en béton.

Les risques liés aux différences de coûts, au contrôle de la qualité, au contrôle de l'acquisition et au calendrier d'exécution favoriseraient le plus une stratégie comportant l'enlèvement complet des panneaux existants.

Afin d'atténuer davantage ces risques (y compris le calendrier du projet et le contrôle de la qualité) et de travailler à l'intérieur d'un chantier très restreint, les approches de construction privilégiées sont celles liées à une stratégie générale où la préfabrication des panneaux muraux et/ou des murs-rideaux aurait lieu à l'extérieur du chantier. Ces approches permettent d'avoir recours à plusieurs solutions pour le parement (panneaux en aluminium, ouvrages en terre-cuite, etc.), ce qui contribuera à augmenter la flexibilité en matière de conception et à mieux répondre aux défis techniques et esthétiques du projet.

L'option 1 n'est pas considérée comme l'approche de construction préférable en raison de plusieurs facteurs, mais principalement à cause de son incapacité d'atténuer les risques de mise en œuvre et de son long calendrier de construction.

L'option 2 n'est pas considérée comme l'approche de construction préférable en raison de son long calendrier d'exécution et des perturbations acoustiques ainsi que des périodes prolongées d'exposition pour les revêtements de finition et les installations techniques.

L'option 3 offre une gamme d'avantages pour l'atténuation des risques et elle est l'option la plus polyvalente pour les variantes de conception ainsi que pour la rapidité d'exécution des travaux.

L'option 4 offre des avantages semblables à ceux de l'option 3 pour ce qui est de la fabrication à l'extérieur du chantier, de l'établissement du calendrier et des coûts. Cependant, cette option procure moins de flexibilité en matière de conception et requiert une conception minutieuse concernant la performance thermique.

En tenant compte de tous ces facteurs, les options 3 et 4, utilisées seules ou combinées, sont des approches qui sont privilégiées. Elles offrent la combinaison la plus complète de mécanismes d'atténuation de risques et elles sont plus aptes à répondre aux exigences et aux contraintes du projet.

4. CONCEPTION SCHÉMATIQUE

4.1. CADRE DU PROJET

Ce projet présente l'occasion de réinventer un élément majeur du tissu urbain dans le contexte de la capitale nationale. Le complexe des Terrasses de la Chaudière est un point de repère à grande visibilité qui héberge une portion importante de la fonction publique canadienne. Il est crucial que la phase de réfection de l'enveloppe du bâtiment soit pleinement comprise dans le contexte d'une intervention plus vaste et que l'on tire pleinement profit de toutes les occasions de coordination avec les phases futures prévues.

4.1.1. VISION DE PROJET DE SPAC

Élaborée par SPAC, la vision pour l'ensemble du projet de réfection du complexe est la suivante :

Les Terrasses de la Chaudière : Bâtir un pont entre les gens, les lieux et les collectivités

La vision de ce projet saisit l'importance d'intégrer les différentes « échelles » de la conception (identité nationale, contexte local, échelle de l'édifice et échelle humaine) et d'aménager les lieux en tenant compte des besoins des intervenants, des collectivités et des utilisateurs associés au complexe :

- C'est un point de repère à grande visibilité dans un paysage d'importance nationale;
- Il a le potentiel d'être un symbole représentatif d'une fonction publique moderne;
- C'est un élément important du tissu urbain dont la conception aura un impact sur les collectivités adjacentes;
- C'est un lieu de travail qui affecte la vie quotidienne de plus de 6400 personnes;
- Il se trouve dans un secteur de la ville qui subit une densification rapide et change la nature du secteur d'une manière importante (autres projets d'aménagement adjacents).

4.1.2. ÉNONCÉ DE MISSION DE SPAC

Élaboré par SPAC, l'énoncé de mission pour l'ensemble du projet de réfection du complexe est le suivant :

Aller de l'avant afin d'adopter une approche holistique face au site + une conception de l'édifice qui reflète la valeur d'une identité canadienne en évolution et d'une fonction publique moderne.

4.1.3. PROGRESSION DE LA CONCEPTION SCHÉMATIQUE

Au commencement des services de GRC, le BEEP avait récemment réalisé l'évaluation des édifices, soit le 26 mars 2015, et avait presque désigné le complexe LTDLC en tant qu'édifice reconnu. La Direction de la conservation du patrimoine (DCP) a participé aux discussions de conception initiales tout en respectant les Lignes directrices sur la conservation architecturale publiées en juin 2011.

Les premiers principes de conception étudiés incluaient notamment :

- Un langage architectural unifié dans l'ensemble du complexe
- L'architecture des fenêtres, afin de miser sur la grille existante d'ouvertures
- Le subtil accent actuel sur la verticalité devrait être conservé
- Les technologies et les matériaux des revêtements contemporains
- Des couleurs plus claires pour accroître la lumière dans la cour intérieure et au niveau de la rue
- Conserver l'apparence du ratio fenêtrage-mur
- Vitrage entièrement transparent au niveau de la rue
- Compatibilité du nouveau revêtement avec la base de brique et le hall commercial si elle est conservée.

Dans le cadre de l'examen de la conception schématique, et avec la rétroaction de SPAC et des membres du CCUDI de la CCN, il a été décidé de ne pas appliquer les Lignes directrices sur la conservation architecturale et de veiller à ce que la conception reflète les principes suivants :

4.1.4. PRINCIPES DE CONCEPTION DE HAUT NIVEAU DE SPAC

Les cinq principes de conception suivants ont été développés par SPAC afin de créer des critères de référence pour la qualité et le plan d'aménagement qui seront appliqués à la présente phase ainsi qu'aux phases subséquentes du projet.

Principe 1

Rehausser l'expérience piétonnière:

- Où les gens ont la priorité;
- L'échelle humaine est la première priorité pour toutes les solutions de conception du site.

Principe 2

Contribuer à la vitalité économique des secteurs suivants :

- Région de la capitale nationale en général;
- Ville de Gatineau;
- Quartiers avoisinants;
- Paysages de rue avoisinants.

Principe 3

Appuyer la viabilité économique par la durabilité :

- Des systèmes efficaces qui réduisent la consommation d'énergie;
- La sélection de matériaux de grande qualité qui ont une longue durabilité;
- L'inclusion de lieux de travail flexibles afin d'appuyer Objectif 2020 et Milieu de travail 2.0;
- Une conception qui met à contribution les conditions climatiques naturelles dans la mesure du possible.

Principe 4

Créer un milieu de travail excitant qui est :

- Sain;
- Coopératif;
- Attire la prochaine génération de fonctionnaires afin d'appuyer Objectif 2020;
- Appuie les directives de renouvellement de la fonction publique conformément à Milieu de travail 2.0.

Principe 5

Faire la promotion de l'excellence pour une conception qui est :

- Innovatrice;
- Excitante;
- Pertinente sur le plan culturel;
- Avant-gardiste;
- Flexible et adaptative pour le cycle de vie futur des Terrasses de la Chaudière.

4.2. CRITÈRES DE LA CONCEPTION SCHÉMATIQUE

4.2.1. STRATÉGIES DE CONCEPTION DURABLE

En raison de la nature du projet (la réfection majeure d'une enveloppe du bâtiment), il n'y a aucune exigence particulière à respecter (LEED, Living Building, etc.). Cependant, les stratégies durables se rapportant au choix du produit, à l'empreinte carbone, aux sources des matériaux, aux évaluations du berceau à la tombe ainsi qu'à l'utilisation de matériaux recyclables devraient être considérées.

Dans le contexte plus vaste de la durabilité, la santé mentale et physique des occupants, la vitalité économique de la collectivité, la réduction de la consommation d'énergie et les stratégies de gestion des déchets représentent tous des facteurs qui devraient être inclus dans la conception de la nouvelle enveloppe.

Malgré l'absence de cibles particulières, on s'attend néanmoins à ce que ce projet établisse une norme élevée pour l'inclusion d'une conception durable pour les futurs projets gouvernementaux.

4.2.2. ENVELOPPE DU BÂTIMENT EXISTANTE

Une analyse de l'assemblage de mur existant a permis de déterminer les données de référence du rendement de l'enveloppe d'édifice existante comme suit :

Mur opaque existant :

Description de la couche	Film intérieur + extérieur	Panneau de placoplâtre de 5/8 po	Mur de béton de 4 po d'épaisseur	Isolant rigide à angle de 2 po à 24 po entraxe pour supporter la brique.	Lame d'air de 1/2 po	Placage en brique de maçonnerie de 3,5 po	Valeur R totale	Coefficient K total (Btu/pi²F)
Valeur R de la couche	0,85	0,56	0,25	5,63	0,82	0,96	9,1	0,110

Fenestration verticale existante :

Assemblage de fenêtre existant	Vitrage seulement	VLT	Coefficient K de l'assemblage (Btu/ pi²F)	CARS
	Centre de la vitre U-0,47	0,47	0,61	0,51

Les panneaux de fenêtres préfabriqués existants (avec une certaine variation locale) présentent un ratio fenêtrage-mur type (RFM) de 43 %. Les RFM totaux approximatifs pour chaque bloc (incluant les angles des murs-rideaux et le rez-de-chaussée) sont les suivants :

- 10 Wellington (édifice nord) : **47 %**
- 1 Promenade du Portage (édifice central) : **53 %**
- 15-25 Eddy (édifice Jules Léger) : **46 %**

4.2.3. CRITÈRES DE CONCEPTION DE LA NOUVELLE ENVELOPPE

En général, la conception du mur extérieur devrait offrir un contrôle complet de la migration de la chaleur, de l'air et de l'humidité dans la paroi du bâtiment. La minimisation du risque de dommages aux matériaux de la paroi qui sont associés à l'humidité devrait être une considération prioritaire pour la conception du mur extérieur.

4.2.3.1. RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Les options combinées pour l'enveloppe qui ont été modélisées se classent dans deux catégories principales de systèmes de murs : panneau préfabriqué et mur-rideau. Le but consiste à faciliter la détermination du système de mur qui présente un coût global inférieur pendant son cycle de vie total.

Ces options combinées d'enveloppes illustrent le rendement énergétique d'une variété de scénarios possibles, non seulement en vue de choisir un système de mur, mais aussi pour faciliter la détermination d'un ratio fenêtrage-mur (RFM) approprié pour l'édifice dans son ensemble et chaque façade. Les deux catégories de systèmes de mur (panneau préfabriqué et mur-rideau) ont été modélisées dans des ensembles parallèles, avec les mêmes caractéristiques pour le type de vitre de fenestration et RFM par façade, afin que les deux systèmes puissent facilement être comparés pour une variété de choix de conceptions architecturales possibles.

Les options d'enveloppe modélisées incluent les variations d'isolation des parois, les caractéristiques de fenestration, le RFM sur les différentes façades et la protection solaire.

Après un classement de l'impact potentiel sur les coûts énergétiques annuels, les options sont énumérées comme suit dans un ordre allant de priorité élevée à faible :

1. Coefficient de gain d'énergie solaire par la fenestration
2. Ratio fenêtrage-mur total et sur chaque façade
3. Transmission thermique de la fenestration, incluant la configuration du cadre
4. Isolation de la paroi
5. Protection solaire

Afin d'obtenir les économies énergétiques annuelles les plus élevées, la conception pourrait se composer d'une construction de panneaux préfabriqués avec une fenestration à triple vitrage qui possède les caractéristiques suivantes :

1. Fenestration avec un coefficient K de l'assemblage de $\leq 0,20 \text{ Btu}/(\text{h}\cdot\text{F}\cdot\text{pi}^2)$, CARS $\leq 0,30$;
2. Un RFM ne dépassant pas le maximum de 36,3 % du Code. Un RFM inférieur sur les façades sud et ouest, plutôt que sur les façades nord et est, se traduirait par des économies sur le coût de l'énergie;
3. La valeur minimale du coefficient K du mur dans le Code est de $\leq 0,044 \text{ Btu}/(\text{h}\cdot\text{F}\cdot\text{pi}^2)$

4.2.3.2. RÉPONSE À L'ORIENTATION SOLAIRE

La réponse à l'orientation solaire offre des occasions additionnelles de contrôler le gain solaire et d'utiliser la lumière naturelle.

Si le contrôle solaire externe est envisagé, le consultant principal devra considérer et démontrer comment la neige et la glace affecteraient les dispositifs de protection solaire orientés à

l'horizontal, particulièrement dans les zones où la présence de piétons au sol pourrait créer des risques de sécurité associés à la chute de la neige et de la glace compactées.

On pourrait avoir recours à d'autres solutions relativement à la technologie de vitrage et des zones d'ouverture afin d'aborder les caractéristiques saisonnières et quotidiennes des différentes façades :

- Les façades nord et est offrent la possibilité d'installer du verre hautement transparent (VLT de 70 % ou plus) afin de profiter de la lumière diffuse naturelle, d'une faible quantité d'éblouissement et de la lumière solaire directe durant les heures de travail;
- Réduire le pourcentage des surfaces en verre sur les façades sud et ouest;
- Les façades sud et ouest pourraient inclure un vitrage CARS inférieur et/ou un revêtement de céramique pour minimiser le gain de chaleur solaire;
- La façade ouest pourrait inclure des éléments de pare-soleil verticaux à l'extérieur.

4.2.3.3. RATIO FENÊTRAGE-MUR (RFM)

Conformément au CNEB et au *Code national de l'énergie pour les bâtiments*, la nouvelle enveloppe devrait avoir une zone de vision, à l'exclusion du vitrage du podium du rez-de-chaussée, qui représentera environ 36 % de la superficie totale de la façade.

4.2.3.4. ENTRETIEN

La conception de la nouvelle enveloppe devrait inclure des mécanismes d'attache servant à l'utilisation d'équipement d'échafaudage volant pour les besoins de l'entretien et du nettoyage (la façade existante comporte des crochets dissimulés pour l'attache de l'échafaudage volant). L'utilisation d'un vitrage autonettoyant et de couches hydrophobes est aussi encouragée afin de minimiser l'entretien régulier.

NOTA : Le consultant principal éventuel devra effectuer la liaison avec le responsable du fonctionnement des immeubles (BGIS) afin de vérifier les exigences d'entretien.

4.2.3.5. TECHNOLOGIES APPLICABLES

En examinant les exigences du projet pour la durabilité, les coûts du cycle de vie et la performance de l'enveloppe, l'équipe du consultant a déterminé que certains matériaux et technologies d'enveloppe ne répondront probablement pas aux exigences du projet en matière de durabilité et de performance.

Les systèmes de revêtement qui ont été déterminés viables pour ce projet incluent notamment :

- Les systèmes de pare-pluie à pression stabilisée;
- Les systèmes de pare-pluie ventilés à l'arrière;
- Les murs-rideaux unis (sous réserve des exigences de performance thermique);

Les matériaux qui ont été déterminés viables pour ce projet incluent notamment :

- Carreaux de terra-cotta;
- Carreaux de céramique;
- Systèmes de panneaux en métal (métal solide seulement, pas de composites);
- Placage de pierre;
- Panneaux de vitre;
- Verre de tympan;
- Produits spécialisés de verre, de pierre et de métal.

Les systèmes de revêtement qui ont été déterminés non viables pour ce projet incluent notamment :

- Systèmes de façade scellés;
- Systèmes de rideau de verre;
- Tout système dont les ponts thermiques ont une superficie supérieure à 5 %;
- Systèmes de panneaux structurels isolés;
- Panneaux de béton préfabriqués (en raison des préoccupations par rapport au poids pour le rendement sismique).

Les matériaux qui ont été déterminés non viables pour ce projet incluent notamment :

- Système de panneaux de placage en composite de métal;
- Système EIFS;
- Bois;
- Panneaux de fibre cimentaires.

4.3. BUTS ET CRITÈRES POUR LE CONFORT DES UTILISATEURS

4.3.1. SOMMAIRE DES NORMES

La création d'un environnement thermique confortable est critique pour tous les projets, car c'est un élément clé de la productivité et du bien-être des occupants. Des programmes et des normes comme LEED, la norme WELL, Green Globes, EN-15251 et la norme ISO 7730 traitent tous du confort thermique comme d'un élément clé pour la construction d'édifices à haut rendement.

Ce projet devrait examiner les normes ci-dessus pour une orientation relative à la création d'espaces confortables, mais, en bout de ligne, le projet devrait s'avérer conforme à la norme *ASHRAE Standard 55-2013: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

4.3.2. CONDITIONS DE CONCEPTION

La norme ASHRAE 55 précise une combinaison de facteurs personnels et environnementaux qui, une fois réunis, déterminent à quel moment un espace sera jugé confortable sur le plan thermique. Ces facteurs incluent notamment :

- Facteurs personnels
 - Taux métabolique : L'énergie produite par le corps humain
 - Isolation fournie par les vêtements : La quantité d'isolation thermique que porte une personne
- Facteurs environnementaux
 - Température de l'air : Température de l'air entourant l'occupant
 - Humidité relative : Pourcentage de vapeur d'eau dans l'air
 - Température radiante : La moyenne pondérée de toutes les températures sur les surfaces entourant un occupant
 - Vitesse de l'air : Débit du mouvement de l'air

Il faudra démontrer que la réfection de l'enveloppe satisfait au seuil de confort de 80 % de la norme ASHRAE 55 en utilisant les facteurs personnels les plus appropriés contenus dans le tableau 5.2.1.2 de la norme ASHRAE 55-2013 pour chaque espace. Un exemple de facteurs personnels qui seraient appropriés pour au moins certains espaces contenus dans la portée du projet incluent notamment :

- Un taux métabolique de 1,1 est utilisé pour représenter un occupant qui est assis et tape sur un clavier;
- Une valeur d'isolation des vêtements de 1,0 est utilisée pour représenter des vêtements d'hiver d'intérieur habituels;
- Une valeur d'isolation des vêtements de 0,61 est utilisée pour représenter un occupant portant un pantalon et une chemise à manches longues.

Pour chaque type de groupe d'occupants, le soumissionnaire devrait déterminer le taux métabolique approprié et la valeur d'isolation des vêtements associée à leurs activités et à leur tenue vestimentaire. L'utilisation des taux métaboliques moyens pour représenter des occupants ayant des activités différentes n'est pas privilégiée.

4.3.3. STRATÉGIES DE CONCEPTION ET DE SUPERVISION

Stratégies préalables à la construction

- Sondage avant la réfection

Au début du développement de la conception, un sondage préalable à la réfection doit être mis au point et distribué aux occupants des édifices existants. Les résultats de ce sondage devront être analysés afin d'identifier l'emplacement ou les raisons des problèmes de confort thermique et d'aider à orienter le soumissionnaire à trouver des solutions d'enveloppes qui pourraient être mises en œuvre pour aborder ces problèmes.
- Établissement des paramètres minimaux de l'enveloppe pour l'atteinte du confort

Les valeurs d'isolation des vêtements et les taux métaboliques appropriés de chaque

type d'occupant devront être associés à la température, à l'humidité, à la vitesse de l'air et aux températures radiantes moyennes afin d'établir les limites de confort pour chaque type d'espace.

- Réglages de confort dans différents types d'espaces
Durant cette étape, il sera important d'identifier et de clairement définir les espaces qui exigeront différents réglages de confort thermique. Par exemple, les divisions incluront probablement : le type d'occupation (c.-à-d., les espaces régulièrement occupés, les espaces transitionnels et les espaces d'entreposage non occupés); et les différentes zones d'efforts des occupants (c.-à-d., les zones où se déroulent des activités sédentaires et les zones où il se produit de l'exercice physique).
- La nouvelle enveloppe doit procurer le confort avec les systèmes de CVCA existants et futurs
Étant donné que la phase de la réfection de l'enveloppe de ce projet ne permet pas de modifier le CVCA existant, il est important que la nouvelle enveloppe n'introduise pas des conditions qui ne pourront pas être satisfaites à l'aide du système existant.

À ce titre, les variables de confort connues d'ASHRAE 55 (p. ex., isolation des vêtements, taux métabolique) doivent être utilisées en combinaison avec des variables dérivées (p. ex., température de l'air et température radiante) afin de promouvoir le choix de solutions d'enveloppes qui sont capables de maintenir des conditions confortables pour au moins 80 % des occupants (qui seront déterminées par la méthode du Vote moyen prévisible de la norme ASHRAE 55-2013) avec les systèmes existants de CVCA en place.

- Aperçu du plan d'éducation et d'information
Les moyens par lesquels les occupants et les gestionnaires du fonctionnement de l'immeuble seront informés à propos de l'utilisation de leurs contrôles environnementaux doivent aussi être définis à cette étape. Un aperçu écrit doit être fourni et être accompagné d'un plan pour la finalisation et la dissémination de ces renseignements.

Analyse de la conception finale

- Démontrer la conformité à la norme ASHRAE 55-2013
La conformité à la norme ASHRAE 55-2013 à l'aide de la méthode du Vote moyen prévisible (PMV) doit être démontrée pour chaque local. Les locaux ayant des propriétés semblables (p. ex., même bloc thermique, même système mécanique, même orientation, éléments d'enveloppe semblables, types d'occupation et ratios fenêtrage-mur) peuvent être regroupés si cela est jugé approprié.
- Température radiante moyenne
Les températures opératives et radiantes moyennes devront être calculées conformément aux directives décrites dans la l'Appendice normative A de la norme ASHRAE 55-2013. Tous les calculs requis pour les besoins du confort thermique devront se baser sur la méthodologie de calcul acceptée utilisée par les autorités reconnues à l'échelle internationale (p. ex., ASHRAE, ISO, EN).
- Outils d'analyse acceptables
Des outils comme l'outil de confort thermique CBE (instantané d'écran ci-dessous)

peuvent être utiles pour minimiser les efforts de temps dans la mise au point de tableaux psychométriques de conformité. La documentation finale du confort thermique doit aussi inclure toutes les exigences applicables énumérées à la Section 6.1.1 de la norme ASHRAE 55-2013.

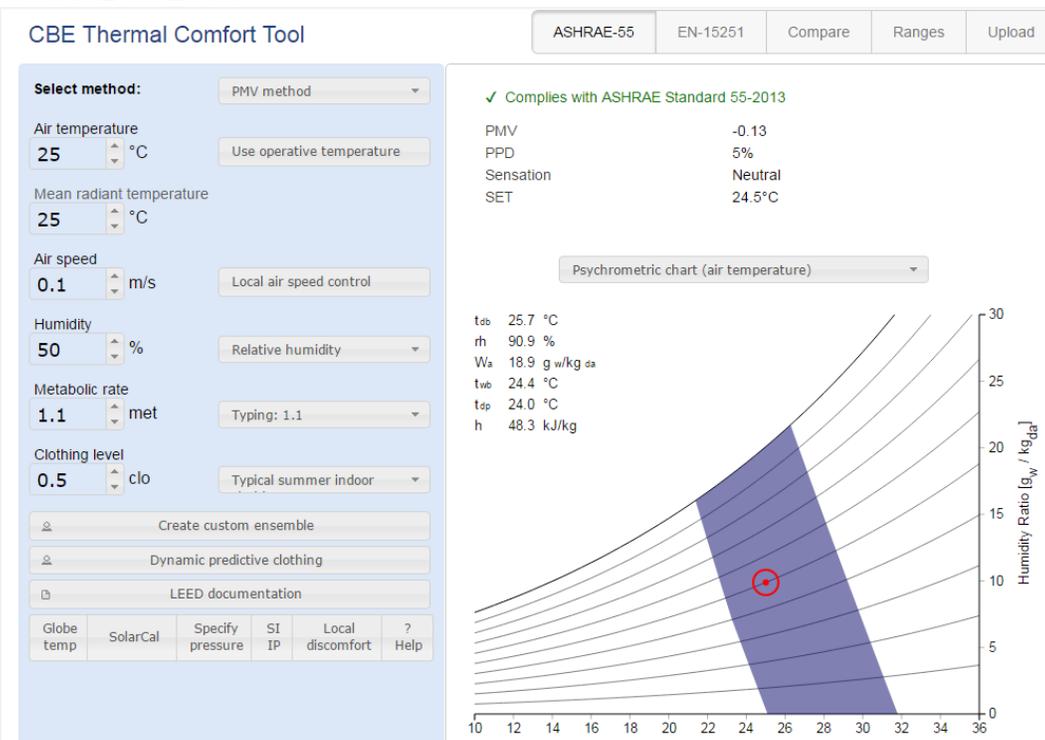


Fig. 17 – Un exemple d'instantané d'écran d'une analyse CBE réalisée à l'aide de l'outil en ligne gratuit au : <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>

Activités de mise en service et de vérification

- Sondages sur le confort après la construction**
Des sondages sur le confort après la construction devront être conçus et distribués. Ces sondages devront répondre aux critères minimums suivants : atteindre un taux de réponse d'au moins 30 %; provenir d'un échantillon qui est représentatif du projet (p. ex., différentes activités, différents étages, périmètre / endroits centraux, différentes orientations dans les zones du périmètre); et respecter les exigences et lignes directives de la Section 7.1 de la norme ASHRAE 55-2013.

Ces sondages devront être distribués et analysés à des intervalles de quatre mois durant la première année d'occupation afin d'aider à identifier les enjeux qui sont saisonniers.

Si plus de 20 % des répondants signalent des conditions inconfortables dans l'un des sondages, un plan de mesures correctives devra être préparé.

4.3.4. VENTILATION NATURELLE

La ventilation naturelle est un moyen d'acheminer de l'air dans un espace afin d'obtenir les niveaux souhaités de qualité de l'air intérieur et est souvent utilisée en combinaison avec d'autres mesures pour contrôler la température de l'espace et le confort thermique. La pression du vent (les effets régis par la vitesse et la direction du vent en combinaison avec la géométrie de l'édifice et les formes et dimensions des édifices avoisinants) et la pression d'équilibre hydrostatique (le débit qui est produit par les différences de températures entre l'air à l'intérieur et à l'extérieur de l'édifice) sont les deux piliers de la ventilation naturelle.

Même si une conception de ventilation naturelle ne fonctionnera pas avec la même précision qu'un système mécanique, elle comporte plusieurs avantages, notamment :

- Un sentiment de contrôle des conditions dans l'espace par les occupants grâce à l'utilisation d'éléments pouvant être actionnés;
- Un lien avec l'extérieur pour les occupants, qui se traduit par un élargissement de l'écart de confort thermique acceptable;
- Une réduction de l'utilisation d'énergie lorsque la ventilation naturelle remplace un système mécanique.

Même si bon nombre de facteurs sont favorables à une ventilation naturelle, la pressurisation de l'édifice sera soigneusement étudiée et la conception tiendra compte de ce facteur, particulièrement pour les blocs en hauteur du 10 Wellington et du 15/25 Eddy.

Exigences de la conception pour une ventilation naturelle

Même si la norme ASHRAE 55 comporte des exigences spéciales pour les espaces naturellement climatisés, l'une des stipulations est qu'aucun système de refroidissement mécanique ne sera installé (Section 5.4.1(a)). Vu que la réfection de l'enveloppe ne comporte pas d'ajustements au système mécanique, ces exigences spéciales ne seront pas applicables. À ce titre, toute solution de ventilation naturelle proposée devra démontrer la conformité en vertu des deux normes : la norme ASHRAE 55-2013 en utilisant la méthode du Vote moyen prévisible et les exigences relatives à la ventilation stipulées dans la norme ASHRAE 62.1-2013.

En plus de ce qui est stipulé précédemment, les considérations suivantes devront être abordées :

- Effet de cheminée
Cette question de l'édifice intégral affecte la façon dont l'air se déplace dans l'édifice par des courettes et d'autres voies reliées à la verticale. La force motrice de l'effet de cheminée est la poussée causée par les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur. C'est la même force de poussée qui est aussi utilisée pour produire une ventilation naturelle. Cependant, si la force de poussée s'étend à toute la hauteur ou à une partie de la hauteur du bâtiment (par des cheminées ou autres conduits verticaux), alors certains espaces pourront ne pas recevoir de l'air de ventilation provenant de l'extérieur, mais pourront plutôt recevoir de l'air vicié provenant d'autres parties du bâtiment. L'effet de cheminée peut aussi causer des problèmes de fonctionnement ou un sifflement des cages d'ascenseur (dans certaines conditions extérieures). Toute conception de la ventilation naturelle doit tenir compte de l'effet de cheminée, démontrer une ventilation adéquate pour tous les espaces et prouver qu'il n'y aura pas de sifflement ni de problèmes de

fonctionnement des portes.

- Pressurisation de l'édifice
Tout système de ventilation naturelle proposé doit fonctionner avec la pressurisation des édifices et ne doit pas aller à son encontre.
- Évacuation du feu et de la fumée
Tout système de ventilation naturel doit satisfaire aux exigences de contrôle de la fumée et du feu.
- Bruit
Les systèmes de ventilation naturelle fournissent des voies additionnelles pour le bruit et les vibrations. La conception doit démontrer que ces voies n'auront pas un effet néfaste pour les occupants

4.3.5. TECHNOLOGIES APPLICABLES

Des directives concernant les technologies et les stratégies qui pourront être utilisées pour atteindre le confort thermique sont brièvement présentées dans cette section. En général, les solutions et les technologies innovatrices seront envisagées favorablement par le propriétaire.

- Contrôle solaire externe
En raison du climat local, l'utilisation de dispositifs pare-soleil à l'horizontal doit être soigneusement considérée et il faut démontrer qu'ils ne permettront pas l'accumulation de neige ou de glace ou qu'ils ne présenteront pas un danger pour les piétons ou les biens situés au niveau du sol.
- Contrôle solaire intérieur
Toutes les solutions intérieures (p. ex., étagères de couleur pâle, stores à enroulement, stores vénitiens, rideaux, écrans d'obscurcissement, stores à l'intérieur du vitrage) devront être entièrement évaluées. Les divers matériaux et finis de pare-soleil, lorsqu'ils sont jumelés à la transmission visible de la lumière du vitrage, devront être optimisés afin de contrôler le gain de chaleur et d'atténuer l'éblouissement, tout en permettant une pénétration de la lumière du jour et une vue sur l'extérieur.
- Éléments opaques de l'enveloppe
La performance des systèmes d'enveloppe opaque utilisés pour ce projet joueront clairement un rôle crucial pour l'atteinte des exigences relatives au confort thermique. Des solutions innovatrices dépassant les exigences minimales présentées dans le présent document seront envisagées favorablement.
- Éléments de l'enveloppe transparents et translucides
Une optimisation adéquate des spécifications de vitrage basée sur l'orientation de la façade (p. ex., CARS inférieur sur les façades ouest et sud) est critique pour l'atteinte des objectifs relatifs au confort thermique.

Des solutions innovatrices au-delà des exigences de rendement minimales mentionnées dans le présent document seront envisagées favorablement. Les possibilités incluent notamment :

- Vitrage électrochimique : ces produits profitent des gains solaires en mode chauffage et réduisent les gains lorsqu'ils seront néfastes pour le confort thermique ou l'utilisation d'énergie (c.-à-d., en été). Parce que ces produits offrent des avantages distincts pour équilibrer le confort thermique du projet et atténuer l'éblouissement et qu'ils peuvent éliminer le besoin de stores et même contribuer à l'atteinte des objectifs d'économies énergétiques, ils devraient faire l'objet d'une évaluation approfondie.
 - Vitrage triple et quadruple : des couches de vitrage triples ou supérieures avec une couche à faible émissivité par espace et des remplissages de gaz à faible conductivité représentent la technologie de pointe actuelle pour les fenêtres à haut rendement. Même si ces produits comportent leurs inconvénients (p. ex., coûts, épaisseur, poids), les soumissionnaires devraient évaluer les avantages et les inconvénients des nouvelles technologies afin d'offrir une approche optimisée pour la réfection de l'édifice.
 - Motif de fritte : Les motifs de fritte sont non seulement conviviaux pour les oiseaux, mais ils peuvent aussi réduire les gains de chaleur par le rayonnement de grande longueur d'onde, particulièrement s'ils sont placés sur la surface intérieure du carreau extérieur d'une unité de verre isolant. Un motif de fritte peut aussi aider à contrôler l'éblouissement.
 - Vitrage translucide : des produits de vitrage translucides (p. ex., Okalux, Solera, Kalwall) offrent une performance thermique substantiellement supérieure et un CARS inférieur. Ces produits réussissent aussi à acheminer la lumière diffuse plus profondément dans les espaces tout en atténuant les problèmes potentiels causés par l'éblouissement. Vu que ces produits limitent la vue vers l'extérieur, ils ne sont pas idéals pour toutes les applications, mais ils devraient néanmoins être considérés pour certaines applications.
- Faible infiltration
La minimisation de l'infiltration de l'air sera de la plus grande importance pour cette réfection de l'enveloppe compte tenu de son effet considérable sur le confort thermique et la consommation d'énergie.
Pour ce projet, des taux cibles de l'infiltration maximale devraient être établis. On prévoit que ces taux se baseront sur les *Maximum Allowable Leakage Requirement* du *U.S. Army Corps of Engineers Air Leakage Test Protocol for Building Envelopes*, mai 2012, qui est de 0,25 cfm/pi²d'enveloppe à 0,3 po de courant venteux.
Durant la mise en service, des tests devraient être réalisés afin de vérifier que ces taux maximums de fuite n'ont pas été dépassés.
 - Effet de cheminée
Qu'une stratégie de ventilation naturelle soit utilisée ou non pour ce bâtiment, le soumissionnaire devra démontrer que les risques associés à l'effet de cheminée ont été adéquatement et entièrement abordés. Par exemple, les pertes d'infiltration ne devront pas être supérieures aux étages supérieurs et il ne devra pas y avoir de problèmes de sifflement ou de fonctionnement des portes.

4.4. ANALYSE DU SITE

4.4.1. CONTEXTE RÉGIONAL

Le site se trouve à une intersection unique entre un parc à l'ouest, des commerces traditionnels de la rue principale à l'est, un quartier résidentiel à faible densité et des projets d'aménagement futurs au nord ainsi qu'un développement à usage mixte prévu et un accès au bord de l'eau au sud.

Dans son état actuel, le site est une barrière urbaine qui décourage le mouvement à travers le site. Ce projet offre l'occasion de modifier la nature du complexe et de le transformer en un lien ainsi que d'améliorer l'accès pour la collectivité et les utilisateurs de l'édifice.

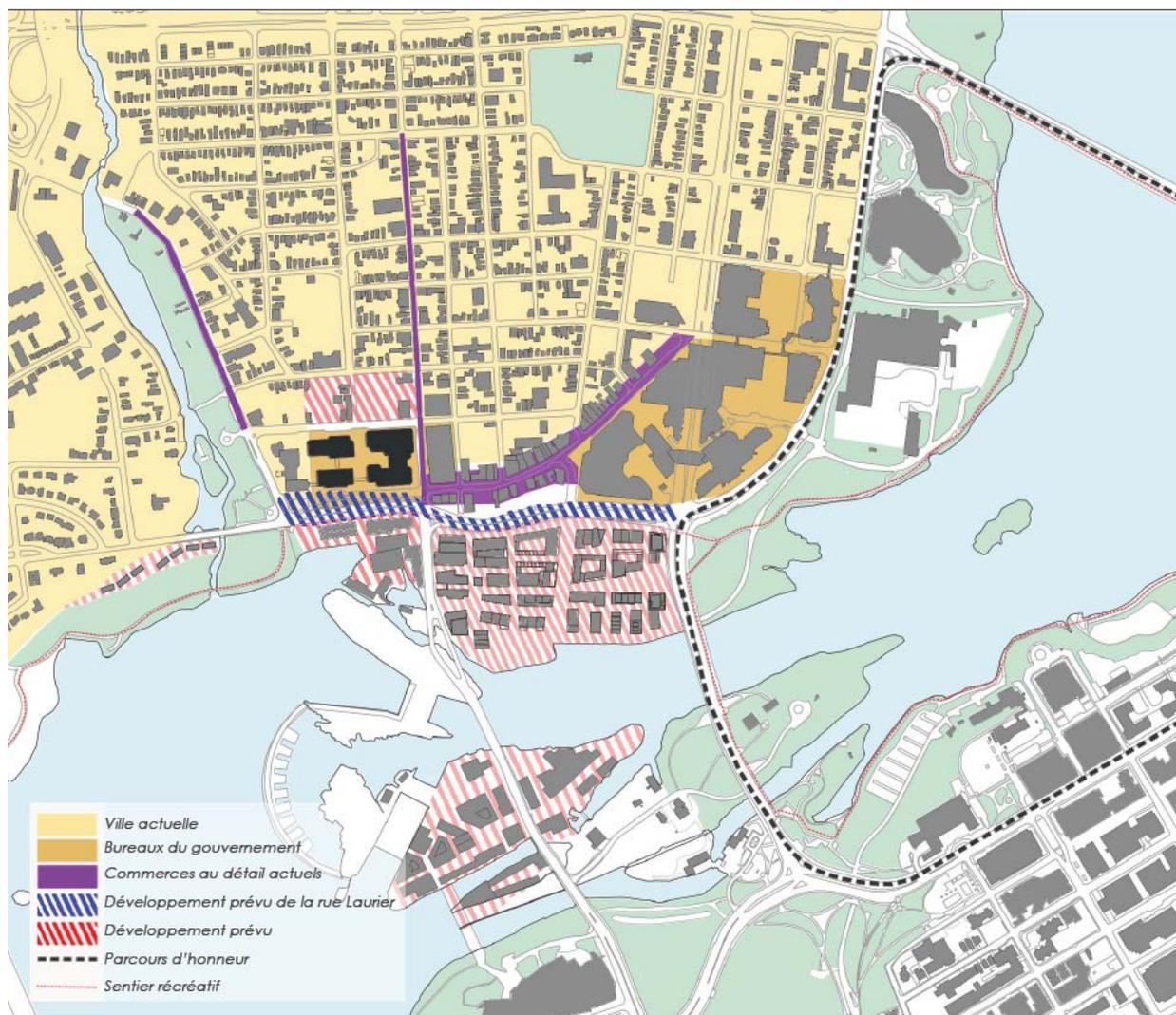


Fig. 18 : Illustration du contexte local existant.

De plus, la rue Laurier/boul. Alexandre Taché (au sud du complexe) font partie de la *Route d'approche panoramique de la capitale* officielle et sont un lien direct vers la route cérémonielle

du *boulevard de la Confédération*. Par conséquent, l'amélioration de l'aménagement urbain est fortement justifiée, particulièrement au sud du complexe.

Le complexe occupe une place prépondérante dans la silhouette urbaine, y compris un lien visuel avec la cité parlementaire. De plus, sa présence dans les diverses vues en rapport avec la route cérémonielle (*boulevard de la Confédération*) devrait être considérée.

Les panoramas de la silhouette illustrent le besoin de renforcer la primauté visuelle du Parlement, tout en fournissant aussi une esthétique rafraîchie et contemporaine pour le complexe. Une analyse des vues changeantes à partir des secteurs environnants ont permis de déterminer les faits suivants :

- Lorsqu'ils sont aperçus à partir de l'est du promontoire de la Cour suprême, les édifices environnants et le paysage bloquent la vue de la majeure partie du complexe;
- Les vues à partir de l'ouest offrent une silhouette pittoresque de la rivière avec le Parlement comme point d'intérêt central. (Nota : Cet état d'importance nationale pourrait être significativement modifié par l'aménagement Zibi prévu);
- Les vues de la silhouette à partir de l'ouest décrivent un centre-ville en trois secteurs distincts (fonction publique, cité parlementaire et quartier d'affaires et des finances).



Vue à partir du sentier TransCanada en contrebas de la Cour suprême



Vue à partir de l'île Bate (projet Zibi proposé indiqué en rouge)

Fig. 19 : Comparaison des vues sur le complexe à partir de l'est (en haut) et de l'ouest (en bas).

La vue à partir de l'ouest (illustrée ci-dessus) démontre l'échelle imposante du complexe dans la silhouette. À ce titre, l'objectif général consiste à redéfinir l'échelle du complexe par rapport à son milieu environnant afin de promouvoir la prépondérance visuelle du Parlement et d'autres institutions nationales.

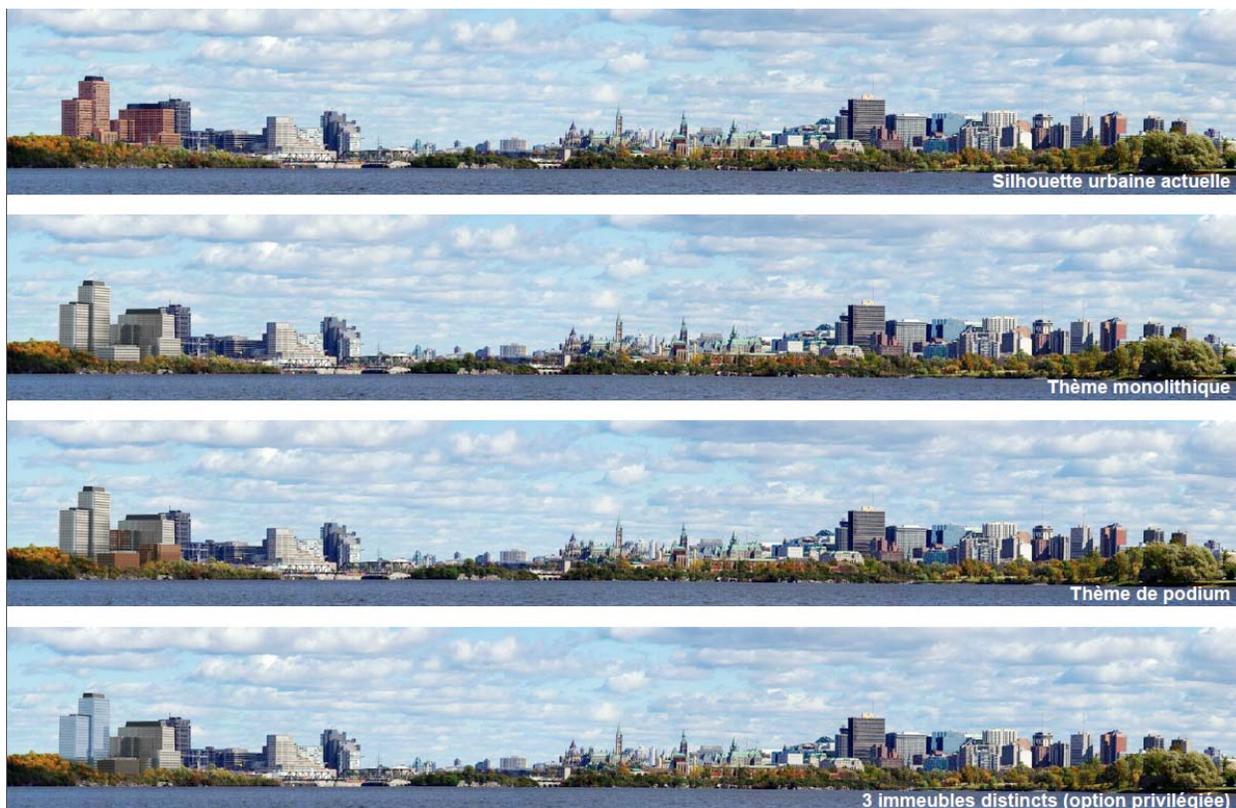


Fig. 20 : Illustrations des divers thèmes de volumétrie qui ont été considérés (vue de l'île Bate).

Une série d'études (les thèmes choisis sont illustrés ci-dessus) a été réalisée afin d'examiner les divers schémas de volumétrie et de matériaux. Le plan privilégié a exprimé le complexe comme une **famille de trois édifices distincts** et incluait un éclaircissement global de la couleur et l'inclusion de matériaux réfléchissants.

4.4.2. CONTEXTE LOCAL

Les zones extérieures du site se composent d'une combinaison de sentiers piétonniers, de changements de niveaux non accessibles, d'aménagements de béton, de zones véhiculaires et de trottoirs publics. L'accès actuel à la cour intérieure a été éliminé en raison des dangers associés à la façade existante. Les secteurs prépondérants au sud de l'édifice ont été cédés principalement à l'accès des véhicules et il existe une absence d'espaces d'agrément dans les zones extérieures.



Fig. 21 : Conditions existantes sur le site.

La propriété foncière comporte aussi des répercussions importantes pour la revitalisation du secteur. Dans de nombreuses instances, les trottoirs du périmètre ainsi que les zones au sud du complexe appartiennent à la Ville de Gatineau.

Par ailleurs, il est essentiel de comprendre les périodes de lumière solaire directe quotidiennes et saisonnières sur la façade pour la conception d'une enveloppe qui satisfera aux exigences techniques et aux enjeux de confort des utilisateurs.

Il y a une réponse claire pour l'orientation solaire de la conception et de la volumétrie originales du complexe : la volumétrie plus petite de l'édifice central permet efficacement à la lumière du soleil de pénétrer dans la cour centrale pendant les heures et les saisons où il y aura probablement des occupants. Les volumétries en hauteur ont généralement un accès excellent à la lumière naturelle et aux vues dans l'ensemble des édifices – une situation dont les utilisateurs de l'édifice n'ont pas profité pleinement en raison de l'aménagement intérieur existant des bureaux autour du périmètre.

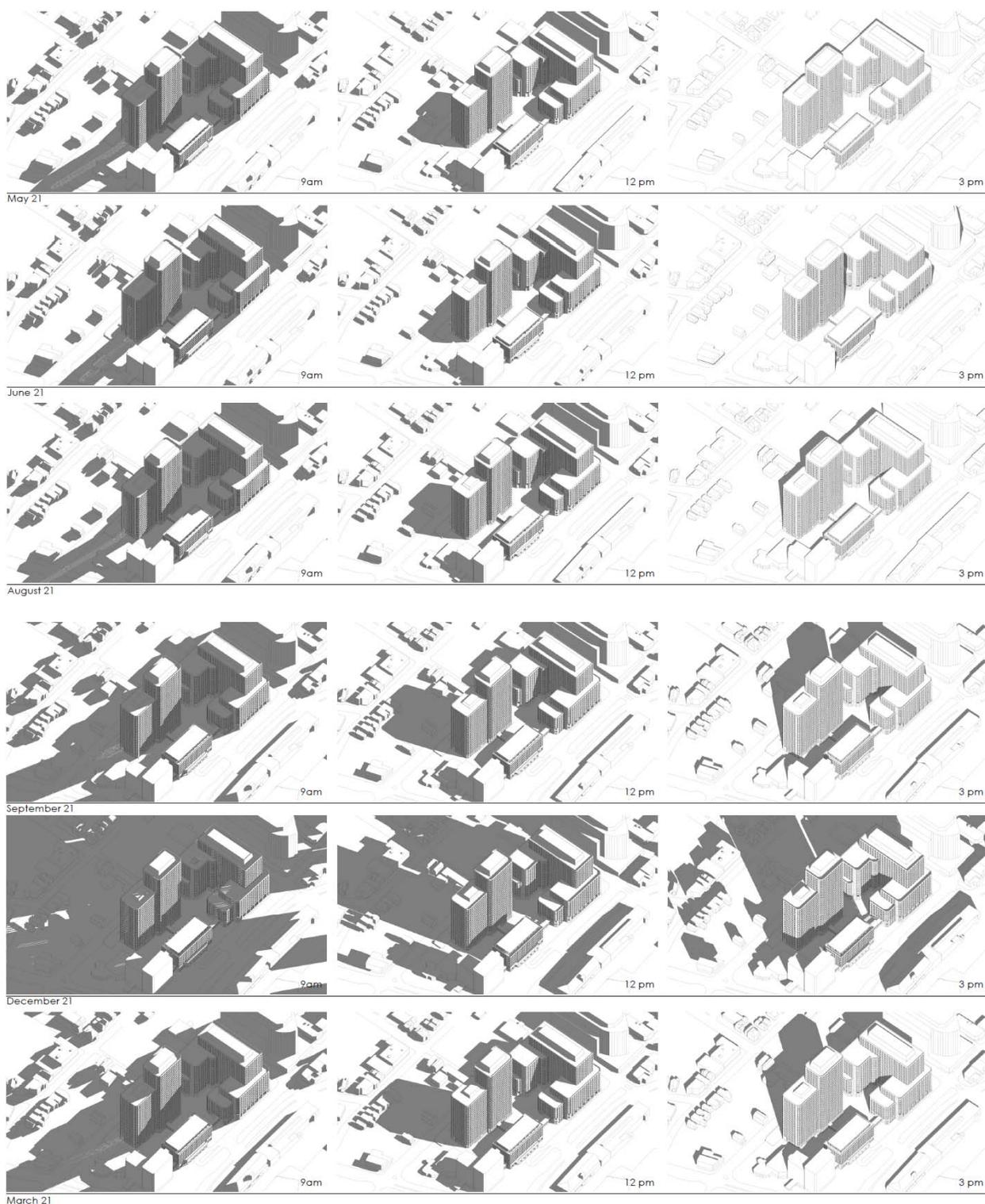


Fig. 22 : *Études de l'ombre quotidienne et saisonnière.*

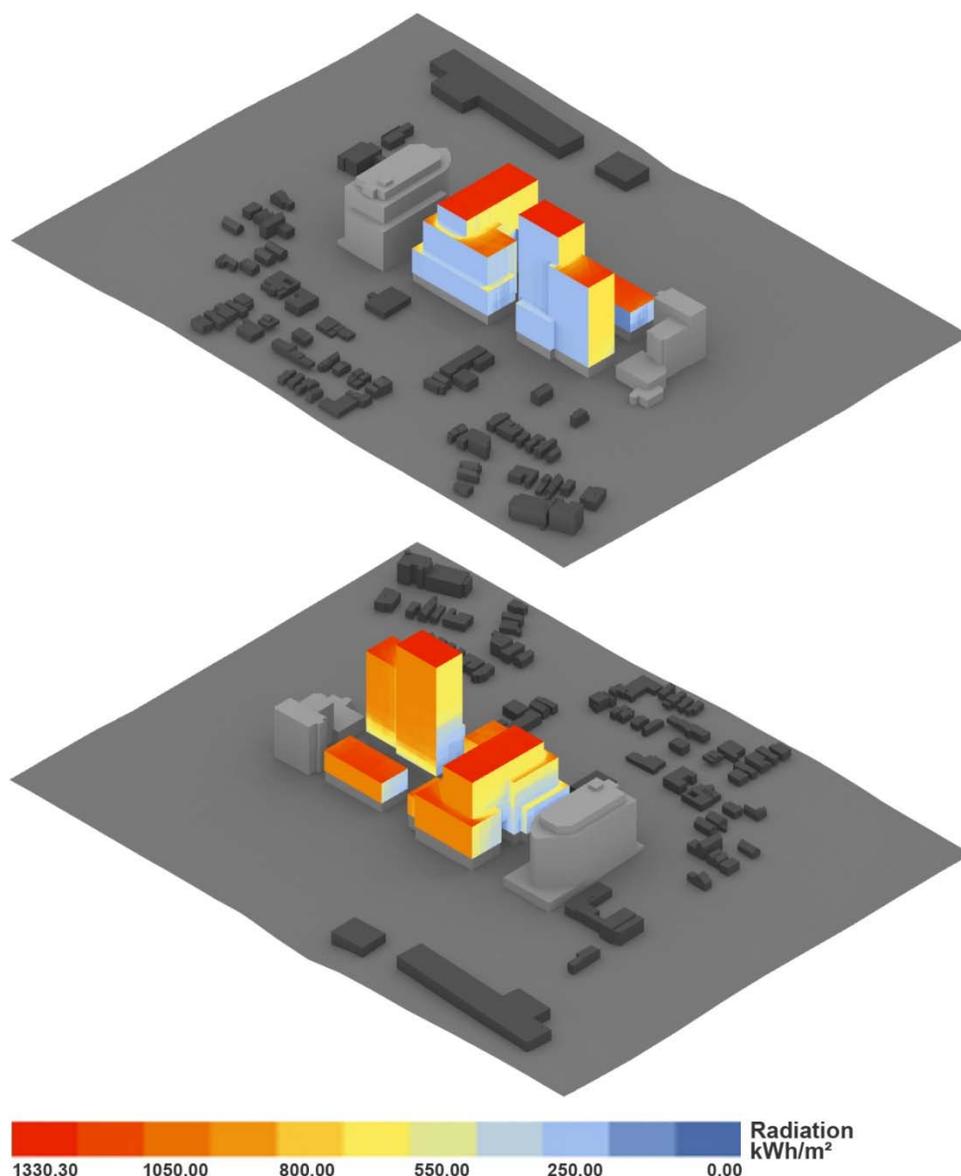


Fig. 23 : Le rayonnement solaire moyen cartographié sur la façade – un outil utile pour comprendre le gain solaire relatif sur la surface des façades. La vue à partir du nord-ouest se trouve au haut; la vue à partir du sud-est se trouve au bas.

Les études du rayonnement solaire ci-dessus offrent une illustration claire des surfaces des façades qui exigeront des niveaux supérieurs de contrôle du gain solaire ainsi que les zones où il pourra être acceptable d'aménager plus de verre transparent ou un plus grand nombre de superficies de vitrage. Pour aborder cette situation, on pourrait avoir recours à une stratégie de variation de la performance du verre sur la façade en réponse aux conditions solaires.

4.4.3. PAYSAGE DE RUE ET ÉCHELLE HUMAINE

Les périmètres du complexe au niveau du sol ont une relation abrupte et nette avec les trottoirs et les artères. Il y a aussi des zones où les étages intérieurs se situent plusieurs pieds au-dessus du niveau du sol extérieur. Les entrées ne sont pas accueillantes ni bien définies et le vitrage des fenêtres au niveau du sol est foncé et réfléchissant. Le complexe dégage une impression de forteresse défavorable le long de son périmètre. Les services commerciaux sont axés vers l'intérieur et l'absence de dispositifs de repérage renforce la nature insulaire du complexe. De plus, le complexe en général ne comporte pas de « porte principale » identifiable ou de point d'entrée clair pour les visiteurs.



Fig. 24 : Le périmètre de la promenade du Portage au sud du complexe. Malgré de grandes surfaces de vitrage au niveau du sol, le complexe demeure opaque et peu attirant.

Par rapport aux zones commerciales de la promenade du Portage à l'est, on observe une absence d'infrastructures conviviales pour les piétons (jardinières, bancs, passages piétonniers, trottoirs larges, etc.). On remarque une différence frappante entre les bordures de rue du complexe et les zones commerciales et résidentielles environnantes au niveau de la porosité (la quantité et la qualité des entrées et le lien visuel).

Même si les conditions existantes ne sont pas idéales, elles soulignent toutefois le potentiel de ce projet pour la mise en œuvre de changements positifs qui auront un impact sur un vaste éventail d'utilisateurs.



Fig. 25 : Regard vers l'ouest le long de la promenade du Portage. Les trottoirs généreux et le détail à l'échelle humaine sont tous deux des stratégies qui pourraient être poursuivies le long des périmètres sud et est du complexe.



Fig. 26 : Regard vers l'ouest le long de la rue Wellington. Les immeubles bas à gauche pourront être réaménagés dans l'avenir.

4.5. STRATÉGIES DE CONCEPTION

Avant le début de la conception schématique, quatre stratégies de conception ont été mises au point. Le but de ces conceptions consistait à identifier certaines « couches » fondamentales de la conception et de fixer ensuite des objectifs d'excellence en matière d'aménagement auxquels les options de conception devraient répondre. Ces stratégies sont présentées ci-dessous.

4.5.1. STRATÉGIE DU PAYSAGE CULTUREL

Dans le contexte du paysage culturel de la capitale nationale, le complexe est un point de repère à grande visibilité qui symbolise la fonction publique et sa relation avec la cité parlementaire sur la rive opposée de la rivière.

Afin de répondre à cette condition d'importance nationale, le complexe devrait présenter une conception contemporaine excitante qui incarne les concepts de transparence, de diversité, d'imputabilité et d'accessibilité.

Le but consiste à créer une famille distincte d'édifices qui présente l'image d'un employeur et d'un milieu de travail attrayants.

4.5.2. STRATÉGIE DE VOLUMÉTRIE

Dans sa forme actuelle, le complexe est une masse imposante et monolithique qui occupe une place importante dans la silhouette urbaine – particulièrement à partir de l'ouest et du sud. Ce projet présente l'occasion de repenser le rôle du complexe dans la silhouette, particulièrement sa relation visuelle avec la cité parlementaire. Afin de répondre à cette condition, la stratégie consiste à créer des façades qui seront plus claires et plus variées. L'approche privilégiée consiste à exprimer le complexe comme une famille de trois édifices distincts.

Le but consiste à réduire la volumétrie imposante du complexe et à redéfinir l'échelle des édifices d'une manière plus appropriée au contexte. La continuité du complexe devrait être maintenue à l'échelle des humains et de la rue, avec des entrées, des détails, de l'aménagement paysager, du vitrage et d'autres éléments conçus pour établir un lien entre les édifices.

4.5.3. STRATÉGIE POUR L'ESPACE EXTÉRIEUR

Les espaces extérieurs existants contiennent de vastes superficies de surface asphaltée (particulièrement au sud) ainsi que des sentiers et des terrains aménagés qui ne sont pas accessibles et se sont détériorés au fil du temps.

Le nouvel aménagement urbain devrait inclure des espèces verts invitants pour des rassemblements et une circulation qui relie les édifices à la collectivité et entre eux. De nouveaux programmes et services desservant les fonctionnaires et les quartiers avoisinants

devraient être introduits. On encourage aussi l'accent sur l'accessibilité, le repérage et la connectivité. De plus, il serait avantageux d'accroître la connectivité entre les espaces intérieurs et extérieurs et d'améliorer la transparence et le lien visuel au niveau du sol.

Le but consiste à créer des espaces extérieurs accessibles, fonctionnels et invitants.

4.5.4. STRATÉGIE POUR L'ESPACE INTÉRIEUR

Depuis de nombreuses années, le complexe a fait l'objet d'un taux élevé de plaintes des occupants à propos de la qualité de l'air et des fluctuations de température. L'aménagement actuel des bureaux comprend des bureaux autour du périmètre qui bloquent la lumière naturelle et la vue des utilisateurs installés dans les espaces de travail situés au centre.

Cette phase devrait profiter de toutes les occasions permettant de coordonner avec les phases futures afin de contribuer à un environnement de travail renouvelé de grande qualité pour les fonctionnaires, y compris un meilleur accès à la lumière naturelle et un confort thermique amélioré.

La qualité de l'air est un enjeu qui n'est pas facilement géré sans modification directe du système CVCA. Néanmoins, on devrait explorer les possibilités de fournir une ventilation naturelle (c.-à-d., des fenêtres ouvrantes ou des événements) dans les aires principales.

Le but est une amélioration importante au niveau de la santé et du bien-être des occupants ainsi que de la productivité au travail.

4.6. CONCEPT D'AMÉNAGEMENT URBAIN

La condition urbaine existante est problématique pour diverses raisons parce qu'elle affirme d'abord la prépondérance des véhicules (particulièrement le long de l'élévation sud qui est hautement visible). De plus, elle ne réussit pas à établir un lien avec le contexte du quartier, avec le parc adjacent et le bord de l'eau ou à offrir des commodités concrètes aux collectivités adjacentes.

Dans le contexte de l'accroissement de la densité urbaine, on peut réinventer le site en tant qu'activateur urbain et lien entre les quartiers et les services (c.-à-d., bord de l'eau, plate-forme de transit, rue commerciale, parcs, etc.).

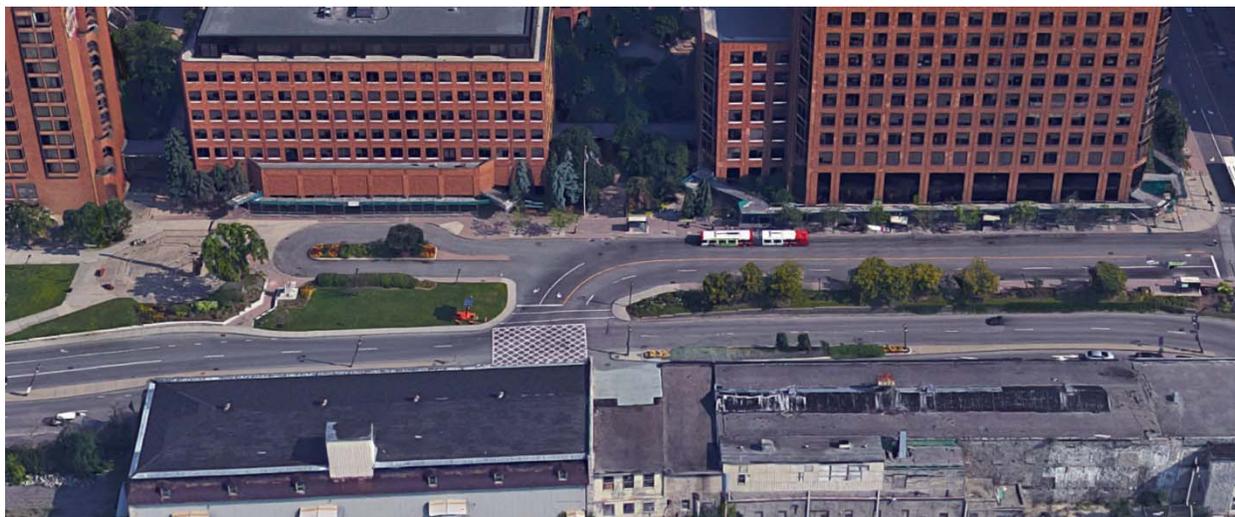


Fig. 27 : Les aires existantes au sud du complexe. (Google Earth)

Pour atteindre ce but, l'utilisation de nouveaux éléments de programmation, des conditions améliorées pour les piétons, des corridors de circulation simplifiés et un accent sur le contexte et les vues sont proposés.

De plus, l'aménagement urbain devra être coordonné avec le projet d'aménagement Zibi qui est prévu au sud – qui offre l'occasion de créer un corridor piétonnier continu vers le bord de l'eau – et répondre au plan de réfection de la Ville de Gatineau pour le corridor Laurier. La collaboration entre les parties responsables de ces interventions prévues offre l'occasion d'apporter des améliorations spectaculaires à ce secteur de la ville.

Le but de ce nouveau concept d'aménagement urbain consiste à transformer la nature du complexe, qui sert actuellement de barrière urbaine, en un lien qui s'intègre mieux avec l'espace environnant. Les éléments fondamentaux de ce concept sont les suivants :

- Créer une avant-cour au sud du complexe (en collaboration avec la Ville de Gatineau);
- Renforcer les deux axes principaux du site à l'aide de corridors piétonniers linéaires et simplifiés;
- Réaménager la cour existante et les espaces périphériques en tant que parc urbain afin d'établir un lien avec le parc situé à l'ouest;
- Un meilleur lien visuel et physique entre les espaces publics intérieurs et extérieurs;
- Renforcer la primauté des piétons;
- Créer des points d'ancrage urbains en introduisant de nouveaux programmes extérieurs;
- Améliorer les vues et le lien physique avec les espaces environnants;
- Améliorer le service d'autobus desservant le site (en collaboration avec la Ville de Gatineau).

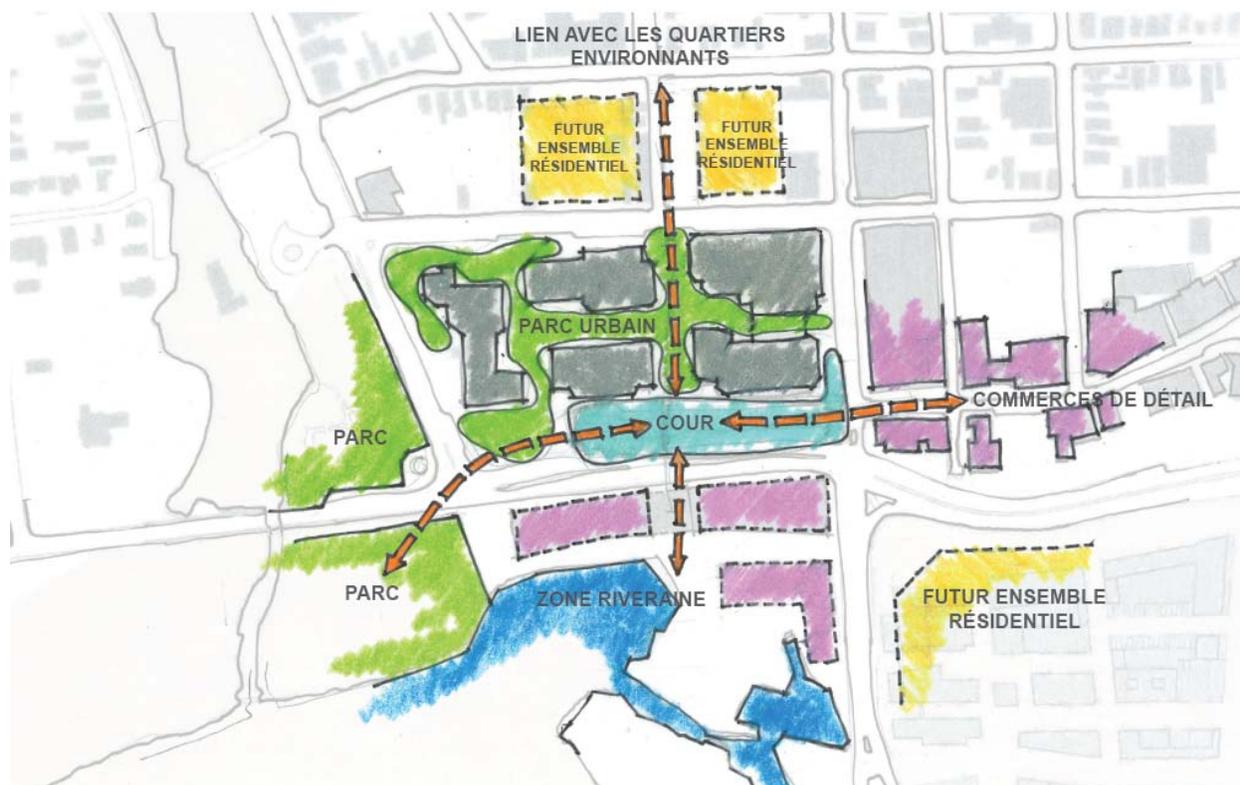


Fig. 28 : Illustration des principes de base de l'organisation de la stratégie d'aménagement urbain.

Le concept illustré dans les images suivantes comprend aussi les options d'aménagement suivantes :

- L'introduction d'auvents ciblant les entrées et les aires principales;
- Des aménagements paysagers simplifiés, particulièrement le long de la rue Eddy;
- L'introduction de nouveaux espaces commerciaux le long de la rue Eddy;
- Le réaménagement de la zone d'autobus en tant que secteur à vocation surtout piétonnière qui est traversé par les véhicules;
- Une fonction d'espace public à l'angle sud-ouest du site;
- Un nouveau centre de conférences sur le toit de l'édifice qui sera doté d'un nouvel atrium;
- Un nouveau parc et une aire de repos qui sont reliés aux nouveaux espaces commerciaux dans l'édifice central;
- Un nouvel élément d'aménagement paysager et une aire de rassemblement à l'intersection des axes du site.



Fig. 29 : Dessin conceptuel basé sur les principes d'organisation du concept d'aménagement urbain.

Un vaste stationnement pour les bicyclettes et une infrastructure sur le site visant à encourager le vélo comme mode de transport devraient aussi être inclus dans tous les plans d'aménagement.



Fig. 30 : Dessin conceptuel de l'angle sud-est du complexe.



Fig. 31 : *Dessin conceptuel avec vue vers le sud traversant la cour.*

4.7. OPTIONS DE CONCEPTION POUR LA FAÇADE

En nous fondant sur les thèmes les plus appropriés explorés dans les enquêtes de silhouette et de volumétrie, et en réponse à la stratégie d'aménagement urbain, nous avons développé une série de concepts pour la façade.

4.7.1. OPTION 1 – THÈME MONOLITHIQUE 1

La première option examine la possibilité de maintenir la continuité existante des façades des édifices et l'expression de la grille sous-jacente existante. L'utilisation d'une grille structurale est un résultat naturel de la stratégie proposée pour la préfabrication de nouveaux panneaux de façade ainsi que de l'intention d'un accès intérieur uniforme à la lumière et aux vues. Étant donné qu'il s'agit de la stratégie utilisée par les concepteurs originaux, on observe une ressemblance évidente avec la façade existante.

Cette stratégie a été mise à jour pour inclure une augmentation des matériaux réfléchissants par l'utilisation de verre de tympan au haut et au bas de chaque baie de fenêtre.

Des matériaux et des variations multiples ont été explorés afin d'évaluer l'effet sur la silhouette et de déterminer si cette option atteint le but d'atténuation de l'impact visuel du complexe sur la silhouette.



Fig. 32 : *Option 1-A (vue sud) – Le revêtement de terra-cotta naturel donne une apparence semblable à celle de la façade existante.*

Malgré l'éclaircissement de la façade et les changements apportés aux matériaux, l'utilisation du revêtement de terra-cotta naturelle (comme stratégie d'intégration de la brique existante dans l'ensemble du complexe) a donné des résultats qui n'ont pas suffisamment rafraîchi l'apparence du complexe.



Fig. 33 : *Option 1-B (vue sud) – Une option de panneaux de céramique ou de métal appliqués de façon uniforme sur le complexe avec un nouvel atrium de couleur sur l'édifice central.*

Un changement de matériau pour le même plan a créé une apparence améliorée, mais le complexe conservait toujours une apparence plutôt imposante et monolithique qui ne se distinguait pas suffisamment des édifices existants.

4.7.2. OPTION 2 – THÈME MONOLITHIQUE 2

Cette option propose aussi une façade appliquée de manière uniforme sur l'ensemble du complexe, mais à l'aide d'un système qui ne se fonde pas sur le système de grille structurale existante. On introduit plutôt des panneaux aux dimensions variées pour créer une apparence contemporaine et variée. De plus, l'utilisation de couleur crée une certaine distinction entre les volumétries distinctes des structures.



Fig. 34 : *Option 2 (vue sud) – Une approche de panneaux appliqués de manière uniforme avec des accents de couleur.*

Cette option (et d'autres comme celles-ci) a utilisé diverses stratégies de panneaux pour créer une nouvelle apparence pour le complexe, mais elle n'a pas réussi à bien s'intégrer dans le contexte du paysage. De plus, ces études ont démontré que la taille énorme du complexe ne se prête pas à des motifs irréguliers ou à de petites grilles, car ces motifs peuvent devenir trop chargés et causer des distractions lorsqu'ils sont appliqués sur une grande superficie.

4.7.3. OPTION 3 – THÈME DU SOCLE

Cette option introduit deux stratégies de façade distinctes et applique une stratégie aux volumes bas et l'autre aux volumes élevés. Les volumes bas conservent une partie de l'expression de la grille structurale existante et un sentiment de solidité. Les montants de fenêtre en terra-cotta ou en céramique ajoutent une touche de couleur qui change selon l'angle de la façade. Les volumes supérieurs adoptent une apparence de vitrage clair avec une certaine variation de la couleur et de la réflectance pour créer un effet tacheté et dynamique qui minimise les bandes horizontales.



Fig. 35 : *Option 3 (vue sud) – Les bases et les tours sont exprimées différemment (illustrées avec le centre de conférences et l'atrium optionnels dans l'édifice central).*

L'effet produit est une amélioration globale de l'échelle du complexe et une stratégie claire concernant la volumétrie et les volumes. C'est un thème relativement réussi, mais il comporte des défis de conception relativement aux volumes de l'édifice au 15-25 Eddy. La volumétrie en gradins et les angles intérieurs créent beaucoup de transitions difficiles entre les matériaux.

4.7.4. OPTION 4 – TROIS ÉDIFICES DISTINCTS

Cette option exprime le complexe comme une famille d'édifices distincts (mais appartenant à une même famille). Le 15-25 Eddy et le 2 Portage ont conservé une référence à la grille architecturale actuelle et certaines modifications ont été apportées aux panneaux et aux zones opaques afin d'atténuer dans une certaine mesure le motif des fenêtres. Ils sont séparés par la couleur et les matériaux : un revêtement de céramique grise pour le 2 Portage et un système de panneaux de métal de couleur claire pour le 15-25 Eddy.

On a donné une apparence de vitrage pâle au 10 Wellington avec une certaine variation au niveau de la couleur et de la réflectance pour créer un effet tacheté et dynamique qui réduit l'apparence des bandes horizontales.



Fig. 36 : *Option 4 (vue sud) – Trois édifices distincts sont illustrés ici avec l'option d'un nouvel atrium sur l'édifice central et d'une base de vitrage au 15-25 Eddy. Les bords chanfreinés du 15-25 Eddy ont été équarris pour une apparence plus contemporaine.*

Cette option satisfait le mieux aux objectifs du projet en ce qui concerne l'apparence et l'échelle du complexe sur la silhouette urbaine et elle donne aussi une apparence d'ensemble qui est nouvelle et contemporaine. Il s'agit de l'option privilégiée.

4.8. OPTION PRIVILÉGIÉE – TROIS ÉDIFICES DISTINCTS

Cette option représente une synthèse de toutes les exigences du projet et de la vision du projet. Telle qu'elle est illustrée, elle est compatible avec un système de panneaux préfabriqués dont les dimensions correspondront à la grille structurale existante. Elle crée de la variété et répartit la masse du complexe dans la silhouette urbaine. Elle permet de créer une façade ayant une apparence distincte de celle du complexe actuel.



Fig. 37 : *Vue du secteur au sud du complexe avec la nouvelle conception du site et la nouvelle enveloppe. Les options pour un vitrage continu au niveau du sol et un nouveau centre de conférences et atrium sont incluses.*

L'ensemble des trois édifices font appel à une combinaison de systèmes de panneaux préfabriqués et/ou de murs-rideaux (options de construction 3 et 4), mais avec des changements aux matériaux du revêtement extérieur ainsi qu'aux dimensions et à l'expression des fenêtres. Ce concept a été mis au point afin d'accélérer les processus de préfabrication et d'installation ainsi que pour simplifier les détails des panneaux et l'approvisionnement des matériaux.

4.8.1. STRATÉGIE POUR LA FAÇADE DU 1 PROMENADE DU PORTAGE ET DU 15-25 EDDY

Ces deux édifices peuvent utiliser une stratégie de façade semblable : l'expression d'une grille (correspondant à la grille structurale existante) et l'utilisation de panneaux « opaques » pour rompre la monotonie de la grille et ajouter une apparence contemporaine. Le concept des panneaux opaques serait tel que, même s'ils semblent opaques de l'extérieur, il pourrait y avoir une couche de métal perforé ayant un fini correspondant au cadre situé à l'extérieur du verre de vision. Ces panneaux perforés légers devraient être installés sur des charnières ou être démontables en sections afin de faciliter l'entretien et le nettoyage du vitrage à l'arrière.

L'édifice 1 Promenade du Portage (l'édifice central) pourrait être revêtu d'un système de pare-pluie fait de carreaux de céramique grise renforcés au fibre de verre assorti de montants de fenêtre d'un blanc très brillant.

Le 15-25 Eddy pourrait être revêtu d'un système de panneaux de métal préfinis avec un fini satiné blanc. Les montants de fenêtre pourraient être de couleur terra-cotta ou des carreaux de céramique – afin d'offrir une couleur qui est comptable avec la brique existante dans l'ensemble du complexe. Le 15-25 Eddy pourrait aussi inclure des fenêtres d'angle en saillie se composant d'un mur-rideau, afin de reproduire la stratégie existante et de fournir des matériaux d'accentuation qui peuvent aider à unifier la volumétrie complexe de cet édifice.

Les deux édifices visent à accroître la surface apparente du vitrage en utilisant un revêtement de verre opaque en panneaux qui sera installé à l'intérieur de l'élément de « cadre », au-dessus et en-dessous du verre de vision.



Fig. 38 : Vue de la rue Eddy en regardant vers le nord qui inclut l'option de nouveaux espaces commerciaux au niveau du sol.

4.8.2. STRATÉGIE POUR LA FAÇADE DU 10 WELLINGTON

Le 10 Wellington pourra utiliser le même système d'arrière-mur que les autres édifices, mais au lieu d'exprimer une grille de fenêtre, on pourra avoir recours à un revêtement de panneaux de verre afin d'obtenir une apparence vitrée et réfléchissante.

On peut utiliser divers types de verre (différentes teintes, revêtements de céramique, verre opaque, verre givré, etc.) afin de rompre la régularité de la façade et de varier l'espace apparent du verre de vision dans chaque panneau mural. Une bande horizontale subtile dans le verre blanc peut être introduite à chaque dalle du 2^e étage afin de fournir un certain rythme et une échelle à la façade.

On pourra traiter les fenêtres d'angle avec le même système de panneaux que le reste de l'édifice, à un angle de 45 degrés qui suit le rebord de la dalle de plancher existante.

4.9. AUTRES CONSIDÉRATIONS POUR LA CONCEPTION

4.9.1. BRIQUE EXISTANTE AU NIVEAU DU SOL

Les deux étages inférieurs (qui accueillent généralement le public, des locaux commerciaux et des espaces de rassemblement) ne sont pas construits à l'aide de panneaux préfabriqués mais se composent plutôt d'un placage en brique pare-pluie traditionnel. Ces aires n'ont pas connu la même érosion et défaillance que les panneaux préfabriqués existants situés aux étages supérieurs. À ce titre, leur enlèvement n'est pas obligatoire dans le cadre de cette phase, mais il faudra réaliser une analyse approfondie afin de déterminer dans quelle mesure on devra conserver la brique. La portée précise de la réfection de l'enveloppe au niveau du sol devra être déterminée le plus tôt possible afin d'éviter la surcharge de projet en rapport avec les impacts imprévus de l'enlèvement des panneaux.

On devra aussi aborder le défi de conception additionnel présenté par la continuité et l'omniprésence de la brique existante à l'intérieur de l'édifice, particulièrement dans les espaces publics. La nouvelle façade devra s'intégrer à ces éléments intérieurs et extérieurs; c'est une transition qui sera particulièrement visible dans les aires vitrées des halls publics.

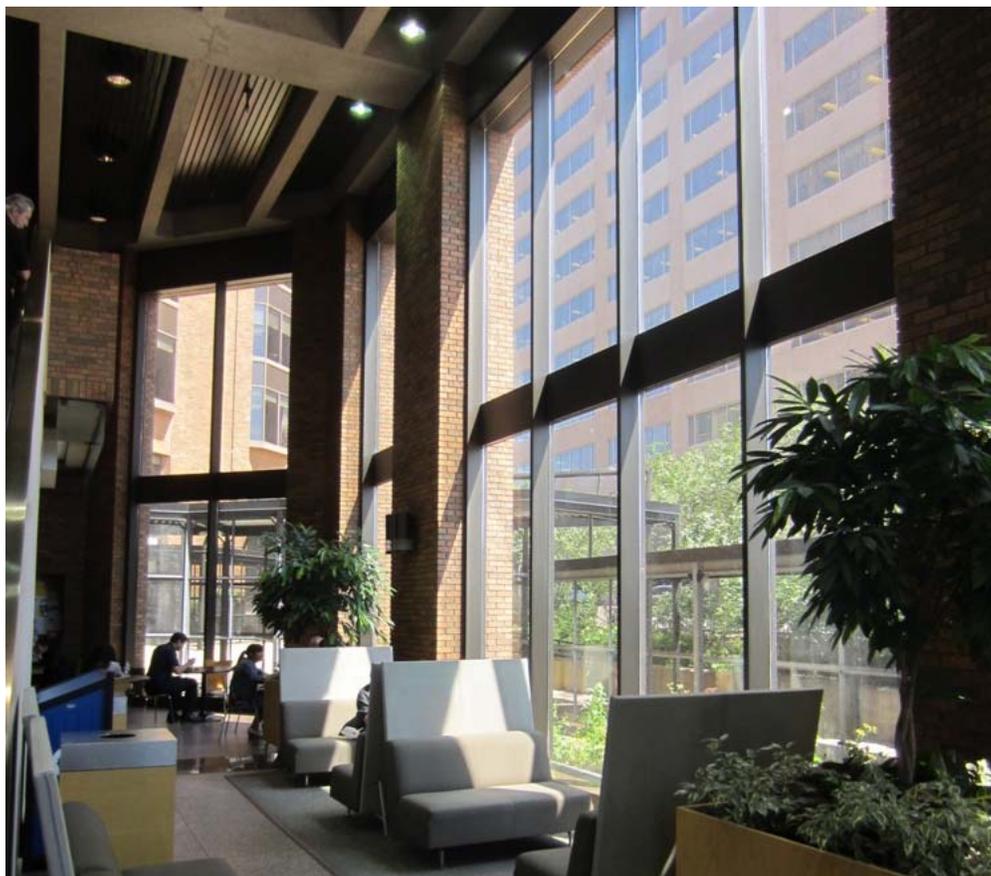


Fig. 39 : *L'une des nombreuses aires publiques où la continuité intérieure-extérieure de la brique est un élément important.*

4.9.2. FENÊTRES EXISTANTES AU NIVEAU DU SOL

Les fenêtres existantes au niveau du sol s'approchent de la fin de leur durée de vie utile prévue et elles devraient être remplacées pour des raisons de performance et d'esthétique. Sans égard à la solution finale choisie pour la continuité intérieure-extérieure de la brique, l'assemblage de fenêtre devrait être remplacé afin d'avoir une apparence compatible avec le vitrage inclus dans la nouvelle enveloppe installée aux étages supérieurs.

4.9.3. ACCUMULATION DE NEIGE ET DE GLACE

Le climat local (tempêtes de verglas, accumulation de neige et cycle du gel et dégel) crée un danger pour la santé et la sécurité en raison de la chute de la neige et de la glace compactées au sol. Ce danger est aggravé par la proximité du périmètre de l'édifice avec les aires de circulation au niveau du sol.

Les surfaces horizontales et à faible pente devront être attentivement étudiées afin d'atténuer les risques de santé et de sécurité pour les occupants de l'édifice, le public et les immeubles adjacents. Les mesures pourront inclure des dispositifs pare-soleil et de profonds appuis de

fenêtre. Malgré les avantages de performance de ces éléments, ils présentent un risque dans ce contexte.

De plus, la performance thermique élevée de la nouvelle enveloppe du bâtiment limitera la perte de chaleur par les murs et les assemblages de fenêtre, diminuant ainsi l'effet du dégel « contrôlé » qui peut atténuer l'accumulation de la neige et de la glace.

4.9.4. TOITS VÉGÉTALISÉS ET HABITABLES

L'inclusion potentielle de toits et de terrasses végétalisés pourra apporter des avantages importants pour le projet. Les études de gain solaire illustrées dans le présent rapport soulignent le potentiel des toits pour réduire l'effet de l'« îlot de chaleur ». De plus, les toits végétalisés peuvent aussi fournir des avantages additionnels pour la rétention des eaux de pluie et des débits de pointe.

La volumétrie existante du complexe offre la possibilité de l'habitation du toit. L'inclusion de toits végétalisés lors de l'étape de réfection de l'enveloppe permettra de créer de nouveaux espaces publics et privés qui pourront être coordonnés avec les mises à niveau prévues pour les bureaux à l'intérieur.

4.9.5. ÉTAGES SUPÉRIEURS

Les étages supérieurs existants seront conservés. Afin de rafraîchir l'apparence de l'édifice, les deux étages supérieurs les plus prépondérants (10 Wellington et 15-25 Eddy) ont été illustrés dotés d'un écran composé d'une nouvelle structure autoportante qui intègre des panneaux de verre translucides.

Ces structures pourraient intégrer des lumières DEL, des panneaux ou des projections solaires, afin de permettre aux enveloppes des étages supérieurs de servir de balises thématiques durant les événements et les célébrations nationales.

4.9.6. AUVENTS ET ENTRÉES

Bon nombre des entrées existantes des édifices contiennent une zone transitionnelle couverte. Les entrées des édifices sont généralement problématiques parce qu'elles ne sont pas adéquatement définies et qu'il n'y a pas d'impression claire d'une « porte principale », soit pour le complexe dans son ensemble ou pour chaque édifice individuellement.

La phase de réfection de l'enveloppe devrait inclure des éléments conceptuels relativement aux entrées afin de définir une hiérarchie des entrées et d'orienter l'édifice vers la rue et la ville. De plus, la protection contre les intempéries serait bénéfique aux utilisateurs dans des zones ciblées comme les arrêts d'autobus.

4.9.7. ESPACE PUBLIC ET SERVICES COMMERCIAUX

Les espaces publics (halls, aires de rassemblement, etc.) et les entreprises commerciales dans le complexe fournissent tous les deux des services utiles et très fréquentés pour les employés et le public. De concert avec la préparation future d'un plan directeur, la phase de la réfection de l'enveloppe devrait envisager des occasions d'améliorer ces aires avec une nouvelle enveloppe (meilleurs liens visuels, conditions améliorées pour la lumière naturelle, etc.).

4.9.8. CENTRE DE CONFÉRENCES ET ATRIUM PROPOSÉS POUR LE 1 PROMENADE DU PORTAGE (ÉDIFICE CENTRAL)

L'inclusion potentielle d'un nouveau centre de conférences sur le toit de l'édifice central, ainsi que d'un espace d'atrium relié, est présentée dans les images choisies pour le présent rapport. Un élément clé de la stratégie d'aménagement urbain préliminaire a été le besoin identifié de nouveaux éléments de programmation pour insuffler une nouvelle vie au complexe. Le centre de conférences et l'atrium tels qu'illustrés fournissent l'occasion d'un nouveau programme qui a une expression architecturale distincte et qui pourrait ajouter un élément contemporain à la volumétrie du complexe. Son emplacement lui permettrait d'être relié à l'avant-cour centrale (proposée) et de redéfinir l'édifice central comme la « porte principale » urbaine du complexe. L'utilisation d'un revêtement de céramique à double face pourrait apporter un élément coloré ou graphique à la façade sans affecter la qualité intérieure.

Dans le contexte de la mise en œuvre de la phase de réfection de l'enveloppe, ces éléments demeurent hypothétiques. Cependant, de nouveaux éléments et occasions de programmation en vue de réinventer la volumétrie et la fonction du complexe devraient être explorés dans le cadre du plan directeur futur prévu.

4.10. CONCLUSIONS

La multitude des critères de conception et des exigences de projet ont représenté un défi considérable en matière de conception. Les possibilités d'améliorations (milieu de travail, vie urbaine, silhouette, rendement énergétique, etc.) inhérentes à ce projet ne peuvent pas être sous-estimées. Les fonctionnaires, les collectivités locales et même le contexte culturel de la capitale nationale pourront profiter d'un projet de grande qualité qui a été bien exécuté et conçu judicieusement.

Par contre, des résultats négatifs (mauvaise exécution, mauvaise conception ou faible qualité) seront soumis à un examen rigoureux de la part de nombreux intervenants. Compte tenu de l'image négative existante de ce complexe d'édifices auprès des occupants et des collectivités locales (en raison de son apparence et de la qualité de l'environnement de travail), un résultat positif est encore plus important.

Le remplacement intégral d'une enveloppe de bâtiment pendant qu'il est occupé, et à cette échelle, représente un projet sans précédent au Canada. Il n'a pas été possible de trouver aucun exemple ou étude de cas pour un projet équivalent. À ce titre, il y a une occasion additionnelle d'établir une norme élevée pour la qualité et l'exécution avec ce projet, car c'est un scénario qui pourrait probablement se répéter, pas nécessairement à la même échelle, compte tenu de l'âge et de l'état de nombreux édifices à bureaux au Canada.

Il y a divers éléments qui ont été illustrés dans les rendus conceptuels du présent rapport, y compris l'enveloppe des étages supérieurs, des stratégies pour le vitrage au niveau du sol, les travaux sur le site, de nouveaux espaces commerciaux au niveau du sol, etc. Les aspirations pour des améliorations au complexe, ainsi que des occasions manifestes pour l'inclusion d'éléments dans la portée de la réfection de l'enveloppe, ont donné lieu à divers ajouts et options. Il est crucial que la pleine portée du projet soit clairement définie afin d'éviter les problèmes au niveau du calendrier et du budget. Compte tenu de l'échelle du projet, des économies seront réalisées en incluant le plus grand nombre possible de ces éléments dans la portée du projet, au lieu de les reporter à des phases ultérieures.

Même s'il existe une certaine latitude pour le changement de l'apparence des édifices individuels au cours des études conceptuelles futures, de nombreux facteurs ont été identifiés dans le présent rapport et ils devront continuer d'informer les études conceptuelles.

Les facteurs et les critères principaux ont été déterminés comme étant :

- La vision et les aspirations du client;
- Le revêtement de panneaux et la préfabrication;
- Le rendement énergétique et les critères réglementaires;
- L'environnement intérieur des bureaux et le confort des utilisateurs;
- L'apparence du complexe dans la silhouette urbaine, particulièrement sa relation avec le Parlement;
- La coordination de la conception pour s'adapter aux phases futures du projet, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur;
- La coordination de l'aménagement urbain avec le projet d'aménagement Zibi adjacent, ainsi qu'avec la Ville de Gatineau.

Ce projet a un impact important sur le domaine public : il est prépondérant sur le plan visuel, c'est un édifice public (fédéral) qui est géré par le gouvernement, il est situé dans une zone en densification qui fait l'objet d'aménagements importants, le site se situe au carrefour de différentes conditions urbaines utilisées par des groupes différents, etc.

Il s'agit de l'un de plusieurs édifices prépondérants dans le secteur qui héberge des ministères gouvernementaux et la réfection de l'enveloppe du complexe LTDLC présente le potentiel d'être un catalyseur pour réinventer le rôle et l'image d'une fonction publique contemporaine – une occasion qui ne se présente pas souvent et qui pourrait contribuer à la vitalité de la fonction publique pendant des décennies à venir.

5. STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE

5.1. PORTÉE DES TRAVAUX

5.1.1. PLANIFICATION

La complexité du présent projet exige une planification et un suivi minutieux de plusieurs domaines, y compris

- l'élaboration d'un plan de transport en commun conjointement avec la Ville de Gatineau, la STO et OC Transpo. Le présent plan examinera l'incidence des activités de construction sur l'infrastructure de transport en commun existante et élaborera des stratégies d'adaptation;
- la conception d'un plan de mise en œuvre par étapes et de gestion du déménagement conjointement avec les locataires et les exploitants des édifices;
- l'élaboration d'un plan de sécurité et de protection des personnes, notamment pour la communication des plans à jour à tous les occupants des édifices;
- l'élaboration d'un plan de travail, d'une stratégie de manutention des matériaux et d'un échéancier détaillés;
- un plan détaillé de gestion des déchets de construction.

5.1.2. SÉCURITÉ ET PROTECTION DES PERSONNES

Le présent projet exigera la prise de mesures exhaustives de protection des occupants des édifices et de séparation des activités de construction, en particulier au niveau du sol. On devrait examiner la possibilité d'utiliser les dispositifs existants de protection contre les chutes d'objets conjointement avec la prise de nouvelles mesures de protection. Parmi les autres interventions possibles, mentionnons des systèmes de cartes-clés, la programmation préalable de l'accès aux étages par ascenseur et la modification des mécanismes de serrure dans les cages d'escalier.

Pendant toute la durée de la construction, les édifices devront être fonctionner normalement, y compris l'accès aux sorties de secours et aux systèmes de protection des personnes. Les itinéraires de secours devront être maintenus et exigeront peut-être des interventions supplémentaires, à savoir l'installation de palissades et la prise de mesures de protection à l'extérieur. Il faudra peut-être modifier ou déplacer les services de protection des personnes pour fournir une protection appropriée contre les incendies et une surveillance adéquate de ceux-ci durant les travaux de réfection.

5.1.3. REMPACEMENT DE L'ENVELOPPE

On prévoit remplacer totalement l'enveloppe des édifices pour :

- l'ensemble des systèmes de toiture;
- l'ensemble des panneaux de béton préfabriqué revêtus d'un placage de briques;
- l'ensemble des endroits où se trouvent actuellement des murs rideaux (fenêtres d'angle en saillie);
- l'ensemble des systèmes de fenêtres de l'étage du podium.

NOTE : La superficie approximative de l'enveloppe de béton préfabriqué et de murs rideaux à remplacer (à l'exclusion du vitrage du rez-de-chaussée et des édicules en terrasse) est de 48 000 m².

5.1.4. STRUCTURE

La tour 100 est une structure en béton armé de 19 étages avec deux sous-sols. La tour 200 est une construction au noyau formé de deux murs de contreventement, une moitié étant constituée d'un édifice de 28 étages et l'autre d'un immeuble de 21 étages. La tour 300 est une structure en béton armé de 7 étages avec un sous-sol. La dalle du podium se trouve entre les tours 200 et 300 et l'hôtel. Il s'agit d'une structure en béton située au niveau du sol.

Selon l'analyse sismique et l'évaluation structurelle réalisées, le système structurel des tours 100, 200 et 300 pourrait résister à un événement sismique dans une proportion de jusqu'à 70, 90 et 100 %, respectivement, ce qui laisse entendre que toutes les tours actuelles pourraient respecter la norme de 60 % établie dans la Politique sur la résistance sismique de Travaux publics.

Selon l'analyse dynamique effectuée, le déplacement maximum de la structure actuelle des tours 100, 200 et 300 au niveau du toit est de 150, 210 et 60 mm, respectivement. Le déplacement global dans l'espace entre la tour 200 et le podium n'est que de 5 mm. Il est donc beaucoup plus faible qu'un joint de dilatation de 25 mm situé entre la tour 200 et la dalle du podium.

Bien qu'ils ne fassent pas partie du système de résistance latérale, les panneaux de bardage préfabriqués risqueraient quand même de tomber lors d'un tremblement de terre, en raison de la tolérance au déplacement limitée de leur système d'ancrage. L'enlèvement de tous les panneaux existants et leur remplacement avec un système mural seraient recommandés. Sinon, il faudrait effectuer la réfection de tous les raccordements des panneaux préfabriqués. En outre, l'enlèvement de tous les panneaux existants et leur remplacement avec un nouveau système mural plus léger aurait une influence positive sur la réponse sismique du complexe en entier. Selon une analyse supplémentaire de la structure dotée d'un nouveau système mural plus léger, la charge sismique totale diminuerait de 3, 5 et 3 %, respectivement, pour les tours 100, 200 et 300.

5.1.5. MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

La portée relative aux systèmes M & E existants est limitée aux travaux nécessaires à la protection et au rétablissement des installations techniques des édifices. D'habitude, les panneaux en béton préfabriqué ne possèdent pas d'infrastructure intégrée ou fixée aux installations techniques. Voici quelques exceptions connues :

- les locaux techniques situés sur le périmètre d'un édifice possèdent des conduits, des installations de communication et des réseaux de gaines de chauffage, de ventilation et de climatisation fixés à l'extérieur de l'édifice;
- les endroits où les grilles de transfert, les puits d'entrée d'air et les conduits d'évacuation pénètrent l'extérieur;
- les endroits où les services (comme des prises de courant) sont disponibles sur l'extérieur de l'édifice.

La mise hors service des systèmes, y compris le déplacement/le découpage vers le mur pare-intempéries (et les mesures d'atténuation subséquentes), devra être coordonnée avec l'enlèvement des panneaux et l'installation de la nouvelle enveloppe.

Le réglage du système CVAC existant pour tenir compte des conditions ultérieures à la construction est inclus dans la portée.

5.1.6. CONDITIONS PROPRES AU 1, PROMENADE DU PORTAGE

Le 1, promenade du Portage (l'édifice du Centre) diffère des autres édifices sur plusieurs aspects importants qui auront probablement une incidence sur le processus de construction.

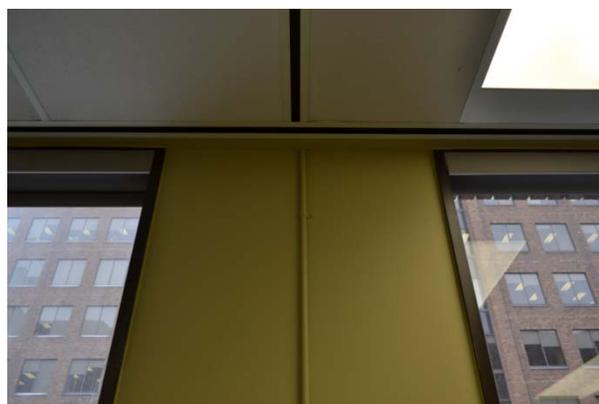
1. L'état du plafond intérieur est différent au périmètre de l'édifice. Il n'y a pas de retombée à cloison sèche sur le périmètre; le plafond suspendu et les luminaires s'étendent jusqu'au périmètre.



2. Il y a des tirants à câble à proximité du périmètre;



3. On a observé des conduits électriques installés sur le mur extérieur.



4. Il y a des aires à haute sécurité qui contiennent de l'équipement d'essai sensible.
5. L'édifice comporte un édicule habité doté d'un vitrage incliné sur le périmètre. Il faut clarifier l'inclusion de cette aire dans la phase de réhabilitation de l'enveloppe.



6. Il y a une aire de restauration dont l'alimentation électrique et l'équipement du système d'échappement se trouvent sur le mur extérieur. Cette aire est située au 2^e étage et adjacente au pont piétonnier. Il faut clarifier son inclusion dans les travaux de réhabilitation de l'enveloppe.



En général, une économie inhérente se dégage de l'inclusion du plus grand nombre possible de ces éléments dans la portée de la phase de réhabilitation de l'enveloppe. En outre, les aires exclues de la portée auront un impact important sur l'aspect du projet final, là où l'ancien et le nouveau se rejoindront.

Pour le 1, promenade du Portage, il faudra procéder à des investigations et à des éclaircissements supplémentaires afin de définir les limites de l'intervention proposée.

5.1.7. LOCAUX À BUREAUX

Les espaces intérieurs doivent être protégés durant la construction et remis dans leur état antérieur à celle-ci. Sont inclus notamment l'ensemble des plafonds suspendus, des murs mitoyens, du revêtement de sol et des retombées. On prévoit le besoin d'installer un mur pare-intempéries pour protéger les surfaces de plancher contre les zones de travail situées sur le périmètre.

En outre, dans certaines zones, il faudrait installer des raccords et des garnitures temporaires pour raccorder les murs mitoyens et les cloisons existants à la nouvelle enveloppe intérieure. Ces raccords doivent être amovibles sans créer le besoin de finir de nouveau les surfaces intérieures de la nouvelle enveloppe — afin de faciliter les futurs travaux d'aménagement de bureaux, y compris l'enlèvement des bureaux en périmètre.

Le client devra préciser les aires de bureaux qui devraient être remises en état en prévision de travaux d'aménagement futurs et celles qui devraient retrouver leur état existant. Par exemple, l'édifice du Centre a récemment fait l'objet de mises à niveau intérieures et exigera une remise dans l'état existant.

5.1.8. PONTS PIÉTONNIERS

Quatre ponts piétonniers relient les zones de circulation des trois immeubles de bureaux et de l'hôtel. Leur réfection est incluse dans la phase de réhabilitation de l'enveloppe, sauf le pont menant à l'hôtel, qui ne doit subir aucun effet du présent projet. Les travaux comprendraient au moins le remplacement du vitrage (pour maintenir la continuité esthétique et du rendement avec le reste du complexe) et le remplacement connexe des finis et des garnitures extérieurs.

En raison des contraintes du site, on prévoit qu'il faudra peut-être enlever un ou plusieurs ponts durant la construction afin de permettre aux grues et à l'équipement d'accéder au chantier. Ces ponts constituent une partie importante de la circulation intérieure du complexe. Ils devront être remplacés après les travaux de construction.



Fig. 40 — Intérieur du pont piétonnier reliant le 15, rue Eddy et le 1, promenade du Portage

5.1.9. TRAVAUX SUR LE CHANTIER ET AMÉNAGEMENT PAYSAGER

Cette phase comprend la réalisation des modifications ou des mises à niveaux nécessaires aux services publics existants. Par exemple, l'utilisation de grues à tour aura certainement une incidence sur l'aménagement paysager de la cour et exigera peut-être la modification de services souterrains pour accueillir des fondations.

Le complexe est doté d'un réseau de tunnels de service et d'une baie pour véhicules. Le stationnement souterrain se trouve sous l'hôtel et ne doit pas être affecté par les travaux de réhabilitation de l'enveloppe. Toutefois, comme de nombreux occupants se servent du garage, il faudra maintenir l'accès et la fonctionnalité pendant toute la construction. Il faut évaluer ces structures souterraines pour déterminer le besoin de protection contre le matériel de construction (p. ex., des poutres ou des plaques sous mur porteur seront peut-être nécessaires au-dessus des tunnels pour l'accès des véhicules).

Les escaliers et les terrasses ne sont pas idéaux comme lieux de rangement. On prévoit leur modification et un reprofilage aux fins de la construction. Tout changement aux fins de la construction devrait être atténué en fonction d'un nouveau plan directeur du site.

Compte tenu du niveau d'intervention prévu, il faudra probablement procéder à une nouvelle conception et à un nouvel aménagement paysager de tout le site. Il est important que cela soit coordonné avec le futur plan directeur du site, afin d'assurer la cohérence avec les phases ultérieures.

5.1.10. INTERVENTIONS AU REZ-DE-CHAUSSÉE

La construction en brique au rez-de-chaussée n'a pas subi la même détérioration que les panneaux en béton préfabriqué. Selon la conception définitive, la base en brique peut être conservée en tout ou en partie.

On prévoit le remplacement de l'ensemble du vitrage et des cadres du rez-de-chaussée dans la portée de la réhabilitation de l'enveloppe.

NOTE : Il faudra entièrement définir les exigences relatives à ces travaux à un stade précoce, afin d'éviter les problèmes de coordination et les dépassements de coûts.

5.1.11. TOITS

Les toits du complexe ont été remplacés en plusieurs étapes. Étant donné l'ampleur et l'impact du projet relatif à l'enveloppe, on prévoit le remplacement de tous les toits. Les toits actuels possèdent en périmètre des rails dotés d'ancrages de positionnement pour de l'échafaudage volant, qui devraient faire partie de la nouvelle toiture.

En outre, il faudra une intervention précoce sur les toits pour l'installation d'ancrages destinés au cordage de sécurité. Les ancres qui se trouvent actuellement sur les toits ne sont conçus que pour des échafaudages volants et ne conviennent pas à la fixation de cordages de sécurité.



Fig. 41 – Parapet du 25, rue Eddy, avec ses rails en périmètre dotés d'ancrages de positionnement. Les ancres ne conviennent pas à la fixation de cordages de sécurité.

5.1.12. ÉDICULES EN TERRASSE

Les édicules du 10, rue Wellington et du 15-25, rue Eddy sont conservés. La portée connexe de la réhabilitation de l'enveloppe dépendra de la conception définitive de celle-ci. Il faut tenir

compte de l'aspect des édicules afin de préserver la continuité esthétique et de respecter la vision conceptuelle qui est exposée dans le présent rapport. L'approche préférée est l'érection d'un nouveau mur extérieur en verre givré et la peinture des structures actuelles des édicules.

L'étage supérieur du 1, promenade du Portage est un édicule occupé. Il faudra y remplacer le vitrage et les cadres et y poser un nouveau revêtement extérieur pour maintenir la continuité esthétique avec la conception de la nouvelle enveloppe.

5.1.13. GESTION DES DÉCHETS

Le CNRC procédera à une investigation complète afin de fournir des renseignements détaillés sur la composition des panneaux actuels. On estime qu'il y a 15 000 tonnes métriques de matériaux à recycler et à éliminer, entre autres des barres d'armature en acier encastrées à la fois dans le béton préfabriqué et le placage de briques.

Le recyclage et le détournement des matériaux devront être priorisés afin de limiter la quantité de ceux qui seront envoyés vers les sites d'enfouissement. Compte tenu du degré d'effort exigé pour l'enlèvement du pare-vapeur et de l'isolation de la face du béton préfabriqué, on pense que les panneaux préfabriqués peuvent être brisés par percussion afin de retirer les barres d'armature et de récupérer le béton propre en vue de sa réutilisation. On prévoit qu'il sera facile de recycler les cadres et les vitres des fenêtres.

Comme pour le béton, on pourrait séparer le placage de briques des barres d'armature et des joints de mortier par des méthodes de percussion et de tamisage. Il faudra décider d'avance la stratégie de recyclage du placage de briques nettoyé. Voici quelques approches initiales qui sont envisageables à cet égard :

- des granulats supplémentaires pour les couches de base dans des projets civils
- du matériau de remblayage propre qui n'est pas assujéti au compactage structurel
- des finis d'aménagement paysager exposés.

Il faudra élaborer une stratégie détaillée de gestion des déchets de construction. Ce plan pourrait inclure le déménagement des panneaux en vue de leur traitement et de la récupération ou de la réutilisation des matériaux hors site.

5.2. CONTRAINTES RELATIVES À LA CONSTRUCTION ET À LA MISE EN ŒUVRE

5.2.1. PANNEAUX MURAUX PRÉFABRIQUÉS OU MUR RIDEAU

Les approches préférées pour le remplacement de l'enveloppe sont des panneaux muraux préfabriqués et un mur rideau, soit employés séparément, soit ensemble. Voici quelques-uns de leurs avantages :

- une fabrication toute l'année dont la qualité est contrôlée;
- un besoin moindre de gens de métier et d'espace de rangement sur le chantier;
- une réduction du risque lié à la disponibilité de la main-d'œuvre et à l'échéancier;
- une installation plus rapide;
- la réduction de la durée de déplacement des locataires.

5.2.2. POIDS ET RACCORDEMENTS DES PANNEAUX EXISTANTS

Le poids des panneaux existants impose des contraintes sur le matériel pouvant servir à leur enlèvement. On estime généreusement le poids des panneaux à une fenêtre à 4 500 kg et des panneaux à deux fenêtres à 9 000 kg. Le poids du panneau a une incidence sur la longueur de la flèche, le type de grue et le besoin de calage de celle-ci.

À l'origine, on a installé les panneaux préfabriqués à partir du bas en posant des goupilles de fixation entre les panneaux superposés à la verticale. Ces goupilles se servent des raccords soudés au panneau inférieur pour procurer une stabilité latérale au panneau supérieur. Par conséquent, il est plus simple d'enlever les panneaux existants en commençant par le haut.

Le processus d'enlèvement ne doit pas permettre à un panneau de peser sur celui du dessous ou de le heurter. La charge subie par les raccords actuels correspond à environ 87 % de la capacité pour les panneaux à une fenêtre et de 79 % de la capacité pour les panneaux à deux fenêtres¹.

En outre, on prévoit découper verticalement sur place les panneaux à deux fenêtres, afin de respecter les restrictions de poids des grues à tour et de faciliter l'enlèvement.

5.2.3. OCCUPATION DES ÉDIFICES

Le complexe demeurera occupé et opérationnel durant la construction. Il s'agit là du plus gros risque du projet, étant donné qu'il a des conséquences majeures pour tous les aspects de la mise en œuvre, notamment l'échéancier, les questions de santé et de sécurité, l'approche adoptée pour la construction et l'installation ainsi que la réalisation par étapes.

¹ Exterior Cladding Panel Anchors Investigation; Cooke; 2011.

On ne pourra éviter d'importantes perturbations de la routine quotidienne des occupants. Malgré cela, il faudra fournir aux utilisateurs un milieu de travail sûr et fonctionnel pendant la durée du projet.

5.2.4. SANTÉ ET SÉCURITÉ

Voici les principaux défis sur le plan de la santé et de la sécurité des occupants :

- la séparation des occupants d'avec les dangers des activités de construction;
- le maintien de la fonctionnalité des voies de sortie et des systèmes de sécurité des personnes durant la construction.

En outre, il y a de l'amiante à certains endroits (p. ex., dans la pâte à joints des murs secs, le matériau de calfeutrage des fenêtres et les locaux techniques), ce qui exigera l'adoption de méthodes de travail appropriées, afin d'assurer la protection des travailleurs et des occupants.

La santé mentale, la productivité et le milieu de travail des occupants constituent des éléments importants dont il faudra tenir compte dans tous les aspects du projet. À cet égard, on devra accorder la priorité aux stratégies de construction qui maintiendront l'accès à la lumière naturelle et réduiront au minimum les perturbations acoustiques et d'autres incursions dans le milieu de travail.

5.2.5. PERTURBATIONS ACOUSTIQUES

Les perturbations acoustiques (le bruit et les vibrations) peuvent causer des problèmes de productivité dans les milieux de travail adjacents aux zones de construction. En collaboration avec SPAC, il faudra établir des lignes directrices claires en matière de tolérances et de contrôle du bruit et des vibrations, afin de permettre l'occupation du complexe.

Il faudrait contrôler les niveaux de bruit adjacents aux zones de construction avec un système qui réagira aux préoccupations des locataires et atténuera les effets des perturbations acoustiques.

Certaines activités engendreront probablement beaucoup de bruit et de vibrations (le perçage, le découpage et la fragmentation du béton pour préparer les panneaux en vue de leur enlèvement). On recommande l'élaboration d'une stratégie de mise en œuvre selon laquelle on relocaliserait les occupants des étages (et des étages adjacents) où des travaux perturbateurs se dérouleront.

Les activités qui ne respecteront pas les lignes directrices convenues avec SPAC devront avoir lieu après les heures de travail.

5.2.6. GARDERIE EXISTANTE

GRC recommande que la garderie située au 10, rue Wellington soit déménagée à l'extérieur du site avant toute activité de construction et qu'elle demeure hors site jusqu'à la fin du projet.

5.2.7. MANUTENTION, ENTREPOSAGE ET ESPACE DE RANGEMENT DES MATÉRIAUX

La gestion des matériaux, tant les nouveaux que les existants, pose un important défi sur ce site restreint. Les dimensions des panneaux actuels et le volume des matériaux enlevés exigeront une stratégie soigneusement orchestrée de transport et de gestion. Étant donné l'occupation des édifices et les activités d'enlèvement et de remplacement des panneaux qui prendront une ampleur croissante, il faudra assurer une coordination supplémentaire entre le processus d'enlèvement, d'une part, et l'arrivée et l'installation des nouveaux matériaux, d'autre part.

On devrait envisager les approches suivantes :

- Bien que ce ne soit pas l'idéal, on peut enlever les ponts piétonniers situés entre les édifices pour que la cour soit accessible aux véhicules et au matériel.
- On peut régaler de nouveau la cour intérieure et y déplacer des services pour faciliter l'accès et l'aménagement d'un espace de rangement.
- On devrait examiner la possibilité de louer un ou plusieurs des stationnements situés au nord du complexe et de s'en servir comme aires de rassemblement pour la construction.
- On devrait examiner une coordination avec la Ville de Gatineau relativement à l'utilisation des zones situées au sud du complexe comme aires de rassemblement.
- Il faudrait déterminer et protéger en conséquence la capacité structurelle des tunnels et des structures souterraines.

On prévoit qu'en général, le matériel sera manutentionné par des grues à tour traditionnelles, à au moins deux endroits en même temps, pendant toute la durée du projet. On s'attend à avoir peut-être à employer aussi une grue à tour supplémentaire ou une combinaison de grues mobiles et de grues à tour afin de faciliter les travaux. Il faudra choisir les grues à tour avec soin si des entretoises de soutien intermédiaires doivent être ancrées au bord de la dalle des édifices.

On ne prévoit pas recourir à des grues et à des derricks installés sur le toit, mais il pourrait s'agir d'une solution de rechange possible aux grues à tour.

5.2.8. TRANSPORT VERTICAL

Pour réduire au minimum les impacts sur les occupants, on devrait recourir à des stratégies de réduction du recours aux ascenseurs. L'emploi de ceux-ci devrait être limité au déplacement du personnel ainsi qu'au transport de petits outils et matériaux et de déchets mineurs.

On devrait examiner l'utilisation d'un monte-charge qui serait installé sur la façade de l'édifice faisant l'objet de la rénovation et qui servirait de principale méthode d'accès pour les ouvriers.

5.2.9. LIMITES DU SITE:

NOTE : Le plan du site se trouve à l'appendice F.

Le site est délimité par les rues Wellington et Eddy, la promenade du Portage et le boulevard Alexandre-Taché. La cour du complexe comprend une variété d'aménagements paysagers, des bordures, des changements de niveau ainsi qu'un stationnement et des services publics souterrains. Il faudra tenir compte des itinéraires d'intervention des pompiers et des nécessités en matière de circulation intérieure. Il sera primordial d'aménager un chantier efficace : il faudra examiner attentivement les espaces attribués au rangement, aux bureaux de chantier et aux points d'accès.

En outre, un hôtel Crowne Plaza se trouve à l'extrémité ouest du complexe. Il faudra intervenir en conséquence lorsqu'il s'agira d'accéder à cette partie du site, surtout quand on travaillera après les heures de travail et les week-ends, alors que le reste du complexe sera beaucoup moins occupé. Le pont piétonnier entre le 1, promenade du Portage et l'hôtel devra demeurer opérationnel en tout temps.

On prévoit une collaboration avec les sociétés de transport et la Ville de Gatineau pour l'établissement de points d'entrée et d'aires de stationnement appropriés. L'aménagement du site et l'accès à celui-ci pourraient varier selon le moment de la journée.

5.2.10. SERVICES PUBLICS ET INFRASTRUCTURE SOUTERRAINS

Il faudrait réaliser une visite du site, y compris une investigation possible sur place pour s'assurer de la documentation de l'ensemble des services publics, des tunnels et des éléments paysagers.

5.2.11. FACTEURS SAISONNIERS

Il faudra tenir compte d'un certain nombre de questions d'ordre saisonnier lors de l'établissement de l'échéancier des travaux :

- Température : Les températures hivernales inférieures à -20 °C réduiront considérablement la productivité. En outre, les travaux sur les plateformes élévatrices seront probablement suspendus pour des raisons de sécurité. Il faudra surveiller les vents de près, en particulier lorsque les travaux se dérouleront sur les étages supérieurs. Au printemps, on devra tenir compte des périodes durant lesquelles les camions qui transporteront les panneaux vers et depuis le site devront circuler à demi-charge.
- Jours fériés : Comme le gouvernement du Canada est le principal locataire du complexe, il faudrait examiner les possibilités d'accroître la capacité de travail ces jours-là. Cette analyse devrait prendre en considération les moments durant l'année qui constituent des périodes délicates pour le gouvernement (échéances importantes, période du budget, élections) et sont susceptibles d'engendrer des retards ou d'avoir une incidence sur les travaux.

- Vacances de la construction : Étant donné que le complexe se trouve au Québec, l'arrêt des travaux à la fin juillet et au début août de chaque année aura des conséquences majeures pour l'échéancier de construction.

Selon les estimations, les facteurs mentionnés ci-dessus réduisent à 10 mois le temps de travail annuel.

5.3. APPROCHES DE LA MISE ENŒUVRE

Dans le contexte d'un complexe d'édifices constamment occupés, on a envisagé trois (3) approches de base pour le remplacement de l'enveloppe : une approche façade par façade; une approche étage par étage avec les occupants sur place; une approche étage par étage sans les occupants.

Dans chaque cas, les trois facteurs qui limiteront la vitesse et la facilité de construction sont toujours la présence des occupants, la disponibilité de locaux temporaires et la vitesse à laquelle les panneaux existants peuvent être enlevés.

5.3.1. ANCRAGE UTILISÉ POUR L'ENLÈVEMENT

Peu importe la stratégie de mise en œuvre, on devrait idéalement, pour l'enlèvement, incorporer des raccords de levage dans les bords des panneaux préfabriqués au lieu d'utiliser des boulons d'ancrage traversants. Pour le projet d'investigation du processus d'enlèvement, on a recouru à ceux-ci, ce qui a produit beaucoup de bruit et de vibrations lors du carottage du béton préfabriqué et du placage de briques. On a procédé au carottage pour pratiquer un point d'ancrage horizontal au profilé d'ossature creux à travers les panneaux, tout en évitant d'appliquer une pression sur le placage de briques. Ce processus a été long, difficile et perturbateur. Il n'a pas été jugé une approche de mise en œuvre faisable pour le projet actuel.

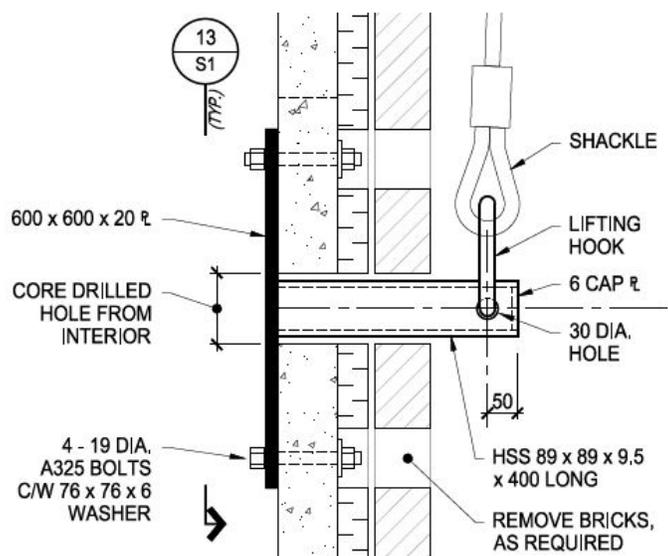


Fig. 42 — Détail de la méthode de levage utilisée lors du projet d'investigation du processus d'enlèvement des panneaux

Bien qu'on ait observé la présence d'un manchon fileté lors de l'enlèvement des panneaux, il est peu probable que ce connecteur puisse supporter le poids des panneaux au moment de leur enlèvement. Idéalement, on pourrait pratiquer des ouvertures carottées sur les bords des panneaux pour accueillir des points de levage adhésés à la structure, peut-être en faisant appel à une barre d'armature pliée ou à une autre méthode, afin de soutenir suffisamment le poids d'un panneau lors de son enlèvement et de sa manutention.

5.3.2. APPROCHE FAÇADE PAR FAÇADE

Selon cette approche, on établirait une zone de construction sur plusieurs étages d'une façade. On pourrait enlever toute la façade à partir du haut, puis la remplacer à partir du bas. Une fois terminé, le processus recommence sur une nouvelle partie de la façade. Les occupants touchés pourraient être soit installés sur leur étage ou déplacés vers des locaux temporaires.

Voici des avantages de cette approche :

- Il est possible d'enlever les panneaux sans poser de risque pour la nouvelle construction adjacente;
- L'enlèvement des panneaux à partir du haut constitue l'approche préférée;
- L'installation des nouveaux panneaux à partir du bas est plus simple (méthode habituelle) que celle à partir du haut.
- Les besoins en plateformes élévatrices sont simplifiés.

Voici des désavantages de cette approche :

- De grands pans de la façade (avec des locaux occupés derrière) seront exposés aux intempéries et auront besoin d'une protection de grande envergure afin de préserver l'intégrité du milieu de travail.
- Les occupants des zones situées sur le périmètre des édifices qui travaillent pour des ministères et des groupes différents devront peut-être être déménagés simultanément, ce qui créera des problèmes de protection de la vie privée et de sécurité relativement à l'aménagement des locaux temporaires.
- Il faudra mettre à niveau le système de mur pare-intempéries/de palissade pour l'amortissement acoustique des locaux occupés adjacents.
- Il faut accroître les exigences et la coordination en matière de sécurité, afin de maintenir la séparation entre les ouvriers et les locataires.
- Le risque global est accru pour l'échéancier et le budget.
- La démolition des substances désignées engendre des risques supplémentaires pour les occupants qui demeurent.
- Les coûts d'assurance sont susceptibles d'augmenter parce que les occupants demeureraient sur l'étage concerné.

On a évalué que cette approche n'est pas réalisable à cause des perturbations continues et très longues que subirait les locataires et de l'inefficacité du processus.

5.3.3. APPROCHE ÉTAGE PAR ÉTAGE AVEC LES OCCUPANTS SUR PLACE

Avec cette approche, les travaux de réhabilitation se feraient étage par étage, mais les locataires pourraient demeurer sur place dans leurs espaces de travail actuels derrière un mur de séparation périmétrique. Un système de plateformes élévatrices sur chaque façade représente l'approche préférée, ce qui ferait en sorte qu'on travaillerait sur toutes les façades d'un étage en même temps. Cette méthode exigerait l'installation d'un mur pare-intempéries sur le périmètre des édifices, avec l'ajout d'un écran antibruit pour réduire le plus possible les perturbations sonores pour les occupants qui demeureront sur place.

Voici des avantages de cette approche :

- La plupart des occupants pourront demeurer sur place, ce qui réduirait la nécessité d'un déménagement vers des espaces de travail temporaires;
- Les coûts associés aux postes de travail temporaires seraient diminués.

Voici des désavantages de cette approche :

- Il faudra mettre à niveau le système de mur pare-intempéries/de palissade pour procurer un amortissement acoustique supplémentaire.
- Il faut accroître les exigences et la coordination en matière de sécurité, afin de maintenir la séparation entre les ouvriers et les locataires.
- Dans l'ensemble, l'échéancier serait rallongé et les coûts associés aux travaux de réhabilitation seraient augmentés.

- La présence potentielle de substances désignées engendre des risques supplémentaires pour les occupants.
- Les coûts d'assurance sont susceptibles d'augmenter parce que les occupants demeureraient sur l'étage concerné.

En général, les modestes avantages possibles sur le plan des locaux temporaires et de la gestion des déménagements sont bien inférieurs aux risques liés à l'échéancier et au degré de perturbation des locataires.

5.3.4. APPROCHE ÉTAGE PAR ÉTAGE AVEC ESPACE RÉSERVÉ AUX TRAVAUX (DÉMÉNAGEMENT DES OCCUPANTS)

Selon cette approche, tous les occupants d'un étage donné sont déplacés vers des locaux temporaires. Les meubles demeurent sur place et sont poussés temporairement, tandis que toute la zone est consacrée aux activités de construction. On ne prévoit pas l'installation de cloisons intérieures (à part un mur pare-intempéries sur le périmètre), alors que les occupants devraient ranger leur bureau et mettre en sécurité le matériel de nature délicate avant leur déménagement.

D'après cette approche, les panneaux sont enlevés un étage à la fois, puis remplacés par la nouvelle enveloppe, tandis que toute la zone de travail « rampe » verticalement (à partir du haut) sur la façade de l'édifice concerné.

Pour que cette méthode fonctionne, les locaux temporaires doivent pouvoir accueillir les occupants d'au moins trois (3) étages complets en tout temps. On préfère l'ajout d'un 4^e étage. Ainsi, la gestion des déménagements serait plus souple, l'efficacité serait accrue et les goulots d'étranglement liés à la construction seraient éliminés.

Voici des avantages de cette approche :

- On réduit considérablement les conflits entre les travaux de construction et les occupants (préoccupations liées à la santé et à la sécurité).
- Les occupants ne déménageraient qu'une fois (par opposition à de multiples fois selon les autres approches).
- L'efficacité est accrue, avec des avantages globaux pour l'échéancier et les coûts.
- La construction du mur pare-intempéries est simplifiée.
- La séparation acoustique est meilleure entre les zones de travail et les utilisateurs.
- Les groupes de travail et les ministères peuvent demeurer ensemble durant le déménagement vers les locaux temporaires.

Voici des désavantages de cette approche :

- Il faut déplacer temporairement les locataires des étages concernés.
- Les locaux temporaires exigeront une coordination et une gestion continues.

Le dégagement des étages de leurs occupants constitue l'approche préférée pour les travaux de réhabilitation de l'enveloppe des édifices. Il accélérera la réalisation des travaux et fera en sorte que les locataires devront endurer la perturbation de leurs tâches pendant le laps de temps le plus court, tout en atténuant les risques associés à la sécurité, notamment celle des personnes.

5.3.5. APPROCHE PRÉFÉRÉE ET APERÇU GÉNÉRAL

La méthode étage par étage sans occupants est l'approche préférée pour la mise en œuvre.

En outre, une séquence des travaux à partir du haut facilitera l'enlèvement des panneaux (compte tenu des raccordements actuels) et préviendra les dommages causés par la chute des débris qui poserait un risque si la séquence d'enlèvement et d'installation se déroulait à partir du bas.

Les locataires devront déménager vers des locaux temporaires, mais ils n'auront à le faire qu'une fois, ce qui entraînera une perturbation minimum par comparaison avec les autres options (qui impliquent des perturbations continues). Dans ce scénario, le déménagement constitue en soi la principale perturbation, par opposition à une exposition constante au bruit et aux activités de construction qui se produiraient dans les deux autres options.

Le dégagement d'étages complets permet d'améliorer l'efficacité ainsi que le déroulement des travaux sans obstacle. Bien qu'il faille au moins trois (3) étages inoccupés pour que cette approche fonctionne, celle-ci exercera des contraintes et créera des goulots d'étranglement liés à la gestion des déménagements. Il faut dégager quatre (4) étages ou plus pour un déroulement continu des travaux. En outre, en incluant un tampon de plusieurs étages inoccupés successifs, des travaux particulièrement bruyants de découpage peuvent avoir lieu tout au long de la journée tout en perturbant le moins possible les occupants.

Cette approche de mise en œuvre réduit considérablement les risques pour la santé et la sécurité par la séparation des zones de construction des zones occupées, et ce, d'un étage à l'autre.

Remarque : L'un des futurs projets connexes consiste dans la modernisation des bureaux pour respecter les normes de Milieu de travail 2.0. On devrait examiner la possibilité de réaliser ces travaux de modernisation en même temps que ceux de réhabilitation de l'enveloppe, afin de réduire au minimum les impacts à long terme sur les occupants.

5.3.6. EXEMPLES D'ÉQUIPEMENT UTILISABLE

Voici une liste partielle de l'équipement susceptible de servir à la mise en œuvre de l'approche préférée :

- la plateforme de travail sur mât Fraco (ACT-8)

- la grue Potain MD-1600 de Manitowoc (hauteur sous crochet de 440 pi. Le toit de l'édicule du 10, rue Wellington se trouve à environ 380 pi au-dessus du niveau du sol.)
- la grue à tour SK-415 de Penner
- la grue à tour PC 1400 de Pecco
- des grues mobiles au besoin.

5.4. PROCÉDURE D'ENLÈVEMENT ET DE REMPLACEMENT DES PANNEAUX

Étant donné la détérioration et le mauvais état du placage de briques, il faudrait inspecter les panneaux lors de la préparation de leur enlèvement afin de s'assurer qu'ils possèdent une capacité suffisante pour faciliter celui-ci. On pourrait examiner la possibilité de couper verticalement sur place les panneaux à deux fenêtres, pour rendre plus facile le processus de levage.

On prévoit la séquence suivante pour le processus d'enlèvement :

1. Les murs mitoyens et les finis sont démolis le cas échéant, les services intérieurs sont déplacés et mis hors service et on procède au découpage et à la pose de capuchons au besoin.
2. On installe un système d'éclairage et électrique temporaire pour la zone de travail extérieure.
3. On construit un mur pare-intempéries intérieur.
4. On enlève les panneaux de vitre résistante à la chaleur.
5. Les panneaux préfabriqués sont dotés de raccordements et d'un renforcement temporaires en vue de leur enlèvement. (Il convient de signaler que les panneaux prêts pour leur enlèvement ne peuvent transférer de charge sur les panneaux inférieurs, étant donné que les raccordements actuels se trouvent déjà près de leur capacité.)
6. Les panneaux préfabriqués sont préparés pour permettre la mise en place des élingues de la grue.
7. Les panneaux à deux fenêtres sont coupés verticalement (au besoin) et les panneaux sont préparés pour leur enlèvement (fragmentation, renforcement, etc.).
8. Les raccordements soudés du dessus sont coupés, puis le panneau est enlevé par la grue.
9. La bordure de la dalle est préparée pour accueillir le nouveau système mural, avec l'exécution de travaux d'ancrage ou autres au besoin.

10. Les nouveaux panneaux sont baissés pour leur mise en place dans l'ordre après l'opération d'enlèvement des panneaux actuels.
11. On procède au détaillage, à la pose de solins, à la finition, etc. à l'intérieur et à l'extérieur.
12. On remet en état les locaux à bureaux.

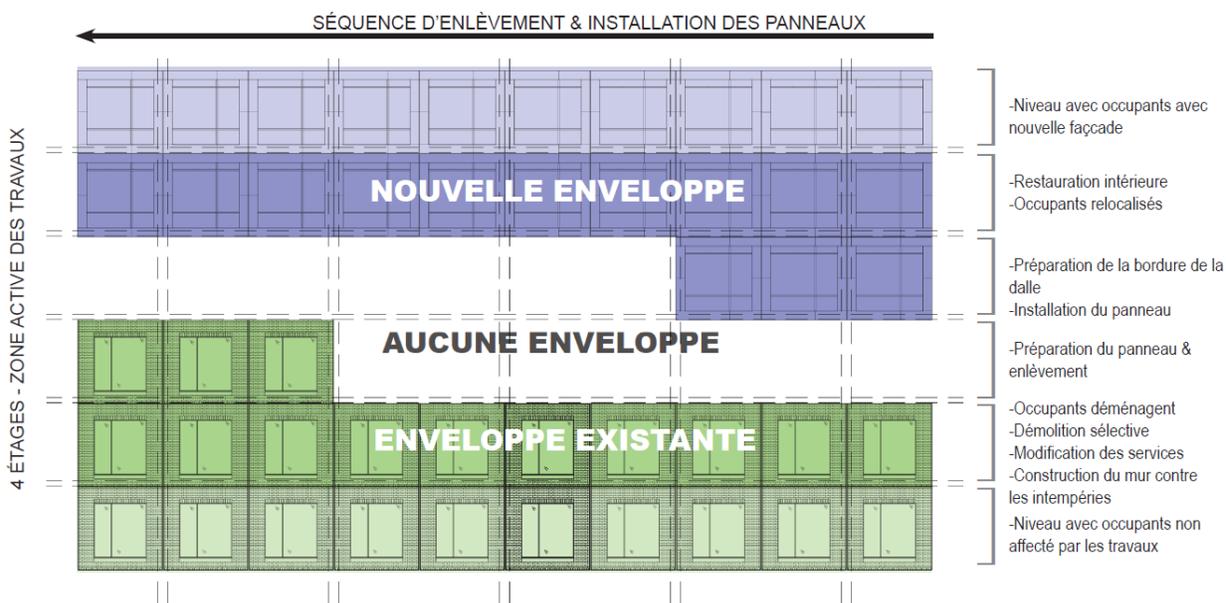


Fig. 43 — Élévation d'une façade échantillon, avec le concept de séquence des travaux indiqué. Il y a toujours une séparation d'au moins un étage entre celui où l'on enlève les panneaux et celui où l'on installe les nouveaux (la zone « sans enveloppe »). La zone « sans enveloppe » de deux étages qui est montrée sur l'illustration sera probablement plus grande que celle qui correspond aux deux baies structurales indiquée ici — il faudrait éviter les conflits opérationnels entre les équipes responsables de l'enlèvement et de l'installation des panneaux.

5.5. LOCAUX TEMPORAIRES ET GESTION DES DÉMÉNAGEMENTS

5.5.1. ANALYSE ET JUSTIFICATION DES BESOINS

Emplacement des locaux temporaires

Il faut tenir compte d'un facteur crucial : à un moment donné du processus de construction, la façade des locaux temporaires devra être remplacée, ce qui rendra ceux-ci inhabitables. Ce fait exerce des contraintes relativement à ces espaces.

1. **Idéalement, les locaux temporaires devraient constituer un bloc unifié de zones (étages séquentiels).** Si les locaux temporaires disponibles étaient séparés dans de multiples zones éparpillées à la grandeur du complexe, il en résulterait des retards, des

problèmes de coordination et le besoin d'un plus grand nombre de locaux de ce genre dans l'ensemble.

- 2. Les travaux visant les locaux temporaires pourraient être réalisés soit au début, soit à la fin du processus de construction.** On réduira le risque de retards si l'on remplace la façade d'un bloc unifié de locaux temporaires en premier ou en dernier dans la séquence globale de construction.

Processus d'enlèvement et d'installation des panneaux

Au fur et à mesure que les panneaux seront enlevés et remplacés, il faudra toujours qu'il y ait un étage vide entre les panneaux qui seront installés et ceux qui seront retirés (voir la figure 43). **Cette séquence de trois (3) étages visés représente l'exigence minimum pour le processus de construction** (levage des panneaux, préparation de la bordure de la dalle, etc.).

Toutefois, ce minimum n'est pas idéal du point de vue de l'échéancier ou du budget du projet. Le déménagement de seulement trois étages à la fois engendrera d'importants problèmes de coordination du déménagement des locataires, ce qui occasionnera des retards.

Par exemple, pour commencer la construction sur un nouvel étage, celui-ci doit d'abord être vidé de ses occupants. Afin de pouvoir déménager ceux-ci, il doit y avoir des locaux temporaires destinés à les accueillir. Les locataires qui se trouvent actuellement dans ces lieux doivent donc d'abord réintégrer leurs bureaux. Toutefois, pour que cela soit possible, la construction doit être entièrement terminée et les locaux visés doivent être remis en état. Voilà où se situe le conflit de planification : chaque fois qu'un étage sera achevé, la construction sera interrompue tandis que les occupants changeront de place les uns avec les autres. La satisfaction du besoin minimum de locaux temporaires (trois étages) retardera considérablement la construction.

En outre, les étages du complexe n'abritent pas tous un nombre égal d'occupants. Imaginons une situation où 100 personnes réintègrent leurs bureaux, mais où le nouvel étage qui fait l'objet du déménagement comporte 180 personnes ayant besoin de locaux. Un conflit supplémentaire surgit par l'absence de zone tampon de postes de travail supplémentaires.

La possibilité de déménager quatre (4) étages (ou plus) atténue grandement les risques et procure d'importants avantages au chapitre de l'échéancier. Dans ce scénario, il y a toujours un étage qui est déménagé avant la séquence de construction. Cela favorisera la continuité du déplacement des locataires et celle des activités de construction.

Nombre d'occupants des étages séquentiels touchés

Compte tenu des exigences minimums du processus de construction et du nombre d'occupants connu des aires, il est possible de déterminer le nombre minimum de personnes qu'il faudra relocaliser à un moment donné.

Selon l'information fournie par le client au moment d'écrire ces lignes, le nombre minimum d'occupants devant être déménagés à tout moment est :

- **Pour le déménagement de trois (3) étages : environ 550 personnes** (une moyenne de 150 personnes par étage, avec un tampon de 100 personnes afin de tenir compte des variations)
- **Pour le déménagement de quatre (4) étages : environ 700 personnes** (une moyenne de 150 personnes par étage, avec un tampon de 100 personnes afin de tenir compte des variations)

Aménagement et densité supposée des locaux temporaires

Compte tenu des lignes directrices d'aménagement fournies par SPAC, voici la superficie nécessaire de nouveaux locaux qui est supposée :

- **Pour le déménagement de trois (3) étages : de 6 600 à 7 900 m²**
- **Pour le déménagement de quatre (4) étages : de 8 500 à 10 000 m².**

En plus des besoins au chapitre de la superficie, les locaux temporaires devraient permettre l'aménagement de cinq (5) zones séparées et distinctes ou plus : trois ou quatre d'entre elles serviraient d'espace de travail pour les locataires relocalisés, tandis qu'une ou deux d'entre elles agiraient comme zones tampons pour accueillir le surplus de personnes des étages particulièrement grands ou des groupes qui ont des besoins spéciaux en matière de sécurité ou de protection de la vie privée.

5.5.2. COORDINATION DES OCCUPANTS

Au moment de mettre la dernière main au présent rapport, voici les contraintes et les problèmes liés à la coordination des locaux temporaires qui ont été repérés :

- Il faut prévoir le plus grand délai d'avis possible pour le déménagement du 1, promenade du Portage. Il est conseillé qu'au début de son mandat, l'expert-conseil principal se penche immédiatement sur la question du moment prévu pour cette opération.
- Le personnel du CRTC qui se trouve sur les 2^e et 3^e étages doit être déménagé vers des locaux temporaires communs.
- Une quantité importante de matériel de TI et informatique nécessitera plus de temps et d'organisation lorsqu'il s'agira de gérer son déménagement.
- Il faudra assurer une protection et une surveillance supplémentaires des salles de serveurs du 2^e étage du 1, promenade du Portage pendant que la construction sera en cours. On prévoit que ces salles demeureront opérationnelles et qu'on y accèdera à distance depuis les locaux temporaires.
- Il faudra donner au préavis de tout travail perturbateur qui concernera les salles d'audience du 7^e étage du 1, promenade du Portage et du 15^e étage du 15, rue Eddy.

5.5.3. RÉPERCUSSIONS SUR L'ÉCHÉANCIER

L'aménagement des locaux temporaires aura des répercussions importantes selon qu'il visera trois ou quatre étages.

En supposant qu'on ne fournit que la superficie minimum et en tenant compte du fait que les étages ne comptent pas tous un nombre égal d'occupants, il pourra quand même arriver qu'on soit en mesure de déménager quatre étages ou plus en même temps.

Si l'on prend ce facteur en considération et qu'on suppose un retard de deux semaines (une semaine pour le déménagement d'un locataire et une deuxième pour l'installation d'un autre) pour toutes les zones où l'on ne pourra relocaliser que trois étages à la fois, l'impact sur l'échéancier serait d'environ **62 semaines**. Des retards supplémentaires sont susceptibles d'être causés par le fait que les travaux de constructions se font par à-coups.

Si l'on inclut les retards saisonniers, le choix d'une superficie minimum de locaux temporaires pour les travaux de construction risquerait de retarder le projet de dix-huit (18) mois ou plus.

Peu importe la quantité nécessaire de locaux temporaires, la gestion et la coordination de la relocalisation des occupants représentent un important facteur de risque qui exigera une planification rigoureuse. Une équipe devrait être consacrée à la gestion de ce processus pendant toute la durée du projet.

Les problèmes découlant de la gestion et de la coordination des déménagements retarderont la construction, en particulier dans un scénario où il y a une quantité minimum de locaux temporaires ou une zone tampon insuffisante pour réagir aux difficultés imprévues.

5.5.4. SCÉNARIO PRÉFÉRÉ

Au moment d'écrire ces lignes, il n'y a aucun espace vacant capable de satisfaire les besoins en superficie des locaux temporaires proposés.

Pour respecter les besoins mentionnés précédemment (espace unifié, ordre de la construction, superficie), le lieu actuellement proposé pour les locaux temporaires se trouve au 25, rue Eddy.

Il s'agit d'un mélange de locaux vacants et occupés dont l'avantage particulier réside dans le fait qu'on peut établir les étapes de la construction de manière à remplacer cette partie de la façade à la toute fin des travaux.

Au bout du compte, il faudra assurer une coordination avec les locataires actuels de cet endroit. On devrait examiner la possibilité de déménager les locataires qui s'y trouvent présentement, afin de fournir un bloc unifié de locaux temporaires.

5.6. PRÉFÉRENCES RELATIVES À L'APPROCHE DE MISE EN ŒUVRE PAR ÉTAPES ET À L'ÉCHÉANCIER

5.6.1. HYPOTHÈSES

L'approche de mise en œuvre par étapes et l'échéancier repose sur quelques hypothèses clés au sujet du processus de construction.

1. La vitesse d'enlèvement des panneaux actuels exercera la principale influence sur l'échéancier et le processus de construction. On suppose l'enlèvement d'environ 15 mètres linéaires de façade par jour. Cela équivaut à peu près à 4 panneaux à une fenêtre (surtout au 15-25, rue Eddy) ou à 2 panneaux à 2 fenêtres (partout ailleurs). Cette hypothèse suppose aussi que la vitesse d'enlèvement des panneaux déterminera celle de la démolition intérieure, de la fabrication, de l'installation de la nouvelle enveloppe et de la remise en état de l'intérieur.
2. Il n'y aura qu'une seule zone de travail à la fois. La construction sera linéaire : les édifices seront réhabilités selon une séquence (et non simultanément).
3. Il ne sera pas nécessaire de modifier structurellement le bord des dalles. Cette hypothèse suppose que celui-ci pourra accepter les nouveaux raccordements exigés pour l'installation des panneaux.
4. L'emplacement des locaux temporaires pourra accueillir quatre (4) étages d'occupants relocalisés à la fois.
5. L'échéancier suppose que les week-ends sont des jours de travail et que huit (8) semaines seront perdues à cause du mauvais temps et des vacances de la construction.

5.6.2. SÉQUENCE DE MISE EN ŒUVRE PAR ÉTAPES

La séquence de réalisation des travaux par étapes repose sur deux (2) stratégies d'atténuation des risques.

1. On atténue le risque pour le projet dans son ensemble en commençant la construction dans une zone inoccupée et facile d'accès. L'entrepreneur pourra ainsi résoudre les problèmes et peaufiner la stratégie d'enlèvement et d'installation avant de passer à des zones plus risquées.
2. Ensuite, on ciblerait les zones hautement prioritaires (où la brique présente des défaillances et un effritement), afin d'atténuer le plus vite possible les risques liés à la santé et à la sécurité.

Pour réaliser ces stratégies, on propose que la construction commence par un édifice entièrement inoccupé au 1, promenade du Portage. La superficie suggérée pour les locaux temporaires (environ 8 400 m²) devrait suffire pour accueillir tous les occupants de cet édifice.

Cette étape sera considérée comme un « démarrage en douceur » de la construction et permettra à la séquence de celle-ci d'être peaufinée sans courir les risques associés à un édifice occupé. Les travaux viseraient ensuite le 10, rue Wellington, où l'on adoptera une approche étage par étage avec l'enlèvement des panneaux à partir du haut. Les locaux temporaires situés au 25, rue Eddy seront remis en état en dernier, ce qui permettra aux locataires de réintégrer leurs espaces permanents et d'éviter les conflits liés aux déménagements.

Voici un résumé de la séquence proposée pour la mise en œuvre par étapes :

1. Activités préalables à la construction et travaux de préparation du chantier;
2. Aménagement des locaux temporaires;
3. Déménagement de tous les occupants du 1, promenade du Portage dans les locaux temporaires;
4. Réhabilitation de l'enveloppe de tout l'édifice du 1, promenade du Portage pendant qu'il est inoccupé (risque faible, scénario de « démarrage en douceur » avec un espace inoccupé);
5. Réhabilitation de l'enveloppe étage par étage du 10, rue Wellington (zones au risque le plus élevé);
6. Réhabilitation de l'enveloppe étage par étage du 15, rue Eddy;
7. Réhabilitation de l'enveloppe étage par étage du 25, rue Eddy;
8. Restauration du site.

Cette séquence générale traite le 15-25, rue Eddy comme deux édifices distincts, sinon les superficies concernées seraient trop grandes par rapport à celle des locaux temporaires. Il faudra déterminer les limites exactes de chaque « édifice » au début du projet.

*NOTE : Voir l'**appendice F** pour la disposition des grues et le concept de mise en œuvre par étapes.*

5.6.3. RÉSUMÉ DE L'ÉCHÉANCIER DE CONSTRUCTION

Selon le scénario de mise en œuvre par étapes qui est présenté ci-dessus, la phase de construction nécessite environ **1 400 jours de travail**.

Selon l'échéancier de la phase de design fournie par SPAC, compte tenu des arrêts de travail liés à la saison et au mauvais temps et en supposant que les week-ends sont des jours de travail, **la date d'achèvement estimée est juin 2023**.

*NOTE : L'échéancier du projet se trouve à l'**appendice G**.*

5.7. ANALYSE DES RISQUES

L'analyse des risques qui suit repose sur l'analyse originelle présentée dans le document *Feasibility Study and Options Analysis* publié par Smith Carter en 2013. Elle a été mise à jour pour tenir compte de l'état du projet et d'investigations récentes.

D = impacts sur la phase du design, A = impacts sur la phase de l'appel d'offres,

C = impacts sur la phase de la construction

Élément	Description du risque	D	A	C	Prob.	Impact	Risque	Remarques/stratégies d'atténuation
A	Gestion de la portée							
A.1	Exactitude de la définition de la portée	X			Moy.	Élevé	Élevé	Lors du démarrage du projet, il faudra valider de nouveau en collaboration la portée précise du projet (en particulier pour ce qui est de l'aménagement, des édicules et de l'aménagement au niveau du sol). Les stratégies de durabilité et de gestion des déchets devraient être élaborées davantage avant l'appel d'offres.
A.2	Modification de la portée en raison de l'état du site	X			Moy.	Moy.	Moy.	La composition des panneaux et la construction existante dans son ensemble ont été bien définies dans les documents de référence. Le risque lié à l'état du site réside surtout dans l'impact sur les installations techniques et le degré des interventions et des mesures correctives nécessaires. On devrait réaliser des investigations complètes du site lors du démarrage du projet, afin de repérer les endroits problématiques.
A.3	Modification de la portée en raison de contraintes budgétaires		X		Faible	Élevé	Moy.	L'envergure du projet et la quantité de matériaux concernés signifient que de petites modifications à la conception des panneaux risquent d'avoir une incidence importante sur le budget. Il faudrait valider de nouveau l'établissement des coûts lors du démarrage du projet, afin de repérer les écarts potentiels.

B	Gestion de l'échéancier							
B.1	Retards causés par le glissement et la redéfinition du projet	X			Élevée	Élevé	Crit.	Il faudra définir davantage certains éléments de la portée lors du démarrage du projet (ouvrages de pourtour des salles mécaniques en appentis, interventions au niveau du sol, répercussions sur la M/E, aménagement paysager, etc.). Une portée bien définie atténuera les risques de retard et permettra d'établir tôt un échéancier réaliste pour le projet.
B.2	Retards causés par des retards dans l'obtention des approbations (CCN, Ville de Gatineau, etc.)	X			Faible	Faible	Faible	Il faudrait poursuivre la collaboration avec la CCN afin de résoudre les questions de design et d'éclaircir la portée du projet. On devrait inclure dans un échéancier détaillé les exigences relatives aux approbations.
B.3	Retards causés par des problèmes de disponibilité et de délai d'approvisionnement des matériaux			X	Faible	Moy.	Moy.	La grande quantité de matériaux exigée pour ce projet et la fabrication des composantes de l'enveloppe nécessiteront une supervision et une coordination étroites des chaînes d'approvisionnement.
B.4	Retards liés à la gestion des déménagements et à la disponibilité des locaux temporaires			X	Élevée	Élevé	Crit.	Il y aura probablement des complications liées à la gestion du déménagement des occupants. Il est crucial de collaborer étroitement avec les occupants lors du démarrage du projet afin de gérer les attentes et de déceler les problèmes potentiels. Il faudrait concevoir dès que possible un échéancier et un plan de mise en œuvre par étapes exhaustifs pour la gestion des déménagements.
B.5	Retards liés à la construction			X	Moy.	Élevé	Élevé	Il est fondamental que l'échéancier de l'entrepreneur qui reposera sur la méthode du chemin critique soit réaliste et fiable. La préfabrication de composantes en usine atténuera les risques associés à la disponibilité de la main-

D	Gestion de la qualité							
D.1	Variabilité de la qualité découlant de l'interprétation du contrat de construction et des problèmes relatifs au site			X	Faible	Élevé	Moy.	La fabrication en usine des panneaux muraux et la simplicité de la procédure d'installation atténuent toutes deux la probabilité de ce risque. Dans le cadre des procédures de contrôle de la qualité, il faudrait réaliser des maquettes, notamment pour tester et analyser la conception des joints des panneaux.
D.2	Variabilité de la qualité découlant de problèmes de fabrication en usine			X	Faible	Faible	Faible	Il faudra appliquer des procédures de supervision et d'inspection pour maintenir une qualité de fabrication élevée.
E	Mise en œuvre du projet							
E.1	Problèmes de contrôle de l'approvisionnement (appel d'offres équitable, ouvert et concurrentiel)		X	X	Faible	Faible	Faible	Comme stratégie d'atténuation, la conception proposée comprend un assemblage mural constitué de composantes standard et un système de revêtement souple qui pourrait accepter une gamme étendue de produits.
E.2	Impact du projet sur l'accès aux édifices et les activités des locataires			X	Élevée	Élevé	Crit.	La réalisation des travaux par étapes exigera le déménagement des occupants ainsi que la fermeture temporaire de sorties et d'aires publiques pour faire place à la construction. Pour la gestion des déménagements et la réduction des plaintes, on recommande de gérer les attentes des locataires dès le début et de procéder des consultations exhaustives et ouvertes avec les groupes d'utilisateurs.
E.3	Impact du projet sur les installations techniques et les activités d'entretien			X	Élevée	Moy.	Élevé	Il faudra effectuer une analyse des installations techniques et assurer une coordination avec les exploitants des édifices, afin de maintenir le confort des utilisateurs et de repérer les impacts sur l'environnement intérieur.
E.4	Impact sur la sécurité publique des activités de			X	Moy.	Élevé	Élevé	L'enlèvement des panneaux existants comporte le plus grand risque pour la sécurité

	construction à grande échelle							publique. Étant donné le poids des panneaux, une défaillance lors du levage serait catastrophique. Il est crucial de contrôler la circulation et les piétons afin d'atténuer le risque. Il faudra réaliser une étude d'impact pour analyser le risque posé par la chute d'un panneau sur un toit adjacent situé en contrebas.
E.5	Risque d'exposition à des matières dangereuses			X	Faible	Élevé	Moy.	On sait qu'il y a de l'amiante dans certaines composantes des façades et des cloisons. Des mesures appropriées sont exigées. Le déménagement temporaire des occupants devrait s'effectuer étage par étage afin de réduire au minimum le risque d'exposition de ceux-ci durant la construction.

5.8. CONCLUSIONS

Le scénario de mise en œuvre préféré comporte notamment les stratégies suivantes :

- Des locaux temporaires sont aménagés au 15-25, rue Eddy sur une superficie minimum d'environ 8 500 m².
- La construction commence au 1, promenade du Portage, tandis que l'édifice est entièrement inoccupé.
- Les matériaux sont surtout manutentionnés par une grue à tour, assistée par des grues mobiles pour accélérer la construction.
- Une fois le premier édifice achevé, d'autres occupants sont relocalisés dans les locaux temporaires, afin de vider entièrement les étages concernés, avec la capacité de déménager quatre (4) étages à la fois.
- La séquence des travaux se déroule à partir du haut.
- Les panneaux existants sont chargés directement dans des camions pour éviter leur entreposage sur le site et la double manutention.
- La livraison de la nouvelle façade est réalisée par une méthode « juste à temps ». Préférentiellement, la grue prend les éléments directement d'un camion pour éviter leur entreposage sur le site et la double manutention.

L'occupation du complexe constitue le plus grand facteur de risque pour ce projet. Le déménagement de tous les occupants des édifices ailleurs durant la construction atténuerait les risques associés à la santé et à la sécurité, à l'échéancier, aux retards et au budget. Les édifices occupés créent le besoin d'une vigilance constante dans de nombreuses zones et complexifie davantage le projet.

Un deuxième risque de haut niveau réside dans la nécessité de définir entièrement la portée de certains lots de travaux (aménagement paysager, interventions et vitrage au rez-de-chaussée, ouvrages de pourtour des salles mécaniques en appentis, etc.). Il faudra bien tenir compte de ces éléments lors de l'étape de l'appel d'offres et, de nouveau, lors du démarrage du projet, afin de déterminer les niveaux d'intervention attendus et les stratégies d'exécution des travaux dans des édifices occupés.

En général, il s'agit d'un projet très complexe qui comporte d'importants défis et risques dans tous les aspects de sa mise en œuvre. L'équipe de gestion du projet devra concevoir et faire appliquer un plan très élaboré de communications, de présentation de rapports et de supervision afin de repérer et d'atténuer les risques d'une façon proactive. Un mandat de projet clair et des responsabilités individuelles bien définies ainsi que des voies de communication pour tous les intervenants sont cruciaux à un stade précoce.

6. ESTIMATIONS DES COÛTS

6.1. SOMMAIRE DE L'ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

NOTA : Consulter l'Appendice A pour l'ensemble des estimations des coûts de construction de classe « C »

Complexe à pavillons		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
1	Pavillon 100 – Édifice Jules Léger (au nord et au sud)	\$44,449,000	\$42,204,000	\$48,785,000	\$46,316,000
2	Pavillon 200 – Édifice, au nord	\$34,677,000	\$34,585,000	\$43,812,000	\$37,726,000
3	Pavillon 300 – Édifice central	\$6,021,000	\$5,235,000	\$6,300,000	\$5,840,000
4	Total partiel	\$85,147,000	\$82,024,000	\$98,897,000	\$89,882,000
5	Exigences générales, coûts indirects et profit	\$8,515,000	\$8,202,000	\$9,890,000	\$8,988,000
6	Total partiel	\$93,662,000	\$90,226,000	\$108,787,000	\$98,870,000
7	Éventualités des points de vue de la conception et des prix	\$14,049,000	\$13,534,000	\$16,318,000	\$14,831,000
8	Total partiel	\$107,711,000	\$103,760,000	\$125,105,000	\$113,701,000
9	Prime de mise en phases	\$10,771,000	\$10,376,000	\$12,511,000	\$11,370,000
10	Total partiel	\$118,482,000	\$114,136,000	\$137,616,000	\$125,071,000
11	Allocation tenant compte des éventualités de construction	\$11,848,000	\$11,414,000	\$13,762,000	\$12,507,000
12	Taux d'indexation de l'an 2016 à l'an 2017	\$6,484,000	\$6,247,000	\$7,532,000	\$6,845,000
13	ÉVALUATION TOTALE DES COÛTS (COÛTS À L'ANNÉE)	\$136,814,000	\$131,797,000	\$158,910,000	\$144,423,000

Options en rapport avec des perspectives communes

14	Cour – Travaux d'aménagement paysager, de terrassement et d'implantation	\$1,635,000	\$1,635,000	\$1,635,000	\$1,635,000
15	Remplacement des travaux de toiture et ce, pour tous les pavillons	\$4,784,000	\$4,784,000	\$4,784,000	\$4,784,000
16	Revêtement de l'appentis et pourtours vitrifiés – Tous les pavillons	\$4,841,000	\$4,841,000	\$4,841,000	\$4,841,000
17	Nouveaux stores de fenêtres	\$2,596,000	\$2,596,000	\$2,596,000	None
18	Travaux de modernisation au niveau du rez-de-chaussée	\$5,387,000	\$5,387,000	\$5,387,000	\$5,387,000
19	ÉVALUATION TOTALE et ce, compte tenu de toutes les options en rapport avec des perspectives communes (COÛTS À L'ANNÉE)	\$156,057,000	\$151,040,000	\$178,153,000	\$161,070,000

Fig. 44 – Le sommaire des estimations de classe « C » des quatre options de construction. Consulter l'Appendice pour l'ensemble des estimations de coûts.

Les coûts de construction de chacune des options de construction analysées à la section 3 du présent rapport ont été estimés à un niveau de classe « C ». Entre les deux options privilégiées (options 3 et 4), il y a un delta d'environ 17 M \$.

6.2. SOMMAIRE DE L'ESTIMATION DES COÛTS ACCESSOIRES

En plus des estimations des coûts de construction, plusieurs coûts « accessoires » devront être considérés pour la livraison complète du projet. Les coûts accessoires prévus sont indiqués ci-

dessous et des coûts exprimés en pourcentages ont été appliqués pour l'ensemble de la portée du projet et incluent les efforts additionnels identifiés :

- Équipe du consultant principal : 12 000 000 \$ (basé sur 7 % d'un budget de construction nominal de 170 M \$)
Comprend l'ensemble des disciplines et des services requis par le Mandat. Ce chiffre se base sur les services minimums de M, E et S mais exige une conception, une présentation, une planification, une gestion des déménagements et des études environnementales d'envergure.
- Services du directeur des travaux : 7 000 000 \$ (basé sur 4 % d'un budget de construction nominal de 170 M \$)
- Protection des tunnels souterrains : 200 000 \$ pour l'excavation, le renforcement et l'achèvement du projet.
- Sécurité du site et contrôle de l'accès : 1 500 000 \$ qui comprend des coûts de location de 20 000 \$/ mois pendant 66 mois ainsi que la main-d'œuvre pour les déménagements de la mise en œuvre graduelle.
- Empiètements sur la rue et les trottoirs et transport en commun : 2 000 000 \$ qui comprend les frais d'empiètement prévus au nord et au sud du complexe ainsi que les frais pour le déplacement des arrêts de transport en commun.
- Ponts piétonniers : 3 000 000 \$ qui comprend 1,5 M \$ pour l'enlèvement et la construction de deux nouveaux ponts piétonniers. On prévoit que le remplacement du pont sera requis entre le 1 Promenade du Portage et le 10 Wellington ainsi qu'entre le 1 Promenade du Portage et le 15 Eddy.
- Salles de matériel et d'équipement et réductions diverses : 2 000 000 \$ pour les réductions diverses ainsi que pour les cas isolés des services de l'édifice qui sont attachés aux panneaux et exigeront un déplacement temporaire.
- Gestion du déménagement et coordination des locaux transitoires : 600 000 \$ pour les 30 déménagements regroupés du personnel et en tenant compte du déménagement dans les locaux transitoires et le réaménagement dans les étages achevés. Ce montant se base sur l'approche de mise en œuvre privilégiée du 1 Promenade du Portage pour un déménagement complet et la mise à niveau de quatre étages à la fois pour les édifices restants.
- Déchets et recyclage : 250 000 \$ qui comprend des frais nominaux de 5 \$ / tonne pour les panneaux préfabriqués et, un scénario de la pire éventualité d'élimination de la brique de 26,50 \$ / tonne en tant que déchets. Les coûts de transport et de manipulation de ces matériaux sont inclus dans l'estimation du coût de construction.

**Au total, on prévoit que les coûts accessoires identifiés pour ce projet seront de :
28 550 000 \$.**

6.3. SOMMAIRE DE L'ESTIMATION DU COÛT DU CYCLE DE VIE

Le coût du cycle de vie pour ce projet a été envisagé en ce qui concerne le coût d'entretien, du remplacement et du fonctionnement des nouveaux systèmes d'enveloppe ainsi que les économies énergétiques comparativement à la différence des coûts d'immobilisation pour chaque option privilégiée.

On prévoit que les coûts d'entretien, de remplacement et de fonctionnement de l'enveloppe seront de 14 \$ par m² de superficie brute. Vu qu'un assemblage mural préfabriqué et un système de mur-rideau ont une durée de vie prévue semblable de 50 ans, aucune économie ou différence de coût n'est prévue du point de vue de l'entretien et du remplacement.

L'analyse entre les économies des coûts énergétiques (Appendice D) et des coûts d'immobilisation (Appendice A) a été considérée pour chaque option privilégiée en tenant compte des différences de conception identifiées à l'Appendice D :

- Préfabrication 1 / Rideau 1 : isolation rigide de 50 mm pour la préfabrication, vitrage réduit sur différentes façades pour un ratio fenêtrage-mur cumulatif du complexe de 32,4 %
- Préfabrication 2 / Mur 2 : isolation rigide de 75 mm pour la préfabrication, vitrage accru dans l'ensemble du complexe pour un ratio fenêtrage-mur moyen de 47,4 %

Deux périodes de cycle de vie ont été considérées pour cette analyse : 25 ans en fonction de la demi-vie prévue de l'enveloppe et 50 ans en fonction de la durée de vie utile complète prévue lorsqu'il faudra procéder au remplacement complet ou à une réfection majeure. Les économies des coûts énergétiques ont été calculées à un taux annuel d'inflation de 3 %.

Analyse des économies de coûts énergétiques

Économies	Option 3		Option 4	
	Préfabrication 1	Préfabrication 2	Rideau 1	Rideau 2
Annuellement	204 729 \$	150 138 \$	145 265 \$	93 019 \$
25 ans	7 464 269 \$	5 473 921 \$	5 296 255 \$	3 391 404 \$
50 ans	23 092 790 \$	16 935 096 \$	16 385 437 \$	10 492 252 \$

Selon l'analyse des économies des coûts énergétiques, un nouveau système de revêtement permettra de réaliser des économies annuelles sur les coûts énergétiques se situant entre 93 000 \$ et plus de 200 000 \$ comparativement à l'assemblage modélisé actuel.

Compte tenu de la demi-vie et des économies de coûts énergétiques sur la pleine durée de vie utile, la prime sur le coût des immobilisations entre les options 3 et 4 devient négligeable entre 5 et 8 %.



Appendice A - Estimation des coûts

**Les Terrasses de la Chaudiere
Gatineau (Québec)**

**Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C**

préparé pour

Les architectes grc architects

préparé par



**Marshall & Murray Incorporated
Quantity Surveyors & Cost Consultants
1 379, rue Bank, pièce 301
Ottawa (Ontario)
K1H 8N3**

Soumission :-
Le 29 avril 2016

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Points de base aux fins d'évaluation



Description générale des bâtiments

- a. Ce projet se trouve à Gatineau, au Québec.
- b. Il s'agit ici d'un complexe à bureaux, comprenant trois tours à bureaux identifiées comme étant les pavillons 100, 200 et 300, chacun ayant respectivement une superficie de surface de revêtement extérieure de 22 871, 21 228 et 5 393 mètres carrés.
- c. Le bâtiment est actuellement occupé et il se peut qu'il ait à demeurer à l'état opérationnel au cours de l'exécution des travaux de ce projet.
- d. En vertu du présent mandat, les travaux n'englobent aucunement les ouvrages de maçonnerie au niveau du rez-de-chaussée.

Méthodologie d'évaluation

- a. Les quantités avancées ont été mesurées et dans la mesure de leur pertinence, l'on applique des taux unitaires appropriés.
- b. L'on avança des coûts correspondant à des sommes forfaitaires là où des quantités ou des descriptions complètes ne s'avéraient pas disponibles.
- c. L'allocation en rapport avec la conception et les prix est établie pour tenir compte de variations, comme dans les cas de la prévision de détails de conception et de sélection de matériaux.
- d. Le formulaire du contrat pour le projet en cours est fondé sur l'emploi du Formulaire de gestion de la construction (« CM » ou « Construction Management »).

Articles à exclure

Les articles ci-après sont exclus de l'évaluation des coûts :-

- a. Honoraires des consultants
- b. Honoraires couvrant la gestion du projet
- c. Permis de construction et de fermeture de routes
- d. Risques du projet
- e. Travaux distincts d'enquête
- f. Exigences en matière de sécurité
- g. Déplacement et (ou) réaménagement du mobilier et des appareils à bureaux
- h. Coûts d'aménagement de locaux temporaires
- i. Réfection d'étages existants une fois l'enveloppe du bâtiment réaménagée
- j. Travaux d'étayage à l'emplacement du tunnel existant en dessous de la cour
- k. Travaux de désamiantage d'installations de mécanique et d'électricité durant le remplacement de la toiture
- l. Taxe de vente harmonisée (TVH)

Documentation

L'on s'est servi des documents ci-après dans la préparation de l'évaluation :-

- a. Réfection de l'enveloppe des bâtiments aux Terrasses de la Chaudière; Mise à jour des analyses en rapport avec les options; Rapport préliminaire, à 66 p. 100. Date : le 23 octobre 2015, par les Architectes grc architects.
- b. Notes transmises par courriel, images et dessins, tels que produits par les Architectes grc architects, le 22 février 2016.
- c. Réfection de l'enveloppe des bâtiments aux Terrasses de la Chaudière; Stratégies de mise en œuvre de la construction; Rapport préliminaire définitif. Date : le 7 mars 2016, par la société suivante : GBA Development and Project Management.
- d. Notes transmises par courriel, dessins et commentaires en rapport avec les révisions, tels que produits par les Architectes grc architects, le 14 mars 2016.

Hypothèses et données de base pour l'établissement des coûts

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Points de base aux fins d'évaluation



- a. Soumissions en rapport avec la construction :- Il devra y avoir au moins quatre (4) Entrepreneurs généraux pré-qualifiés.
- b. Les coûts en rapport avec l'année représentent une valeur monétaire en dollars du mois de mars 2016.
- c. Les travaux seront réalisés d'un étage à l'autre et nécessiteront la prise d'au moins trois étages à la fois.
- d. Les zones de travail ne sont pas occupées au cours de la construction.
- e. Les travaux de construction seront réalisés au cours d'heures normales de travail et ce, à l'année longue.
- f. Les travaux seront entrepris ou poursuivis au cours des mois d'hiver.
- g. Le projet sera mis en phases et ce, d'un pavillon à l'autre et sur une période totale de soixante-deux (62) mois ou d'environ cinq (5) ans.

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Points de base aux fins d'évaluation



Indexation des coûts

- a. Dans le facteur d'indexation des coûts au taux de 2,7 p. 100 par année, l'on a tenu compte de l'indexation des coûts menant au début de la construction en 2017.

Éventualités

L'on a tenu compte d'une allocation de conception et d'établissement de prix à 15 p. 100 et ce, afin de couvrir ce qui suit :-

- a. Détails de conception et de construction inconnus
- b. Variations au niveau de l'aménagement de la conception
- c. Sélection des matériaux
- d. Variations en rapport avec la conception définitive
- e. Cette éventualité ne tient pas compte de l'augmentation des paramètres du projet.

L'on a inclus une allocation d'éventualités de construction établie à 10 p. 100 pour couvrir les coûts supplémentaires encourus au cours de la construction et ce, en raison des conditions actuelles.

L'on a inclus une allocation d'éventualités de mise en phases établie à 10 p. 100 pour couvrir les coûts additionnels encourus par suite de l'utilisation du mode de livraison du projet fondé sur la Gestion de la construction.

Taux unitaires

- a. Par taux unitaires utilisés dans la présente évaluation, il faut inclure les coûts indirects et les profits en rapport avec la main-d'œuvre, l'appareillage, les matériaux et le travail en sous-traitance.
- b. Les exigences générales (10 p. 100) sont incluses.

Taxes

La taxe de vente harmonisée (la TVH) ne fait pas partie de cette évaluation.

Énoncé des coûts probables

L'évaluation actuelle représente une opinion professionnelle des coûts probables qui se rattachent au présent projet. La société Marshall & Murray ne peut pas garantir que le coût réel ne variera pas de ce qui est cité dans cette opinion.

Contrôle des coûts permanents

Nous recommandons que l'évaluation présentée ici-même soit passée à un examen en profondeur de la part de l'équipe chargée du projet. Tout commentaire ou toute suggestion devrait être transmise au soussigné et ce, dans les meilleurs délais possibles. Nous recommandons aussi que les autres évaluations de coûts éventuelles soient préparées après avoir raffermi les détails et travaux de conception.

Steve Clark, ÉCA (Économiste en construction agréé)

Courriel : sclark@marshallmurray.com

Tél. : 613-230-3115

Télécop. : 613-230-4091

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Vue sommaire en rapport avec l'analyse des options



Complexe à pavillons		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
1	Pavillon 100 – Édifice Jules Léger (au nord et au sud)	\$44,449,000	\$42,204,000	\$48,785,000	\$46,316,000
2	Pavillon 200 – Édifice, au nord	\$34,677,000	\$34,585,000	\$43,812,000	\$37,726,000
3	Pavillon 300 – Édifice central	\$6,021,000	\$5,235,000	\$6,300,000	\$5,840,000
4	Total partiel	\$85,147,000	\$82,024,000	\$98,897,000	\$89,882,000
5	Exigences générales, coûts indirects et profit	\$8,515,000	\$8,202,000	\$9,890,000	\$8,988,000
6	Total partiel	\$93,662,000	\$90,226,000	\$108,787,000	\$98,870,000
7	Éventualités des points de vue de la conception et des prix	\$14,049,000	\$13,534,000	\$16,318,000	\$14,831,000
8	Total partiel	\$107,711,000	\$103,760,000	\$125,105,000	\$113,701,000
9	Prime de mise en phases	\$10,771,000	\$10,376,000	\$12,511,000	\$11,370,000
10	Total partiel	\$118,482,000	\$114,136,000	\$137,616,000	\$125,071,000
11	Allocation tenant compte des éventualités de construction	\$11,848,000	\$11,414,000	\$13,762,000	\$12,507,000
12	Taux d'indexation de l'an 2016 à l'an 2017	\$6,484,000	\$6,247,000	\$7,532,000	\$6,845,000
13	ÉVALUATION TOTALE DES COÛTS (COÛTS À L'ANNÉE)	\$136,814,000	\$131,797,000	\$158,910,000	\$144,423,000

Options en rapport avec des perspectives communes

14	Cour – Travaux d'aménagement paysager, de terrassement et d'implantation	\$1,635,000	\$1,635,000	\$1,635,000	\$1,635,000
15	Remplacement des travaux de toiture et ce, pour tous les pavillons	\$4,784,000	\$4,784,000	\$4,784,000	\$4,784,000
16	Revêtement de l'appentis et pourtours vitrifiés – Tous les pavillons	\$4,841,000	\$4,841,000	\$4,841,000	\$4,841,000
17	Nouveaux stores de fenêtres	\$2,596,000	\$2,596,000	\$2,596,000	None
18	Travaux de modernisation au niveau du rez-de-chaussée	\$5,387,000	\$5,387,000	\$5,387,000	\$5,387,000

19	ÉVALUATION TOTALE et ce, compte tenu de toutes les options en rapport avec des perspectives communes (COÛTS À L'ANNÉE)	\$156,057,000	\$151,040,000	\$178,153,000	\$161,070,000
----	---	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Notes générales se rapportant à des évaluations :-

Option 1 – Conservation du panneau existant d'appui et de type préfabriqué

Enlèvement du placage en brique et ce, à raison d'un panneau à la fois
 Enlèvement et remplacement des vitrages isolants des fenêtres existantes
 Enlèvement et remplacement des fenêtres en baie de murs rideaux de coins
 Montage d'un nouveau revêtement d'extérieur
 La modernisation de toutes les connexions de panneaux existants, afin d'offrir une protection contre les secousses sismiques;

Option 2 – Remplissage de dalle (ouvrage d'appui à montants en acier)

Enlèvement du système existant à panneaux préfabriqués
 Montage d'un mur d'appui à montants en acier entre les dalles;
 Montage d'une membrane d'extérieur et d'un système de revêtement servant d'écran contre la pluie

Option 3 – Nouveau panneau préfabriqué

Enlèvement du système existant à panneaux préfabriqués
 Montage de nouveaux panneaux préfabriqués, auxquels sont intégrés des fenêtres et du revêtement;

Option 4 – Mur-rideau unitisé

Enlèvement du système existant à panneaux préfabriqués

Montage d'un nouveau système unitisé à mur rideau

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 1 – Conservation des panneaux existants d'appui et de type préfabriqué

Description		Évaluation
Architecture et charpente		
PAVILLON 100		\$44,448,733
Travaux d'extérieur		\$16,980,423
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$20,363
2	Enlever le revêtement à placage en brique sur les panneaux préfabriqués existants, y compris les ouvrages de support de la brique en acier.	\$3,383,505
3	Enlever l'isolant existant et s'en débarrasser.	\$143,979
4	Enlever les fenêtres existantes à vitrages isolants.	\$981,600
5	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$517,714
6	Tenir compte de la réparation individuelle de panneaux préfabriqués.	\$613,500
7	Monter un nouveau système de revêtement à panneaux métalliques préfabriqués sur les panneaux existants et préfabriqués.	\$4,607,326
8	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	\$5,429,475
9	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,257,305
10	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$25,657
Travaux d'intérieur		\$16,555,530
11	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$306,750
12	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$123,086
13	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$189,277
14	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$526,257
15	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$214,725
16	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$736,200
17	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$834,122
18	Montage de l'enceinte-palissade temporaire et offrant une résistance aux intempéries et de type aménagé avec une porte d'accès par étage.	\$730,440
19	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$288,000
20	Moderniser toutes les connexions de panneau existantes et ce, à l'emplacement de chaque panneau, pour ainsi protéger le tout contre les secousses sismiques.	\$6,380,400
21	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$352,898
22	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$35,084
23	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$190,856

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 1 – Conservation des panneaux existants d'appui et de type préfabriqué

Description		Évaluation
24	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$615,428
25	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$252,369
26	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$409,311
27	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$368,100
28	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,759,906
29	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$162,320
30	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$80,000
Articles divers		\$10,912,780
31	Location de grue(s) mobile(s)	\$105,000
32	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$3,742,000
33	Système de hissage pour les employés	\$839,000
34	Système d'échafaudage	\$4,979,520
35	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$569,160
36	Chauffage en hiver	\$462,100
37	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$216,000

PAVILLON 200		\$34,677,164
Travaux d'extérieur		\$16,231,556
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$7,583
2	Enlever le revêtement à placage en brique sur les panneaux préfabriqués existants, y compris les ouvrages de support de la brique en acier.	\$2,726,760
3	Enlever l'isolant existant et s'en débarrasser.	\$116,032
4	Enlever les fenêtres existantes à vitrages isolants.	\$1,135,200
5	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$537,780
6	Tenir compte de la réparation individuelle de panneaux préfabriqués.	\$400,500
7	Monter un nouveau système de revêtement à panneaux métalliques préfabriqués sur les panneaux existants et préfabriqués.	\$3,713,034
8	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	\$6,279,075
9	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,306,038
10	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$9,554

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 1 – Conservation des panneaux existants d'appui et de type préfabriqué

Description		Évaluation
Travaux d'intérieur		\$13,642,268
11	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$354,750
12	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$117,408
13	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$180,547
14	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$501,984
15	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$248,325
16	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$480,600
17	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$861,065
18	Montage de l'enceinte-palissade temporaire et offrant une résistance aux intempéries et de type aménagé avec une porte d'accès par étage.	\$200,790
19	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$486,000
20	Moderniser toutes les connexions de panneau existantes et ce, à l'emplacement de chaque panneau, pour ainsi protéger le tout contre les secousses sismiques.	\$4,165,200
21	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$364,297
22	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$33,466
23	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$182,053
24	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$587,042
25	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$240,729
26	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$446,208
27	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$425,700
28	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,586,485
29	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
30	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$135,000
Articles divers		\$4,803,340
31	Location de grue(s) mobile(s)	\$121,000
32	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$1,721,000
33	Système de hissage pour les employés	\$968,000
34	Système d'échafaudage	\$1,176,000
35	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ainsi pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$218,040
36	Chauffage en hiver	\$425,300
37	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$174,000

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 1 – Conservation des panneaux existants d'appui et de type préfabriqué

Description		Évaluation
PAVILLON 300		\$6,020,839
Travaux d'extérieur		\$2,696,544
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$4,553
2	Enlever le revêtement à placage en brique sur les panneaux préfabriqués existants, y compris les ouvrages de support de la brique en acier.	\$455,861
3	Enlever l'isolant existant et s'en débarrasser.	\$19,398
4	Enlever les fenêtres existantes à vitrages isolants.	\$232,000
5	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	None
6	Tenir compte de la réparation individuelle de panneaux préfabriqués.	\$75,000
7	Monter un nouveau système de revêtement à panneaux métalliques préfabriqués sur les panneaux existants et préfabriqués.	\$620,747
8	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	\$1,283,250
9	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	None
10	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$5,736
Travaux d'intérieur		\$3,012,115
11	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$72,500
12	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$19,166
13	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$29,473
14	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$81,945
15	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$50,750
16	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$90,000
17	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$173,679
18	Montage de l'enceinte-palissade temporaire et offrant une résistance aux intempéries et de type aménagé avec une porte d'accès par étage.	\$200,790
19	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
20	Moderniser toutes les connexions de panneau existantes et ce, à l'emplacement de chaque panneau, pour ainsi protéger le tout contre les secousses sismiques.	\$780,000
21	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$73,480
22	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$33,466
23	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$29,719
24	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$95,830
25	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$39,297

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 1 – Conservation des panneaux existants d'appui et de type préfabriqué

Description		Évaluation
26	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$427,935
27	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$87,000
28	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$585,466
29	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
30	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$25,000
Articles divers		\$312,180
31	Location de grue(s) mobile(s)	\$25,000
32	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	NA
33	Système de hissage pour les employés	NA
34	Système d'échafaudage	\$245,280
35	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	NA
36	Chauffage en hiver	\$12,900
37	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$29,000
COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION		\$85,146,736

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 2 – Ouvrage de remplissage de dalle (Ouvrage d'appui à montants en acier)

Description		Évaluation
Architecture et charpente		
PAVILLON 100		\$42,204,223
Travaux d'extérieur		\$17,639,313
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$20,363
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$81,450
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$124,663
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$92,000
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$2,208,600
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$517,714
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	None
8	Monter un nouveau système de revêtement à panneaux en métal préfabriqué sur le mur d'appui à colombage en acier.	\$7,846,852
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	\$5,429,475
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,257,305
11	Monter un nouvel ouvrage d'ossature de parapet.	\$35,235
12	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$25,657
Travaux d'intérieur		\$10,175,130
13	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$306,750
14	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$123,086
15	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$189,277
16	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$526,257
17	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$214,725
18	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$736,200
19	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$834,122
20	Montage de l'enceinte-palissade temporaire et offrant une résistance aux intempéries et de type aménagé avec une porte d'accès par étage.	\$730,440
21	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$288,000
22	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$352,898
23	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$35,084

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 2 – Ouvrage de remplissage de dalle (Ouvrage d'appui à montants en acier)

Description		Évaluation
24	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$190,856
25	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$615,428
26	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$252,369
27	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$409,311
28	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$368,100
29	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,759,906
30	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$162,320
31	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$80,000
Articles divers		\$14,389,780
32	Location de grue à tour	\$3,582,000
33	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$3,742,000
34	Système de hissage pour les employés	\$839,000
35	Système d'échafaudage	\$4,979,520
36	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$569,160
37	Chauffage en hiver	\$462,100
38	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$216,000

PAVILLON 200		\$34,584,732
Travaux d'extérieur		\$16,291,323
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$7,583
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$30,330
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$81,382
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$106,400
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$1,441,800
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$537,780
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	\$154,500
8	Monter un nouveau système de revêtement à panneaux en métal préfabriqué sur le mur d'appui à colombage en acier.	\$6,323,761
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	\$6,279,075

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 2 – Ouvrage de remplissage de dalle (Ouvrage d'appui à montants en acier)

Description		Évaluation
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,306,038
11	Monter un nouvel ouvrage d'ossature de parapet.	\$13,121
12	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$9,554
Travaux d'intérieur		\$9,477,068
13	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$354,750
14	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$117,408
15	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$180,547
16	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$501,984
17	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$248,325
18	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$480,600
19	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$861,065
20	Montage de l'enceinte-palissade temporaire et offrant une résistance aux intempéries et de type aménagé avec une porte d'accès par étage.	\$200,790
21	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$486,000
22	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$364,297
23	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$33,466
24	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$182,053
25	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$587,042
26	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$240,729
27	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$446,208
28	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$425,700
29	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,586,485
30	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
31	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$135,000
Articles divers		\$8,816,340
32	Location de grue à tour	\$4,134,000
33	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$1,721,000
34	Système de hissage pour les employés	\$968,000
35	Système d'échafaudage	\$1,176,000

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 2 – Ouvrage de remplissage de dalle (Ouvrage d'appui à montants en acier)

Description		Évaluation
36	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$218,040
37	Chauffage en hiver	\$425,300
38	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$174,000

PAVILLON 300		\$5,235,168
Travaux d'extérieur		\$2,718,875
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$4,553
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$18,210
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$15,240
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$21,800
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$270,000
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	None
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	\$35,000
8	Monter un nouveau système de revêtement à panneaux en métal préfabriqué sur le mur d'appui à colombage en acier.	\$1,057,209
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	\$1,283,250
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	None
11	Monter un nouvel ouvrage d'ossature de parapet.	\$7,878
12	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$5,736
Travaux d'intérieur		\$2,204,112
13	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$72,500
14	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$19,166
15	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$29,473
16	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$81,945
17	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$50,750
18	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$90,000
19	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$173,679
20	Montage de l'enceinte-palissade temporaire et offrant une résistance aux intempéries et de type aménagé avec une porte d'accès par étage.	\$200,790

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Option 2 – Ouvrage de remplissage de dalle (Ouvrage d'appui à montants en acier)

Description		Évaluation
21	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
22	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$73,480
23	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$5,463
24	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$29,719
25	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$95,830
26	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$39,297
27	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$427,935
28	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$87,000
29	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$585,466
30	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
31	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$25,000
Articles divers		\$312,180
32	Location de grue(s) mobile(s)	\$25,000
33	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	NA
34	Système de hissage pour les employés	NA
35	Système d'échafaudage	\$245,280
36	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	NA
37	Chauffage en hiver	\$12,900
38	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$29,000
COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION		\$82,024,123

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 3 – Nouveaux panneaux préfabriqués



Description		Évaluation
Architecture et charpente		
PAVILLON 100		\$48,784,947
Travaux d'extérieur		\$24,436,037
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$20,363
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$81,450
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$124,663
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$92,000
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$2,208,600
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$517,714
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	None
8	Monter de nouveaux panneaux préfabriqués et de type aménagé avec des panneaux en aluminium et à vitrage comportant des fenêtres intégrées.	\$20,108,286
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	Integrated
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,257,305
11	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$25,657
Travaux d'intérieur		\$9,959,130
12	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$306,750
13	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$123,086
14	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$189,277
15	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$526,257
16	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$214,725
17	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$736,200
18	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$834,122
19	Monter une enceinte palissage temporaire et étanche aux intempéries et l'aménager avec une porte d'accès par regroupement de 2 étages.	\$730,440
20	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
21	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$352,898
22	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$35,084
23	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$190,856

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 3 – Nouveaux panneaux préfabriqués



Description		Évaluation
24	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$615,428
25	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$252,369
26	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$409,311
27	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$368,100
28	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,759,906
29	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$162,320
30	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$80,000
Articles divers		\$14,389,780
31	Location de grue à tour	\$3,582,000
32	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$3,742,000
33	Système de hissage pour les employés	\$839,000
34	Système d'échafaudage	\$4,979,520
35	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$569,160
36	Chauffage en hiver	\$462,100
37	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$216,000

PAVILLON 200		\$43,811,869
Travaux d'extérieur		\$25,932,460
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$7,583
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$30,330
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$81,382
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$106,400
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$1,441,800
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$537,780
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	\$154,500
8	Monter de nouveaux panneaux préfabriqués et de type aménagé avec du revêtement en panneaux vitrifiés et comportant des fenêtres intégrées.	\$23,563,132
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	Integrated
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	None

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 3 – Nouveaux panneaux préfabriqués



Description		Évaluation
11	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$9,554
Travaux d'intérieur		\$9,063,068
12	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$354,750
13	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$117,408
14	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$180,547
15	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$501,984
16	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$248,325
17	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$480,600
18	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$861,065
19	Monter une enceinte palissage temporaire et étanche aux intempéries et l'aménager avec une porte d'accès par regroupement de 2 étages.	\$200,790
20	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
21	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$364,297
22	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$33,466
23	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.v	\$182,053
24	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$587,042
25	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$240,729
26	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$446,208
27	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$425,700
28	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,586,485
29	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
30	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$135,000
Articles divers		\$8,816,340
31	Location de grue à tour	\$4,134,000
32	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$1,721,000
33	Système de hissage pour les employés	\$968,000
34	Système d'échafaudage	\$1,176,000
35	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$218,040
36	Chauffage en hiver	\$425,300

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 3 – Nouveaux panneaux préfabriqués



Description		Évaluation
37	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$174,000
PAVILLON 300		\$6,300,022
Travaux d'extérieur		\$3,783,730
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$4,553
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$18,210
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$15,240
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$21,800
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$270,000
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	None
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	\$35,000
8	Monter de nouveaux panneaux préfabriqués et de type aménagé avec des panneaux en aluminium et à vitrage comportant des fenêtres intégrées.	\$3,413,191
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	Integrated
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	None
11	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$5,736
Travaux d'intérieur		\$2,204,112
12	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$72,500
13	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$19,166
14	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$29,473
15	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$81,945
16	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$50,750
17	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$90,000
18	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.v	\$173,679
19	Monter une enceinte palissage temporaire et étanche aux intempéries et l'aménager avec une porte d'accès par regroupement de 2 étages.	\$200,790
20	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
21	Monter un nouveau mur en gypse et à profilés de fourrure (gypse de 16 mm; montants en acier de 92 mm).	\$73,480
22	Installer une plinthe en caoutchouc de 100 mm.	\$5,463

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 3 – Nouveaux panneaux préfabriqués



Description		Évaluation
23	Finir le nouveau mur par l'application de peinture.	\$29,719
24	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$95,830
25	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$39,297
26	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$427,935
27	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$87,000
28	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$585,466
29	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
30	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$25,000
Articles divers		\$312,180
31	Location de grue(s) mobile(s)	\$25,000
32	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	NA
33	Système de hissage pour les employés	NA
34	Système d'échafaudage	\$245,280
35	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	NA
36	Chauffage en hiver	\$12,900
37	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$29,000
COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION		\$98,896,838

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 4 – Mur-rideau unitisé



Description		Évaluation
Architecture et charpente		
PAVILLON 100		\$46,316,083
Travaux d'extérieur		\$22,546,011
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$20,363
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$81,450
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$124,663
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$92,000
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$2,208,600
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$517,714
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	None
8	Monter un nouveau système de mur-rideau unitisé.	\$18,183,025
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	None
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,257,305
11	Monter un nouvel ouvrage d'ossature de parapet.	\$35,235
12	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$25,657
Travaux d'intérieur		\$9,380,292
13	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$306,750
14	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$123,086
15	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$189,277
16	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$526,257
17	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$214,725
18	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$736,200
19	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$834,122
20	Monter une enceinte palissage temporaire et étanche aux intempéries et l'aménager avec une porte d'accès par regroupement de 2 étages.	\$730,440
21	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
22	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$615,428
23	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$252,369

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 4 – Mur-rideau unitisé



Description		Évaluation
24	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$409,311
25	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$368,100
26	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,759,906
27	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$162,320
28	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$80,000
Articles divers		\$14,389,780
29	Location de grue à tour	\$3,582,000
30	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$3,742,000
31	Système de hissage pour les employés	\$839,000
32	Système d'échafaudage	\$4,979,520
33	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$569,160
34	Chauffage en hiver	\$462,100
35	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$216,000

PAVILLON 200		\$37,725,882
Travaux d'extérieur		\$20,426,289
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$7,583
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$30,330
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$81,382
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$106,400
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$1,441,800
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	\$537,780
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	\$154,500
8	Monter un nouveau système de mur-rideau unitisé.	\$16,737,802
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	None
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	\$1,306,038
11	Monter un nouvel ouvrage d'ossature de parapet.	\$13,121
12	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$9,554
Travaux d'intérieur		\$8,483,253
13	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$354,750

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 4 – Mur-rideau unitisé



Description		Évaluation
14	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$117,408

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 4 – Mur-rideau unitisé



Description		Évaluation
15	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$180,547
16	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$501,984
17	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$248,325
18	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$480,600
19	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$861,065
20	Monter une enceinte palissage temporaire et étanche aux intempéries et l'aménager avec une porte d'accès par regroupement de 2 étages.	\$200,790
21	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
22	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$587,042
23	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$240,729
24	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$446,208
25	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$425,700
26	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$3,586,485
27	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
28	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$135,000
Articles divers		\$8,816,340
29	Location de grue à tour	\$4,134,000
30	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	\$1,721,000
31	Système de hissage pour les employés	\$968,000
32	Système d'échafaudage	\$1,176,000
33	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	\$218,040
34	Chauffage en hiver	\$425,300
35	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$174,000

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 4 – Mur-rideau unitisé



Description		Évaluation
PAVILLON 300		\$5,839,955
<i>Travaux d'extérieur</i>		\$3,432,324
1	Enlever le solin existant de couronnement de parapet.	\$4,553
2	Au besoin, enlever l'ensemble de toiture existant et ce, à des fins d'accès aux connexions de panneaux existantes.	\$18,210
3	Enlever le joint existant et à la verticale entre les panneaux.	\$15,240
4	Enlever le solin d'appui existant.	\$21,800
5	Enlever les panneaux existants et préfabriqués comme s'il s'agissait d'une entité distincte et ce, y compris la brique et la fenêtre intégrée.	\$270,000
6	Enlever les fenêtres existantes en baie des murs-rideaux de coins.	None
7	Avant les travaux d'enlèvement, tenir compte du coupage de panneaux préfabriqués de fenêtres doubles.	\$35,000
8	Monter un nouveau système de mur-rideau unitisé.	\$3,053,908
9	Monter de nouvelles fenêtres vitrifiées.	None
10	Installer un nouveau mur-rideau de coin, de type vitrifié.	Included
11	Monter un nouvel ouvrage d'ossature de parapet.	\$7,878
12	Installer du nouveau solin de parapet en métal préfabriqué.	\$5,736
<i>Travaux d'intérieur</i>		\$2,095,451
13	Enlever les stores existants de fenêtres.	\$72,500
14	Enlever le plafond existant en gypse et à cloison suspendue.	\$19,166
15	Enlever le plafond insonorisant et existant et de type suspendu et ce, à des fins de réutilisation.	\$29,473
16	Enlever le revêtement de sol existant en tapis-moquette et le remonter après la construction.	\$81,945
17	Enlever les plinthes et aérothermes périphériques.	\$50,750
18	Enlever la mousse d'ignifugeage existante à l'emplacement des connexions de panneaux.	\$90,000
19	Enlever le mur d'intérieur en gypse et à profilés de fourrure et ce, compte tenu des matériaux amiantés.	\$173,679
20	Monter une enceinte palissage temporaire et étanche aux intempéries et l'aménager avec une porte d'accès par regroupement de 2 étages.	\$200,790
21	Montage de corridors temporaires; à aménager avec des portes assorties et ce, à chaque étage.	\$72,000
22	Monter un nouveau plafond suspendu en gypse et le peindre à l'état fini.	\$95,830
23	Installer le plafond à carrelage insonorisant, à l'état enlevé aux fins de construction.	\$39,297
24	Monter un mur périphérique à nervures pour les systèmes de chauffage.	\$427,935

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Option 4 – Mur-rideau unitisé



Description		Évaluation
25	Remonter les plinthes et aérothermes périphériques.	\$87,000
26	Travaux additionnels de mécanique et d'électricité dans la zone de travail – Installations de CVAC, de protection incendie et d'éclairage	\$585,466
27	Enlever l'enceinte palissade temporaire et de type étanche aux intempéries et ce, une fois les travaux de construction terminés.	\$44,620
28	Enlever les portes et les corridors temporaires et ce, à chaque étage.	\$25,000
Articles divers		\$312,180
29	Location de grue(s) mobile(s)	\$25,000
30	Système de monte-charge à plate-forme de hissage	NA
31	Système de hissage pour les employés	NA
32	Système d'échafaudage	\$245,280
33	Étayage temporaire de la structure du toit, pour ains pouvoir supporter les échafaudages et les travaux de construction.	NA
34	Chauffage en hiver	\$12,900
35	Élimination et (ou) gestion des déchets	\$29,000
COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION		\$89,881,921

Les Terrasses de la Chaudière
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C



Élaboratoire de travaux d'implantation pour la cour

Description		Évaluation
Architecture et charpente		
Travaux dans la cour		\$1,016,818
Pont suspendu pour piétons – Pavillons 100 à 300		\$125,919
1	Enlever les murs-rideaux existants.	\$39,304
2	Enlever les finitions existantes de planchers.	\$619
3	Enlever les finitions existantes de plafonds.	\$990
4	Enlever le recouvrement existant de toiture.	\$1,856
5	Enlever des articles divers à l'extérieur et les détacher des bâtiments existants.	\$10,000
6	Enlever l'ouvrage d'ossature et (ou) le pont en acier de construction et en prendre bien soin pour leur remontage après la construction.	\$25,000
7	Panneaux de remplissage de murs d'extérieur pour les pavillons 100 et 300	\$13,150
8	Travaux de mécanique	\$15,000
9	Travaux d'électricité	\$20,000
Cour – Élaboration de travaux d'implantation		\$808,858
10	Enlever les arbres existants.	\$45,000
11	Enlever les arbustes et le gazon existants.	\$35,907
12	Enlever les murs existants de jardinière en béton, y compris les ouvrages de fondation.	\$255,140
13	Enlever les marches et trottoirs existants en béton.	\$56,994
14	Régaler la surface aux fins de construction et de mobilisation; il s'agit ici d'une assise granulaire damée.	\$234,818
15	Travaux de creusage à l'emplacement d'empattements (semelles), afin de constituer des ouvrages d'assise pour les grues distributrices; à empiler sur place.	\$10,000
16	Site de mécanique (de type acceptable)	\$76,000
17	Site d'électricité	\$95,000
Promenade du Portage – Accès au site et travaux de mobilisation		\$82,041
18	Enlever l'abribus existant et en prendre bien soin aux fins de remontage.	\$2,500
19	Enlever le mât de drapeau existant et en prendre bien soin aux fins de remontage.	\$500
20	Enlever les bollards existants.	\$2,500
21	Enlever les supports existants à bicyclettes.	\$1,000
22	Enlever les divers articles existants d'aménagement paysager.	\$20,000
23	Enlever les pavés existants du trottoir en pierre et les empiler en vue d'un remontage.	\$17,060
24	Assise granulaire damée, aux fins d'accès des véhicules jusqu'à la cour	\$18,481
25	Site de mécanique – Retravailler les installations de mécanique en fonction du besoin.	\$10,000

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Élaboratoire de travaux d'implantation pour la cour



Description		Évaluation
26	Site d'électricité – Retravailler les installations d'électricité en fonction du besoin.	\$10,000
27	COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION	\$1,016,818

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de la toiture



Description		Évaluation
Architecture et charpente		
Remplacement de la toiture		\$2,976,992
PAVILLON 100		\$1,677,248
1	Enlever les accessoires existants de toiture.	\$10,000
2	Enlever tous les ensembles séparateurs et toutes les bordures rapportées en bois et ce, depuis chacun des paliers de la toiture.	\$28,000
3	Enlever les solins existants et ce, depuis tous les paliers de toiture.	\$42,591
4	Enlever la membrane de toiture existante et ce, jusqu'au niveau de la dalle sous-jacente en béton.	\$144,159
5	Tenir compte de travaux distincts de réparation sur la dalle de toiture en béton.	\$51,885
6	Nouveau système de toiture au bitume modifié et à deux épaisseurs, à aménager avec de l'isolant et une membrane coupe-air et (ou) coupe-vapeur et à auto-adhérence.	\$864,951
7	Nouveaux ensembles séparateurs et nouvelles bordures rapportées en bois et ce, à tous les paliers de toiture.	\$40,000
8	Nouveau solin, à tous les paliers de toiture.	\$85,181
9	Tenir compte de l'apport de passerelles ou de trottoirs constitués de matelas en caoutchouc.	\$32,000
10	Travaux de mécanique	\$307,500
11	Travaux d'électricité	\$70,981
PAVILLON 200		\$779,048
12	Enlever les accessoires existants de toiture.	\$2,500
13	Enlever tous les ensembles séparateurs et toutes les bordures rapportées en bois et ce, depuis chacun des paliers de la toiture.	\$10,000
14	Enlever les solins existants et ce, depuis tous les paliers de toiture.	\$17,631
15	Enlever la membrane de toiture existante et ce, jusqu'au niveau de la dalle sous-jacente en béton.	\$56,206
16	Tenir compte de travaux distincts de réparation sur la dalle de toiture en béton.	\$20,250
17	Nouveau système de toiture au bitume modifié et à deux épaisseurs, à aménager avec de l'isolant et une membrane coupe-air et (ou) coupe-vapeur et à auto-adhérence.	\$337,238
18	Nouveaux ensembles séparateurs et nouvelles bordures rapportées en bois et ce, à tous les paliers de toiture.	\$15,000
19	Nouveau solin, à tous les paliers de toiture.	\$35,263
20	Tenir compte de l'apport de passerelles ou de trottoirs constitués de matelas en caoutchouc.	\$12,000
21	Travaux de mécanique	\$220,000
22	Travaux d'électricité	\$52,960
PAVILLON 300		\$520,696
23	Enlever les accessoires existants de toiture.	\$2,500
24	Enlever tous les ensembles séparateurs et toutes les bordures rapportées en bois et ce, depuis chacun des paliers de la toiture.	\$6,000

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de la toiture



Description		Évaluation
25	Enlever les solins existants et ce, depuis tous les paliers de toiture.	\$17,416
26	Enlever la membrane de toiture existante et ce, jusqu'au niveau de la dalle sous-jacente en béton.	\$39,629

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de la toiture



Description		Évaluation
27	Tenir compte de travaux distincts de réparation sur la dalle de toiture en béton.	\$14,265
28	Nouveau système de toiture au bitume modifié et à deux épaisseurs, à aménager avec de l'isolant et une membrane coupe-air et (ou) coupe-vapeur et à auto-adhérence.	\$237,771
29	Nouveaux ensembles séparateurs et nouvelles bordures rapportées en bois et ce, à tous les paliers de toiture.	\$9,000
30	Nouveau solin, à tous les paliers de toiture.	\$34,831
31	Tenir compte de l'apport de passerelles ou de trottoirs constitués de matelas en caoutchouc.	\$7,000
32	Travaux de mécanique	\$95,000
33	Travaux d'électricité	\$57,285
34	COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION	\$2,976,992

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de l'enceinte de l'appentis



Description		Évaluation
Architecture et charpente		
Enceinte de l'appentis		\$3,014,287
PAVILLON 100		\$1,900,117
1	Enlever le solin préfabriqué, la membrane d'hydrofugeage, le contre-plaqué et l'isolant existants.	\$5,440
2	Enlever l'ouvrage de pourtour des panneaux existants en métal préfabriqué et ce, compte tenu du bâti.	\$105,818
3	Enlever l'ensemble mural existant, de type isolé et supporté par du colombage assorti.	\$25,800
4	Réparer et remonter l'ouvrage existant d'ossature et de type structurel et ce, pour le nouvel ensemble d'extérieur structurel.	\$62,000
5	Nouvel ensemble mural d'appui, de type isolé et à colombage assorti	\$96,749
6	Nouveau revêtement de panneaux en aluminium préfabriqué	\$451,495
7	Nouvel ouvrage d'ossature d'ensemble d'extérieur structurel	\$304,445
8	Nouveaux pourtours de vitrage (givré) gravé à l'eau forte	\$799,045
9	Nouveau solin en métal préfabriqué	\$9,325
10	Travaux de mécanique	\$30,000
11	Travaux d'électricité	\$10,000
PAVILLON 200		\$1,095,267
<i>Local de mécanique grand format</i>		
12	Enlever le solin préfabriqué, la membrane d'hydrofugeage, le contre-plaqué et l'isolant existants.	\$2,871
13	Enlever l'ouvrage de pourtour des panneaux existants en métal préfabriqué et ce, compte tenu du bâti.	\$57,447
14	Enlever l'ensemble mural existant, de type isolé et supporté par du colombage assorti.	\$13,238
15	Réparer et remonter l'ouvrage existant d'ossature et de type structurel, pour le nouvel ouvrage de revêtement de panneaux.	\$32,000
16	Nouvel ensemble mural d'appui, de type isolé et à colombage assorti	\$49,643
17	Nouveau revêtement de panneaux en aluminium préfabriqué	\$231,665
18	Nouvel ouvrage d'ossature d'ensemble d'extérieur structurel	\$163,798
19	Nouveaux pourtours de vitrage (givré) gravé à l'eau forte	\$446,785
20	Nouveau solin en métal préfabriqué	\$4,921
<i>Local de mécanique petit format</i>		
21	Enlever le solin préfabriqué, la membrane d'hydrofugeage, le contre-plaqué et l'isolant existants.	\$1,071
22	Enlever l'ouvrage de pourtour des panneaux existants en métal préfabriqué	\$4,775
23	Enlever l'ensemble mural existant, de type isolé et supporté par du colombage assorti.	\$2,302

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de l'enceinte de l'appentis



Description		Évaluation
24	Réparer et remonter l'ouvrage existant d'ossature et de type structurel, pour le nouvel ouvrage de revêtement de panneaux.	\$6,000
25	Nouvel ensemble mural d'appui, de type isolé et à colonbage assorti	\$8,632

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de l'enceinte de l'appentis



Description		Évaluation
26	Nouveau revêtement de panneaux en aluminium préfabriqué	\$40,283
27	Nouveau solin en métal préfabriqué	\$1,837
28	Site de mécanique	\$20,000
29	Site d'électricité	\$8,000
PAVILLON 300		\$18,903
30	Remove existing prefinished flashing, waterproofing membrane, plywood, insulation	\$829
31	Enlever les panneaux existants en métal et de type isolé et préfabriqué et ce, y compris l'ensemble mural d'appui.	\$2,060
32	Nouvel ensemble mural d'appui, de type isolé et à colonbage assorti	\$2,575
33	Nouveau revêtement de panneaux en aluminium préfabriqué	\$12,018
34	Nouveau solin en métal préfabriqué	\$1,421
35	Site de mécanique	nil
36	Site d'électricité	nil
37	COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION	\$3,014,287

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de l'enceinte de l'appentis



Description		Évaluation
<i>Architecture et charpente</i>		
Enceinte de l'appentis		\$1,614,800
PAVILLON 100		\$674,850
1	Monter de nouveaux stores de fenêtres.	\$674,850
PAVILLON 200		\$780,450
2	Monter de nouveaux stores de fenêtres.	\$780,450
PAVILLON 300		\$159,500
3	Monter de nouveaux stores de fenêtres.	\$159,500
4	COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION	\$1,614,800

Les Terrasses de la Chaudiere
Remise en état de l'enveloppe des bâtiments
Évaluation de classe C
Remplacement de la toiture



Description		Évaluation
Architecture et charpente		
Remplacement de la toiture		\$3,352,563
PAVILLON 100		\$1,785,965
1	Enlever les fenêtres et bâtis existants du rez-de-chaussée.	\$632,217
2	Enlever les portes d'entrée existantes et ce, au niveau du rez-de-chaussée.	\$7,200
3	Monter du nouveau vitrage de devanture de magasin, ce vitrage étant à rupture thermique et aménagé avec des ouvrages d'encadrement en aluminium.	\$1,011,548
4	Monter de nouvelles portes d'entrée au niveau du rez-de-chaussée.	\$135,000
PAVILLON 200		\$937,980
5	Enlever les fenêtres et bâtis existants du rez-de-chaussée.	\$347,089
6	Enlever les portes d'entrée existantes et ce, au niveau du rez-de-chaussée.	\$1,800
7	Monter du nouveau vitrage de devanture de magasin, ce vitrage étant à rupture thermique et aménagé avec des ouvrages d'encadrement en aluminium.	\$555,342
8	Monter de nouvelles portes d'entrée au niveau du rez-de-chaussée.	\$33,750
PAVILLON 300		\$628,618
9	Enlever les fenêtres et bâtis existants du rez-de-chaussée.	\$225,064
10	Enlever les portes d'entrée existantes et ce, au niveau du rez-de-chaussée.	\$2,200
11	Monter du nouveau vitrage de devanture de magasin, ce vitrage étant à rupture thermique et aménagé avec des ouvrages d'encadrement en aluminium.	\$360,103
12	Monter de nouvelles portes d'entrée au niveau du rez-de-chaussée.	\$41,250
13	COÛT ÉVALUÉ DE CONSTRUCTION	\$3,352,563



Appendice B - Matrice de comparaison des options de construction

Critère d'évaluation	Option 1 - Conserver le composant mural en béton préfabriqué	Option 2 - Construction traditionnelle (insertion entre les dalles existantes)	Option 3 - Assemblage mural préfabriqué	Option 4 - Mur rideau consolidé	Éléments communs entre les options
Risques	<ul style="list-style-type: none"> Espace de manutention et d'entreposage essentiel, fabrication sur place, et échafaudage extensif requis; Importantes perturbations acoustiques et physiques continues; Évite le risque associé à l'élévation de panneau pleine grandeur. Évaluation: Neutre	<ul style="list-style-type: none"> Espace de manutention et d'entreposage essentiel, fabrication sur place, et échafaudage extensif requis; Perturbation étendue de la circulation au niveau du sol; La majorité du nouvel assemblage mural est suspendu de la façade du bâtiment; Défis techniques reliés au retrait du panneau existant. Évaluation: Pauvre	<ul style="list-style-type: none"> Défi dans le soulèvement des panneaux existants; Fabrication en usine toute l'année; Hisser sur place les nouveaux éléments modulaires; Espace de manutention et déchargement essentiel réduite par la fabrication hors-site. Évaluation: Bonne	<ul style="list-style-type: none"> Défi dans le soulèvement des panneaux existants; Fabrication en usine toute l'année; Hisser sur place les nouveaux éléments modulaires; Espace de manutention et d'entreposage essentiel réduite par la fabrication hors-site. Évaluation: Bonne	<ul style="list-style-type: none"> Toutes les options exigent un plan pour l'élimination et/ou la réutilisation des déchets de démolition (en milliers de tonnes); Les options 2 & 4 exigeront de l'équipement spécialisé et une solution complexe pour l'enlèvement des panneaux existants.
Risques liés à l'échéancier	<ul style="list-style-type: none"> Risque à l'échéancier très élevé causé par la démolition manuelle et le processus d'installation; Arrêts de travail reliés aux conditions climatiques anticipés Long processus de modification des panneaux Évaluation: Pauvre	<ul style="list-style-type: none"> Risque à l'échéancier très élevé; Délai de la construction sur place en hiver ; Coordination extensive des corps de métier. Évaluation: Pauvre	<ul style="list-style-type: none"> La fabrication usinée réduit les impacts associés aux conditions météorologiques; Coordination entre les corps de métier simplifiée; Réduction des activités sur le site dans l'ensemble par la fabrication hors site. Évaluation: Bonne	<ul style="list-style-type: none"> La fabrication usinée réduit les impacts associés aux conditions météorologiques; Coordination entre les corps de métier simplifiée; Réduction des activités sur le site dans l'ensemble par la fabrication hors site. Évaluation: Bonne	
Conception et performance de l'enveloppe	<ul style="list-style-type: none"> Possibilité d'améliorer la performance de l'enveloppe restreinte par le poids et la configuration du panneau existant; Le design de la façade est restreint par le design du panneau existant. Évaluation: Pauvre	<ul style="list-style-type: none"> Possible de répondre aux exigences du code en matière d'énergie; Dépendant de la qualité de l'installation sur place; Susceptible à la corrosion. Évaluation: Neutre	<ul style="list-style-type: none"> Supervision et assurance de qualité des composantes modulaires usinées; Possible de répondre aux exigences du code en matière d'énergie; Facilement adaptable aux différents matériaux de revêtement et de la vision du concept. Évaluation: Bonne	<ul style="list-style-type: none"> Seulement les système de haute performance peuvent considérer de répondre aux objectifs de performance énergétique; Réduction des coûts potentielle Évaluation: Bonne	
Impact sur les occupants	<ul style="list-style-type: none"> Perturbations acoustiques continues (années de démolition manuelle) Augmentation au risque d'exposition de matériaux dangereux dû à la démolition sur place. Évaluation: Pauvre	<ul style="list-style-type: none"> Cette option conduira à une perte inacceptable de l'espace au périmètre du plancher Évaluation: Pauvre	<ul style="list-style-type: none"> Perturbation acoustique moindre que les options 1 & 2 Déménagement temporaire par phase des locaux sur place Évaluation: Bonne	<ul style="list-style-type: none"> Perturbation acoustique moindre que les options 1 & 2 Déménagement temporaire par phase des locaux sur place Évaluation: Bonne	<ul style="list-style-type: none"> Toutes les options comportent un certain niveau de perturbation des locataires; Toutes les options exigent des partitions intérieures au niveau du périmètre des espaces locatifs - bien que la durée et le phasage diffèrent selon l'option. et l'élimination progressive diffère par l'option.
Évaluation générale	Cette option présente un risque élevé à l'échéancier, en plus des impacts de longue durée aux locataires, et offre une possibilité d'améliorations thermiques modeste.	Cette option est une approche globale pauvre en raison du nombre de corps de métier impliqués, le travail qui est principalement effectué à partir d'échafaudages ou d'une plate-forme suspendue, et pour le temps nécessaire afin de compléter l'assemblage du mur.	Cette option offre la meilleure possibilité pour atténuer les risques du projet et répondre aux exigences de performance de l'enveloppe. Cette option est à privilégier.	Cette option offre la même approche fondamentale que l'option 3, mais il est plus difficile d'atteindre les objectifs de performance de l'enveloppe. Même si une option viable, une analyse minutieuse de la performance et les implications pour le système de CVCA doivent être considérées. Ceci est également une option préférée.	
Classement général	Pauvre	Pauvre	Bonne	Bonne	



Appendice C - Étude de performance du mur rideau

Par courriel

clance@grcarchitects.com

Le 3 mai 2016

GRC Architects Inc.
47, rue Clarence, pièce 401
Ottawa (Ont) K1N 9K1

M. Chris Lance

**Objet : Les Terrasses de la Chaudière
Consultation sur l'étude conceptuelle de l'enveloppe de l'immeuble**

O/dossier : O-0396-A

Monsieur :

Dans le cadre de votre mandat aux termes duquel vous préparez l'étude conceptuelle pour la pose du nouveau recouvrement mural extérieur des Terrasses de la Chaudière, pour le compte de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC), les services de Patenaude Trempe Van Dalen Inc. (PTVD) ont été retenus aux fins de consultation sur les aspects thermiques de l'étude conceptuelle de l'enveloppe de l'immeuble. Notre bureau connaît très bien la situation qui concerne l'état et le rendement des panneaux qui recouvrent actuellement les immeubles et est donc bien au courant de l'intention de TPSGC de remplacer le système de murs extérieurs.

L'étude conceptuelle que vous préparez actuellement envisage l'utilisation de murs rideaux en métal et en verre selon deux scénarios différents. L'un des scénarios à l'étude consiste à utiliser des cadres de murs rideaux visant à fabriquer des ouvertures découpées dans le nouveau système de recouvrement mural qui imite la disposition du mur extérieur d'origine. Le deuxième scénario à l'étude porterait sur une configuration conventionnelle de bandes de vision horizontales alternées avec du verre de tympan dans un système de murs rideaux posé en continu sur toute la hauteur des tours.

Dans ces deux scénarios, votre objectif consiste à installer un ensemble mural qui offre un rendement thermique général supérieur. Au minimum, vous souhaitez que le rendement général respecte les exigences prescrites dans les codes actuels. Toutefois, vous avez correctement indiqué que vos objectifs seront difficiles à atteindre au moyen des produits actuellement disponibles sur le marché.

Montreal

1320 Lionel-Boulet Blvd
Varenes, Quebec
J3X 1P7
montreal@cleb.com

www.cleb.com

Toll free: 855.353.CLEB (2532)

Quebec

420 Charest East Blvd, Suite 300
Quebec, Quebec
G1K 8M4
quebec@cleb.com

Ottawa

29 Capital Drive, Suite 200
Ottawa, Ontario
K2G 0E7
ottawa@cleb.com

Truro

64 Inglis Place, Suite 203
Truro, Nova Scotia
B2N 4B4
truro@cleb.com



Afin d'appuyer vos options d'étude conceptuelle, on nous a demandé de préparer une documentation qui énonce un rendement thermique réaliste qu'il serait possible d'atteindre au moyen d'ensembles de murs rideaux actuellement disponibles qui seraient utilisés dans les deux différents scénarios.

Portée des services

Afin de produire les documents que vous avez demandés, nous proposons d'effectuer les tâches suivantes :

1. Vous rencontrer vous-même et votre équipe pour examiner les paramètres généraux du projet et en discuter.
2. Rechercher les compositions de blocs fenêtres à vitrage isolant (IGU) qui seraient disponibles et en examiner le rendement.
3. Rechercher les ensembles de murs rideaux qui seraient disponibles et dont les caractéristiques de rendement thermique dépasseraient celles des systèmes actuellement couramment disponibles dans l'industrie. À noter que nous avons appuyé notre offre sur l'utilisation de données de rendement thermique qui sont publiées par les fabricants et disponibles auprès d'eux.
4. Compte tenu de la sélection des produits pour la tâche 4, préparer une estimation de la transmission thermique générale du nouveau mur extérieur sur les étages types, compte tenu de l'option des ouvertures de fenêtres découpées qui imitent la disposition du mur extérieur actuel. Vous avez indiqué que la surface des ouvertures découpées équivaldrait à 40 % de la surface murale brute dans ce scénario.
5. Compte tenu de la sélection des produits pour la tâche 5, préparer une estimation de la transmission thermique générale du nouveau mur extérieur sur les étages types, compte tenu de l'option des bandes de vision horizontales alternées avec du verre de tympan dans un système de murs rideaux posé en continu sur toute la hauteur des tours. Vous avez indiqué que la surface des bandes de vision équivaldrait à 40 % de la surface murale brute dans ce scénario.
6. Préparer un rapport provisoire qui décrit les résultats de notre recherche, énonce les caractéristiques thermiques des unités de vitrage et des systèmes muraux recommandés et donne la transmission thermique générale estimative du produit recommandé utilisé dans les deux options de conception.
7. Nous réunir avec vous afin de présenter notre rapport provisoire et discuter du peaufinage de la présentation destinée à TPSGC.

Composition des blocs fenêtres à vitrage isolant (IGU)

La première étape de nos travaux portait strictement sur le rendement thermique de la composition des blocs fenêtres à vitrage isolant fabriqués avec des éléments à haut rendement actuellement disponibles sur le marché.

L'évaluation du rendement thermique de la composition des IGU comporte l'examen de la transmission thermique et du transfert de l'énergie solaire dans le bloc. La transmission de lumière visible dans le bloc figure également dans l'évaluation, étant donné qu'il y a un lien direct entre les caractéristiques de transmission thermique et de transmission de lumière et parce que les niveaux de lumière naturelle souhaités définissent souvent les contraintes des



caractéristiques thermiques qu'il est possible d'obtenir. Ces caractéristiques peuvent être définies ainsi :

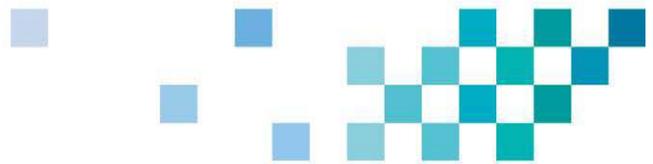
Transmission de chaleur (valeur U) : mesure du taux de flux thermique dans un bloc (en W/m^2K) en raison de l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Plus la valeur U est faible, meilleur est le rendement de l'isolant thermique. À noter que cette caractéristique n'est pas reliée à l'orientation.

Transfert d'énergie solaire (coefficient d'apport par rayonnement solaire – CARS) : la fraction de l'incidence de rayonnement solaire sur le vitrage qui est transféré à l'intérieur tant directement qu'indirectement à travers le bloc fenêtres. Plus le CARS est faible, plus le bloc fenêtres est efficace à bloquer le transfert d'énergie solaire dans l'immeuble. Cette caractéristique est reliée à l'orientation.

Transmission de la lumière visible (V_{LT}) : le pourcentage de lumière visible à incidence normale par rapport au vitrage (90° à la surface) qui est transmis par le bloc fenêtres à l'intérieur de l'immeuble. Cette caractéristique est reliée à l'orientation.

Nous avons recherché les produits de blocs fenêtres à haut rendement disponibles sur le marché auprès de la plupart des grands fournisseurs, y compris Saint-Gobain, Cardinal, Guardian, PPG et Viracon. Nous avons également obtenu d'autres données de rendement en consultant les sites Web et au moyen de simulations à l'aide d'un logiciel Windows 7.4 du laboratoire LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory).

Cette recherche a révélé qu'il existe une vaste gamme de rendements disponibles pour les compositions de vitrages de pointe. Afin d'obtenir le plus haut rendement possible, on a jugé obligatoire d'utiliser de l'argon entre les couches de vitres et des enduits argentés multicouches à faible émission. Les tableaux ci-dessous illustrent les données que nous avons recueillies pour les fenêtres isolées à double et triple vitrage à haut rendement.



Double IGU							
Manufacturer	Ext. Lite	Gas	Int. Lite	U-Value Winter Btu/(hr-ft ² -°F)	Visible Light Transmittance %	SHGC	Notes
Cardinal/Prelco	6 mm clear + Low-E 272 (2)	13.5 mm argon	6 mm clear	0.25	69	0.40	Double Silver Low-e
Saint-Gobain	6 mm Diamant + Cool-Lite Extreme 70-33 II (2)	12 mm argon 90 %	6 mm Diamant	0.24	71	0.30	Triple Silver Low-e
PPG	6 mm Starphire + Solarban 70XL (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm clear	0.24	64	0.27	Triple Silver Low-e
Cardinal/Prelco	6 mm clear + Low-E 366 (2)	13.5 mm argon	6 mm clear	0.24	62	0.27	Triple Silver Low-e
Guardian/Trulite	6 mm ultraclear + Sungard AG 50 (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm ultraclear + Sungard IS (4)	0.21	50	0.34	Single Silver Low-e + Room side Low-e
Guardian/Trulite	6 mm ultraclear + Sungard SN 68 (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm ultraclear + Sungard IS (4)	0.20	67	0.37	Double Silver Low-e + Room side Low-e
Cardinal/Prelco	6 mm clear + Low-E 272 (2)	13.5 mm argon	6 mm clear + I89 (4)	0.20	68.2	0.39	Double Silver Low-e + Room side Low-e
Viracon	6 mm clear + Low-E VUE-50 (2)	13.2 mm argon	6 mm clear + Room side Low- E (4)	0.20	48	0.24	Double Silver Low-e + Room side Low-e
Cardinal/Prelco	6 mm clear + Low-E 366 (2)	13.5 mm argon	6 mm clear + I89 (4)	0.19	61.3	0.30	Triple Silver Low-e + Room side Low-e
Guardian/Trulite	6 mm ultraclear + Sungard SNX 62/27 (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm ultraclear + Sungard IS (4)	0.19	61	0.25	Triple Silver Low-e + Room side Low-e

Tableau 1



Triple IGU									
Manufacturer	Ext. Lite	Gas	Mid. Lite	Gas	Int. Lite	U-Value Winter Btu/(hr-ft ² -°F)	Visible light Transmittance %	SHGC	Notes
Heat Mirror	6 mm clair + Low-E 366 (2)	6.35 mm argon 90 %	HM 88	6.35 mm argon 90 %	6 mm clear	0.2	55	0.25	Triple Silver Low-e (2) + Heat Mirror Film
Guardian/ Trulite	6 mm clair + Sungard AG 50 (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm clear	12.7 mm argon 90%	6 mm clear	0.19	45	0.31	Single Silver Low-e (2)
Guardian/ Trulite	6 mm clair + Sungard SN 68 (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm clear	12.7 mm argon 90 %	6 mm clear	0.18	61	0.34	Double Silver Low-e (2)
Guardian/Trulite	6 mm clair + Sungard SNX 62/27 (2)	12.7 mm argon 90 %	6 mm clear	12.7 mm argon 90 %	6 mm clear	0.18	56	0.24	Triple Silver Low-e (2)
Viracon	6 mm clair + Low-E VUE- 50 (2)	13.2 mm argon	6 mm clear	13.2 mm argon	6 mm clear	0.18	43	0.22	Double Silver Low-e (2)
Cardinal/Prelco	6 mm clair + Low-E 366 (2)	13.5 mm argon	6 mm clear	13.5 mm argon	6 mm clear + I89 (6)	0.15	55.2	0.24	Triple Silver Low-e (2) + Room side Low-e
Cardinal/Prelco	6 mm Low Iron	13.5 mm argon	6 mm clear + Low-E 366 (4)	13.5 mm argon	6 mm clear + I89 (6)	0.14	56.4	0.29	Triple Silver Low-e (4) + Room side Low-e
Saint-Gobain	6 mm Diamant + Cool-Lite Extreme 70-33 II (2)	14 mm argon 90 %	6 mm Diamant	14 mm argon 90 %	6 mm Diamant + Planitherm XN II (5)	0.12	65	0.28	Triple Silver Low-e (2) + Room side Low-e
Cardinal/Prelco	6 mm clair + Low-E 366 (2)	13.5 mm argon	6 mm clear + Low-E 366 (4)	13.5 mm argon	6 mm clear + I89 (6)	0.1	43.4	0.2	Triple Silver Low-e (2 + 4) + Room side Low-e

Tableau 2

Comme l'illustrent les tableaux ci-dessus, les blocs fenêtres à haut rendement peuvent donner un rendement de transmission thermique (valeur U) qui varie de 0,19 à 0,25 pour les blocs fenêtres à vitrage double et jusqu'à 0,10 à 0,20 pour les blocs fenêtres à vitrage triple. À noter que le rendement à l'extrémité inférieure de ces gammes peut être atteint en utilisant un faible-e (face 4 ou 6 du bloc fenêtres) qui produit en réalité des températures plus faibles du vitrage intérieur. Il pourrait en résulter des problèmes de courant descendant froid (problème de confort) et de condensation, qu'il faudrait évaluer attentivement pendant la conception.

Les blocs fenêtres à haut rendement permettent une transmission de la lumière visible qui varie de 43 % à 71 %. Ils peuvent également permettre de contrôler le transfert d'énergie solaire avec un CARS aussi faible que 0,24 pour les blocs fenêtres doubles et 0,20 pour les blocs fenêtres triples.

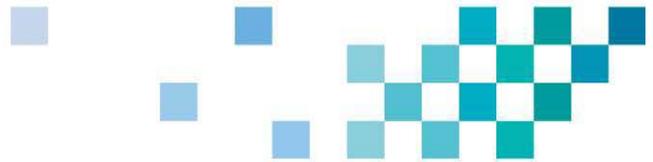
Ensemble de murs rideaux

Les données concernant le rendement des ensembles de murs rideaux à haut rendement disponibles auprès de différents fabricants ont été obtenues de sources différentes et sous des formats différents, comme l'explique le tableau suivant.

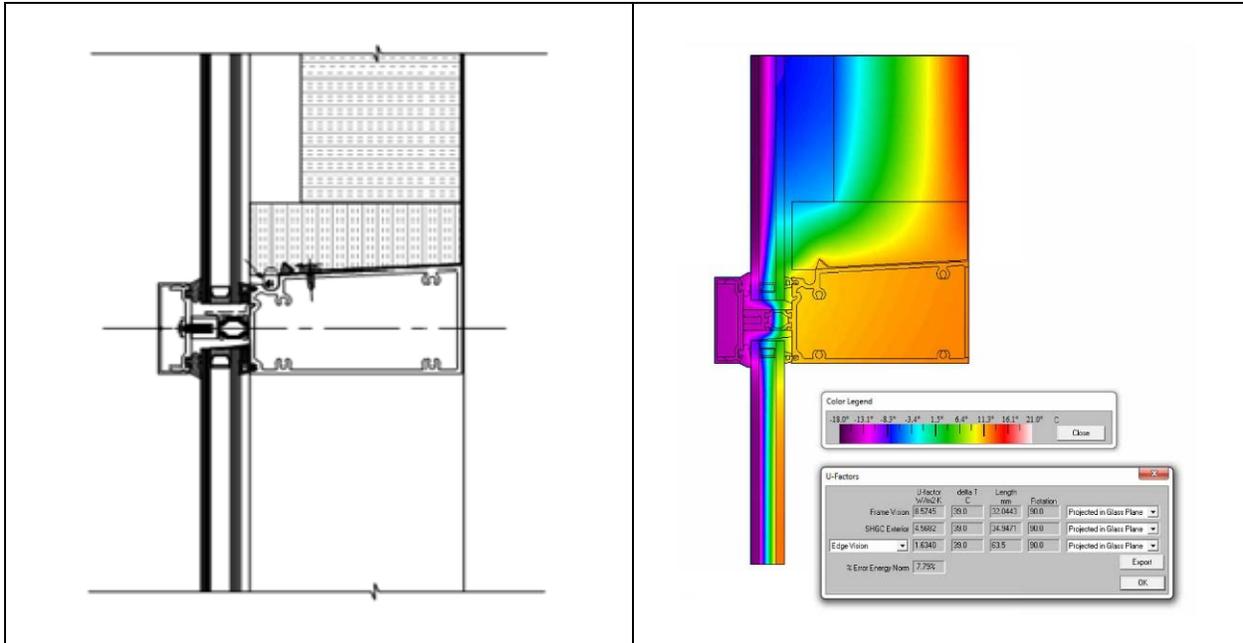


Données de rendement des murs rideaux		
Fabricants	Format des données	Disponibilité
Gamma	Rapport sur le rendement thermique avec outil de calcul par chiffrier	Préparé spécialement pour nos travaux par le service technique de Gamma
Schuco	Rapport sur le rendement thermique AAMA 507-12	Fourni par le service technique de Schuco
Alumico	Rapport de simulations NFRC conforme à la norme ANSI/NFRC 100, ANSI/NFRC 200 et aux directives NFRC 500	Fourni par le service technique d'Alumico
Kawneer	Rapport sur le rendement thermique AAMA 507-12 et données de catalogue trouvées sur le site Web de Kawneer	Fourni par le service technique de Kawneer sur son site Web
Flynn	Brochures	Fourni par le service technique de Flynn

Tableau 3



Les exemples suivants portent sur différents formats utilisés par les fabricants pour indiquer le rendement de leurs ensembles.



Valeur U pour la partie spandrel (S)

Largeur (mm)	Hauteur(mm)	Apf
1500	1706	2559000

	Dim.pf	A _f	Dim.rive	A _e	U _f	U _e	A _f x U _f	A _e x U _e	
Tête(D1_S)	1500	97,0	142396	63,5	87154	2,0157	0,9649	287028	84095
Jamb Gauche(D4_S_L)	1706	32,0	52340	63,5	95360	4,8075	0,9682	251624	92328
Jamb.Droite(D4_S_R)	1706	32,0	52340	63,5	95360	4,8109	0,9711	251802	92605
Seuil(D2_S)	1500	43,8	64240	63,5	87154	1,7888	0,7849	114912	68407
Totals			311315		365028			905365	337434

Centre-du-spandrel	A _c = 1882656,2	U _c =	0,203	W/m ² .K
			0,0357	Btu/hr.ft ² .°F
U _{ti} = 2,9082	W/m ² .K			
U _{et} = 0,9244	W/m ² .K			
U_{tS} = 0,63	W/m².K		0,112	Btu/hr.ft².°F

Tableau 4 : Exemple de données de puissance thermique et calculs connexes sur chiffrier

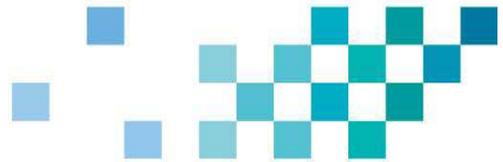


				2370 95438-110						E5293.01-116-4f Page 7 of 10	
AAMA 507-12 THERMAL PERFORMANCE REPORT											
Rendered to: KAWNEER COMPANY INC. SERIES/MODEL: 2500 UT Captured System TYPE: Glazed Wall System											
Report No: E5293.01-116-45 Report Date: 06/05/15											
Vision Area Data											
Curtain No.	COG U-Factor	COG Temperature	Crest Section	Frame Height	Frame U-Factor	Edge U-Factor	Total Product U-Factor				
							70% Vision Area 26.19" by 26.19"	NFRC 100-2010 78.74" by 78.74"	85% Vision Area 168.39" by 168.39"		
10	0.50	55.1	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.2780 1.0042 0.9971 1.0006 1.0093	0.2952 0.2977 0.2942 0.2969 0.2915	0.5335	0.3763	0.3304		
11	0.28	54.2	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.2718 0.9988 0.9917 0.9932 1.0052	0.2866 0.2828 0.2814 0.2821 0.2770	0.5204	0.3614	0.3127		
12	0.26	55.2	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.2093 0.9934 0.9882 0.9899 1.0032	0.2661 0.2642 0.2667 0.2674 0.2627	0.5073	0.3444	0.2969		
13	0.24	56.5	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.2054 0.9882 0.9810 0.9845 1.0052	0.2644 0.2536 0.2520 0.2528 0.2444	0.4843	0.3235	0.2772		
14	0.22	57.5	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.2045 0.9852 0.9760 0.9796 0.9976	0.2512 0.2390 0.2374 0.2382 0.2342	0.4814	0.3186	0.2595		
15	0.20	58.4	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.2036 0.9782 0.9709 0.9745 0.9949	0.2238 0.2243 0.2229 0.2237 0.2201	0.4686	0.2936	0.2416		
16	0.18	59.5	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.1943 0.9021 0.8852 0.8886 0.9082	0.2036 0.2034 0.2020 0.2027 0.2019	0.4324	0.2683	0.2200		
17	0.16	60.6	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.1941 0.8885 0.8796 0.8831 0.9473	0.1893 0.1889 0.1875 0.1882 0.1878	0.4194	0.2512	0.2017		
18	0.14	61.7	Head L. Jamb R. Jamb Mullion Sill	1.5552 1.3553 1.3461 2.6794 2.2817	1.1941 0.8813 0.8747 0.8781 0.9446	0.1893 0.1737 0.1730 0.1733	0.4064	0.2340	0.1835		

Tableau 5 : Exemples de données tirées du rapport AAMA 507-12 (voir documents agrandis à l'annexe 1)

DECEMBER, 2015 EC 97911-086		1600UT System™2 Curtain Wall THERMAL CHARTS		33
Generic Project Specific U-factor Example Calculation (Percent of Glass wall vary on specific products depending on silllines) (Based on single bay of Curtain Wall/Window Wall)				
Vision Area				
Example Glass U-factor = 0.48 (BU/ft ² · h · °F)				
Vision Area = 58' × 8' = 464 ft ²				
Total Area (Vision) = 8' × 2-1/2" (2' 3/4" + 8' 2-1/2" + 4' 2-1/2") + 113.2 ft ²				
Percentage of Vision Glass = (Vision Area ÷ Total Area) × 100 = (464 ÷ 113.2) × 100 = 83%				
Spandrel Area				
Example Spandrel U-factor = 1.0 (BU/ft ² · h · °F)				
Spandrel Area = 58' × 3' = 174 ft ²				
Total Area (Spandrel) = 8' × 2-1/2" (8' 2-1/2" + 3' 3/4") = 49.8 ft ²				
Percent of Spandrel = (Spandrel Area ÷ Total Area) × 100 = (49.8 ÷ 113.2) × 100 = 44%				
DECEMBER, 2015 EC 97911-086		1600UT System™2 Curtain Wall THERMAL PERFORMANCE MATRIX (NFRC SIZE)		37
Thermal Transmittance¹ (BTU/hr · ft² · °F)				
Glass U-Factor¹		Overall U-Factor⁴		
0.47		0.53		
0.46		0.52		
0.44		0.50		
0.42		0.49		
0.40		0.47		
0.38		0.45		
0.36		0.44		
0.34		0.42		
0.32		0.40		
0.30		0.39		
0.28		0.37		
0.26		0.35		
0.24		0.33		
0.22		0.32		
0.20		0.30		
0.18		0.28		
0.16		0.26		
0.14		0.24		
0.12		0.23		
0.10		0.21		
1" GLAZING WITH ALUMINUM PRESSURE PLATE				
NOTE: For glass values that are not listed, linear interpolation is permitted.				
1. U-Factors are determined in accordance with NFRC 100.				
2. SHGC and VT values are determined in accordance with NFRC 200.				
3. Glass properties are based on center of glass values and are obtained from your glass supplier.				
4. Overall U-Factor, SHGC, and VT Matrices are based on the standard NFRC specimen size of 2000mm wide by 2000mm high (78-3/4" by 78-3/4").				

Tableau 6 : Exemple de données tirées du catalogue publié (voir documents agrandis à l'annexe 2)



**NFRC SIMULATION ACCORDING TO THE
ANSI/NFRC 100, ANSI/NFRC 200 and NFRC 500 GUIDELINES
Mur rideau - Série 6800HP**

 Report No.: AT-08444 Reissued Report No.: N/A	Submitted to : Alumico Architectural Inc. 4343 Hochelaga Street Montréal QC, Canada H1V 1C2 Mr. Christian Bérubé (514) 255-4343	Reissued To: N/A

Operation Type:	GWCW	Product Line ID Number:	N/A
Series/Model:	Mur rideau - Série 6800HP	Report Type:	N/A
Report Date:	2015-10-15	Simulation Date :	2015-10-15
Revision Date:	N/A	Number of Pages:	5
Reissue Information			
Model:	N/A	Date of Reissue:	N/A
Reason for submittal:	N/A	Revision Date:	N/A
Product Line ID Number:	N/A		

Simulated by:



Ingrid Volbert
Simulator
Thermal Evaluation Department

Approved by:



Dave Deshaies Mc Mahon, Eng.
NFRC Certified Simulator
Person-in-Responsible Charge

1320 Lévesque Blvd
Yamoucheville, Québec J8K 1P7
laborsim@cleb.com

www.cleb.com
Toll free : 855-353-CLEB (2532)



Simulation Report No: AT-08444, Reissued Report: N/A

Mur rideau - Série 6800HP

Table 2: Overall fenestration products results

ID	System Name	Insulating Glass Unit							Overall Product				
		Glass 1		Gap 1			Glass 2		U Factor			SHGC	VT
		Type	mm	mm	Gas	Spacer	EM	Type	mm	ISO 15024	ISO 15024		
1	WIN 08612 2762 Argon ClearCoat	Clearcoat 43/17	5.8	12.25	Arg 99%	12-0	None	Clear Coated	5.8	1.97	0.91	0.34	0.34

Tableau 7 : Exemple de données tirées du rapport ANSI/NFRC 100 (voir documents agrandis à l'annexe 3)

Une fois les données recueillies, il nous a été nécessaire de les convertir en une base commune aux fins d'utilisation dans nos calculs comparatifs. Par exemple, dans les rapports AAMA 503-12 et ANSI/NFRC 100, la valeur U générale est publiée pour un cadre de vision de dimensions standard de 1 000 mm d'entraxe sur 2 000 mm d'entraxe. Pour qu'elles soient adaptées à notre exercice, nous avons dû convertir les données publiées afin d'indiquer la caractéristique des cadres de vision et des fenêtres découpées au moyen de dimensions choisies pour ce projet.



De plus, afin de comparer les caractéristiques des différents fabricants, nous avons dû supposer l'utilisation du même verre de vision pour chaque calcul. À cette fin, nous avons utilisé une valeur de 0,24 Btu/(hr-pi²-°F) comme valeur U de centres de verre très commun (COG) pour les blocs fenêtres à vitrage isolant doubles utilisés pour la construction actuelle de l'immeuble à bureaux.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs U publiées que nous avons reçues pour les différents ensembles qui ont été analysés. Pour les ensembles fabriqués par Gamma, les valeurs U publiées pour des cadres de vision de dimensions standard de 1 000 mm d'entraxe sur 2 000 mm d'entraxe n'étaient pas disponibles, il nous a donc fallu calculer cette valeur afin de signaler tous les renseignements reçus des fabricants qui comportaient la même référence.

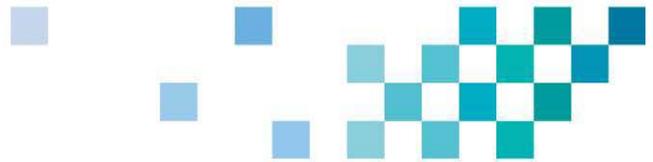
Curtain Wall System				
Manufacturer	Series Label	Type	COG U-value	Published U-Value
Gamma	system 1	L'avenue H.Captured ,V. SSG	0.24	0.333
Gamma	system 2	Roccabella SSG	0.24	0.329
Gamma	system 3	Altoria Captured	0.24	0.389
Schuco	FW 60+.si	Captured	0.24	0.306
Schuco	FW 60+SG.si	SSG	0.24	0.351
Schuco	FW 50+.si	Captured	0.24	0.307
Schuco	FW 50+SG.si	SSG Verre triple	0.24	0.350
Alumico	6800HP	Captured	0.24	0.324
Kawneer	2500UT	Captured	0.24	0.340
Kawneer	2500UT	Captured	0.24	0.340
Kawneer	2500UT	SSG	0.24	0.340
Kawneer	1600UT	Captured alum pp 1"	0.24	0.350
Kawneer	1600UT	Captured fiber g pp 1"	0.24	0.340
Kawneer	1600UT	Captured alum pp 1.75"	0.24	0.350
Kawneer	1600UT	Captured fiber g pp 1.75"	0.24	0.340
Kawneer	1600UT	SSG vert alum pp 1"	0.24	0.330
Kawneer	1600UT	SSG vert fiber g pp 1"	0.24	0.330
Kawneer	1600UT	SSG vert alum pp 1.75"	0.24	0.320
Kawneer	1600UT	SSG vert fiber g pp 1.75"	0.24	0.320
Kawneer	FG201T	Window wall	0.24	0.390
Kawneer	451UT	Trifab	0.24	0.380
Flynn	6450UCW	Captured	0.24	0.340

Tableau 8

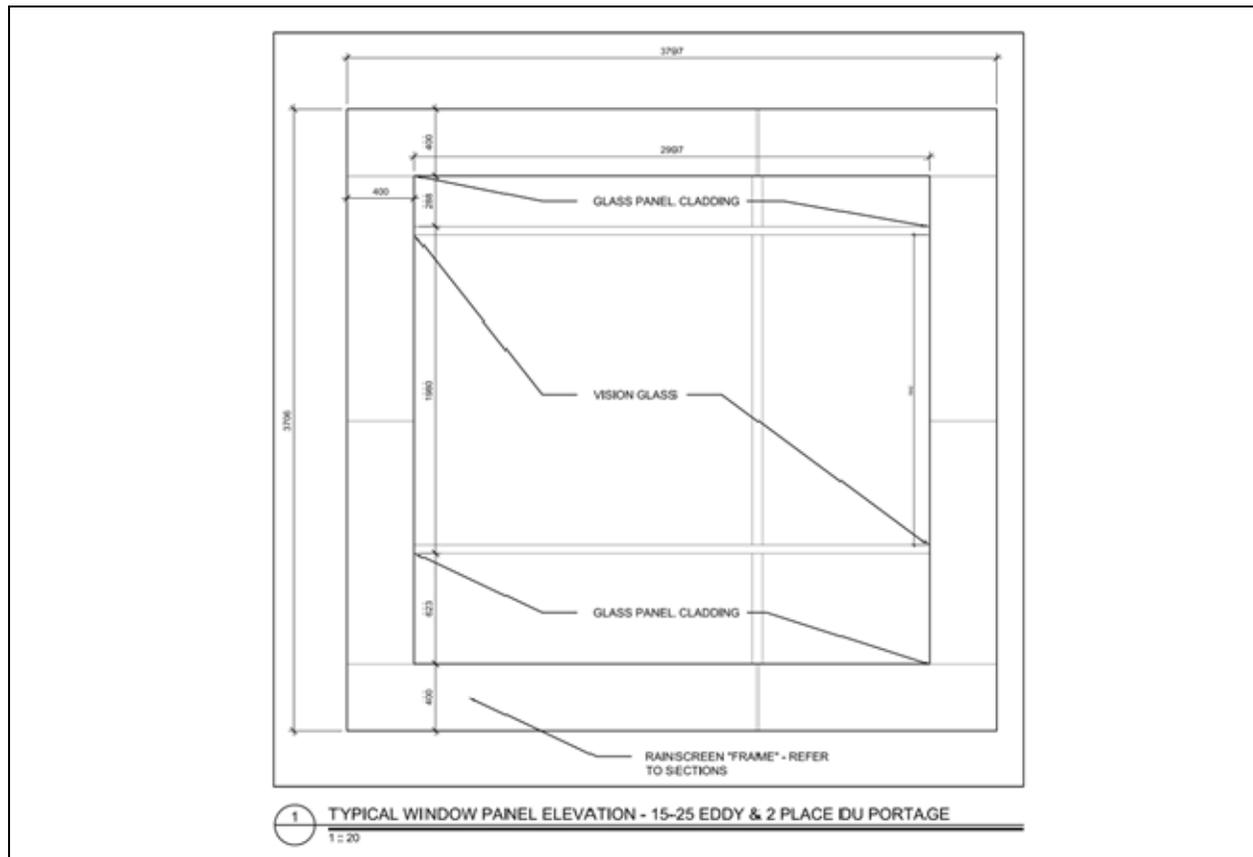
Dans le tableau 8, il est clair que les ensembles saisis de Schuco présentait le meilleur rendement pour un cadre de vision de dimensions standard de 1 000 mm d'entraxe sur 2 000 mm d'entraxe.

Évaluation des configurations possibles de murs

Comme nous l'avons précisé ci-dessus, vous avez indiqué que vous envisagiez d'utiliser des ensembles de murs en métal et verre en fonction de deux scénarios différents. Nous avons donc évalué deux configurations de murs possibles en fonction de votre étude conceptuelle.

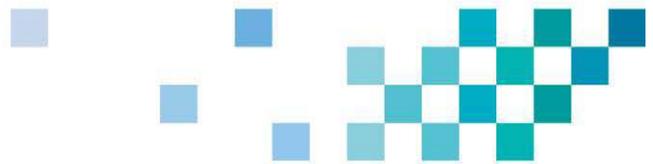


La première configuration que nous avons évaluée repose sur l'utilisation de cadres de murs rideaux pour fabriquer des ouvertures découpées dans un panneau mural intégré et isolé qui imiterait la disposition du mur extérieur d'origine. Dans cette configuration, la surface du verre de vision équivaut à 42 % de la surface totale du mur. Vous avez fourni le croquis ci-dessous pour décrire la disposition proposée des panneaux muraux intégrés.



La deuxième configuration que nous avons évaluée se compose de bandes alternatives de verre de vision et de verre de tympan dans un système de murs rideaux qui est continu sur toute la hauteur des tours. Afin d'optimiser les coûts de fabrication et la valeur U générale, nous avons supposé une dimension horizontale entraxes de 1,5 m pour les meneaux verticaux. Afin qu'elle soit directement comparable à la configuration de fenêtres découpées envisagée, nous avons évalué la hauteur du verre de vision à 1,56 m (et la hauteur du verre de tympan à 2,14 m) afin que la surface du verre de vision corresponde à la configuration de fenêtres découpées envisagée, c'est-à-dire 42 % de la surface totale du mur.

Nous avons supposé un IGU à vitrage double qui aurait une valeur U de 0,24 Btu/(hr·pi²·°F) pour tous nos calculs de la valeur U générale, afin de comparer les divers ensembles pour les deux configurations de murs envisagées. Ceci concordait avec les calculs que nous avons effectués dans le but de normaliser les données de rendement publiées provenant des fabricants.



Enfin, tous nos calculs ont été effectués en utilisant la méthode du cheminement parallèle selon laquelle le rendement de chaque composant du mur se trouve combiné à l'aide de la pondération superficielle pour obtenir une valeur de rendement global pour l'ensemble du système.

Configurations de fenêtres découpées

En utilisant les dimensions de panneaux vitrés types que vous avez fournis, nous avons calculé des valeurs U propres au projet pour une fenêtre découpée fabriquée à l'aide de chacun des ensembles indiqués ci-dessus, et avons obtenu une gamme de valeurs U qui varient de 0,36 à 0,57 avec une moyenne de 0,43 Btu/(hr-pi²-°F). Comme c'était le cas pour les données publiées normalisées, nous avons conclu que le meilleur rendement était obtenu au moyen d'un système monobloc.

Pour le système de mur opaque qui entoure les fenêtres découpées, nous avons utilisé la valeur U de 0,47 Btu/(hr-pi²-°F) que votre bureau nous a transmise. Lorsque nous avons combiné les résultats des fenêtres découpées avec la caractéristique du mur opaque, nous avons obtenu des valeurs U générales qui variaient de 0,18 à 0,25 avec une moyenne de 0,21 Btu/(hr-pi²-°F).

Afin de démontrer l'influence du rendement du vitrage sur la valeur U générale, nous avons choisi l'un des ensembles de Gamma (système 1) comme système représentatif de la valeur moyenne pour tous les ensembles évalués. Nous avons ensuite répété l'ensemble des calculs fondés sur l'utilisation des IGU avec des valeurs U de centres de vitrages (COG) de 0,20 Btu/(hr-pi²-°F) et 0,14 Btu/(hr-pi²-°F). Le tableau suivant indique l'influence du rendement thermique des IGU sur le rendement thermique global du mur.

Punched Window Option			
COG	Overall U-Value	Overall R-Value	% of improvement
0.240	0.201	4.98	0%
0.200	0.193	5.18	4%
0.140	0.180	5.56	12%

Configurations de murs rideaux continus

Au moyen des dimensions de cadrage modulaire décrites ci-dessus (pour obtenir une surface de verre de vision qui correspond aux fenêtres découpées) nous avons calculé les valeurs U propres au projet des modules de vision et de tympan fabriqués à l'aide des ensembles indiqués ci-dessus. Pour les calculs de la valeur U du tympan, nous avons utilisé une valeur U au centre du tympan (COS) de 0,0454 Btu/(hr-pi²-°F) qui équivaut à quatre (4) pouces d'isolant Roxul CurtainRock 40 avec un panneau de tympan à double vitrage et une valeur U au centre du vitrage de 0,24 Btu/(hr-pi²-°F). Veuillez noter que les caractéristiques des modules de tympan ont été fournies par un seul fabricant et ce sont celles que nous utilisons pour calculer la valeur U générale des tympan pour les ensembles des autres fabricants.

Lorsque nous avons combiné les résultats pour les modules de vision et de tympan, nous avons obtenu des valeurs U générales qui variaient de 0,20 à 0,22 avec une moyenne de 0,21 Btu/(hr-pi²-°F). Comme ça été le cas pour les données normalisées publiées nous avons découvert que le meilleur rendement était obtenu grâce à des systèmes monoblocs.



Afin d'être en mesure de démontrer l'influence du rendement du vitrage et des niveaux d'isolation des tympans sur la valeur U générale, nous avons choisi un des ensembles comme élément représentatif de la valeur moyenne de tous les ensembles évalués. Nous avons ensuite répété l'ensemble des calculs en fonction de l'utilisation des IGU avec des valeurs U du centre de vitrage (COG) de 0,20 Btu/(hr-pi²-°F) et 0,14 Btu/(hr-pi²-°F), et en fonction d'une épaisseur accrue de l'isolant. Le tableau ci-dessous illustre l'influence du rendement thermique des IGU et de l'épaisseur de l'isolant de tympan sur le rendement thermique global du mur.

Continuous Curtain Wall				
COG	COS	42 % vision ratio		
		Overall U-Value	Overall R-Value	% of improvement
0.24	0.045	0.205	4.88	0%
0.20	0.044	0.191	5.24	7%
0.20	0.037	0.188	5.32	9%
0.14	0.037	0.170	5.88	21%

*: 4 pouces d'isolant

** : 5 pouces d'isolant

Conclusions

Le tableau ci-dessous compare le rendement thermique global des configurations envisagées de fenêtres découpées et de murs rideaux en continu pour les différentes valeurs U de COG.

Punched Window vs Continuous Curtain Wall						
		Continuous Curtain Wall		Punched Window		
		42% vision ratio		42% vision ratio		
COG	COS	Overall U-Value	Overall R-Value	Overall U-Value	Overall R-Value	% of diff. 42%
0.24	0.0454*	0.205	4.88	0.201	4.975	2%
0.20	0.0439*	0.191	5.24	0.193	5.181	-1%
0.20	0.037**	0.188	5.32	0.193	5.181	-3%
0.14	0.037**	0.170	5.88	0.180	5.556	-6%

*: 4 pouces d'isolant

** : 5 pouces d'isolant

Comme on peut le constater dans le tableau ci-dessus, pour la même surface de verre de vision, il n'y a pas de différence importante de rendement thermique global du mur entre les deux configurations envisagées. Ces résultats indiquent que le rendement thermique nettement supérieur prévu pour le mur opaque qui entoure les fenêtres découpées est sensiblement compensé par la surface accrue du cadrage dont le rendement est plutôt faible dans la configuration à fenêtres découpées. Dans la configuration des murs rideaux en continu, les modules de tympan n'ont pas le même rendement thermique que le mur opaque prévu dans l'option de fenêtres découpées, mais il y a moins de surface de cadrage pour les surfaces de vision; ainsi, le rendement thermique global pour le mur ressemble beaucoup à celui de la configuration à fenêtres découpées. Ceci met en évidence le fait réel que le rendement thermique global du mur est dominé par le rendement thermique de l'élément le plus faible du système.



On peut ensuite utiliser le principe directeur pour orienter les décisions qui concernent la conception du mur à partir d'un point de vue thermique. La priorité doit toujours être de mettre l'accent sur l'amélioration et la diminution de la surface totale de l'élément le plus faible du système, dans l'ordre d'importance des éléments de cadrage et des IGU. Malheureusement, les produits de cadrage actuellement disponibles présentent des limites en ce qui a trait au rendement thermique, ainsi, pratiquement, le fait de réduire la surface du cadrage (minimiser le cadrage), de réduire également la surface totale du verre de vision et d'améliorer le rendement des IGU est le meilleur moyen d'améliorer le rendement thermique global.

Pour les deux configurations envisagées, avec une surface de verre de vision d'environ 40 % de la surface totale du mur, la transmission thermique générale du mur extérieur sera essentiellement la même, soit de l'ordre de 0,2 Btu/(hr-pi²-°F) pour la gamme des IGU doubles qui seront sans doute utilisés pour ce projet. Étant donné que la surface totale nominale du verre de vision est réduite en dessous de 40 % environ, la configuration de fenêtres découpées donnera de plus en plus un meilleur rendement que la configuration de murs rideaux en continu.

On peut améliorer la transmission thermique générale en utilisant des compositions de verre qui ont des valeurs U de COG inférieures à la gamme standard des IGU à double vitrage à haut rendement, mais le niveau maximal d'amélioration sera seulement de l'ordre de 10 % pour la configuration des fenêtres découpées.

En résumé, la meilleure stratégie qu'il faut adopter pour obtenir une transmission thermique optimisée du nouveau système de murs extérieurs, consiste à utiliser des éléments de cadrage qui présentent la valeur U la plus faible possible et de limiter la dimension générale des fenêtres découpées à la plus petite possible. Afin de minimiser les charges de refroidissement et l'inconfort thermique dans l'immeuble, il serait prudent de combiner la stratégie ci-dessus avec l'utilisation de composition de verre ayant le plus faible CARS qui accompagne la V_{LT}) la plus faible acceptable pour les élévations sud et ouest.

Il faudra élaborer un modèle de simulation d'énergie général pour l'immeuble qui donne les caractéristiques de transmission thermique, de contrôle de l'éclairage solaire et de fuites d'air pour le mur extérieur afin d'obtenir une évaluation exacte de la période de récupération des diverses options de composants muraux.

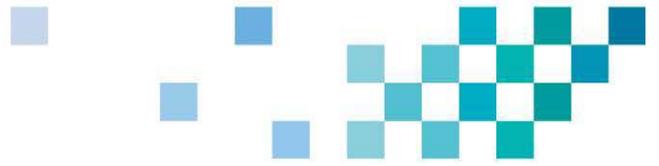
Nous espérons que le présent document vous donnera les renseignements qu'il vous faut au sujet de rendement thermique réaliste qui pourrait être atteint au moyen des ensembles de murs rideaux actuellement disponibles, utilisés pour les deux configurations de murs envisagées dans votre étude conceptuelle.

N'hésitez pas à communiquer avec nous si vous avez des questions.

Cordialement,

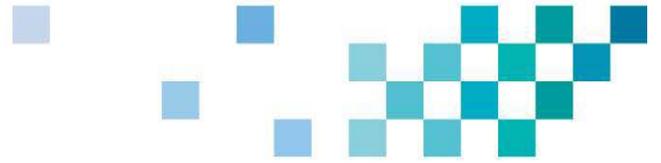
PATENAUE TREMPE VAN DALEN INC.

Louis Fortin PE MGP

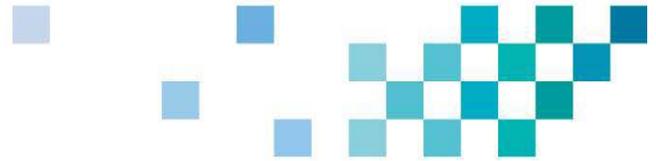


Directeur de projet

Mark Van Dalen, P. Eng.
Vice-président



Annexe 1 – Exemple de données tirées du rapport AAMA 507-12



2370
95438-110

AAMA 507-12 THERMAL PERFORMANCE REPORT

Rendered to:

KAWNEER COMPANY INC.

SERIES/MODEL: 2500 UT Captured System

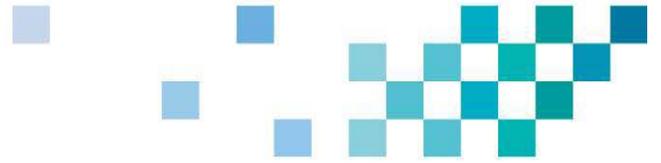
TYPE: Glazed Wall System

Report No: E5293.01-116-45
Report Date: 06/05/15

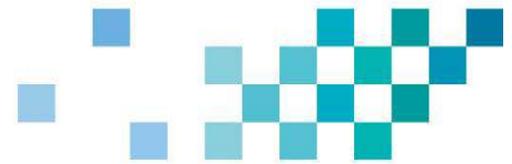


Vision Area Data

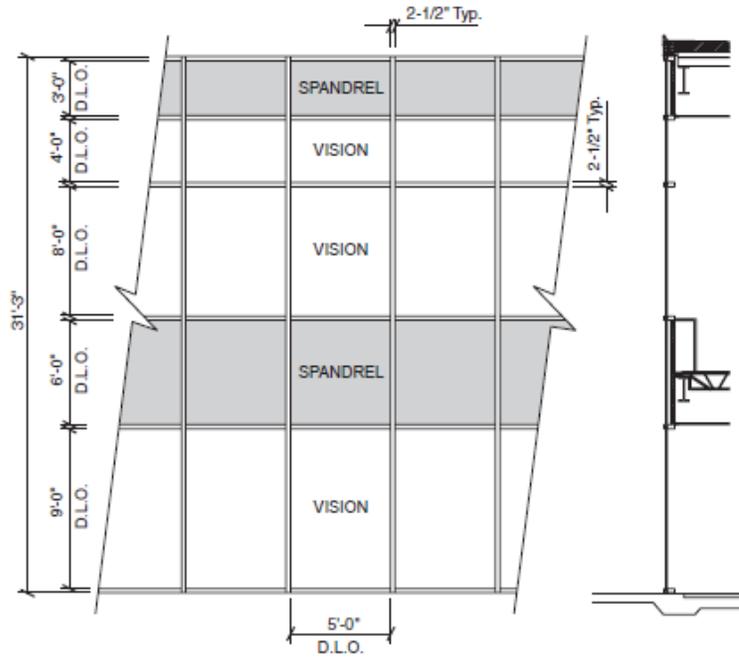
Option No.	COG U-Factor	COG Temperature	Cross Section	Frame Height	Frame U-Factor	Edge U-Factor	Total Product U-Factor		
							70% Vision Area	NFRC 100-2010	95% Vision Area
							26.19" by 26.19"	78.74" by 78.74"	168.39" by 168.39"
10	0.30	53.1	Head	1.3332	1.2780	0.2952	0.5335	0.3783	0.3304
			L. Jamb	1.3333	1.0042	0.2977			
			R. Jamb	1.3461	0.9971	0.2962			
			Mullion	2.6794	1.0006	0.2969			
			Sill	2.2817	1.0093	0.2915			
11	0.28	54.2	Head	1.3332	1.2738	0.2806	0.5204	0.3614	0.3127
			L. Jamb	1.3333	0.9988	0.2828			
			R. Jamb	1.3461	0.9917	0.2814			
			Mullion	2.6794	0.9952	0.2821			
			Sill	2.2817	1.0063	0.2770			
12	0.26	55.2	Head	1.3332	1.2695	0.2661	0.5073	0.3444	0.2949
			L. Jamb	1.3333	0.9934	0.2682			
			R. Jamb	1.3461	0.9862	0.2667			
			Mullion	2.6794	0.9898	0.2674			
			Sill	2.2817	1.0032	0.2627			
13	0.24	56.3	Head	1.3332	1.2654	0.2517	0.4943	0.3275	0.2772
			L. Jamb	1.3333	0.9882	0.2536			
			R. Jamb	1.3461	0.9810	0.2520			
			Mullion	2.6794	0.9845	0.2528			
			Sill	2.2817	1.0003	0.2484			
14	0.22	57.3	Head	1.3332	1.2615	0.2372	0.4814	0.3106	0.2595
			L. Jamb	1.3333	0.9832	0.2390			
			R. Jamb	1.3461	0.9760	0.2374			
			Mullion	2.6794	0.9796	0.2382			
			Sill	2.2817	0.9976	0.2342			
15	0.20	58.4	Head	1.3332	1.2576	0.2229	0.4686	0.2936	0.2416
			L. Jamb	1.3333	0.9782	0.2245			
			R. Jamb	1.3461	0.9709	0.2229			
			Mullion	2.6794	0.9745	0.2237			
			Sill	2.2817	0.9949	0.2201			
16	0.18	59.5	Head	1.3332	1.1983	0.2036	0.4324	0.2683	0.2200
			L. Jamb	1.3333	0.8921	0.2034			
			R. Jamb	1.3461	0.8852	0.2020			
			Mullion	2.6794	0.8886	0.2027			
			Sill	2.2817	0.9502	0.2019			
17	0.16	60.6	Head	1.3332	1.1941	0.1893	0.4194	0.2512	0.2017
			L. Jamb	1.3333	0.8865	0.1889			
			R. Jamb	1.3461	0.8796	0.1875			
			Mullion	2.6794	0.8831	0.1882			
			Sill	2.2817	0.9473	0.1878			
18	0.14	61.7	Head	1.3332	1.1908	0.1744	0.4064	0.2340	0.1835
			L. Jamb	1.3333	0.8815	0.1737			
			R. Jamb	1.3461	0.8747	0.1723			
			Mullion	2.6794	0.8781	0.1730			
			Sill	2.2817	0.9446	0.1731			



Annexe 2 – Exemple de données tirées du catalogue publié



Generic Project Specific U-factor Example Calculation
(Percent of Glass will vary on specific products depending on sitelines)
(Based on single bay of Curtain Wall/Window Wall)



Vision Area

Example Glass U-factor = 0.48 Btu/(ft² · h · °F)

Vision Area = 5(9 + 8 + 4) = 105.0 ft²

Total Area (Vision) = 5' 2-1/2" (9' 3-3/4" + 8' 2-1/2" + 4' 2-1/2") = 113.2 ft²

Percentage of Vision Glass = (Vision Area ÷ Total Area)100
= (105.0 ÷ 113.2)100 = 93%

Spandrel Area

Example Spandrel R-value = 15 (ft² · h · °F)/Btu

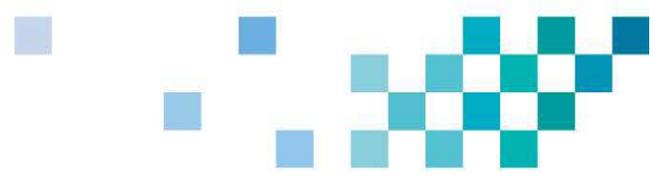
Spandrel Area = 5(6 + 3) = 45.0 ft²

Total Area (Spandrel) = 5' 2-1/2" (6' 2-1/2" + 3' 3-3/4") = 49.6 ft²

Percent of Spandrel = (Spandrel Area ÷ Total Area)100
= (45.0 ÷ 49.6)100 = 91%

Laws and building and safety codes governing the design and use of glazed curtain walls vary significantly with jurisdiction and the selection of product configurations, operating hardware, or glazing materials, and assume no responsibility thereof.

Kawneer reserves the right to change configuration without prior notice when deemed necessary for product improvement.
© Kawneer Company, Inc., 2013



DECEMBER, 2015
EC 97911-086

1600UT System™2 Curtain Wall

37

THERMAL PERFORMANCE MATRIX (NFRC SIZE)

Thermal Transmittance ¹ (BTU/hr • ft² • °F)

Glass U-Factor ³	Overall U-Factor ⁴
0.47	0.53
0.46	0.52
0.44	0.50
0.42	0.49
0.40	0.47
0.38	0.45
0.36	0.44
0.34	0.42
0.32	0.40
0.30	0.39
0.28	0.37
0.26	0.35
0.24	0.33
0.22	0.32
0.20	0.30
0.18	0.28
0.16	0.26
0.14	0.24
0.12	0.23
0.10	0.21

1" GLAZING WITH ALUMINUM PRESSURE PLATE

NOTE: For glass values that are not listed, linear interpolation is permitted.

1. U-Factors are determined in accordance with NFRC 100.
2. SHGC and VT values are determined in accordance with NFRC 200.
3. Glass properties are based on center of glass values and are obtained from your glass supplier.
4. Overall U-Factor, SHGC, and VT Matricies are based on the standard NFRC specimen size of 2000mm wide by 2000mm high (78-3/4" by 78-3/4").

SHGC Matrix ²

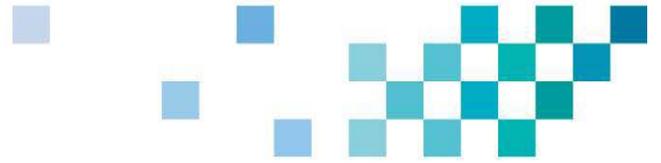
Glass SHGC ³	Overall SHGC ⁴
0.75	0.72
0.70	0.68
0.65	0.63
0.60	0.59
0.55	0.54
0.50	0.50
0.45	0.45
0.40	0.41
0.35	0.36
0.30	0.32
0.25	0.27
0.20	0.23
0.15	0.18
0.10	0.14
0.05	0.09

Visible Transmittance ²

Glass VT ³	Overall VT ⁴
0.75	0.68
0.70	0.63
0.65	0.59
0.60	0.54
0.55	0.50
0.50	0.45
0.45	0.41
0.40	0.36
0.35	0.32
0.30	0.27
0.25	0.23
0.20	0.18
0.15	0.14
0.10	0.09
0.05	0.05

Laws and building and safety codes governing the design and use of glazed entrance, window, and curtain wall products vary widely. Kawneer does not control the selection of product configurations, operating hardware, or glazing materials, and assumes no responsibility therefor.

Kawneer reserves the right to change configuration without prior notice when deemed necessary for product improvement.
© Kawneer Company, Inc., 2013



Annexe 3 – Exemple de données tirées du rapport ANSI/NFRC 100



**NFRC SIMULATION ACCORDING TO THE
ANSI/NFRC 100, ANSI/NFRC 200 and NFRC 500 GUIDELINES
Mur rideau - Série 6800HP**

 **AIR-INS**
LABORATOIRE D'ESSAIS
TESTING LABORATORY
MEMBER OF CLEB

Report No.:
AT-00444

Reissued Report No.:
N/A

Submitted to:

Alumico Architectural inc.
4343 Hochelaga Street
Montréal QC, Canada
H1V 1C2
Mr. Christian Bérubé
(514) 255-4343

Reissued To:

N/A

Operation Type:	GWCW	Product Line ID Number:	N/A
Series/Model:	Mur rideau - Série 6800HP	Report Type:	N/A
Report Date:	2015-10-15	Simulation Date :	2015-10-15
Revision Date:	N/A	Number of Pages:	5
Reissue Information			
Model:	N/A	Date of Reissue:	N/A
Reason for submittal:	N/A	Revision Date:	N/A
Product Line ID Number:	N/A		

Simulated by:



Ingrid Volbert
Simulator
Thermal Evaluation Department

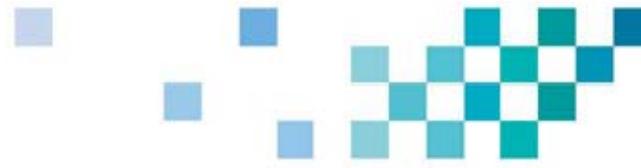
Approved by:



Dave Deshaies Mc Mahon, Eng.
NFRC Certified Simulator
Person-in-Responsible Charge

1320 Lionel-Boulet Blvd
Varenes, Quebec J3X 1P7
laboratoire@cleb.com

www.cleb.com
Toll free : 855.353.CLEB (2532)

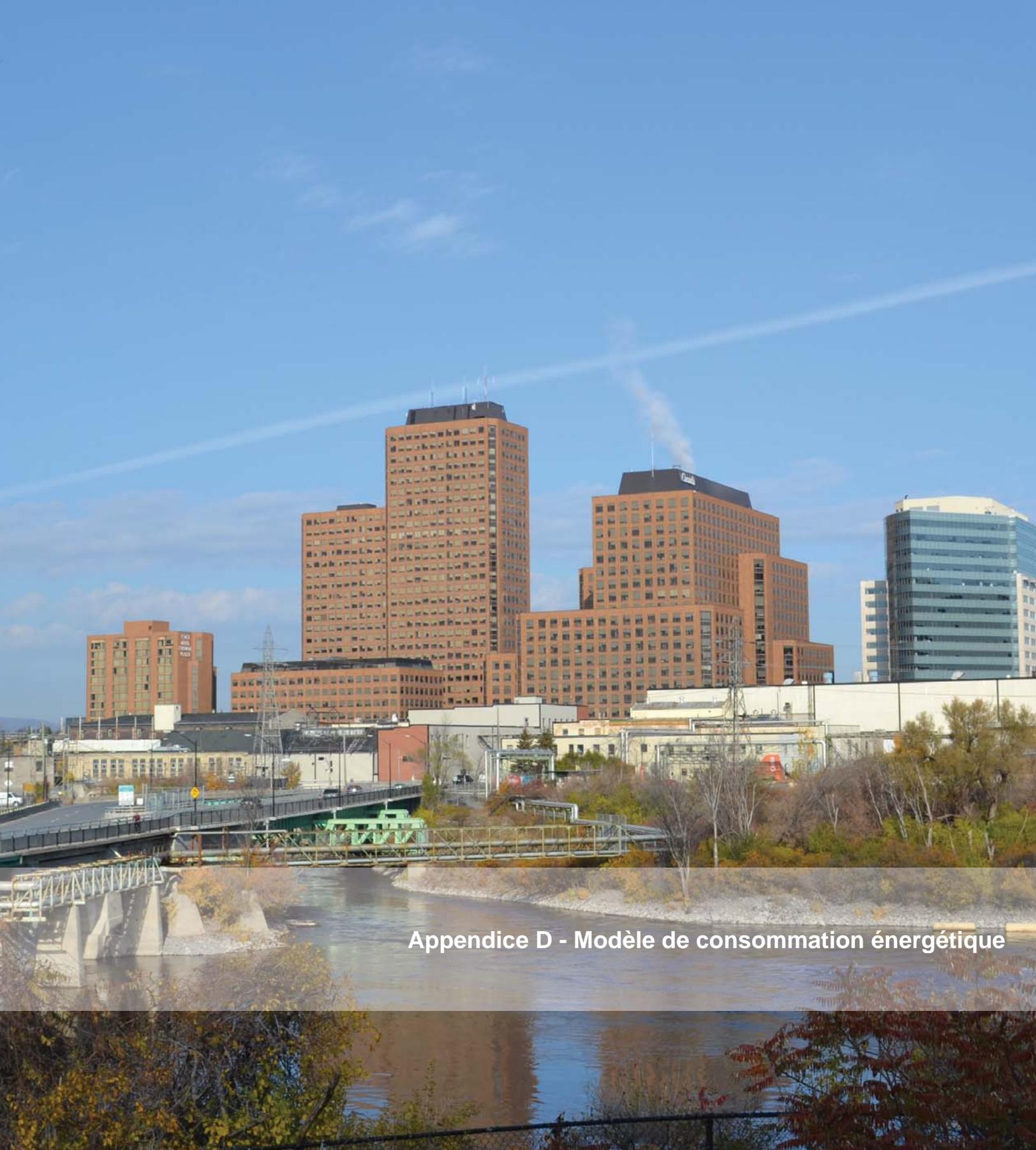


Simulation Report No: AT-00444, Reissued Report: N/A

Mur rideau - Série 6800HP

Table 2: Overall fenestration products results

ID	Option Name	Insulating Glass Unit							Overall Product				
		Glass 1		Gap 1			Glass 2		U Factor		SHGC	VT	
		Type	mm	mm	Gas	Spacer	Grid	Type	mm	W/m2-K			Btu/hr-ft2-F
1	RM-SNX62-27#2-Arg85-ClrGuard	Climaguard 62/27	5.6	12.26	Arg 85%	TS-D	None	Clear, Guardian	5.6	1.97	0.35	0.24	0.54



Appendice D - Modèle de consommation énergétique



PAGEAU MOREL

UN ENGAGEMENT
DURABLE

A SUSTAINABLE
COMMITMENT

Les Terrasses de la Chaudière

Projet de réhabilitation de l'enveloppe
du bâtiment

TPSGC projet N° R.068114.018

Rapport d'analyse énergétique – 100%

www.pageaumorel.com

Les Terrasses de la Chaudière

Projet de réhabilitation de l'enveloppe du bâtiment

TPSGC projet N° R.068114.018

Le 8 juin, 2016

7232-005-00

Préparé par:

Heath Baxa, ing., M. Sc.
CPHD, PA LEED BD+C
(Membre OIQ 5039288)

Vérfié par:

Frédéric Dionne, ing.
Chargé de projet | Directeur | Associé
(Membre OIQ 115580)

Table des matières

1	Résumé.....	1
2	Introduction.....	3
3	Entrées du modèle de base	5
3.1	Logiciel de simulation	5
3.2	La géométrie du bâtiment.....	5
3.3	Code du bâtiment	5
3.4	Les données de l'utilitaire	5
3.5	Horaires	6
3.6	Occupants	6
3.7	Systèmes CVAC.....	7
3.8	Éclairage et charges diverses	7
4	Simulation des variations de modèle d'enveloppe.....	8
4.1	Assemblage mural.....	8
4.2	Résultats des simulations des assemblages de murs	9
4.3	Assemblage de fenestration.....	10
4.4	Résultat des simulations d'assemblage de fenestration	12
4.5	Pourcentage de fenestration	13
4.6	Limitations du Code pour le rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur.....	13
4.7	Rapport existant de surfaces vitrées et de surface de mur.....	14
4.8	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur	15
4.9	Résultats de simulation de surface de fenestration	16
4.10	Ombres de fenestration	17
4.11	Résultats des simulations d'ombrage de fenestration.....	18
5	Simulation d'assemblage d'élément d'enveloppe	20
5.1	Options Simulated	20
5.2	Résultats des simulations de l'assemblage d'enveloppe	24
5.3	Résultats des simulations d'assemblage d'enveloppe (avec Facteur-U de fenêtre ajusté). 26	
6	Conclusion	29

1 Résumé

Le présent rapport résume les résultats de l'analyse énergétique des options de conception obtenues pour le projet Les Terrasses de la Chaudière - Réhabilitation de l'enveloppe du bâtiment. Plusieurs simulations de construction de mur et d'options de fenestration ont été réalisées afin d'aider à l'optimisation de la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment. Ces options ont d'abord été modélisées séparément, et ensuite dans leur ensemble.

Les options d'enveloppe modélisées séparément comprennent des variations d'isolation des murs, de caractéristiques de fenestration, de WWR sur différentes façades et d'ombrage solaire.

Les options combinées d'enveloppe qui furent modélisées relèvent de deux catégories primaires de système de mur : panneaux de mur préfabriqués et mur-rideau. Le but est d'aider à déterminer lequel des systèmes muraux à un coût global de cycle de vie inférieur.

Ces options combinées d'enveloppe illustrent le rendement énergétique d'une variété de scénarios possibles, non seulement pour décider d'un système mural, mais pour aider à établir un rapport approprié de fenestration et de surfaces de mur (WWR) pour l'ensemble du bâtiment et pour chaque façade. Les deux (2) catégories du système mural (panneau préfabriqué et mur-rideau) ont été modélisées en parallèles définis, avec les mêmes caractéristiques pour le type de verre de fenestration et WWR par façade, afin que les deux (2) systèmes puissent être facilement comparés pour une variété de choix de conception architecturale possible.

Les résultats de l'analyse énergétique indiquent clairement un ordre de priorité du potentiel d'impact sur le coût énergétique annuel. Ces options d'enveloppe sont décrites comme suit dans l'ordre de priorité décroissant.

- .1 Le coefficient d'apport par rayonnement solaire (SHGC) de la fenestration.
- .2 Le rapport global et sur chaque façade de surfaces vitrées et de surfaces de mur.
- .3 La transmission thermique de la fenestration, y compris la configuration du cadrage.
- .4 L'isolation des murs.
- .5 L'ombrage solaire.

Les résultats démontrent aussi que l'option avec le plus haut taux d'économie annuel en coûts énergétiques, consiste d'une construction composée de panneaux de mur préfabriqués avec fenestration à triple vitrage ayant les caractéristiques suivantes :

- .1 Fenestration avec un coefficient de transmission thermique U (Facteur-U) $\leq 0,20 \text{ Btu} / (\text{h} \cdot \text{F} \cdot \text{pi}^2)$, SHGC $\leq 0,30$.
- .2 WWR n'excédant pas le maximum du Code de 36,3%. Un WWR plus bas sur les façades sud et ouest que sur les façades nord et est résulte en économies de coûts énergétiques.
- .3 Facteur-U de mur au minimum du Code à $\leq 0,044 \text{ Btu} / (\text{h} \cdot \text{F} \cdot \text{pi}^2)$.

Les principales constatations qui ont résulté de cette analyse énergétique sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1-1: Principales constatations

Composant	Possibilités d'économies	Notes
Isolation des murs	3%	L'augmentation de l'isolation des murs à un impact global mineur, avec un potentiel d'environ 3% d'économies de coûts énergétiques annuels.
Fenestration	10%	En général, le rendement de la fenestration a un impact élevé, avec un potentiel d'environ 10% d'économies de coûts énergétiques annuels.
		Le coefficient d'apport par rayonnement solaire (SHGC) a un impact élevé. Par exemple, réduire le SHGC de 0,65 à 0,42 permet d'atteindre environ 6% d'économies de coûts énergétiques.
		Tel qu'appuyé par le rapport de consultation d'enveloppe par PTVD, le cadrage joue un rôle important en affectant le Facteur-U global de l'assemblage de la fenestration. Une conception optimisée permettrait de réduire la quantité de cadrage, autant que possible.
Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur	4%	Le bâtiment existant à 43% WWR dépasse le ratio maximal de 36% WWR du Code.
		Diminuer le WWR à 36% a un potentiel d'environ 4% d'économies de coûts énergétiques annuels.
		Le concept proposé a un WWR de 47%, ce qui se traduit par des coûts énergétiques 6% plus élevés qu'une conception avec 36% WWR.
		La concentration de la fenestration par rapport à l'orientation des façades a une plus grande influence sur le bâtiment que le WWR. La même zone de verre réparti différemment sur le bâtiment entraîne de larges variations dans l'utilisation de l'énergie. Ceci est aussi influencé par le rendement de la fenestration.
Ombrage solaire	0%	Un écran solaire vertical sur la façade ouest entraîne des économies de coûts d'énergétiques marginales.
Effets combinés	8-16%	Lorsque modélisées en combinaison, ces mesures ont le potentiel pour environ 16% d'économies de coûts énergétiques avec une construction en panneaux de murs préfabriqués, et d'environ 8% d'économies de coûts énergétiques pour une construction en mur-rideau.
		En moyenne, la construction en panneaux de murs préfabriqués entraîne une économie annuelle des coûts énergétiques d'environ 90 000 \$ supérieur à une construction en mur-rideau.

2 Introduction

Pageau Morel a été mandaté pour fournir une analyse énergétique des options schématiques de conception pour le projet de réhabilitation de l'enveloppe du bâtiment Les Terrasses de la Chaudière. Cette analyse aidera à déterminer quelles options d'enveloppe offrent la meilleure valeur globale pour la Couronne.

Le processus d'analyse énergétique pour ce projet peut être réparti selon les étapes suivantes :

- .1 Établir la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment existant;
- .2 Établir les critères de performance énergétique minimum selon le Code;
- .3 Aider à optimiser de la performance énergétique des options d'enveloppe proposées;
- .4 Fournir des données sur les coûts de l'énergie pour l'analyse des coûts du cycle de vie.

Le but de cette analyse énergétique n'est pas de faire des recommandations sur une nouvelle enveloppe pour le bâtiment.

Pour toutes les simulations, le coût énergétique annuel est utilisé pour fin de comparaison. Seules les zones du bâtiment considérées pour la réhabilitation de l'enveloppe ont été simulées. Les niveaux commerciaux inférieurs (podium), stationnement, et l'éclairage du site sont exclus. Pour cette raison, la simulation énergétique du bâtiment existant n'est pas représentative de la consommation d'énergie totale réelle du bâtiment. Cette simulation énergétique n'est pas destinée à être utilisée pour prédire les factures d'énergie réelle.

Ci-dessous sont deux (2) rendus créés par le programme de simulation énergétique qui représente la géométrie existante du bâtiment comme il a été simulé. Il est important de comprendre la géométrie unique du bâtiment et la relation entre les tours de bureaux afin de simuler avec précision les modèles d'ensoleillement et l'ombrage créé naturellement par le bâtiment.

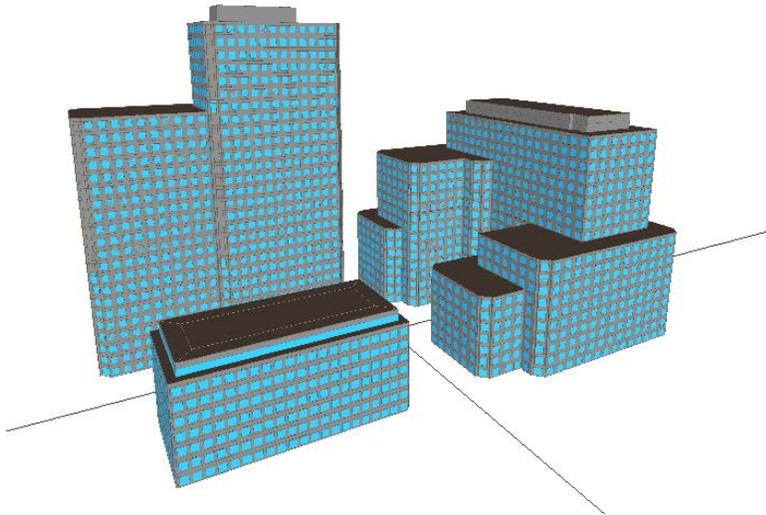


Photo 1 – Vue du sud

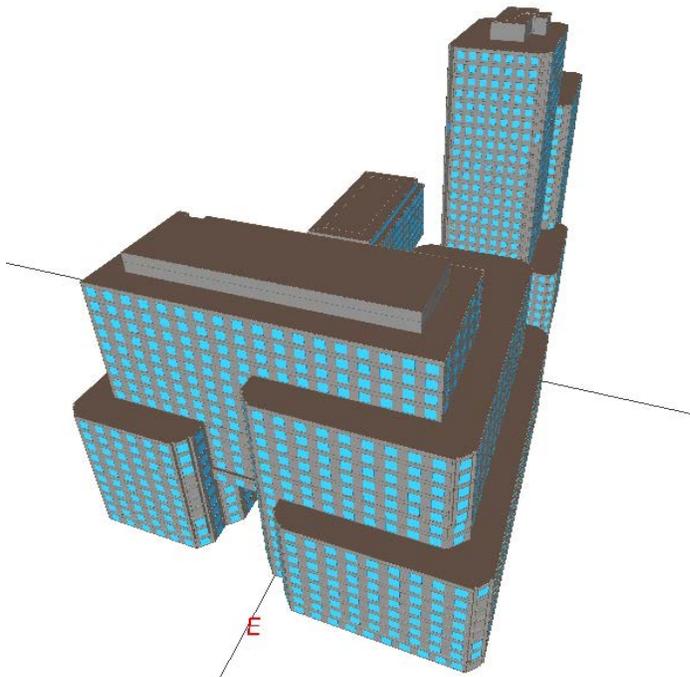


Photo 2 – Vue de l'est

3 Entrées du modèle de base

La simulation énergétique du bâtiment a été construite sur la base des critères ci-dessous. Ces critères sont communs à toutes les simulations.

3.1 Logiciel de simulation

3.1.1 Le logiciel de simulation énergétique eQUEST (DOE-2.2) a été utilisé pour créer le modèle de simulation par ordinateur. Ce logiciel est sophistiqué et permet un niveau élevé d'entrées par l'utilisateur. Le logiciel effectue un calcul pour toutes les 8 760 heures de l'année.

3.2 La géométrie du bâtiment

3.2.1 La géométrie du bâtiment basé sur les dessins d'architecture existants a été utilisée pour la simulation énergétique. Les trois (3) tours de bureaux qui constituent le site ont été modélisées. Bien qu'un niveau élevé d'effort fût nécessaire pour ce faire, il a été jugé important de capter la géométrie unique et la relation entre les tours de bureaux de ce bâtiment. Il en résulta une simulation précise du modèle d'ensoleillement et de l'ombrage créé naturellement par le bâtiment.

3.2.2 Comme mentionné, seules les zones du bâtiment qui sont à l'étude pour la réhabilitation de l'enveloppe ont été simulées. Les niveaux commerciaux inférieurs, stationnements et éclairages extérieurs furent exclus.

3.3 Code du bâtiment

3.3.1 Pour établir la performance minimum du Code, le bâtiment fut simulé avec une enveloppe qui répond aux exigences minimales du Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada 2011 (CNEB 2011). Cela représente un niveau minimum de construction typique et est obligatoire pour la construction de nouveaux édifices fédéraux.

3.4 Les données de l'utilitaire

3.4.1 Les coûts de l'électricité utilisés pour la simulation énergétique sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Le bâtiment est alimenté en électricité par Hydro-Québec et en gaz naturel par Gazifère.

Tableau 2-2: Taux utilitaire

Source d'énergie	Coût
Électricité	<p>Taux M d'Hydro-Québec</p> <p>Frais de service de base par période de facturation</p> <p>Prix de l'énergie 4.93¢ par kWh pour le premier 210,000 kWh par période de facturation 3.66¢ par kWh pour le reste de consommé kWh par période de facturation</p> <p>Prix de la puissance \$14.37 par kW</p>
Natural Gas Gaz naturel	<p>Gazifère –Taux 1 – Service général</p> <p>Forfait mensuel \$17.13</p> <p>Prix de distribution 21.53¢/m3 pour les 100 premiers m3 20.39¢/m3 pour la 220 m3 suivante 19.28¢/m3 pour le prochain 680 m3</p> <p>Prix de transport 6.09¢/m3 pour tous les volumes vendus</p> <p>Prix de fourniture 14.90¢/m3 pour tous les volumes vendus</p>

3.5 Horaires

3.5.1 Un horaire typique d'édifice à bureaux a été utilisé pour simuler l'occupation du bâtiment, l'éclairage, les charges diverses, et les systèmes de CAVC. Les horaires sont identiques entre toutes les simulations.

3.6 Occupants

3.6.1 Le bâtiment existant a une charge d'occupants d'environ 6 000 personnes. Il est estimé que la charge totale d'occupant du bâtiment suivant les rénovations aux normes d'aménagement du gouvernement du Canada relatives à l'Initiative en milieu de travail 2.0 passera à environ 9 000 personne. Cette charge est assumé être relativement uniforme dans tout le bâtiment.

3.6.2 La grande majorité du bâtiment n'a pas été rénové pour répondre aux normes d'aménagement Milieu de travail 2.0. Ces rénovations, cependant, peuvent coïncider ou suivre peu de temps après le projet de réhabilitation de l'enveloppe. Cela représente une augmentation de charge moyenne de refroidissement d'environ 0,22 W/m² dans les zones de bureau du bâtiment.

3.7 Systèmes CVAC

3.7.1 Les équipements de la centrale de chauffage et de refroidissement ont été modélisés comme une approximation proche des équipements existants. Afin de simplifier le modèle énergétique et le travail impliqué pour relever les écarts mineurs entre les étages, il fut supposé que les mêmes types d'équipements de distribution d'air sont installés à chaque étage du bâtiment. Chaque étage a été simulé avec deux (2) unités de traitement d'air à volume variables, une pour les zones périphériques et un pour les zones intérieures. Chaque unité de traitement d'air possède deux (2) ou plusieurs serpentins de zone, qui alimentent plusieurs boîtes terminales à volume d'air variable. Les boîtes terminales à volume d'air variable ont été modélisées avec des serpentins de réchauffage. Pour l'unité de traitement d'air du périmètre, il y a généralement un serpentins de zone pour chaque façade du bâtiment.

3.8 Éclairage et charges diverses

3.8.1 Les charges d'éclairage et de matériel de bureau divers ont également été modélisées. Afin de simplifier le modèle, il fut supposé que les mêmes charges s'appliqueraient à chaque type d'espace spécifique sur chaque étage du bâtiment. Ces charges sont résumées ci-dessous pour chaque type d'espace.

Tableau 2-3: Éclairage et charges diverses

	Éclairage (W/pi ²)	Divers (W/pi ²)
Bureau	0.8	1.0
Couloir	0.5	0.0
Hall	1.3	0.2
Entreposage	0.8	0.0
Toilettes	0.9	0.1
Mécanique / Électrique	1.0	0.1

3.8.2 Il est estimé que les charges d'éclairage existantes sont d'environ 1,1 W/pi². Avec l'amélioration des technologies d'éclairage, et la densité plus rigoureuse de la puissance d'éclairage maximale, les charges d'éclairage sont estimées à diminuer d'environ 0,3 W/pi² dans les zones de bureaux suivant le réaménagement selon les normes Milieu de travail 2.0. Il en résulterait une densité de puissance d'éclairage d'environ 0,8 W / pi² dans les zones de bureau.

4 Simulation des variations de modèle d'enveloppe

Un certain nombre de variations de modèle d'enveloppe ont été simulées de façon individuelle afin de comprendre l'impact de chaque variation. Cela permet d'évaluer les mesures qui ont le plus d'impact. Ces variations sont ensuite combinées dans un assemblage d'enveloppe dans la section suivante du présent rapport.

4.1 Assemblage mural

- 4.1.1 Divers assemblages muraux ont été analysés, notamment le mur existant et un mur représentant les niveaux d'isolement minimal prescrit au Code. En plus, un assemblage de murs préfabriqués avec différentes épaisseurs d'isolant rigide, ainsi qu'un mur-rideau à haute performance a été analysé.

Tableau 3-1: Assemblage mural

Type	Description	Facteur-R Btu/(h·F·pi ²)	Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)
Existant	Mur existant Composition du mur de l'intérieur vers l'extérieur: panneau de gypse 5/8", mur de béton 4", isolant rigide 2", espace d'air 1/2", parement de brique 3.5".	9.1	0.110
W0	Minimum du Code Selon CNEB de 2011, le bâtiment est situé à Hull, au Québec, qui a 4550 degrés-jours de chauffage(DJC) (<18C / 64F). Ceci fait partie de la zone 6 (Degrés-jours de chauffage de 4000 à 4999), qui, selon le tableau 3.2.2.2 dans le CNEB de 2011, nécessite un coefficient de transmission thermique efficace maximale de 0,247 W / (m ² · K), ou 0,044 Btu / (h · F · pi ²).	22.7	0.044
W1	Panneau de mur préfabriqué avec isolant rigide de 50 mm. Composition du mur de l'intérieur vers l'extérieur: panneau de gypse 5/8", isolant rigide 2", ossature d'acier avec isolation en laine de roche 6", revêtement 3/4", espace d'air 1/2", écran pare-pluie.	19.7	0.051
W2	Panneau de mur préfabriqué avec isolant rigide de 75 mm.	24.7	0.041

Type	Description	Facteur-R Btu/(h·F·pi ²)	Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)
	Composition du mur de l'intérieur vers l'extérieur: panneau de gypse 5/8", isolant rigide 3", ossature d'acier avec isolation en laine de roche 6", revêtement 3/4", espace d'air 1/2", écran pare-pluie.		
W3	Panneau de mur préfabriqué avec isolant rigide de 100 mm. Composition du mur de l'intérieur vers l'extérieur: panneau de gypse 5/8", isolant rigide 4", ossature d'acier avec isolation en laine de roche 6", revêtement 3/4", espace d'air 1/2", écran pare-pluie.	29.7	0.034
W4	Mur-rideau - Panneau-allège Ceci est pour une transmission thermique U-0,045 au centre du panneau-allège.	7.1	0.140

4.1.2 Il convient de noter que deux (2) des options, W1 et W4, ne répondent pas aux prescriptions du Code pour la transmission thermique de l'assemblage. Afin de démontrer la conformité avec le Code national de l'énergie pour les bâtiments (CNEB 2011) dans l'un de ces deux scénarios, l'approche par Solution de remplacement doit être utilisée conformément à la section 3.3 Méthode de solution de remplacement dans le Code. Cette approche permet le remplacement de la transmission thermique entre les composants qui ne respectent pas les prescriptions du Code et ceux qui dépassent les valeurs prescrites, selon l'équation suivante:

$$\sum_{i=1}^n U_{ip}A_{ip} \leq \sum_{i=1}^n U_{ir}A_{ir}$$

Où

N = Nombre total d'assemblages au-dessus du sol

U_{ip} = La transmission thermique globale de l'assemblage i du bâtiment proposé.

A_{ip} = La superficie de l'assemblage i du bâtiment proposé.

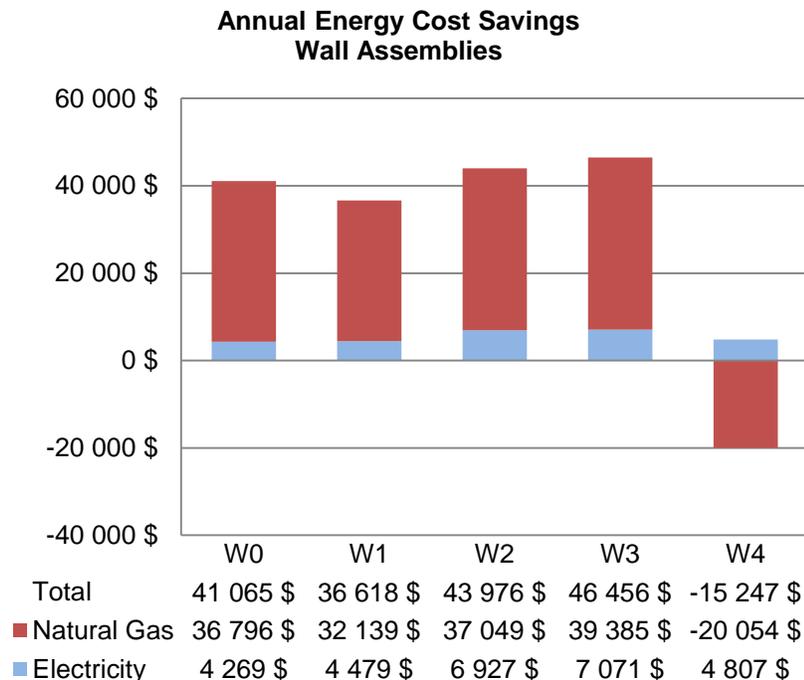
U_{ir} = La transmission thermique globale de l'assemblage i du bâtiment de référence, et

A_{ir} = La superficie de l'assemblage i du bâtiment de référence.

4.2 Résultats des simulations des assemblages de murs

4.2.1 Les résultats des simulations des assemblages de murs sont ci-dessous. Pour chaque assemblage, les économies de coûts énergétiques annuels par rapport au bâtiment existant ajusté sont présentées.

- 4.2.2 Accroître l'isolation des murs au minimum prescrit par le Code offre environ 3 % d'économies de coûts énergétiques annuels. Un niveau nettement supérieur à cette valeur, comme pour l'assemblage W3 permet de réaliser des économies d'énergie marginale. L'assemblage de mur-rideau W4 offre des performances légèrement inférieures à l'assemblage de mur existant, avec des coûts énergétiques annuels plus élevés d'environ 1%.



4.3 Assemblage de fenestration

- 4.3.1 Divers assemblages de fenestration ont été analysés, y compris la fenestration actuelle et une fenestration représentant le minimum du Code. Notez que le code ne prévoit pas un coefficient de gain de chaleur solaire maximale (SHGC), de sorte que cette valeur a été supposée. Il est entendu qu'au minimum, un double vitrage isolant (UGI) à basse émissivité « Low-e » de haute qualité sera recommandé en raison de l'impact élevé de la fenestration sur la performance thermique globale de l'enveloppe. Pour cette raison, les vitrages UGI de qualité inférieure n'ont pas été évalués.
- 4.3.2 Les options ci-dessous comprennent quelques variations de leur SHGC afin d'évaluer l'impact du SHGC sur le rendement énergétique et afin d'optimiser la sélection de fenestrations. La sélection d'UGI avec un coefficient de transmission lumineuse visible (VTL) d'au moins 0,55 sera importante pour les stratégies d'éclairage naturel, bien que les contrôles d'éclairage naturel n'aient pas été simulés. Il est possible de parvenir à un faible SHGC avec un VLT plus élevé, mais cela nécessite un verre à faible teneur en fer et/ou des revêtements spéciaux.

4.3.3 Pour tous les assemblages de fenestrations, sauf indication contraire, les Facteur-U publiés par le « National Fenestration Rating Council (NFRC) » ont été utilisés. Cette valeur est essentiellement une moyenne au centre de verre et du cadre pour la dimension de fenêtre typique testée, et c'est généralement cette valeur qui est utilisée afin de démontrer la conformité au Code.

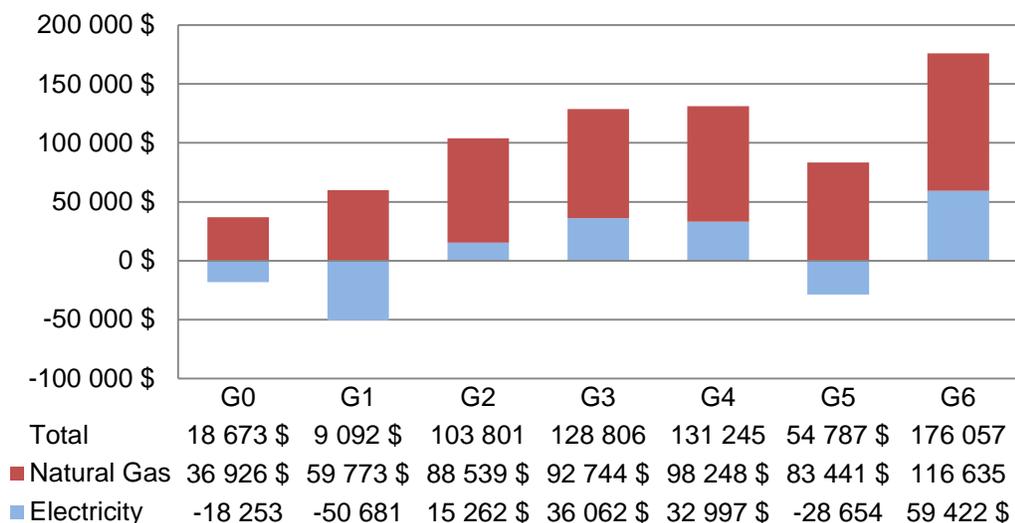
Tableau 3-2: Assemblage de fenestration

Type	Description	Facteur U au centre du verre Btu/(h·F·pi ²)	Assemblage Facteur-U Btu/(h·F·ft ²)	SHGC	VLT
Existant	Fenestration existante	0.47	0.61	0.51	0.47
G0	Minimum du Code	-	0.39	0.55	-
G1	Verre double, basse émissivité, SHGC élevé	0.26	0.30	0.65	0.77
G2	Verre double, basse émissivité, SHGC bas	0.23	0.26	0.42	0.68
G3	Verre double, basse émissivité, SHGC très bas	0.23	0.26	0.27	0.55
G4	Verre double, haute performance, basse émissivité, SHGC très bas	0.20	0.24	0.27	0.55
G5	Verre triple, basse émissivité, SHGC élevé	0.19	0.24	0.58	0.70
G6	Verre triple, basse émissivité, SHGC très bas	0.14	0.18	0.27	0.55

4.4 Résultat des simulations d'assemblage de fenestration

- 4.4.1 Les résultats des simulations d'assemblage de fenestration sont ci-dessous. Pour chaque assemblage, les économies de coûts énergétiques annuels par rapport au bâtiment existant ajusté sont présentées.
- 4.4.2 Il est clair que la fenestration a un impact majeur sur les économies d'énergie de l'ensemble du bâtiment, avec un potentiel d'économies de 10% des coûts énergétiques annuels.
- 4.4.3 Le SHGC a un impact élevé. La tendance générale observée est que pour le même Facteur-U, le plus bas est le SHGC, le plus élevé sont les économies d'énergie. Il peut également être observé que remplacer la fenestration actuelle avec une fenestration de type G1 résulte en des économies de coûts énergétiques marginales. Cela est en raison de l'augmentation de SHGC du verre type G1. Toutefois, pour la fenestration de type G3 qui a un SHGC beaucoup moins élevé, les économies sont importantes.
- 4.4.4 La fenestration à triple vitrage de type G6 fournit de loin les économies énergétiques les plus élevées. Cela est en raison de sa combinaison d'un bas Facteur-U et d'un bas SHGC. Le vitrage triple de type G5 qui possède un plus grand SHGC résulte en des économies d'énergie moindre qu'une fenestration à double vitrage avec un SHGC inférieur, telle que les types G3, G3 et G4.

**Annual Energy Cost Savings
Fenestration Assemblies**



4.5 Pourcentage de fenestration

4.5.1 L'impact de la variation du rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur sur chacune des façades a également été simulé. Il est sous-entendu que de nombreux facteurs interviennent dans la décision définitive pour la taille de fenêtre, cette analyse a été effectuée pour illustrer l'impact que le WWR a sur la performance énergétique du bâtiment. En définitive, la performance énergétique, ainsi que les exigences du Code, seront évalués en fonction d'autres facteurs tels que la conception esthétique de la façade et de l'intérieur du bâtiment.

4.5.2 De plus, le but de cet exercice est d'explorer l'impact de réduire de façon significative le WWR sur diverses façades, tel que détaillées ci-dessous, afin de se conformer au Code.

4.6 Limitations du Code pour le rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur

4.6.1 Le CNEB 2011, à l'article 3.2.1.4 limite le total maximum admissible de fenestration verticale et de surface de porte par rapport au ratio brut de surface de mur (RFPM) à:

$$.1 \quad \text{RFPM} \leq (2000 - 0.2 \cdot \text{DJC}) / 3000 \quad (\text{for } 4000 \leq \text{DJC} \leq 7000)$$

ou DJC est le nombre de degrés-jours de chauffage de l'emplacement du bâtiment. Le bâtiment est situé dans la zone 6 (DJC (<18C / 64 F) = 4550. Par conséquent:

$$.2 \quad \text{RFPM} \leq (2000 - 0.2 \cdot 4550) / 3000 ;$$

$$.3 \quad \text{RFPM} \leq 0.363$$

4.6.2 Par conséquent, le total maximum admissible de fenestration verticale et la surface de porte par rapport au ratio brut de surface de mur sont 0,363, ou 36,3%.

4.6.3 Il devra être décidé très tôt dans le processus de conception si la conception de la nouvelle façade se conformera à cette section du CNEB.

4.7 Rapport existant de surfaces vitrées et de surface de mur

4.7.1 Les panneaux muraux existants sont configurés comme suit:

Tableau 3-3: Configuration des panneaux muraux existants

Bâtiment	Taille de la fenêtre	Superficie de la fenêtre	Taille du panneau	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur (%)
15-25 Eddy	2337 x 2591	6.06	14.07	43.0 %
2 Place du Portage	2184 x 2184	4.77	14.07	33.9 %
10 Wellington	2184 x 2184	4.77	14.07	33.9 %

4.7.2 En tenant compte qu'il existe certains panneaux sur les coins du bâtiment qui n'ont pas de fenêtres, et les baies vitrées des coins, le WWR global pour les étages analysés sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Dans l'ensemble, pour les trois (3) bâtiments, le WWR est de 42,6%.

Tableau 3-4: Bâtiment existant – Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur

Bâtiment	Superficie totale de la fenêtre	Superficie totale du mur	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur (%)
15-25 Eddy	8,501	23,417	42.5 %
2 Place du Portage	1,450	3,585	40.4 %
10 Wellington	9,013	20,996	42.9 %

4.8 Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur

4.8.1 Plusieurs options de WWR ont été analysées, comme indiqué dans le tableau ci-dessous. La première option, WWR1, représente la conception proposée selon le rapport de GRC Architects. Les options WWR2 à WWR5 représentent une réduction générale du WWR pour d'atteindre la conformité au Code. Ces options explorent les économies de coûts énergétiques qui résultent de la concentration de la fenestration sur diverses orientations de façade, telle que généralement considérée comme une bonne pratique de conception pour les systèmes solaires de type passif. Bien qu'il fut compliqué et long à simuler, l'intention est d'aider à comprendre comment cela aurait un impact sur le coût énergétique annuel.

Tableau 3-5 : Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur

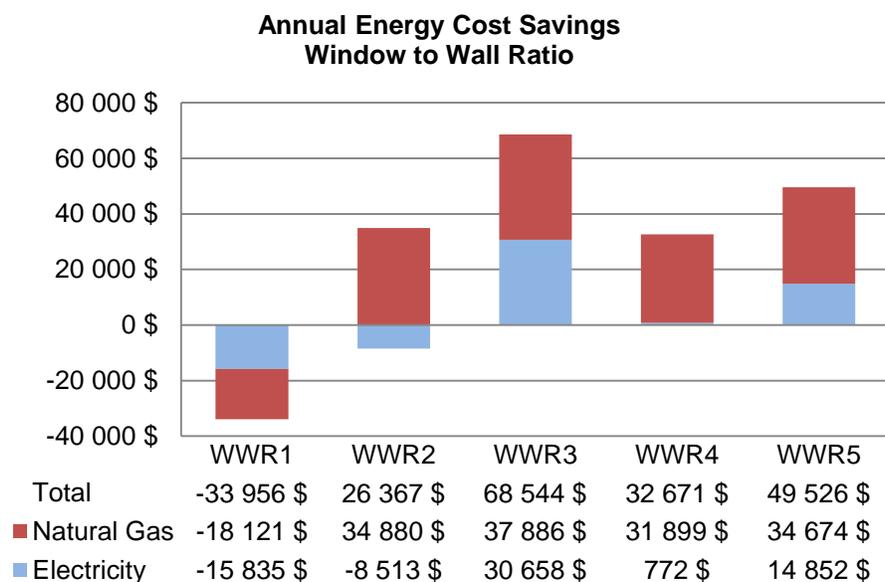
Type	Description	Orientation	Surface de fenêtre	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur (%)	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur global (%)
WWR1	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 47.4%	Nord	+11%	47.4%	47.4%
		Sud			
		Est			
		Ouest			
WWR2	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 36.3%	Nord	-15%	36.3%	36.3%
		Sud			
		Est			
		Ouest			

Type	Description	Orientation	Surface de fenêtre	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur (%)	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur global (%)
WWR3	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.4% sur S et 31.5% sur N, E et O.	Nord	-17%	34.9%	32.4%
		Sud	-40%	26.4%	
		Est	-17%	34.9%	
		Ouest	-17%	34.9%	
WWR4	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% sur N, E et O	Nord	-30%	26.5%	33.6%
		Sud	0%	42.6%	
		Est	-30%	26.5%	
		Ouest	-30%	26.5%	
WWR5	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 20.0% sur E et O	Nord	0%	42.6%	34.0%
		Sud	0%	42.6%	
		Est	-50%	20.0%	
		Ouest	-50%	20.0%	

4.9 Résultats de simulation de surface de fenestration

4.9.1 Les résultats des simulations du pourcentage de fenestration sont ci-dessous. Pour chaque option, les économies de coûts énergétiques annuels par rapport au bâtiment existant ajusté sont présentées.

4.9.2 Le WWR a un impact important sur les économies d'énergie, avec un potentiel d'environ 4% des économies de coûts énergétiques. Bien qu'une réduction de la taille de la fenêtre puisse ne pas être souhaitable pour diverses raisons, il est clair qu'il y a un potentiel élevé d'économies de coûts énergétiques. Les résultats indiquent également qu'il y a une grande variation dans les économies d'énergie entre les quatre (4) options avec un WWR réduit. Si la réduction du WWR à un niveau conforme au Code est requise, la conception devrait être optimisée en variant le WWR entre les orientations de façade. Cette analyse indique que les économies les plus élevées sont obtenues en limitant la fenestration orientée vers le sud et l'ouest.



4.10 Ombres de fenestration

4.10.1 Le bâtiment existant ne dispose pas d'ombrage externe sur les niveaux de bureaux, outre l'ombrage naturel créé par le bâtiment lui-même. Le modèle d'énergie prend compte de cet ombrage. En tant qu'option potentiellement viable, des ailettes verticales ont été ajoutées à la façade ouest du bâtiment au 10 Wellington. En plus d'améliorer la performance énergétique, des ailettes verticales sur la façade ouest aideront à contrôler l'éblouissement solaire à angle faible et le rayonnement solaire direct qui sont souvent problématiques sur les façades orientées à l'ouest. La charge maximale de refroidissement du bâtiment, selon la simulation énergétique, se produit le 1^{er} septembre, à 16h00, lorsque le soleil est à un angle faible.

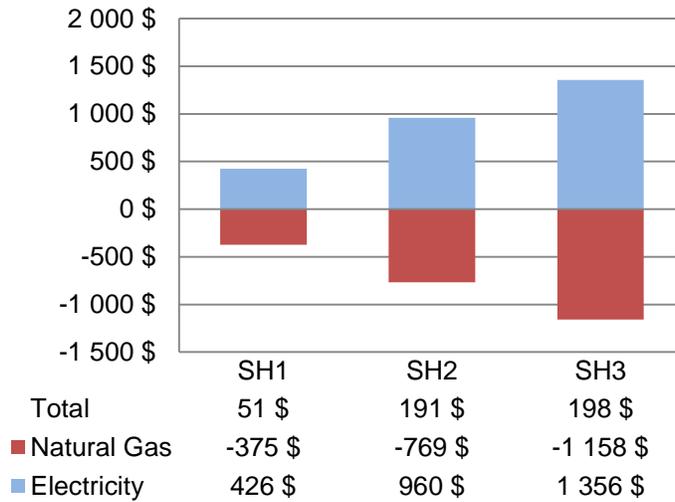
Tableau 36.6 : Les options d'ombrage de fenestration

Type	Description
SH1	Ailettes de 300 mm sur la façade ouest du 10 Wellington Toutes les fenêtres de la façade ouest ont été simulées avec des ailettes verticales continues de 300 mm en saillie de la face de la fenêtre, et décalées de 150 mm horizontalement à partir du cadre de la fenêtre.
SH2	Ailettes de 600 mm sur la façade ouest de 10 Wellington Toutes les fenêtres de la façade ouest ont été simulées avec des ailettes verticales continues de 300 mm en saillie de la face de la fenêtre, et décalées de 150 mm horizontalement à partir du cadre de la fenêtre.
SH3	Ailettes de 900 mm sur la façade ouest du 10 Wellington Toutes les fenêtres de la façade ouest ont été simulées avec des ailettes verticales continues de 900 mm en saillie de la face de la fenêtre, et décalées de 150 mm horizontalement à partir du cadre de la fenêtre. Bien que cela puisse ne pas être réalisable ou esthétiquement souhaitable, cette simulation a été effectuée afin de comprendre le seuil supérieur de cette mesure.

4.11 Résultats des simulations d'ombrage de fenestration

- 4.11.1 Les résultats des simulations d'ombrage de fenestration sont ci-dessous. Pour chaque option, les économies de coûts énergétiques annuels par rapport au bâtiment existant ajusté sont présentées.
- 4.11.2 Les économies d'énergie nominale sont atteintes pour chacune des trois (3) options. Cela peut être en partie en raison du fait que la fenestration existante à un faible SHGC. Pour une fenestration avec un SHGC plus élevé, l'impact de l'ombrage sera plus élevé.
- 4.11.3 La simulation énergétique ne tient pas compte de l'effet de confort thermique local. Bien que nous reconnaissons que le rayonnement solaire direct peut être problématique pour les bureaux situés au périmètre, et que ceci peut être atténué de manière efficace avec l'ombrage de fenestration, il devrait aussi être considéré qu'une fois le bâtiment rénové aux normes d'aménagement Milieu de travail 2.0, la localisation de bureaux fermés au niveau du périmètre sera généralement évitée.

**Annual Energy Cost Savings
Fenestration Shading**



5 Simulation d'assemblage d'élément d'enveloppe

Diverses combinaisons des options ci-dessus pour les assemblages des murs, de l'assemblage de fenestration, et le pourcentage de fenestration ont été combinées dans des assemblages d'enveloppe afin d'évaluer le rendement énergétique de chacun. Il convient de noter que les économies totales de chaque option ne sont pas égales à la somme des économies de chaque composant individuel. Il convient également de noter ici que certains des assemblages d'enveloppe ci-dessous peuvent ne pas être souhaitables ou faisables, mais sont présentés afin de comprendre leur impact énergétique.

5.1 Options Simulated

5.1.1 Parce qu'il existe deux (2) constructions de mur de base à l'étude, le panneau mural préfabriqué et le mur-rideau, les assemblages d'enveloppe sont présentés par paires. Les deux (2) constructions sont comparées côte à côte avec leur isolation murale respective. Le type de fenestration et le WWR sont les mêmes pour chaque option.

Tableau 4-1: Option 1

Construction	Type	Composant	Description	Facteur U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC
Panneaux préfabriqués PREFAB-1	W1	Mur	Panneaux de murs préfabriqués avec isolant rigide de 50 mm	0.051	-
	G3	Fenestration	Vitrage double, low-e à SHGC très faible	0.26	0.27
	WWR3	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.4% au S et 31.5% aux N, E et W	-	-

Construction	Type	Composant	Description	Facteur U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC
Mur-rideau RIDEAU-1	W4	Mur	Panneau allège mur-rideau	0.140	-
	G3	Fenestration	Vitrage double, low-e à SHGC très faible	0.26	0.27
	WWR3	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.4% au S et 31.5% au N, E et W	-	-

Tableau 4-2: Option 2

Construction	Type	Composant	Description	Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC
Panneaux préfabriqués PREFAB-2	W2	Mur	Panneaux de murs préfabriqués avec isolant rigide de 75 mm	0.041	-
	G3	Fenestration	Vitrage double, low-e à SHGC très faible	0.26	0.27
	WWR1	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 47.4%	-	-
Mur-Rideau RIDEAU-2	W4	Mur	Panneau allège mur-rideau	0.140	-
	G3	Fenestration	Vitrage double, low-e à SHGC très faible	0.26	0.27
	WWR1	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 47.4%	-	-

Tableau 4-3: Option 3

Construction	Type	Composant	Description	Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC
Panneaux préfabriqués PREFAB-3	W1	Mur	Panneaux de murs préfabriqués avec isolant rigide de 50 mm	0.051	-
	G3	Fenestration	Vitrage double, low-e à SHGC très faible	0.26	0.27
	WWR4	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% au N, E et W	-	-
Mur-rideau RIDEAU-3	W4	Mur	Panneau allège mur- rideau	0.140	-
	G3	Fenestration	Vitrage double, low-e à SHGC très faible	0.26	0.27
	WWR4	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% au N, E et W	-	-

Tableau 4-4: Option 4

Construction	Type	Composant	Description	Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC
Panneaux préfabriqués PREFAB-4	W1	Mur	Panneaux de murs préfabriqués avec isolant rigide de 50 mm	0.051	-
	G4	Fenestration	Vitrage double haute performance, low-e à SHGC très faible	0.24	0.27
	WWR4	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% aux N, E et W	-	-
Mur-Rideau CURTAIN-4 RIDEAU-4	W4	Mur	Panneau allège mur- rideau	0.140	-
	G4	Fenestration	Vitrage double haute performance, low-e à SHGC très faible	0.24	0.27
	WWR4	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% aux N, E et W	-	-

Tableau 4-5: Option 5

Construction	Type	Component	Description	Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC
Panneaux préfabriqués PREFAB-5	W1	Mur	Panneaux de murs préfabriqués avec isolant rigide de 50 mm	0.051	-
	G6	Fenestration	Vitrage triple, low-e à SHGC très faible	0.18	0.27
	WWR4	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% aux N, E et W	-	-
Mur-Rideau CURTAIN-5 RIDEAU-5	W4	Wall-Mur	Panneau allège mur- rideau	0.140	-
	G6	Fenestration	Vitrage triple, low-e à SHGC très faible	0.18	0.27
	WWR4	WWR	Rapport de surfaces vitrées et de surfaces de mur 26.5% aux N, E et W	-	-

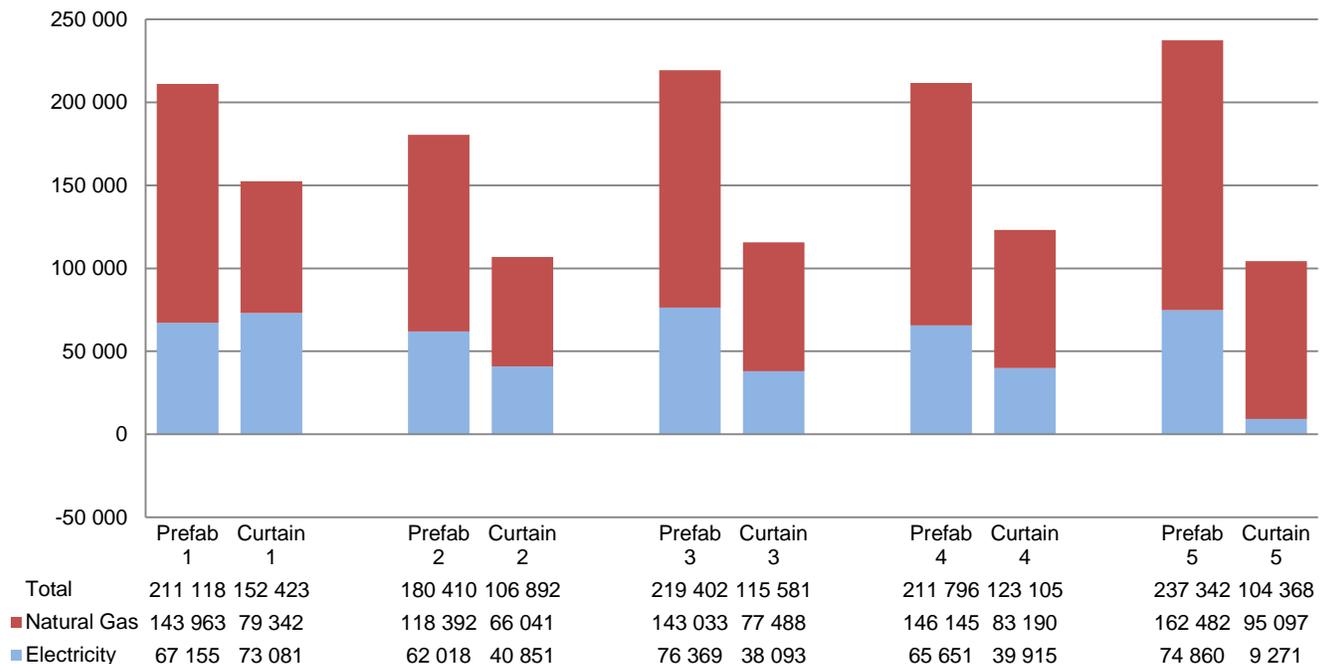
5.2 Résultats des simulations de l'assemblage d'enveloppe

5.2.1 Les résultats des simulations de l'assemblage d'enveloppes sont ci-dessous. Pour chaque option, les économies de coûts énergétiques annuels par rapport à au bâtiment existant ajusté sont présentées.

5.2.2 L'option 2 représente l'option recommandée dans le rapport de GRC Architects. Cette option comprend une augmentation du WWR au-delà de l'existant. Toutes les autres options comprennent une réduction du WWR pour se conformer au Code. Les options de 1 à 4 ont une fenestration à double vitrage, alors que l'option 5 à une fenestration à triple vitrage. Comme on peut le remarquer, l'option la plus performante inclut à la fois une réduction du WWR et une fenestration à triple vitrage, et les options les moins performantes comprennent une augmentation du WWR.

- 5.2.3 Il peut également être observé, comme indiqué dans le rapport de PTVD, que plus le WWR est élevé et moins un mur avec un Facteur-U inférieur aura d'impact. Pour un WWR plus élevé, comme dans l'option 2, la construction de mur avec panneau préfabriqué fournit moins d'économies de coûts énergétiques par rapport à la construction de mur-rideau.
- 5.2.4 La différence entre l'option la plus performante (Prefab-5) et l'option qui est susceptible d'être la plus rentable (Rideau-2) représente une différence dans les économies de coûts énergétiques d'environ 9%, ce qui est significatif.
- 5.2.5 Parmi les options 1 à 4, les options de fenestration à double vitrage, la différence entre l'option la plus performante et la moins performante (Prefab-3 et Rideau-2) représente une différence dans les économies de coûts énergétiques d'environ 7%.
- 5.2.6 En moyenne, la construction avec panneaux muraux préfabriqués entraîne une économie de coûts énergétiques annuels d'environ 90 000 \$ de plus que la construction en mur-rideau. Cette différence varie cependant.
- 5.2.7 L'option avec le rendement énergétique le plus efficace, Prefab-5, fournit environ 16% d'économies de coûts énergétiques, ou environ 237 000 \$ par année.

**Annual Energy Cost Savings
Envelope Packages**



5.3 Résultats des simulations d'assemblage d'enveloppe (avec Facteur-U de fenêtre ajusté)

- 5.3.1 Toutes les fenêtres du projet ont été simulées selon le Facteur-U de l'assemblage du NFRC. Ce Facteur-U souvent ne représente pas le Facteur-U de l'assemblage de fenestration réelle. Le Facteur-U du NFRC est calculé en fonction d'une taille de fenêtre de 1200 x 1500 mm pour les fenêtres fixes et de 1000 x 2000 mm pour un mur-rideau, mais dépendamment la taille réelle de la fenêtre et la quantité des meneaux, le Facteur-U réel pourrait être inférieur ou supérieur. Ce type de recherche n'est souvent pas réalisé, mais il a été fait pour ce projet. Veuillez vous référer au rapport de PTVD, le consultant en enveloppe du bâtiment de ce projet, pour les informations détaillées.
- 5.3.2 Pour illustrer l'ampleur de l'impact, chacun des assemblages de l'enveloppe a été simulé une deuxième fois avec un Facteur-U de fenestration ajusté à un niveau plus réaliste et basé sur la configuration réelle de la fenêtre.
- 5.3.3 À noter que l'impact du Facteur-U pour la fenêtre installée dans les panneaux préfabriqués est considérablement plus élevé que dans le mur rideau. Cela est en raison d'un certain nombre de facteurs, qui sont décrits dans le rapport PTVD.

Table 4-6: Assemblage de fenestration (ajusté)

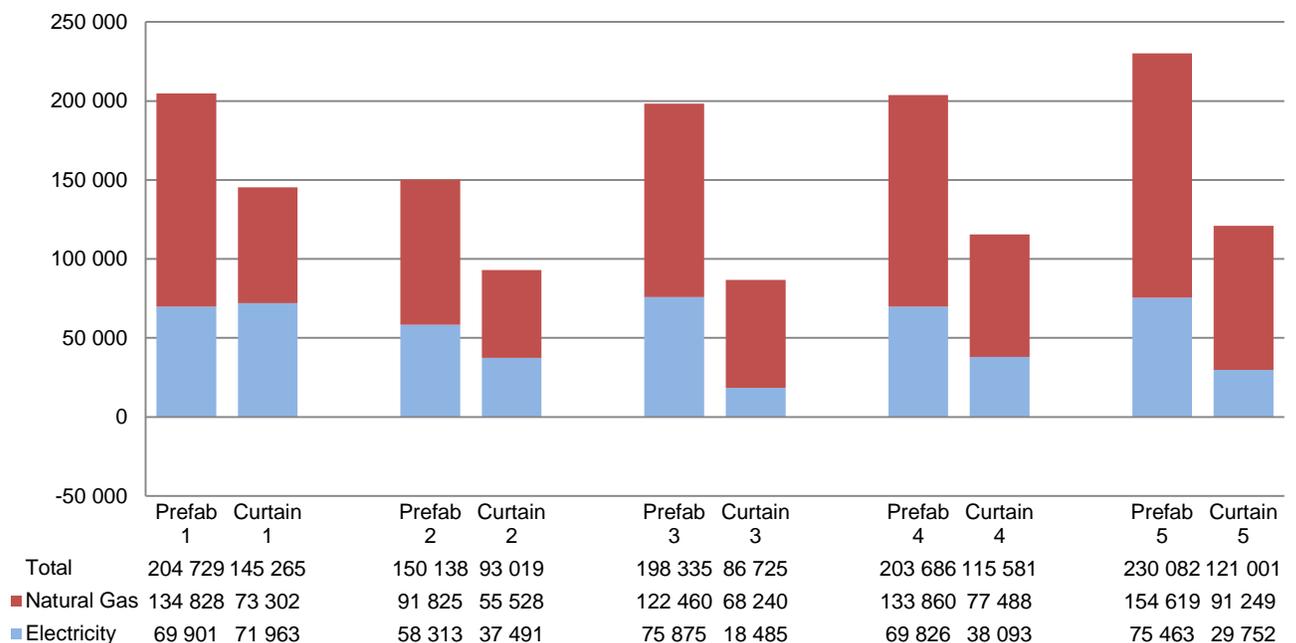
Type	Description	Type de mur	Facteur U au centre du verre $U \text{ Btu}/(\text{h}\cdot\text{F}\cdot\text{pi}^2)$	(Ajusté) Assemblage Facteur-U $\text{Btu}/(\text{h}\cdot\text{F}\cdot\text{pi}^2)$	SHGC	VLT
G1	Vitrage double, low-e, SHGC élevé	Panneau préfabriqué	0.26	0.39	0.65	0.77
		Mur-rideau		0.29		
G2	Vitrage double, low-e, SHGC faible	Panneau préfabriqué	0.23	0.35	0.42	0.68
		Mur-rideau		0.26		
		Mur-rideau		0.26		

Type	Description	Type de mur	Facteur U au centre du verre U Btu/(h·F·pi ²)	(Ajusté) Assemblage Facteur-U Btu/(h·F·pi ²)	SHGC	VLT
G3	Vitrage double, low-e, SHGC très faible	Panneau préfabriqué	0.23	0.35	0.27	0.55
G4	Vitrage double haute performance, low-e à SHGC très faible	Panneau préfabriqué	0.20	0.30	0.27	0.55
		Mur-rideau		0.23		
G5	Vitrage triple, low-e à SHGC élevé	Panneau préfabriqué	0.19	0.29	0.58	0.70
		Mur-rideau		0.21		
G6	Vitrage triple, low-e à SHGC très faible	Panneau préfabriqué	0.14	0.21	0.27	0.55
		Mur-rideau		0.18		

- 5.3.4 Les résultats des simulations de l'assemblage d'enveloppes ajustées sont ci-dessous. Pour chaque option, les économies de coûts énergétiques annuels par rapport au bâtiment ajusté existant sont présentées.
- 5.3.5 Les mêmes tendances générales peuvent être observées avec le Facteur-U de fenestration ajusté tel qu'observé précédemment avec le Facteur-U de fenestration non-ajusté.
- 5.3.6 Les économies de coûts énergétiques annuels sont légèrement inférieures pour toutes les options.
- 5.3.7 Plus le WWR est élevé et moins un mur avec un Facteur-U inférieur aura d'impact. La différence entre l'option la plus performante (Prefab-5) et l'option qui est susceptible d'être le plus rentable (Rideau-2) représente une différence dans les économies de coûts énergétiques d'environ 9%, ce qui est significatif.

- 5.3.8 Parmi les options 1 à 4, les options de fenestration à double vitrage, la différence entre l'option la plus performante et la moins performante (Prefab-1 et Rideau-2) représente une différence dans les économies de coûts énergétiques d'environ 7%.
- 5.3.9 En moyenne, la construction avec panneaux muraux préfabriqués entraîne une économie de coûts énergétiques annuels d'environ 90 000 \$ de plus que la construction en mur-rideau. Cette différence varie cependant.
- 5.3.10 L'option avec le rendement énergétique le plus efficace, Prefab-5, fournit environ 15% d'économies de coûts énergétiques, ou environ 230 000 \$ par année.

**Annual Energy Cost Savings
Envelope Packages (Adjusted)**



6 Conclusion

Pour aider à l'optimisation de la performance énergétique de l'enveloppe, plusieurs simulations de la construction des murs et des options de fenestration ont été réalisées. Ces options ont d'abord été modélisées séparément, puis combinées.

Les options d'enveloppe modélisées séparément incluent la variation de l'isolant du mur, des caractéristiques de la fenestration, du WWR sur différentes façades et l'ombrage solaire.

Les options combinées d'enveloppe qui furent modélisées relèvent de deux catégories primaires de système de mur : panneaux de mur préfabriqués et mur-rideau. Le but est d'aider à déterminer lequel des systèmes muraux à un coût global de cycle de vie inférieur.

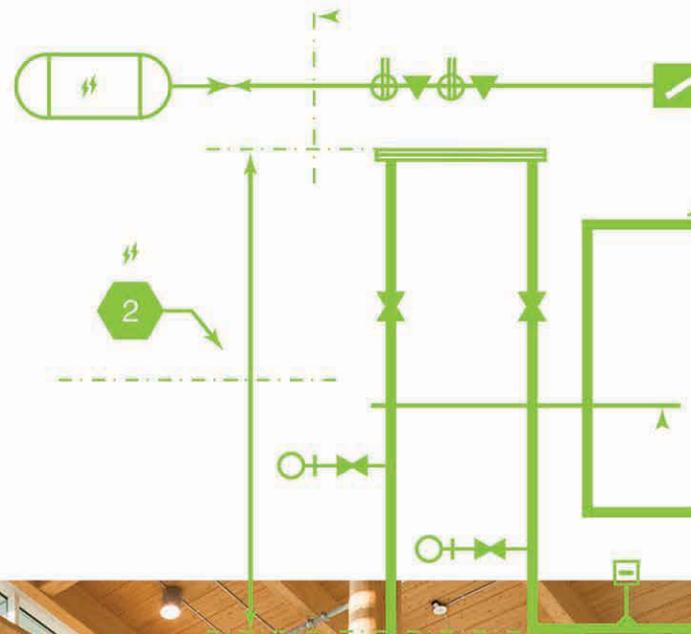
Ces options combinées d'enveloppe illustrent le rendement énergétique d'une variété de scénarios possibles, non seulement pour décider d'un système de mur, mais pour aider à établir un rapport approprié de surfaces vitrées et de surfaces de mur (WWR) pour l'ensemble du bâtiment et pour chaque façade. Les deux catégories de système de mur (panneau préfabriqué et mur-rideau) ont été modélisées en parallèle, avec les mêmes caractéristiques pour la fenestration et pour le WWR par façade, de sorte que les deux systèmes peuvent être facilement comparés pour une variété de choix possibles de concepts architecturaux.

Les résultats de l'analyse énergétique indiquent clairement un ordre de priorité du potentiel d'impact sur le coût énergétique annuel. Ces options d'enveloppe sont décrites comme suit dans l'ordre de priorité décroissant.

- .1 Le coefficient d'apport par rayonnement solaire (SHGC) de la fenestration
- .2 Le rapport global et sur chaque façade de surfaces vitrées et de surfaces de mur.
- .3 La transmission thermique de la fenestration, y compris la configuration du cadrage.
- .4 Le Facteur-U des murs
- .5 L'ombrage solaire.

Les résultats démontrent aussi que l'option avec le plus haut taux d'économie annuel en coûts énergétiques, consiste d'une construction composée de panneaux de mur préfabriqués avec fenestration à triple vitrage ayant les caractéristiques suivantes :

- .1 Assemblage de fenestration avec Facteur-U $\leq 0,20 \text{ Btu} / (\text{h} \cdot \text{F} \cdot \text{pi}^2)$, SHGC $\leq 0,30$.
- .2 WWR n'excédant pas le maximum du Code de 36,3%. Un WWR plus bas sur les façades sud et ouest que sur les façades nord et est résulte en économies de coûts énergétiques.
- .3 Facteur-U de mur au minimum du Code $\leq 0,044 \text{ Btu} / (\text{h} \cdot \text{F} \cdot \text{pi}^2)$.



PAGEAU
MOREL

www.pageaumorel.com



Appendice E - Modèle sismique

LES TERRASSES DE LA CHAUDIÈRE
ÉVALUATION SISMIQUE
GATINEAU, QUEBEC

Préparé By:



Mai, 2016

Table des matières

1	SOMMAIRE.....	2
2	RENSEIGNEMENTS DISPONIBLES	3
2.1	Dessins.....	3
2.2	Rapports précédents.....	3
3	INTRODUCTION.....	4
3.1	Description de l'immeuble	4
3.1.1	Généralités	4
3.1.2	Structure.....	5
3.1.2.1	Bloc 100	5
3.1.2.2	Bloc 200	5
3.1.2.3	Bloc 300	5
3.1.2.4	Dalle du podium	6
3.1.2.5	Hôtel et stationnements souterrains.....	6
3.1.3	Revêtements	6
3.1.3.1	Blocs 100, 200 et 300	6
3.1.3.1	Hôtel.....	7
3.2	Portée des travaux/cadre de référence.....	7
4	OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE DU PROJET.....	8
4.1	Objectifs	8
4.2	Méthode d'analyse.....	8
4.3	Hypothèses de modélisation.....	9
5	ANALYSE DES CONDITIONS EXISTANTES.....	11
5.1	Bloc 100	14
5.2	Bloc 200	16
5.3	Bloc 300	17
5.4	Comparaison de base du cisaillement : concept original et CNB 2015.....	17
5.5	Déplacement latéral	18
6	ANALYSE AVEC LE NOUVEAU REVÊTEMENT PROPOSÉ.....	19
6.1	Bloc 100	19
6.2	Bloc 200	19
6.3	Bloc 300	19
7	ANALYSE DES PANNEAUX DE REVÊTEMENT PRÉCOULÉS.....	20
7.1	DESCRIPTION DE L'ANCRAGE DES PANNEAUX DE REVÊTEMENT PRÉCOULÉS	20
7.2	ANALYSE.....	21
8	CONCLUSION.....	23
9	AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ ET LIMITATIONS	24

Annexes

ANNEXE A : Détails de l'ancrage des panneaux de revêtement précoulés

1 SOMMAIRE

Les services de John G. Cooke & Associates Ltd. (JCAL) ont été retenus par contrat par GRC Architects Inc. dans le but d'effectuer une évaluation sismique du système de structure existant du complexe Les Terrasses de la Chaudière à Gatineau, Québec. Chacun des blocs d'immeubles (100,200 et 300) a été analysé séparément à l'aide d'un logiciel d'analyse ETABS de Computers and Structures Inc. Les modèles ont été élaborés en fonction des dessins de construction de l'architecture et des structures originaux.

Le cadre de référence du présent rapport vise à offrir une analyse sismique structurale détaillée et réévaluée le rendement des systèmes structuraux de l'immeuble dans le but d'établir la possibilité de l'ensemble de la structure à résister aux charges sismiques dans les conditions actuelles. La dalle de podium a fait l'objet d'un examen de déflexion latérale en rapport avec les blocs adjacents.

Le bloc 100 est une structure de 19 étages en béton armé qui comporte deux niveaux de sous-sol. Le bloc 200 est une construction de murs travaillant en cisaillement à noyau double dont une moitié comporte 28 étages et l'autre 21 étages. Le bloc 300 est une structure de sept étages en béton armé qui comporte un niveau de sous-sol. La dalle du podium se trouve entre les blocs 200, 300 et l'hôtel et est une structure en béton aménagée au niveau du sol.

Compte tenu de l'analyse dynamique et de l'évaluation structurale effectuées, le système structural des blocs actuels 100, 200 et 300 pourrait résister à un événement sismique allant jusqu'à 70 %, 90 % et 100 % respectivement, ce qui suggère que tous les blocs existants pourraient respecter la politique sismique de travaux publics qui est de 60 %.

Compte tenu de l'analyse dynamique effectuée, le déplacement maximal au niveau de la toiture de la structure existante pour les blocs 100, 200 et 300 est de 150 mm, 210 mm et 60 mm respectivement. Dans l'ensemble, le déplacement à l'intérieur de l'espace entre le bloc 200 et le podium est de seulement 5 mm, de beaucoup inférieur au joint de dilatation de 25 mm qui se trouve entre le bloc 200 et la dalle du podium.

Bien que les panneaux de revêtement précoulés ne font pas partie de la structure de résistance latérale, ces mêmes panneaux pourraient toujours tomber pendant un tremblement de terre en raison de la tolérance de déplacement limitée du système d'ancrage des panneaux de revêtement précoulés. Il est recommandé de retirer tous les panneaux existants et de les remplacer par un nouveau système mural. Par ailleurs, tous les raccords de panneaux précoulés actuels devraient être installés en rattrapage. De plus, le fait de remplacer tous les panneaux existants par un nouveau système mural plus léger aurait un effet positif sur la réaction sismique de tout le complexe. Compte tenu de l'analyse sismique supplémentaire de la structure dotée d'un nouveau système mural plus léger, la charge sismique totale imposée diminuerait de 3 %, 5 % et 3 % pour les blocs 100, 200 et 300 respectivement.

2 RENSEIGNEMENTS DISPONIBLES

2.1 Dessins

Les dessins suivants ont été fournis à JCAL :

Les Terrasses de la Chaudière Dessins architecturaux Bloc 100 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins architecturaux Bloc 200 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins architecturaux Bloc 300 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins architecturaux Bloc 400 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins structuraux Bloc 100 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins structuraux Bloc 200 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins structuraux Bloc 300 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Les Terrasses de la Chaudière Dessins structuraux Bloc 400 – CORPORATION CAMPEAU. - 1976
Dessins d'atelier des panneaux pour écouler– BEER PRECAST CONCRETE LTD. - 1976

2.2 Rapports précédents

Les rapports précédents ci-dessous sur les analyses sismiques ont été fournis à JCAL :

'TPSGC LES TERRASSES DE LA CHAUDIÈRE Rapport sommaire– Tome 1 du Volume 1' préparé par DESSAU, Mai 2011

'TPSGC LES TERRASSES DE LA CHAUDIÈRE Rapport sur l'évaluation sismique des ancrages de façade extérieure – Tome 1 du Volume 1' préparé par DESSAU, Avril 2012

3 INTRODUCTION

3.1 Description de l'immeuble

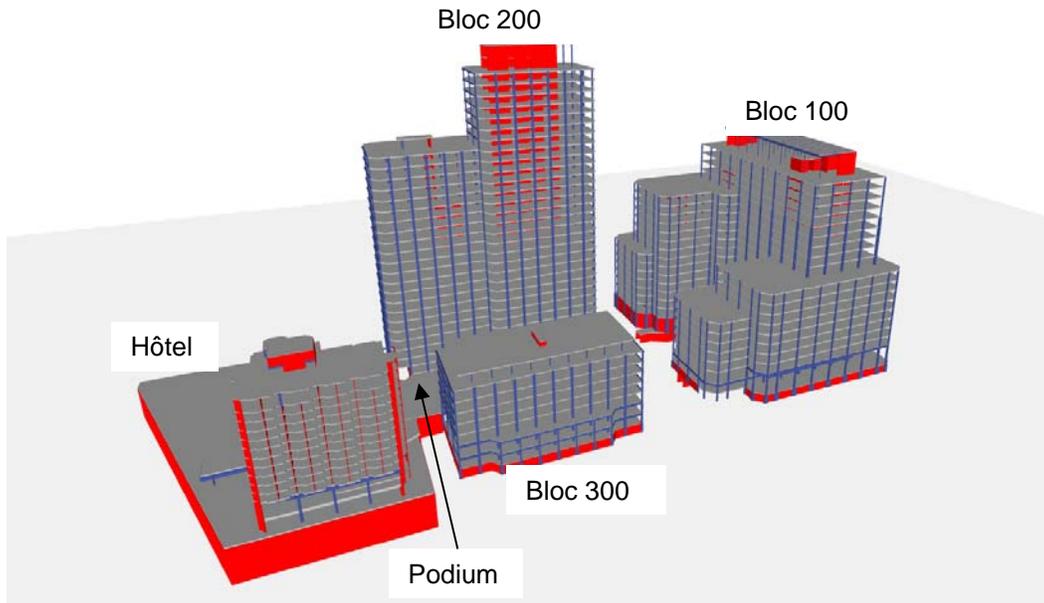


Fig.1 Vue d'ensemble

3.1.1 Généralités

Les Terrasses de la Chaudière (LTDLC) ont été construites par la Corporation Campeau entre 1976 et 1978. L'ensemble a été conçu par Arcop Associates et comprend trois tours à bureaux situées au centre-ville de Gatineau, bordées par la promenade du portage, la rue Eddy, la rue Wellington et la rue Montcalm. Près de la partie ouest de l'ensemble se trouve l'hôtel Crown Plaza qui compte un stationnement souterrain. Les tours comptent 7, 19 et 28 étages et sont reliées entre elles aux premier et deuxième étages par une promenade qui abrite des commerces de détail. Les étages en sous-sol sont reliés entre eux par un système de tunnels.

L'espace total de location mesure 142 535 m², peut recevoir plus de 6000 personnes et comprend des espaces de commerce au détail et d'entreposage. C'est le plus grand ensemble à bureaux fédéral au Canada où se trouvent les administrations centrales d'Environnement Canada, d'Affaires autochtones et du Nord Canada, de Patrimoine canadien, du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes et de l'Office des transports du Canada.

Dans cet ensemble, les espaces extérieurs autour des immeubles sont largement utilisés par les employés et par le grand public. On compte de nombreuses voies piétonnières, des endroits pour s'asseoir, des jardins et des fontaines, un espace de jeu relié à une garderie côté sud du bloc 200 et d'importants arrêts d'autobus côté sud du bloc 100 pour la STO et OC Transpo. À la suite de l'inspection de la façade en brique en 2009, on a installé des systèmes de protection contre les chutes d'objets au-

dessus de la plupart des trottoirs environnants. De plus, l'espace de la cour intérieure entre les immeubles a été fermé au public.

3.1.2 Structure

3.1.2.1 Bloc 100

Le bloc 100 est une structure en béton armé qui compte 19 étages. Il compte également deux étages de sous-sol. Cet immeuble comporte deux adresses municipales, soit le 15 rue Eddy et le 25 rue Eddy. Le rez-de-chaussée du 15 et du 25 rue Eddy est séparé jusqu'au quatrième étage, sauf pour une passerelle piétonnière au niveau de la mezzanine du 15 rue Eddy et du rez-de-chaussée du 25 rue Eddy. Le bloc 100 compte quatre noyaux distincts de murs de cisaillement. Au deuxième étage et en dessous, la structure du plancher comporte des poutres et des dalles en béton. Au-dessus du deuxième étage, la structure des planchers est constituée de dalles bidirectionnelles sans poutres. La structure de 19 étages compte de nombreux retraits structuraux aux 8^e, 9^e, 11^e et 16^e étages. Aucun joint de dilatation ne sépare le 15 rue Eddy du 25 rue Eddy. Ainsi, le bloc 100 doit être considéré comme un seul immeuble.

3.1.2.2 Bloc 200

Le bloc 200 est une structure à double noyau de mur de cisaillement. La moitié de l'immeuble compte 28 étages et l'autre moitié 21 étages. Le bloc 200 compte deux étages de sous-sol. Une partie de l'immeuble dépasse au nord de la section de 28 étages. Cette partie compte 8 étages. Au deuxième étage et en dessous, la structure du plancher comporte des poutres et des dalles en béton. Au-dessus du deuxième étage, la structure des planchers est constituée de dalles bidirectionnelles sans poutres.

3.1.2.3 Bloc 300

Le bloc 300 est une structure en béton armé qui compte sept étages. Il compte également un étage de sous-sol. Cet immeuble comporte un seul noyau de murs de cisaillement. Au deuxième étage, la structure du plancher comporte des poutres et des dalles en béton. Au-dessus du deuxième étage, la structure des planchers est constituée de dalles bidirectionnelles sans poutres.

Le bloc 300 est relié aux blocs 100 et 200 par des passerelles piétonnières et des tunnels de service souterrains. Un joint de dilatation de 25 mm de largeur qui se trouve au tunnel sépare structuralement les immeubles.

3.1.2.4 Dalle du podium

Entre une partie des blocs 200, 300 et l'hôtel, se trouve une dalle the podium qui est située au-dessus du quai de chargement de l'ensemble. Le podium est structuralement séparé des blocs 200, 300 et de l'hôtel par un joint de dilatation de 25 mm de largeur. Le podium est une structure en béton armé.

3.1.2.5 Hôtel et stationnements souterrains

L'hôtel est une structure en béton armé qui compte 13 étages et comporte quatre étages de stationnement souterrain. L'hôtel comporte un noyau de murs de cisaillement et un ensemble de murs de cisaillement en béton entre les chambres. Cette structure ne figurait pas dans la portée de l'analyse sismique.

3.1.3 Revêtements

3.1.3.1 Blocs 100, 200 et 300

Pour tous les blocs, la construction représentative des murs, de l'intérieur vers l'extérieur, est une feuille de placoplâtre, un panneau de fond en béton armé de 100 mm, 50 mm d'isolant, 12 mm de vide et une façade en panneaux de briques précoulés ou en fenêtres. Les murs ont été érigés au moyen de panneaux préfabriqués, qui comprenaient les panneaux de fond, l'isolant et la façade en briques ou en fenêtres. Les panneaux sont fixés à la structure au niveau des dalles.

La façade en briques est fixée aux panneaux de fond en béton par des attaches de cisaillement, espacées également selon une grille de 400 mm sur 400 mm. Le mortier qui se trouve entre les briques est très dur, il ressemble davantage à du béton qu'à un mortier type, et sa résistance à la rupture est sans doute proche de 40 MPa.

La construction de chacun des trois blocs est légèrement différente l'une de l'autre. En général, le bloc 100 est construit au moyen de panneaux de briques simples (une fenêtre par panneau). Les blocs 200 et 300 sont fabriqués au moyen de panneaux de briques doubles (deux fenêtres par panneau). Environ 5 % des panneaux du bloc 100 sont des panneaux sans fenêtre. Les fenêtres mesurent 2,35 m de largeur sur 2,60 m de hauteur. Les panneaux de briques simples mesurent 3,80 m de largeur sur 3,70 m de hauteur. Les panneaux de briques doubles mesurent 7,60 m de largeur sur 3,70 m de hauteur. Les panneaux de briques simples comptent environ 625 briques chacun et les panneaux de briques doubles en comptent environ 1 250. Une brique complète mesure généralement 200 mm de longueur sur 92 mm de largeur sur 57 mm de hauteur et ses joints mesurent en général 9,5 mm de largeur.

Les panneaux de briques simples et les panneaux de briques doubles sont essentiellement fabriqués de la même façon. Le rang inférieur de chaque panneau compte une assise en boutisses de champ (demi-brique sur le côté) et une barre horizontale de renfort qui les traverse. Au-dessus de la fenêtre, le premier rang comporte une assise de briques en palissade (briques

pleines debout) et compte une barre de renfort horizontale qui traverse le trou central des briques. Le reste du panneau est fabriqué selon le motif standard d'appareil en panneresse, et compte des barres de renfort verticales sur les bordures du panneau et à côté des fenêtres. L'intérieur des panneaux comporte également des barres d'armature.

La disposition type d'une élévation de haut en bas est la suivante : un panneau sans fenêtre d'environ 1 m au niveau de la toiture, une série de panneaux de briques simples (ou doubles), un autre panneau sans fenêtre d'environ 0,60 m de hauteur au deuxième étage et un pilastre en maçonnerie de briques entre le deuxième étage et le rez-de-chaussée. Tous les panneaux sont séparés à la verticale par des joints de dilatation de 12 mm (un joint de dilatation à chaque étage). Pour les sections en élévation sans fenêtre, on trouve deux joints de dilatation par étage, espacés également. En général, les ouvrages en briques entre le deuxième étage et le rez-de-chaussée sont en maçonnerie, par opposition aux panneaux de briques précoulés.

Voir l'annexe A pour les détails indiquant l'ancrage du revêtement à la structure de l'immeuble.

3.1.3.1 Hôtel

L'hôtel comporte un revêtement en maçonnerie de briques conventionnelle.

3.2 Portée des travaux/cadre de référence

Les services de John G. Cooke & Associates Ltd. (JCAL) ont été retenus par contrat par GRC Architects Inc. dans le but d'effectuer une évaluation sismique du système de structure existant du complexe Les Terrasses de la Chaudière à Gatineau, Québec. L'évaluation a été effectuée au moyen de la modélisation de l'ensemble par un logiciel d'analyse ETABS en fonction des renseignements qui se trouvent dans les dessins de construction de l'architecture et des structures originaux.

L'hôtel ne fait pas l'objet de l'évaluation sismique.

4 OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE DU PROJET

4.1 Objectifs

L'objectif principal du projet consiste à déterminer le rendement sismique de chacun des trois immeubles (blocs 100, 200 et 300) en fonction du code national du bâtiment (CMB) de 2015, compte tenu des conditions actuelles. L'hôtel est exclu de l'analyse.

L'objectif secondaire consiste à déterminer le rendement sismique des trois immeubles dotés du nouveau système de revêtement. Le nouveau système de revêtement proposé est plus léger que le présent revêtement en briques précontraint, ce qui a pour effet de réduire les forces sismiques exercées sur l'immeuble. Pour les besoins du présent rapport, un système de murs rideaux en verre est envisagé pour le nouveau système de revêtement.

Le troisième objectif consiste à déterminer si les ancrages des panneaux résistent adéquatement aux forces sismiques imposées, au cas où les panneaux précontraints contribueraient à la résistance sismique latérale de l'immeuble.

4.2 Méthode d'analyse

On a élaboré un modèle ETABS de tout l'ensemble, y compris l'hôtel et le garage de stationnement souterrain. Ce modèle doit uniquement servir à une présentation. Les immeubles sont séparés par des joints de dilatation dans les tunnels souterrains et sur la structure du podium. On n'a pas l'intention d'utiliser le programme ETABS pour analyser les nombreuses structures indépendantes à l'intérieur de ce modèle. Ainsi, il n'est nullement avantageux d'effectuer une analyse de cette façon.

Chacun des blocs (100, 200 et 300) a été analysé séparément. Les modèles ont été élaborés en fonction des renseignements qui se trouvent dans les dessins de construction de l'architecture et des structures originaux. On n'a pas procédé à une inspection détaillée du site dans le but de confirmer la validité des dessins.

La dernière mise à jour de ETABS comprend les données du Code national du bâtiment (CNB) de 2010. Le CNB de 2015 vient d'être publié. Des calculs ont été effectués à la main pour convertir les valeurs du CNB de 2010 en valeur du CNB de 2015, pour les besoins de saisie de modélisation et d'analyse.

Lorsque les Terrasses de la Chaudière ont été construites, il n'était pas de pratique courante de calculer la ductilité des murs de cisaillement et les données connexes ne faisaient pas partie des normes de construction du béton. Ainsi, nous croyons que la manière dont les tours ont été conçues et construites, est tout à fait semblable à une « construction conventionnelle » et de ce fait, pour chaque scénario, la modélisation a été effectuée au moyen de facteurs R_d et R_o de 1,5 et 1,3 respectivement.

4.3 Hypothèses de modélisation

Lorsque l'immeuble a été construit, le CNB de 1975 ne comptait aucune sous-catégorie pour la configuration ou le type de murs de cisaillement en béton. L'absence de détails rigoureux concernant l'armature en acier permet de croire que la construction équivaldrait en gros à une construction moderne de murs de cisaillement en béton « conventionnelle ».

Le CNB de 2010 ne permettait pas d'utiliser une construction « conventionnelle » pour les nouvelles structures, soit des tours de la hauteur de celle des Terrasses de la Chaudière. La tour la plus élevée mesure 107 m et la limite indiquée dans le CNB de 2010 est de 40 m pour les nouvelles constructions qui utilisent des murs de cisaillement à Ottawa. Au minimum, il fallait une construction « modérément ductile ». Les modifications apportées au nouveau CNB de 2015 ont remis à l'ordre du jour l'utilisation d'une construction « conventionnelle » pour les immeubles aussi élevés que les Terrasses de la Chaudière.

L'un des principaux avantages de la construction modérément ductile par rapport à la construction conventionnelle est une augmentation des facteurs R_d et R_o qui donne lieu à des forces sismiques plus faibles. Ces facteurs équivalent à 1,5 et 1,3 respectivement pour la construction conventionnelle par rapport à 2,0 et 1,4 pour les constructions modérément ductiles. Il s'agit là d'une réduction des forces d'environ 30 %.

Pour les tours de la hauteur de celles des Terrasses de la Chaudière, l'analyse sismique ne pouvait pas se limiter à une analyse statique. Compte tenu du CNB 2010, une analyse dynamique serait nécessaire. L'analyse dynamique est la méthode par défaut du CNB 2015 et est fortement suggérée pour les immeubles très hauts et compliqués, comme les Terrasses de la Chaudière.

En l'absence de renseignements géotechniques propres au site, JCAL procède actuellement en supposant une classe de site « A » afin de déterminer les valeurs sismiques. Cette classe semble justifiée, compte tenu de la fondation de l'immeuble posée directement sur le roc. À cet endroit, le roc est en général un roc dur. JCAL établit également la base sismique de l'immeuble au niveau de la fondation. Cela suppose que la contribution provenant de la pression du sol environnant à la résistance aux charges latérales est négligeable.

Voici d'autres hypothèses de conception :

- La contribution du tympan en béton à la rigidité latérale fait l'objet d'un examen pour le bloc 100 et le bloc 200 mais non pour le bloc 300, parce que les barres d'armature diagonales se trouvent uniquement dans les dessins des blocs 100 et 200.
- Compte tenu du fait que les noyaux de cisaillement sont dotés d'une capacité de flexion adéquate, aucun modificateur de réduction de la rigidité n'est appliqué à l'ensemble des murs de cisaillement en béton, selon la norme CSA A23.3-14 concernant le béton. Compte tenu de ce modificateur de réduction nul, on peut obtenir un résultat relativement plus conservateur.
- Un modificateur de rigidité de 0,6 est appliqué à toutes les colonnes conformément à la norme CSA A23.3-14 concernant le béton.
- La rigidité du mur de retenue du sous-sol est exclue afin d'obtenir une capacité latérale plus exacte.

5 ANALYSE DES CONDITIONS EXISTANTES

Des structures, des tunnels et des passerelles piétonnières des stationnements souterrains et du podium relient toutes les tours de l'ensemble. On a indiqué que des joints se trouvent dans les structures souterraines, ils les séparent à la jonction des tours. Leur présence a été confirmée grâce à des inspections sur place. Selon les dessins, l'acier d'armature est discontinué au joint. Sur place, l'inspection a révélé qu'il semblait y avoir des panneaux de fibres à l'intérieur des joints.

Nous croyons qu'en l'absence d'acier d'armature continu qui les traverserait, les joints servent de séparation sismique, en séparant la structure de base entre les tours. L'hypothèse doit être validée au moyen de l'analyse sismique, en fonction du déplacement latéral des structures. Il faut aussi noter que tout matériau non compressible devra sans doute être retiré de ces joints, pour en permettre le libre mouvement. Un raccord à compression seulement, comme un joint bout-à-bout plein, sans renfort de résistance à la tension, aurait un comportement non linéaire et pourrait transmettre les forces dont on ne tient pas compte dans l'analyse, comme celles qui proviennent d'un pilonnage.

L'analyse a été effectuée en tenant compte de la rigidité des colonnes. L'élimination de la rigidité de cisaillement aux colonnes a donné lieu à des problèmes d'instabilité dans le logiciel d'analyse. Étant donné qu'elles sont nettement plus flexibles que le mur de cisaillement, les forces de cisaillement dans les colonnes sont très petites et les colonnes peuvent facilement résister à ces forces.

En calculant la résistance sismique des murs, on peut traiter ceux-ci comme des éléments individuels, où chaque noyau peut être traité comme groupe mural. Les calculs ont été effectués en tenant compte de chaque noyau comme groupe mural, qui est le scénario le plus réaliste. À l'époque où l'immeuble a été conçu, chaque mur était sans doute traité comme élément individuel étant donné qu'il n'existait pas de modélisation informatique. Le fait de traiter chaque noyau comme groupe mural produit une plus grande résistance que des éléments individuels. Cette plus grande résistance compense une certaine quantité de l'accroissement de la charge sismique entre les valeurs du CNB de 1975 et du CNB de 2015.

Nous avons découvert que de nombreuses valeurs de renforcement du cisaillement dans les murs de cisaillement dans les dessins originaux ne respectaient pas les exigences minimales de ratio de renforcement du cisaillement, qui figurent dans le code actuel.

Nous avons également découvert un comportement de capacité semblable des murs de cisaillement dans les blocs 100 et 200. Le mode de rupture des murs de cisaillement provient surtout des modes de cisaillement eux-mêmes. Compte tenu du fait que les noyaux de cisaillement agiront comme groupes muraux pendant le déroulement d'un séisme, le comportement pour ces groupes muraux donnerait lieu à un moment total d'inertie qui serait très grand, ce qui indique une capacité de flexion sensiblement élevée. Et seuls des murs à âme pourraient résister aux forces de cisaillement produites par un séisme. En fin de compte, la plupart des groupes muraux présenteraient une rupture de cisaillement plutôt qu'une rupture de flexion, une rupture fragile plutôt qu'une rupture ductile.

À titre de renseignements supplémentaires qui pourraient être pertinents au moment de comparer le rendement sismique des tours avec les données du rapport précédent, les modifications suivantes entre le CNB 2010 précédent (et le CNB 2005) et l'actuel CNB 2015, revêtent une certaine importance. Ces modifications ont eu des répercussions sur les résultats d'analyse sismique.

- **Accélération spectrale modifiée.**

Les valeurs de danger sismique sont modifiées en fonction du plus récent CNB de 2015. L'accélération diminue sensiblement au cours d'une courte période, mais augmente à petite échelle à long terme.

- **Facteurs du site modifié.**

Les valeurs précédentes F_a et F_v ont été éliminées et une nouvelle valeur $F(T)$ a été utilisée.

- **Facteur de mode M_v plus élevé modifié.**

Cette modification s'applique à toutes les options qui comptent des systèmes de résistance murale. Le facteur de mode plus élevé demeure le même pour les immeubles à période courte, mais augmente sensiblement en comparaison des valeurs du CNB de 2010 pour les immeubles à période longue.

Pour les immeubles à période longue, à mesure que l'accélération fondamentale diminuait et que, d'autre part, le facteur de mode plus élevé augmentait, l'intrant de charge sismique finale ne changeait pas tellement.

Selon le CNB de 2015, on peut utiliser deux méthodes pour analyser l'activité sismique. L'une est la procédure de force statique équivalente (ESFP) et l'autre la procédure d'analyse dynamique (DAP). La procédure dynamique s'appliquerait uniquement avec l'utilisation de la modélisation informatique. Toutefois, la répartition des forces de cisaillement entre les diaphragmes obtenue au moyen de ces méthodes est largement différente, surtout pour les immeubles élevés et irréguliers. De plus, le CNB 2015 indique que la méthode par défaut d'analyse des séismes est la procédure dynamique. Par ailleurs, le commentaire 4.1.8.7(1) du CNB 2010 indiquait que l'ESFP est précise seulement dans certaines circonstances bien définies, comme par exemple lorsque la structure est uniforme sur toute sa hauteur et a une période fondamentale relativement courte.

Les blocs 100 et 200 des Terrasses de la Chaudière sont relativement élevés et ne présentent pas d'uniformité sur leur hauteur. Nous avons analysé les deux méthodes. En examinant la répartition ESFP, on appliquerait une charge concentrée au sommet de l'immeuble puis on utiliserait une répartition triangulaire inversée pour les autres charges, qui pourrait se révéler une charge concentrée d'environ 3000 kN ($0.07T_a V$) appliquée au sommet du bloc 200 et pourrait engendrer un énorme déplacement. Il est donc évident que cette répartition de force n'est pas réaliste. Avec la répartition DAP, la majeure partie de la charge est appliquée à un niveau inférieur et la déflexion est nettement inférieure à la valeur obtenue au moyen de la méthode ESFP. Nous croyons donc que la méthode DAP est la seule méthode adaptée aux Terrasses de la Chaudière et c'est la méthode qui a été utilisée pour calculer et signaler les niveaux de rendement de l'immeuble.

5.1 Bloc 100

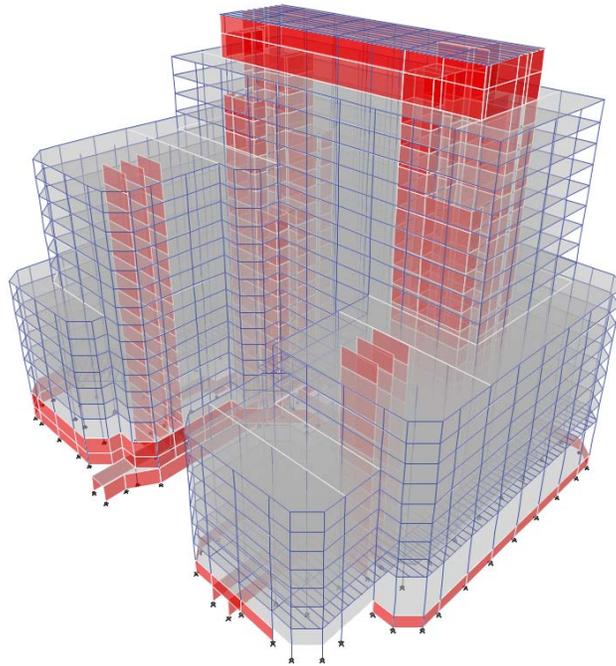


Figure 2 Bloc 100

Le bloc 100 compte quatre noyaux distincts. Les calculs primaires effectués à ce jour indiquent que les deux noyaux côté ouest de l'immeuble peuvent résister à 100 % des forces sismiques. Toutefois, un mur de chacun des noyaux côté est n'est pas adéquat. Il présente une capacité d'environ 70 % des normes du CNB de 2015. Ces murs inadéquats présentent une rupture de résistance au cisaillement en raison du manque de renforcement horizontal. Le mur de cisaillement le plus critique est le noyau de cisaillement qui se trouve sur le coin nord-est. Ce noyau a subi plus de cisaillement que les autres murs de cisaillement en raison du centre de masse qui est le plus près du noyau de cisaillement. Les deux noyaux côté est sont les noyaux principaux de l'immeuble. Ces noyaux comportent des murs de cisaillement qui s'étendent du nord au sud et de l'est à l'ouest. Les deux noyaux côté ouest sont des noyaux secondaires et sont dotés de murs de cisaillement qui s'étendent du nord au sud.

Au cours de l'analyse préliminaire du bloc 100, nous avons découvert que le noyau de cisaillement suffit à peine à résister à une charge à trois étages de sous-sol et la répartition des forces entre les noyaux n'est pas réaliste. La raison en est que la dalle agit comme diaphragme rigide et que le mur de fondation est beaucoup plus rigide que les noyaux de cisaillement, ce qui dirige la plupart des charges sismiques vers les murs de fondation plutôt que vers les noyaux de cisaillement.

Étant donné que le mur de fondation n'est pas renforcé comme les murs de cisaillement, il faut tenir compte du fait que, en réalité, la dalle de plancher ne serait pas aussi rigide qu'un diaphragme rigide. En libérant la rigidité des murs périmétriques de fondation, toute la force sismique serait absorbée par les noyaux de cisaillement.

5.2 Bloc 200

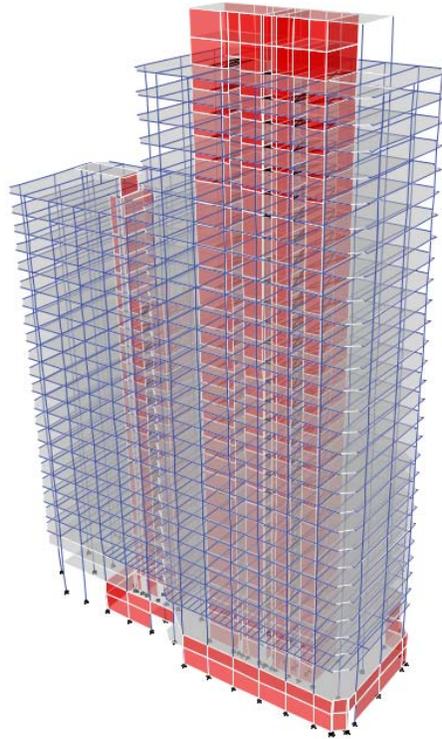


Figure 3 Bloc 200

Le bloc 200 présente deux noyaux distincts. Le noyau côté est plus élevé et ne résisterait pas à 100 % des forces sismiques d'après le CNB de 2015. L'analyse indique la capacité du noyau côté est d'environ 90 % des normes indiquées dans le CNB de 2015. Une modification majeure du CNB de 2015, comparé au CNB de 2010, est l'accroissement de la limite supérieure pour faire passer le facteur de mode de 1,2 à 1,7, ce qui représente une augmentation de 40 %. Toutefois, l'accélération sismique fondamentale a diminué en conséquence dans le CNB 2015 comparé au CNB 2010. Enfin, les données de forces sismiques n'ont pas changé de manière importante.

5.3 Bloc 300

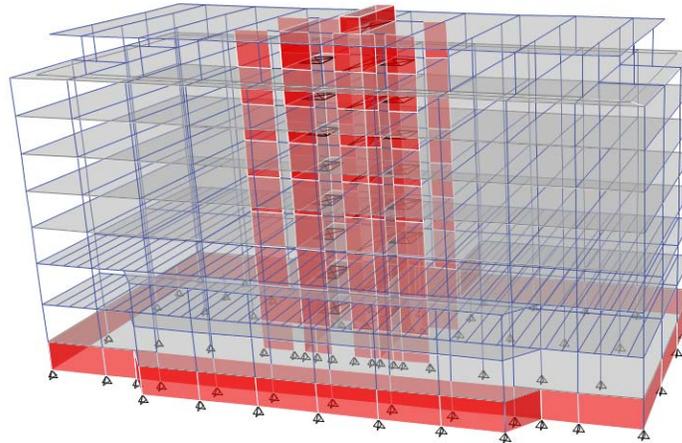


Figure 3 Bloc 300

Le bloc 300 est doté d'un noyau central. Ce noyau peut résister à 100 % des forces sismiques indiquées dans le CNB de 2015.

5.4 Comparaison de base du cisaillement : concept original et CNB 2015

Ce qui suit est la comparaison de base du cisaillement entre les valeurs originales (selon les notations dans les dessins structuraux) et les valeurs analysées fondées sur l'actuel CNB de 2015.

La charge sismique actuelle a augmenté différemment pour chaque bloc en comparaison des charges nominales d'origine.

	Hauteur de l'immeuble (m)	Cisaillement de base historique du code (kN)	Cisaillement de base actuelle du code (kN)
Bloc 100	87,1	$F_x (E-W) = 21333$	$F_x (E-W) = 29200$
		$F_y (N-S) = 26987$	$F_y (N-S) = 32100$
Bloc 200	123,5	$F_x (E-W) = 10178$	$F_x (E-W) = 16200$
		$F_y (N-S) = 8947$	$F_y (N-S) = 13600$
Bloc 300	35,5	$F_x (E-W) = 4196$	$F_x (E-W) = 6400$

		$F_y (N-S) = 4240$	$F_y (N-S) = 8900$
--	--	--------------------	--------------------

5.5 *Déplacement latéral*

Tous les résultats de déflexion provenant du DAP sont inférieurs aux limites actuelles du code. Le déplacement maximal du bloc 100 est de 150 mm, celui du bloc 200 de 210 mm et celui du bloc 300 est de seulement 60 mm.

Le déplacement total dans l'espace entre le bloc 200 et le podium est de seulement 5 mm, de beaucoup inférieur à la dimension d'un joint de dilatation de 25 mm qui se trouve entre le bloc 200 et la dalle du podium.

Une inspection sur place a eu lieu afin de vérifier les joints de dilatation indiqués dans les dessins. Il semble qu'il y ait des panneaux de fibres dans l'espace entre le podium et le bloc 200. On recommanderait d'enlever ces panneaux afin de laisser un espace exempt de mouvement entre le bloc 200 et le podium, et ainsi assurer que le joint de dilatation fonctionnerait comme séparation sismique pendant un séisme.

6 ANALYSE AVEC LE NOUVEAU REVÊTEMENT PROPOSÉ

Un nouveau système de revêtement proposé pour l'ensemble est un pannelage vitré. Le système de revêtement serait nettement plus léger que les actuels panneaux de béton précontraint et de briques.

L'analyse de chaque tour a été reprise en remplaçant les panneaux actuels de béton précontraint et de briques par un système de pannelage vitré.

Le poids approximatif d'un seul panneau actuel est d'environ 36 kN et 44 kN (8,000 lb et 10,000 lb). Le poids approximatif d'un panneau vitré de même dimension serait d'environ 14 kN (3,150 lb).

6.1 Bloc 100

Sur le bloc 100, le revêtement actuel de béton précontraint et de briques a un poids qui équivaut à 5 % du poids total de l'immeuble. Le revêtement proposé réduirait de 3 % le poids de l'immeuble. Cela aurait pour effet de réduire de 3 % les forces sismiques sur l'immeuble. Ainsi, la résistance sismique augmenterait de 70 % à 73 %.

6.2 Bloc 200

Sur le bloc 200, le revêtement actuel de béton précontraint et de briques a un poids qui équivaut à 8 % du poids total de l'immeuble. Le revêtement proposé réduirait de 5 % le poids de l'immeuble. Cela aurait pour effet de réduire de 5 % les forces sismiques sur l'immeuble. Ainsi, la résistance sismique augmenterait de 90 % à 95 %.

6.3 Bloc 300

Sur le bloc 300, le revêtement actuel de béton précontraint et de briques a un poids qui équivaut à 8 % du poids total de l'immeuble. Le revêtement proposé réduirait de 5 % le poids de l'immeuble. Cela aurait pour effet de réduire de 3 % les forces sismiques sur l'immeuble. La résistance sismique de l'immeuble est déjà à 100 % avec le revêtement actuel.

7 ANALYSE DES PANNEAUX DE REVÊTEMENT PRÉCOULÉS

Lorsque les Terrasses de la Chaudière ont été construites, la conception visait à ce que les panneaux de briques précolés constitueraient strictement un système de revêtement et ne feraient pas partie du système de résistance latérale des immeubles.

7.1 DESCRIPTION DE L'ANCRAGE DES PANNEAUX DE REVÊTEMENT PRÉCOULÉS

Les panneaux de briques précolés du bloc 100 sont des panneaux à une seule fenêtre. Sur les blocs 200 et 300, les panneaux comportent une double fenestration. La description ci-dessous s'appuie sur les dessins d'atelier originaux. Les dessins d'atelier pour les blocs 100 et 200 ont été retrouvés, mais aucun renseignement n'a été trouvé pour le bloc 300, toutefois nous avons supposé qu'il rassemblerait au bloc 200. Voir l'annexe A pour les détails d'ancrage des panneaux de revêtement précolés.

Élément représentatif : panneau à une seule fenêtre (SWP)

Les ancrages des panneaux représentatifs à une seule fenêtre sont les suivants :

- Un ancrage de gravité (pour le poids autonome d'un panneau) se trouve en haut et au centre du panneau, voir les croquis S-01 et SWP1.
- Deux ancrages latéraux (résistance au vent et aux séismes) se trouvent aux coins supérieurs des panneaux, voir les croquis S-01 and SWP1. Ces ancrages latéraux permettent également de retenir les coins inférieurs des panneaux au-dessus au moyen de goujons.

Élément représentatif : panneau à double fenestration (DWP)

Il existe deux types distincts d'ancrage pour les panneaux représentatifs à double fenestration. Les ancrages des panneaux qui se trouvent aux élévations nord et sud du bloc 200 sont différents des ancrages des panneaux aux élévations est et ouest. La différence s'explique par l'emplacement des colonnes de l'immeuble. Aux élévations nord et sud, les colonnes se trouvent au milieu des panneaux. Pour les élévations est et ouest, les colonnes se trouvent aux joints entre les panneaux.

Élément représentatif : panneau à double fenestration (DWP) Type 1

Les ancrages des panneaux représentatifs à double fenestration aux élévations nord et sud (panneaux représentatifs à double fenestration de type 1) sont les suivants :

- Deux ancrages de gravité se trouvent en haut du panneau, voir les croquis S-01 et SWP2. Ces ancrages sont généralement alignés sur le centre des fenêtres.
- Deux ancrages latéraux se trouvent aux coins supérieurs des panneaux, voir les croquis S-01 and SWP2. Ces ancrages latéraux permettent également de retenir les coins inférieurs des panneaux au-dessus au moyen de goujons.

- En haut et au centre du panneau, un goujon est installé pour restreindre latéralement le centre inférieur du panneau qui se trouve au-dessus. Ce goujon n'est pas fixé à l'immeuble. Voir les croquis S-01 et DWP3.

Élément représentatif : panneau à double fenestration (DWP) Type 2

Les ancrages des panneaux représentatifs à double fenestration aux élévations est et ouest (panneaux représentatifs à double fenestration de type 2) sont les suivants :

- Deux ancrages de gravité se trouvent en haut du panneau. Ces ancrages sont généralement alignés sur le centre des fenêtres. Voir les croquis S-01 et DWP1.
- Un ancrage latéral se trouve en haut et au centre du panneau. Cet ancrage latéral permet également de retenir le centre du panneau au-dessus au moyen d'un goujon. Voir les croquis S-01 et DWP1.
- Dans les coins supérieurs du panneau, des goujons sont installés pour restreindre latéralement les coins inférieurs du panneau qui se trouve au-dessus. Ces goujons ne sont pas fixés à l'immeuble. Voir les croquis S-01 et DWP3.

Un panneau représentatif a été retiré du bloc 100. L'ancrage de ce panneau était essentiellement le même que ce qu'on retrouve sur les croquis SWP1 et SWP2. Une fois le panneau retiré, on a constaté que la cornière de L90x90x10 illustrée sur le croquis SWP2 comportait une encoche et qu'une plaque de 65x65x6,4 avait été soudée sur place une fois le panneau inférieur mis en place. Le trou dans la plaque est un ajustement serré pour le goujon, ce qui élimine en fait tout jeu avec l'ancrage.

7.2 ANALYSE

En 2011, JCAL a effectué une analyse des ancrages des panneaux de revêtement précoulés. Pour les besoins du présent rapport, une mise à jour de cette analyse en fonction du CNB de 2015 a été effectuée. On a noté ce qui suit :

- Les ancrages latéraux des panneaux sont suffisants pour résister aux forces éoliennes et sismiques indiquées dans le CNB de 2015. L'ancrage latéral a une capacité supplémentaire de 30 kN par panneau.
- Les ancrages latéraux des panneaux à double fenestration de type 1 et 2 ne suffisent pas à résister aux forces éoliennes et sismiques, sans faire appel à la résistance latérale des ancrages de gravité.

L'analyse indiquée ci-dessus ne tient pas compte des effets de la dérive latérale entre les étages, ce qui augmenterait la charge sur les ancrages. Il est impossible de calculer avec précision l'ampleur de la dérive latérale entre les étages qui peut se produire avant que les panneaux précoulés soient engagés. L'ancrage inférieur du panneau précoulé est goujonné à partir du dessus du panneau qui se trouve en dessous. Comme on l'a indiqué ci-dessus, le goujon présente un ajustement serré dans une plaque soudée à une cornière, qui est elle-même soudée à une autre cornière noyée dans la structure de l'immeuble (voir le croquis SWP2). Le jeu autour du goujon est presque nul sur la plaque, ce qui empêche la rotation du goujon. Ainsi, le déplacement des panneaux qui peut se produire avant que les panneaux soient engagés est très limité.

Pour les panneaux à une seule fenêtre, la capacité est de seulement 30 kN. La contribution des panneaux à la rigidité donnerait lieu à des charges latérales qui dépassent 30 kN et engendreraient la rupture des ancrages.

Pour les panneaux à fenestration double, les ancrages latéraux seuls sont déjà inadéquats et doivent s'appuyer sur la résistance latérale des ancrages de gravité pour résister aux forces sismiques sans charge supplémentaire provenant de la dérive entre les étages. Ainsi, les ancrages latéraux sont inadéquats pour résister à des charges sismiques supplémentaires provenant de la dérive latérale entre les étages.

Compte tenu de ce qui précède, l'ancrage des panneaux de revêtement précoulés serait inadéquat pour résister à une quelconque force sismique supplémentaire provenant de l'immeuble, qui s'ajouterait aux charges sismiques produites par le poids autonome des panneaux.

Il serait nécessaire d'installer en rattrapage les ancrages actuels sur tous les panneaux précoulés. Ce rattrapage porterait sur le remplacement du système d'ancrage actuel par un système nouveau qui n'engagerait pas les panneaux.

8 CONCLUSION

Les conditions actuelles qui concernent les blocs 100, 200 et 300 des Terrasses de la Chaudière sont réputées présenter une capacité suffisante pour résister à 60 % des charges sismiques selon le CNB de 2015. Toutefois, on croit que les blocs 100 et 200 posent un risque pour les occupants s'il devait survenir un séisme important, étant donné que leur résistance sismique est inférieure à 100 % des charges sismiques, d'après le CNB de 2015.

Les actuels panneaux de revêtement précoulés présentent une autre source importante de risques. Ces panneaux pourraient toujours tomber de l'immeuble pendant un séisme, en raison de la tolérance limitée de déplacement du système d'ancrage. On recommande ainsi de retirer tous les panneaux existants et de les remplacer par le nouveau système de panneaux muraux. D'autre part, il faudrait aussi remplacer tous les ancrages existants des panneaux précoulés.

Pour l'avenir, le présent rapport recommande que les hypothèses formulées pendant l'analyse de conception soient vérifiées sur place. Par exemple, il faudrait produire un rapport géotechnique rigoureux pour confirmer la classe de site où se trouve l'ensemble; un balayage localisé des murs de cisaillement et des dalles viendrait confirmer l'exactitude de construction réelle par rapport aux dessins originaux.

9 AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ ET LIMITATIONS

Le présent rapport s'appuie sur les connaissances que nous avons de cet ensemble d'immeubles, acquises à partir de notre expérience avec divers projets au cours des 15 dernières années et par l'examen des dessins originaux de construction architecturaux et structuraux, et se limite à ces éléments. Seuls les éléments qu'il est possible d'observer et qui sont raisonnablement évidents pour John G. Cooke & Associates Ltd. ou qui ont été dévoilés par d'autres parties et détaillés pendant la présente inspection peuvent être signalés.

Les travaux s'appuient sur le meilleur jugement de l'expert-conseil à la lumière des renseignements qu'il a examinés au moment de la préparation. Aucune garantie expresse ou implicite n'est donnée par John G. Cooke & Associates Ltd. selon laquelle la présente inspection pourrait révéler toutes les déficiences possibles et tous les risques de responsabilité qui se rapportent à la propriété inspectée. Toutefois, John G. Cooke & Associates Ltd. est d'avis que le niveau de détail indiqué dans son inspection suffit à atteindre les objectifs énoncés dans le cadre de référence. Il nous est impossible de garantir l'intégralité ou l'exactitude des renseignements fournis par une tierce partie quelle qu'elle soit.

John G. Cooke & Associates Ltd. ne procède à aucune inspection ni ne donne de conseils au sujet des polluants, des contaminants ou des matières dangereuses.

Le présent rapport a été produit pour les besoins de GRC Architects Inc. et son client. Il est interdit à une tierce partie de le reproduire ou de l'utiliser de quelque façon que ce soit sans l'approbation de John G. Cooke & Associates Ltd. Aucune partie du présent rapport ne peut être utilisée comme élément séparé, il a été rédigé pour être lu dans son ensemble.

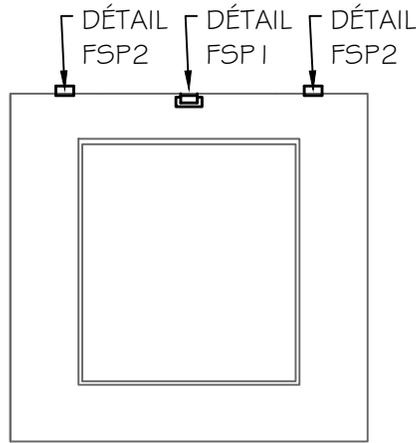
Nous espérons que le présent rapport couvre l'entière portée des travaux énoncés dans le cadre de référence. Si vous avez des questions au sujet du présent rapport, ou si nous pouvons vous aider de quelque façon que ce soit, veuillez communiquer avec le soussigné.

JOHN G. COOKE & ASSOCIATES LTD.

Marty Lockman, P. Eng, ing

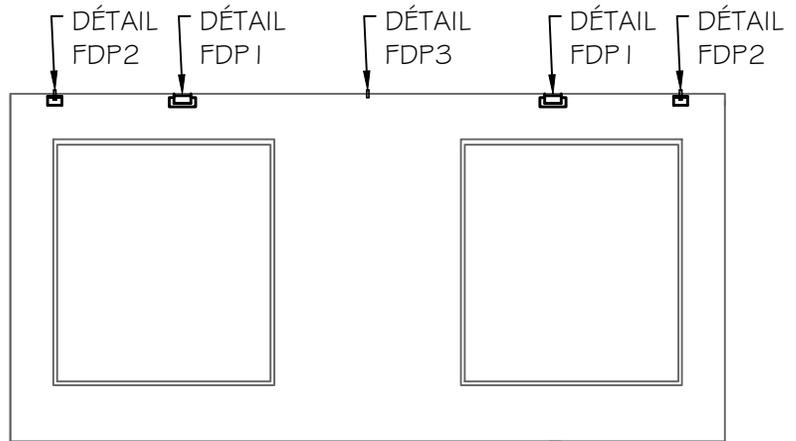
ANNEXE A : Détails de l'ancrage des panneaux de revêtement précoulés

TYPIQUE SIMPLE -PANNEAU DE FENÊTRE



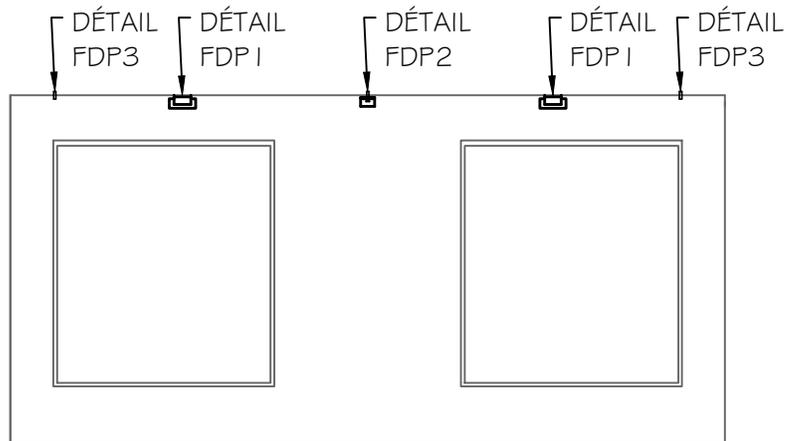
TYPIQUE DOUBLE-PANNEAU DE FENÊTRE TYPE 1

PANNEAU TYPIQUE DES ÉLÉVATIONS NORD ET SUD DU IO WELLINGTON



TYPIQUE DOUBLE-PANNEAU DE FENÊTRE TYPE 2

PANNEAU TYPIQUE DES ÉLÉVATIONS EST ET OUEST DU IO WELLINGTON



JOHN G. COOKE & ASSOCIATES LTD.
 CONSULTING ENGINEERS
 17 FITZGERALD RD. OTTAWA, ONT.
 SUITE 200 K2H 9G1
 (613) 226-8718 FAX (613) 226-7424
 E-MAIL mailbox@jgcooke.com
 WEB SITE http://www.jgcooke.com

Projet

ÉVALUATION SISMIQUE LTDLC

Client

GRC ARCHITECTS INC.

Dessin

DESSIN DE RÉFÉRENCE -
 PANNEAU TYPIQUE

feuille. no.

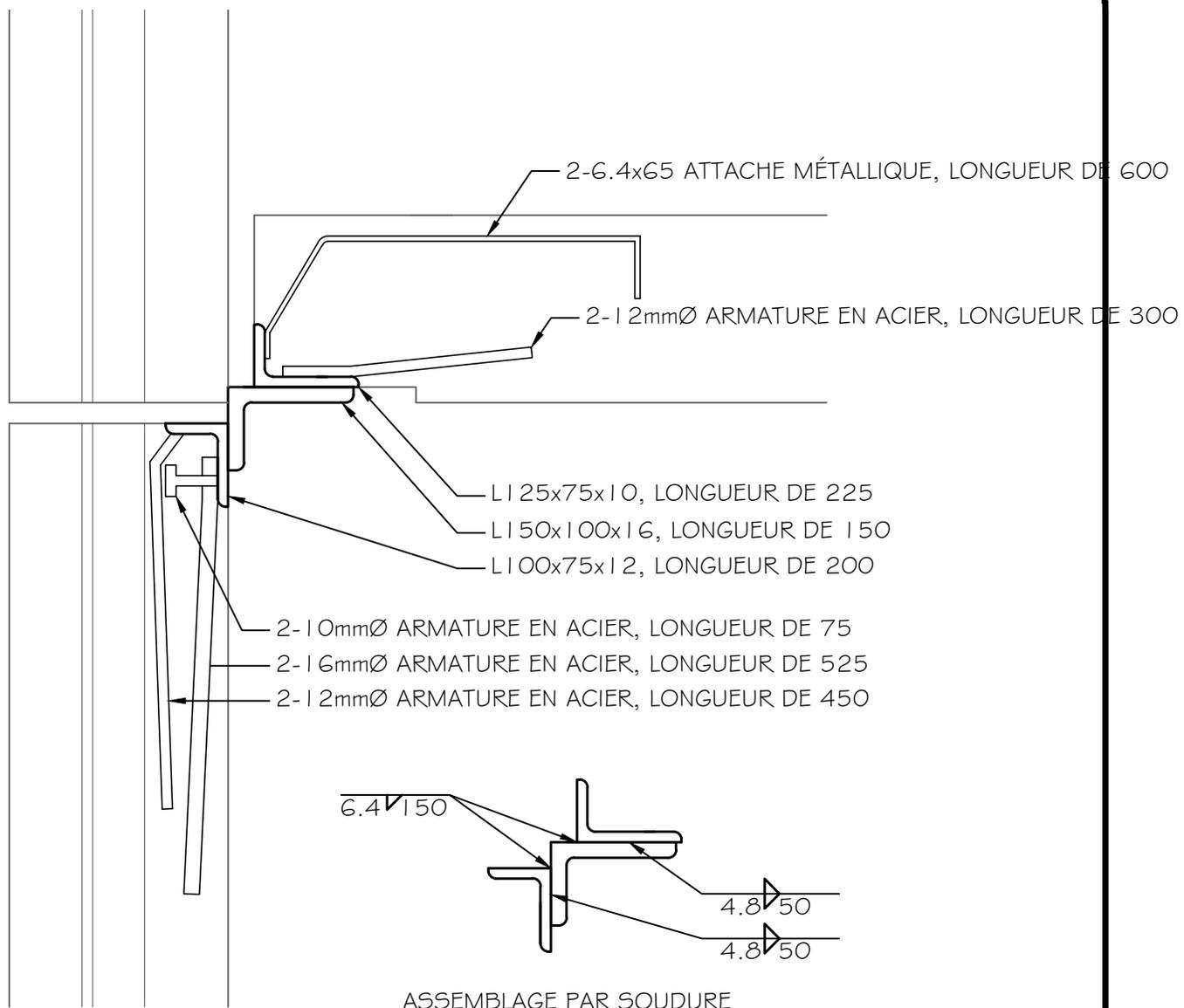
S-01

dessiné par
 M.L.

échelle
 NON À L'ÉCHELLE

date
 11-MAI-2016

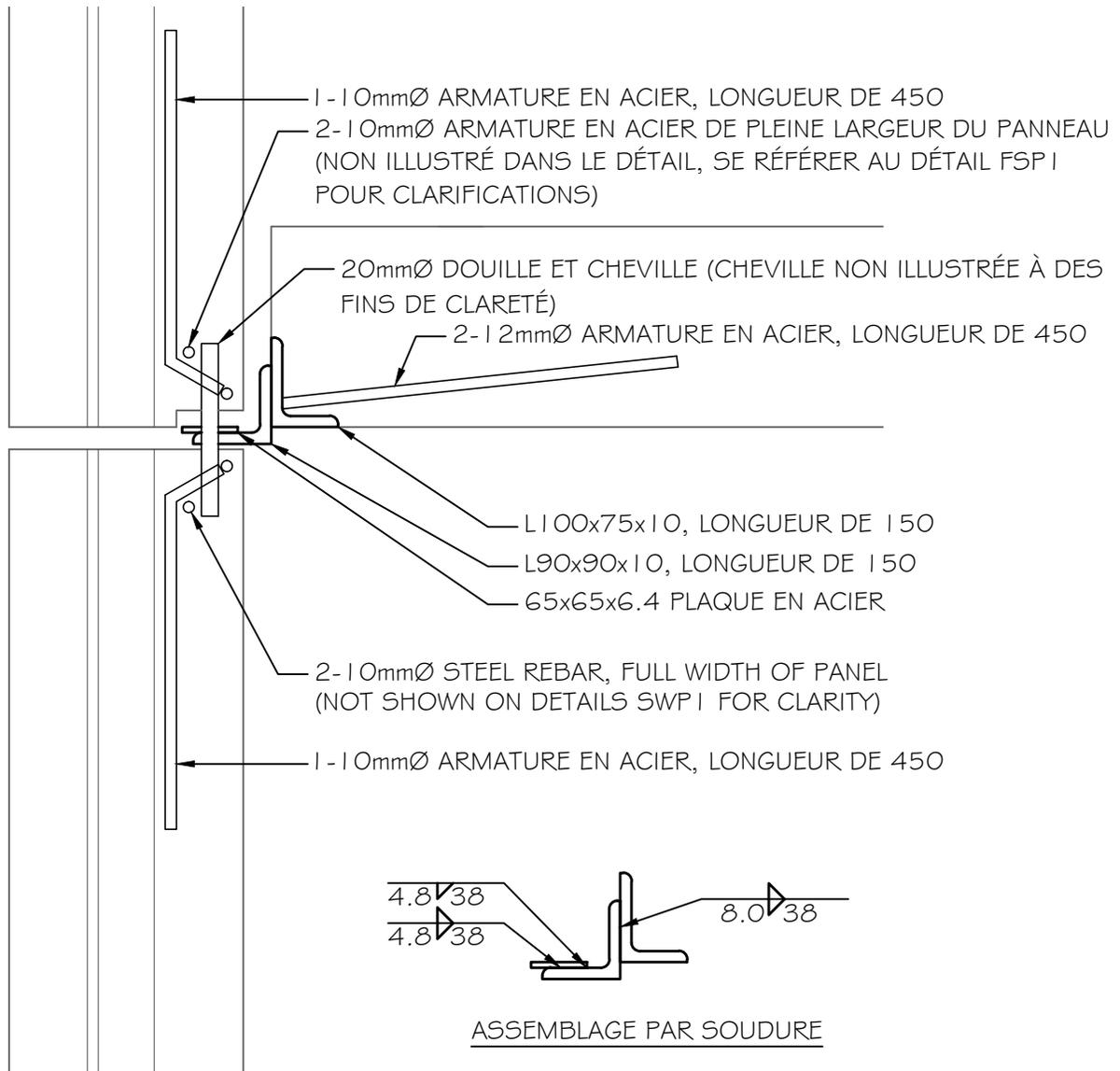
projet no.
 15120



LE DÉTAIL ICI-HAUT EST BASÉ SUR LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LES DESSINS D'ATELIER DE CONSTRUCTION ORIGINAUX ET L'INSPECTION DU SITE. LES ÉLÉMENTS ENCASTRÉS ET CACHÉS TELS QUE LES POTEAUX, LES ARMATURES EN ACIER, LES ATTACHES ET SOUDURES N'ONT PU ÊTRE CONFIRMÉS SUR LE SITE.

JOHN G. COOKIE & ASSOCIATES LTD.
 CONSULTING ENGINEERS
 17 FITZGERALD RD. OTTAWA, ONT.
 SUITE 200 K2H 9G1
 (613) 226-8718 FAX (613) 226-7424
 E-MAIL mailbox@jgcooke.com
 WEB SITE http://www.jgcooke.com

Projet		ÉVALUATION SISMIQUE LTDLC	
Client		GRC ARCHITECTS INC.	
Dessin		DÉTAIL FSP I	
dessiné par		échelle	date
M.L.	NON À L'ÉCHELLE	11-MAI-2016	projet no. 15120
			feuille. no. FSP1



LE DÉTAIL ICI-HAUT EST BASÉ SUR LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LES DESSINS D'ATELIER DE CONSTRUCTION ORIGINAUX ET L'INSPECTION DU SITE. LES ÉLÉMENTS ENCASTRÉS ET CACHÉS TELS QUE LES POTEAUX, LES ARMATURES EN ACIER, LES ATTACHES ET SOUDURES N'ONT PU ÊTRE CONFIRMÉS SUR LE SITE.

JOHN G.
COOKIE
& ASSOCIATES LTD.
CONSULTING ENGINEERS
17 FITZGERALD RD. OTTAWA, ONT.
SUITE 200 K2H 9G1
(613) 226-8718 FAX (613) 226-7424
E-MAIL mailbox@jgcooke.com
WEB SITE http://www.jgcooke.com

Projet

ÉVALUATION SISMIQUE LTDLC

Client

GRC ARCHITECTS INC.

Dessin

DÉTAIL FSP2

feuille. no.

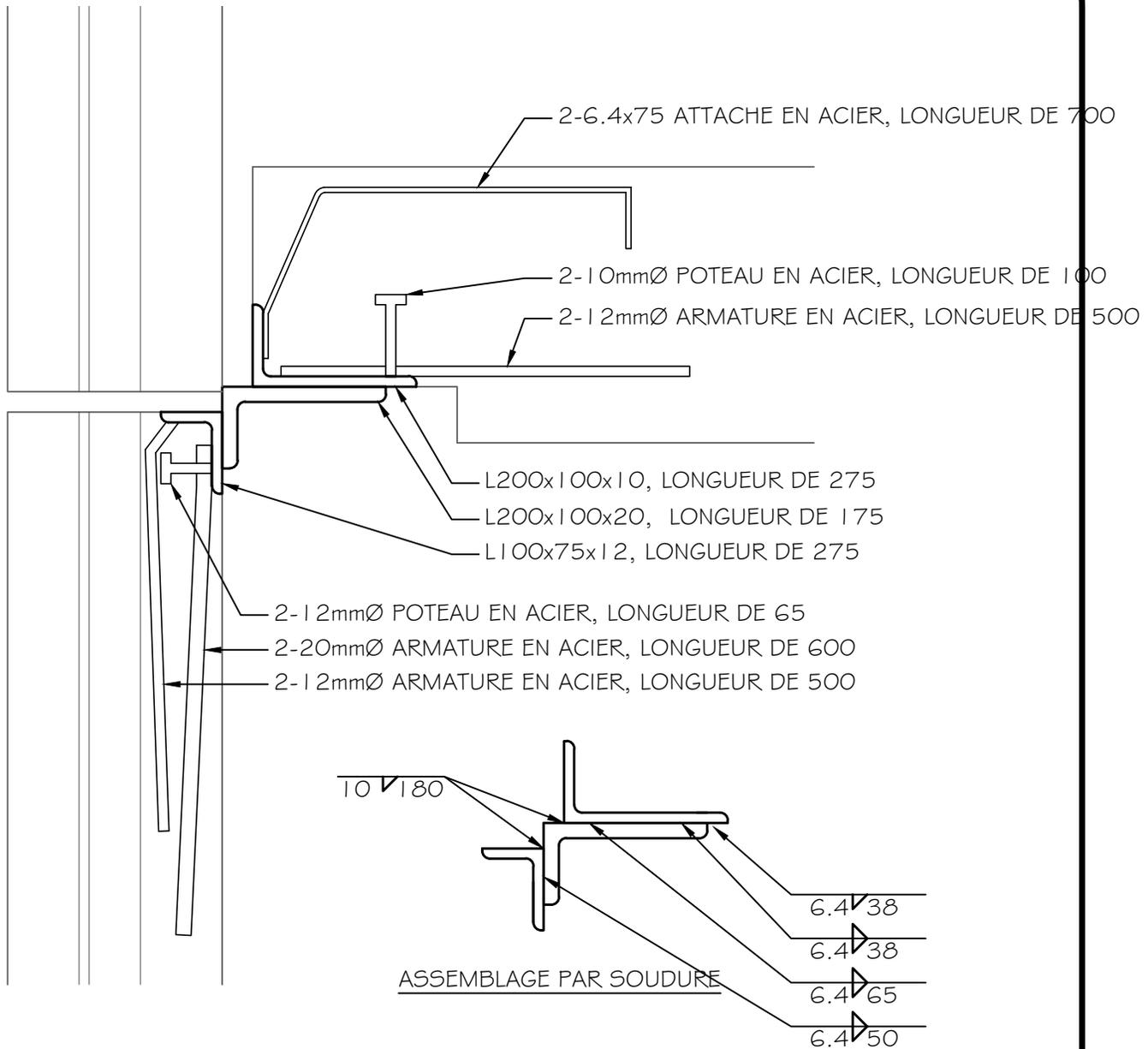
FSP2

dessiné par
M.L.

échelle
NON À L'ÉCHELLE

date
11-MAI-2016

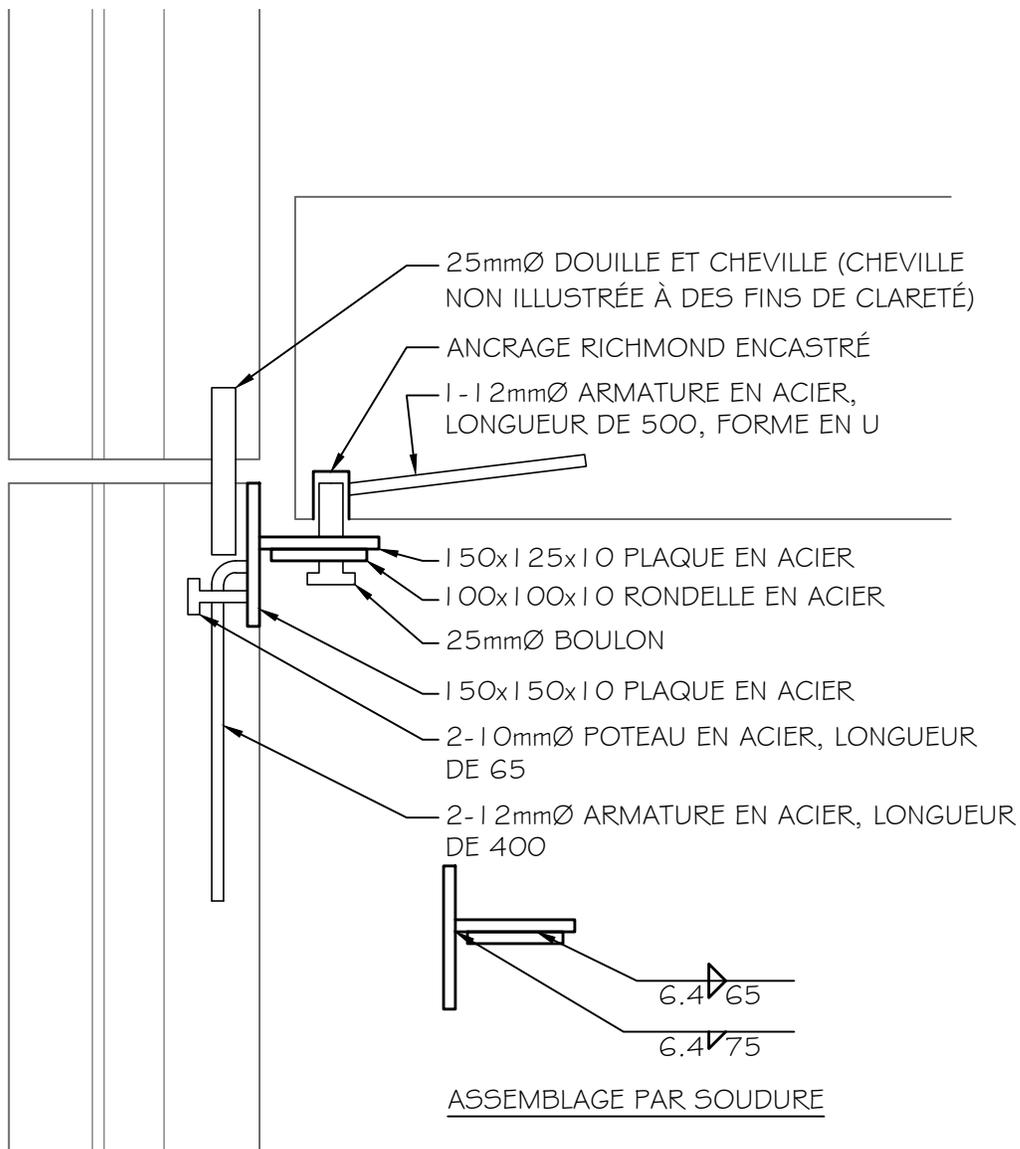
projet no.
15120



LE DÉTAIL ICI-HAUT EST BASÉ SUR LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LES DESSINS D'ATELIER DE CONSTRUCTION ORIGINAUX ET L'INSPECTION DU SITE. LES ÉLÉMENTS ENCASTRÉS ET CACHÉS TELS QUE LES POTEAUX, LES ARMATURES EN ACIER, LES ATTACHES ET SOUDURES N'ONT PU ÊTRE CONFIRMÉS SUR LE SITE.

JOHN G. COOKIE
& ASSOCIATES LTD.
 CONSULTING ENGINEERS
 17 FITZGERALD RD. OTTAWA, ONT.
 SUITE 200 K2H 9G1
 (613) 226-8718 FAX (613) 226-7424
 E-MAIL mailbox@jgcooke.com
 WEB SITE http://www.jgcooke.com

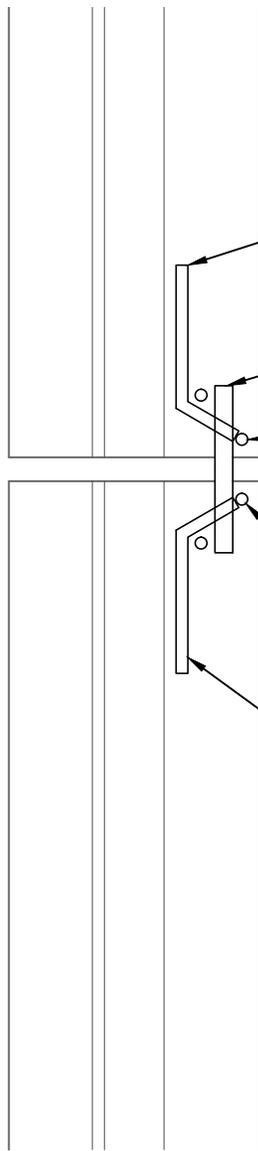
Projet		ÉVALUATION SISMIQUE LTDLC	
Client		GRC ARCHITECTS INC.	
Dessin		DÉTAIL FDP I	
dessiné par		échelle	date
M.L.	NON À L'ÉCHELLE	11-MAI-2016	projet no. 15120
			feuille. no. FDP1



LE DÉTAIL ICI-HAUT EST BASÉ SUR LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LES DESSINS D'ATELIER DE CONSTRUCTION ORIGINAUX ET L'INSPECTION DU SITE. LES ÉLÉMENTS ENCASTRÉS ET CACHÉS TELS QUE LES POTEAUX, LES ARMATURES EN ACIER, LES ATTACHES ET SOUDURES N'ONT PU ÊTRE CONFIRMÉS SUR LE SITE.

JOHN G. COOKIE
& ASSOCIATES LTD.
 CONSULTING ENGINEERS
 17 FITZGERALD RD. OTTAWA, ONT.
 SUITE 200 K2H 9G1
 (613) 226-8718 FAX (613) 226-7424
 E-MAIL mailbox@jgcooke.com
 WEB SITE http://www.jgcooke.com

Projet		ÉVALUATION SISMIQUE LTDLC	
Client		GRC ARCHITECTS INC.	
Dessin		DÉTAIL FDP2	
dessiné par		feuille. no.	
M.L.	échelle	11-MAI-2016	FDP2
	NON À L'ÉCHELLE	projet no.	15120



1 - 10mmØ ARMATURE EN ACIER, LONGUEUR DE 215
(NON ILLUSTRÉ DANS CE DÉTAIL, SE RÉFÉRER AU
DÉTAIL FDP2 POUR CLARIFICATIONS)

20mmØ DOUILLE ET CHEVILLE (CHEVILLE NON
ILLUSTRÉE À DES FINS DE CLARETÉ)

2 - 10mmØ ARMATURE EN ACIER DE PLEINE LARGEUR
DU PANNEAU (NON ILLUSTRÉ DANS LE DÉTAIL, SE
RÉFÉRER AU DÉTAIL FDP2 POUR CLARIFICATIONS)

2 - 10mmØ ARMATURE EN ACIER DE PLEINE LARGEUR
DU PANNEAU (NON ILLUSTRÉ DANS LE DÉTAIL, SE
RÉFÉRER AUX DÉTAILS FDP 1 ET FDP2 POUR
CLARIFICATIONS)

1 - 10mmØ ARMATURE EN ACIER, LONGUEUR DE 215
(NON ILLUSTRÉ DANS CE DÉTAIL, SE RÉFÉRER AU
DÉTAIL FDP2 POUR CLARIFICATIONS)

LE DÉTAIL ICI-HAUT EST BASÉ SUR LES INFORMATIONS CONTENUES DANS LES DESSINS
D'ATELIER DE CONSTRUCTION ORIGINAUX ET L'INSPECTION DU SITE. LES ÉLÉMENTS ENCASTRÉS
ET CACHÉS TELS QUE LES POTEAUX, LES ARMATURES EN ACIER, LES ATTACHES ET SOUDURES
N'ONT PU ÊTRE CONFIRMÉS SUR LE SITE.

JOHN G.
COOKIE
& ASSOCIATES LTD.
CONSULTING ENGINEERS
17 FITZGERALD RD. OTTAWA, ONT.
SUITE 200 K2H 9G1
(613) 226-8718 FAX (613) 226-7424
E-MAIL mailbox@jgcooke.com
WEB SITE http://www.jgcooke.com

Projet

ÉVALUATION SISMIQUE LTDLC

Client

GRC ARCHITECTS INC.

Dessin

DÉTAIL FDP3

feuille. no.

FDP3

dessiné par
M.L.

échelle
NON À L'ÉCHELLE

date
11-MAI-2016

projet no.
15120



Appendice F - Concept de phasage et de l'implantation de la grue de chantier

RUE WELLINGTON STREET

COVERED ARCADE
MARQUISE

COVERED ARCADE
MARQUISE

BLOCK 200
BÂTIMENT 200
(10, RUE WELLINGTON STREET)

BLOCK 100N
BÂTIMENT 100N
(25, RUE EDDY STREET)

UNDERGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
EN DESSOUS DU NIVEAU DU SOL

DAYCARE PLAYCOURT
COUR DE JEU DE LA GARDERIE

UNDERGROUND LOADING DOCK
QUAI DE CHARGEMENT SOUTERRAIN

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

UNDERGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
EN DESSOUS DU NIVEAU DU SOL

UNDERGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
EN DESSOUS DU NIVEAU DU SOL

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

BLOCK 300
BÂTIMENT 300
(1, PROMENADE DU PORTAGE)

BLOCK 100S
BÂTIMENT 100S
(15, RUE EDDY STREET)

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

COVERED ARCADE
MARQUISE

COVERED ARCADE
MARQUISE

COVERED ARCADE
MARQUISE

GATE #2

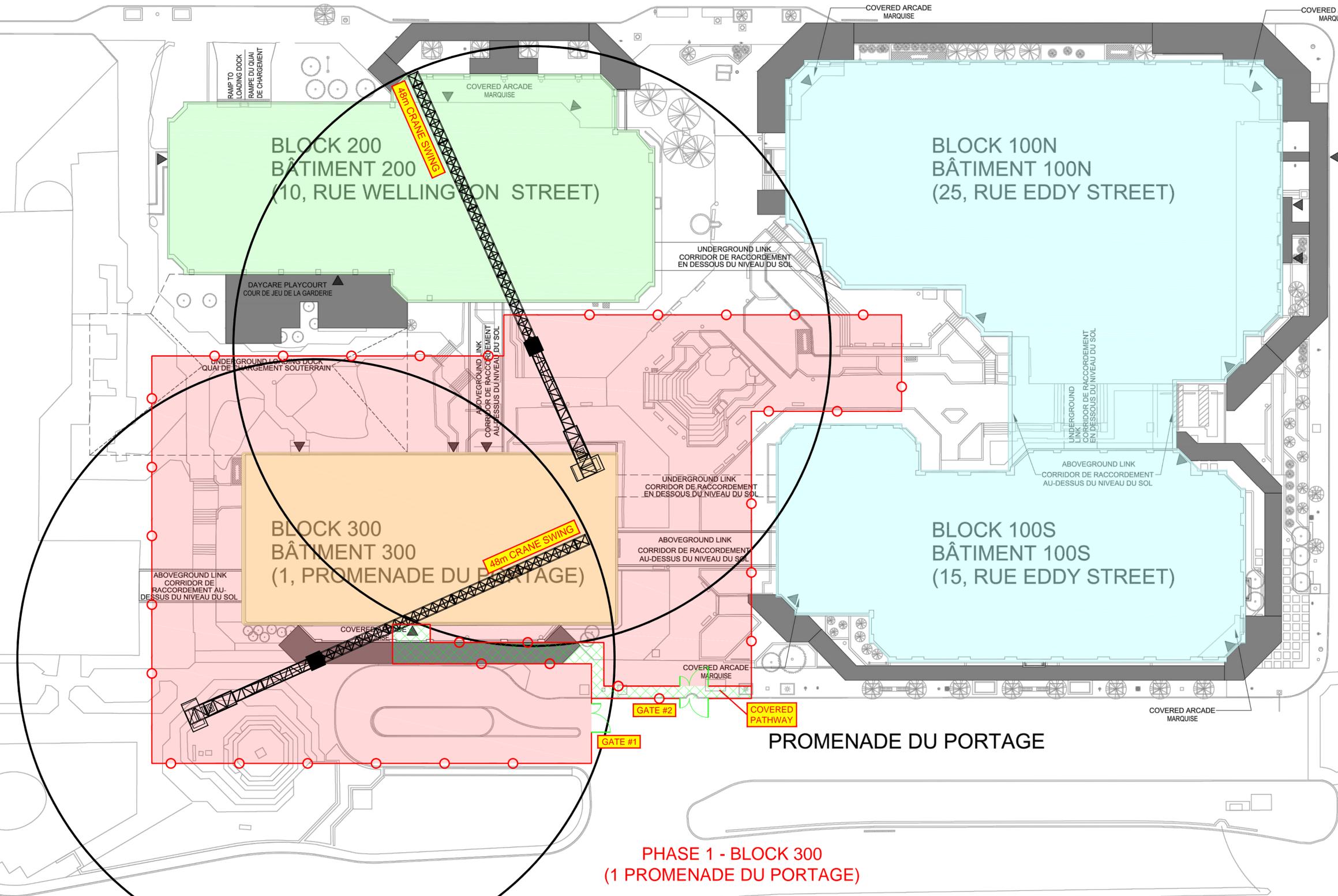
COVERED PATHWAY

GATE #1

PROMENADE DU PORTAGE

RUE EDDY STREET

PHASE 1 - BLOCK 300
(1 PROMENADE DU PORTAGE)



RUE WELLINGTON STREET

COVERED PATHWAY

GATE #1

COVERED ARCADE MARQUISE

COVERED ARCADE MARQUISE

BLOCK 200
BÂTIMENT 200
(10, RUE WELLINGTON STREET)

BLOCK 100N
BÂTIMENT 100N
(25, RUE EDDY STREET)

DAYCARE COURT
COUR DE JEUX
D'ÉDUCATION

UNDERGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
EN DESSOUS DU NIVEAU DU SOL

UNDERGROUND LOADING DOCK
QUAI DE CHARGEMENT SOUTERRAIN

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

UNDERGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
EN DESSOUS DU NIVEAU DU SOL

UNDERGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
EN DESSOUS DU NIVEAU DU SOL

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

BLOCK 300
BÂTIMENT 300
(1, PROMENADE DU PORTAGE)

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

BLOCK 100S
BÂTIMENT 100S
(15, RUE EDDY STREET)

ABOVEGROUND LINK
CORRIDOR DE RACCORDEMENT
AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL

COVERED ARCADE
MARQUISE

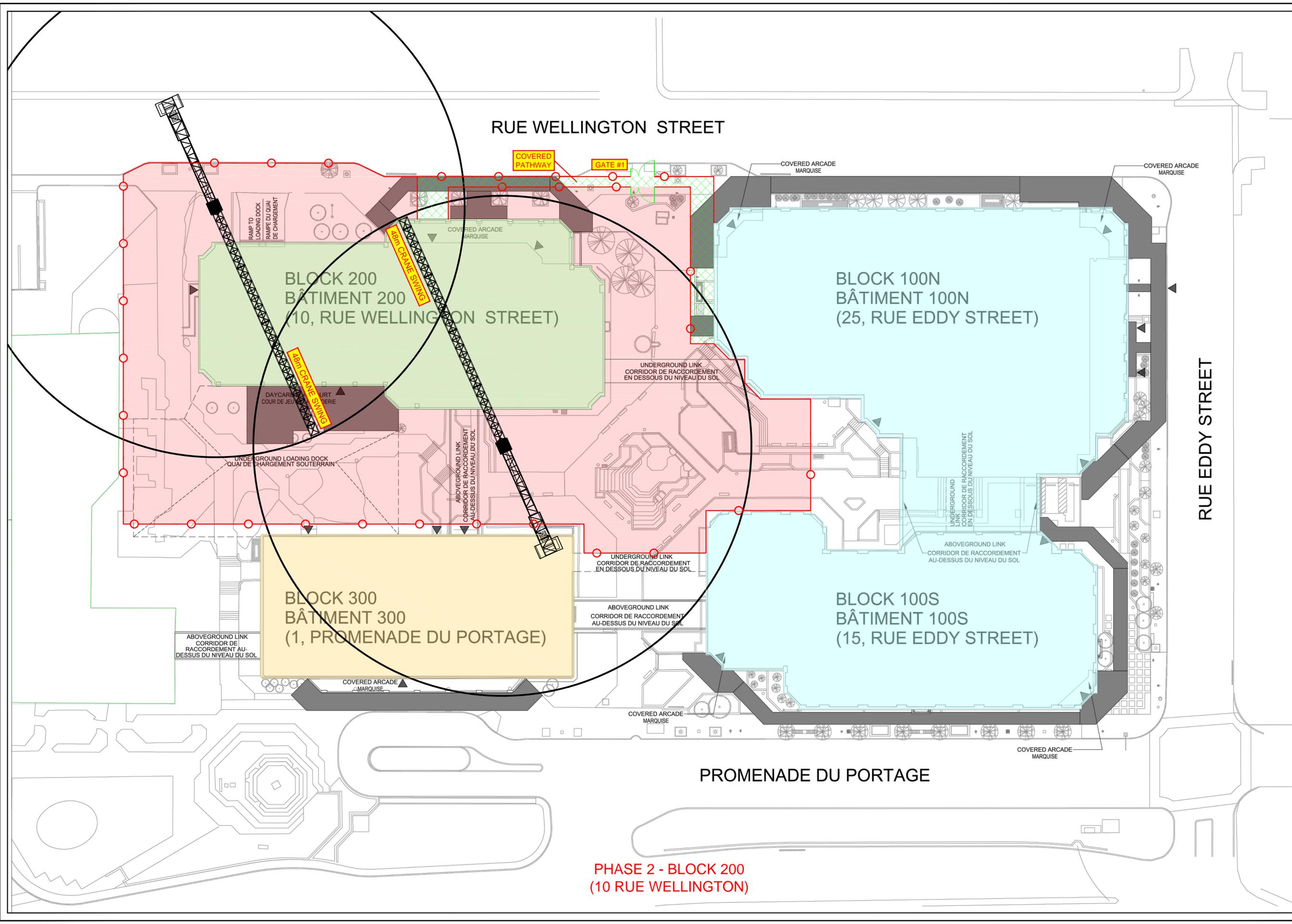
COVERED ARCADE
MARQUISE

COVERED ARCADE
MARQUISE

PROMENADE DU PORTAGE

RUE EDDY STREET

PHASE 2 - BLOCK 200
(10 RUE WELLINGTON)



RUE WELLINGTON STREET

RUE EDDY STREET

BLOCK 200
BÂTIMENT 200
(10, RUE WELLINGTON STREET)

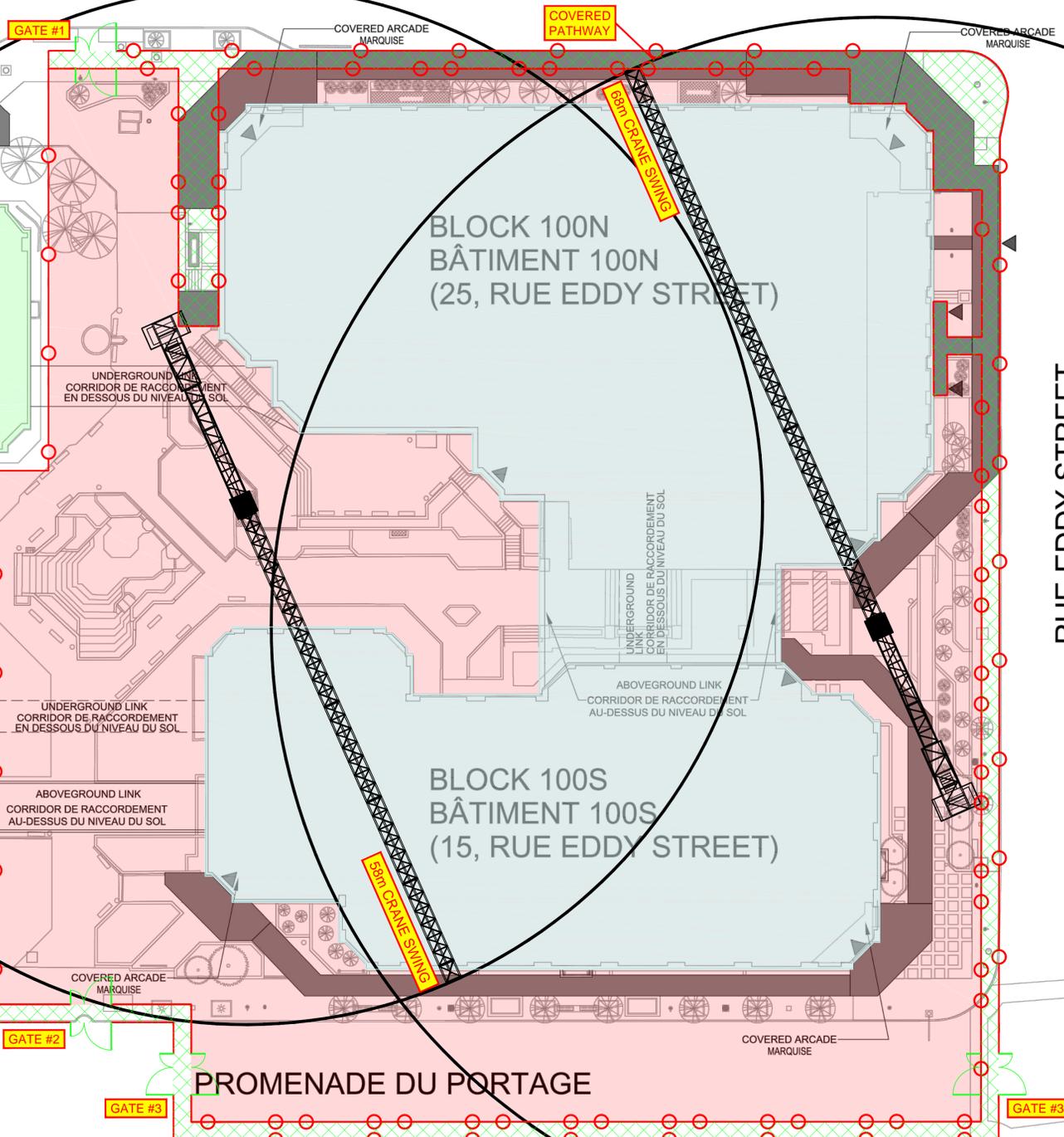
BLOCK 100N
BÂTIMENT 100N
(25, RUE EDDY STREET)

BLOCK 300
BÂTIMENT 300
(1, PROMENADE DU PORTAGE)

BLOCK 100S
BÂTIMENT 100S
(15, RUE EDDY STREET)

PROMENADE DU PORTAGE

PHASE 3 - BLOCK 100N & BLOCK 100S
(25 RUE EDDY & 15 RUE EDDY)





Appendix G - Échéancier de construction

