

Bâtiments résilients et durables : rénovation, construction et entretien



BOMA Québec
Montréal | 23 avril 2024



Marc-Olivier Houde, T.P.

Directeur de projets
Gestionnaire d'équipe régionale (Québec)
Division Sciences du bâtiment de WSP

Formation - Technologue en architecture

Membre de l'Ordre des technologues professionnels du Québec (OTPQ)

Membre de l'Association canadienne d'experts-conseils en patrimoine (ACECP)

Quelques projets d'exception



Stade olympique de Montréal

Projet de réfection de la tour



Université McGill - Pavillon Strathcona

Projet de réfection de l'enveloppe et de la fenestration



UdM - Pavillon Roger-Gaudry

Projet de réfection de l'enveloppe et de la fenestration

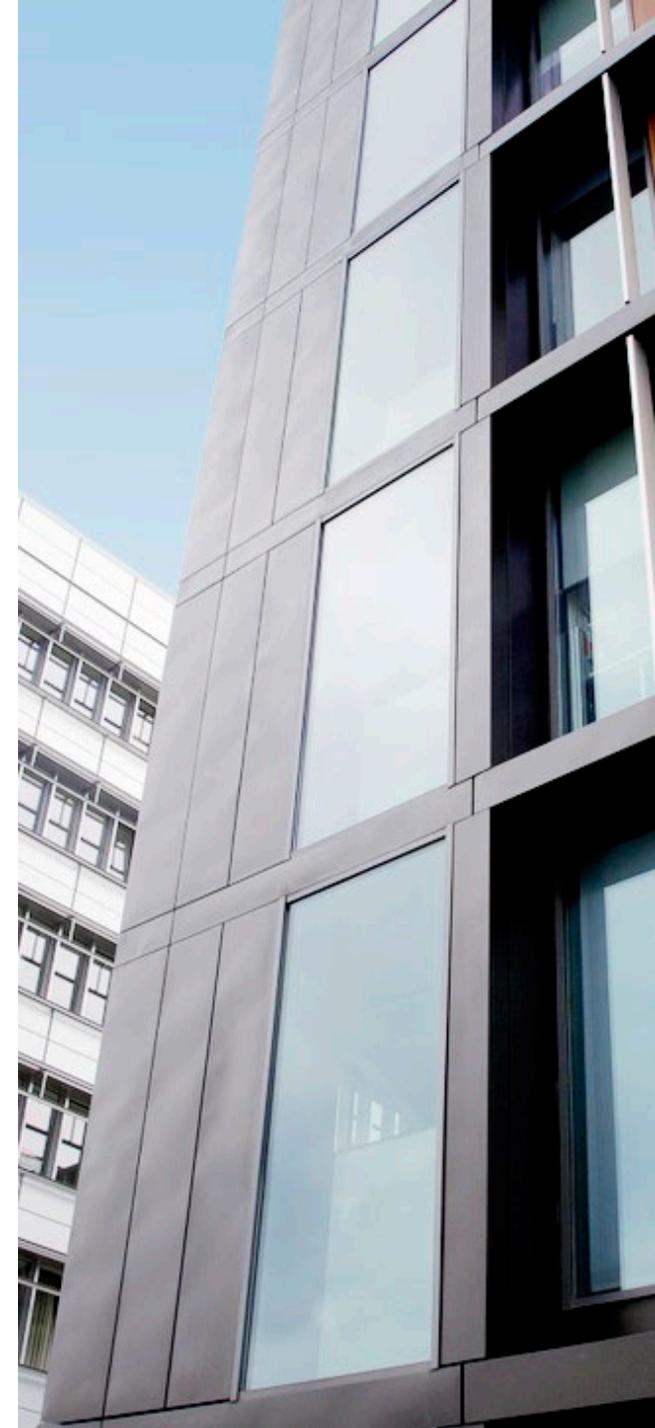


Ancien site de l'Hôpital Royal-Victoria

Étude de faisabilité pour projet de redéveloppement

Table des matières de la présentation

1. Quel sera notre climat en 2050 (territoire du Québec)
2. Impacts des changements climatiques sur les bâtiments
3. Approche pour des bâtiments résilients et durables
4. Étude de cas n° 1 : Édifice des Douanes (130, rue Dalhousie, Québec)
5. Étude de cas n° 2 : Thunder Bay Art Gallery (Thunder Bay, Ontario)



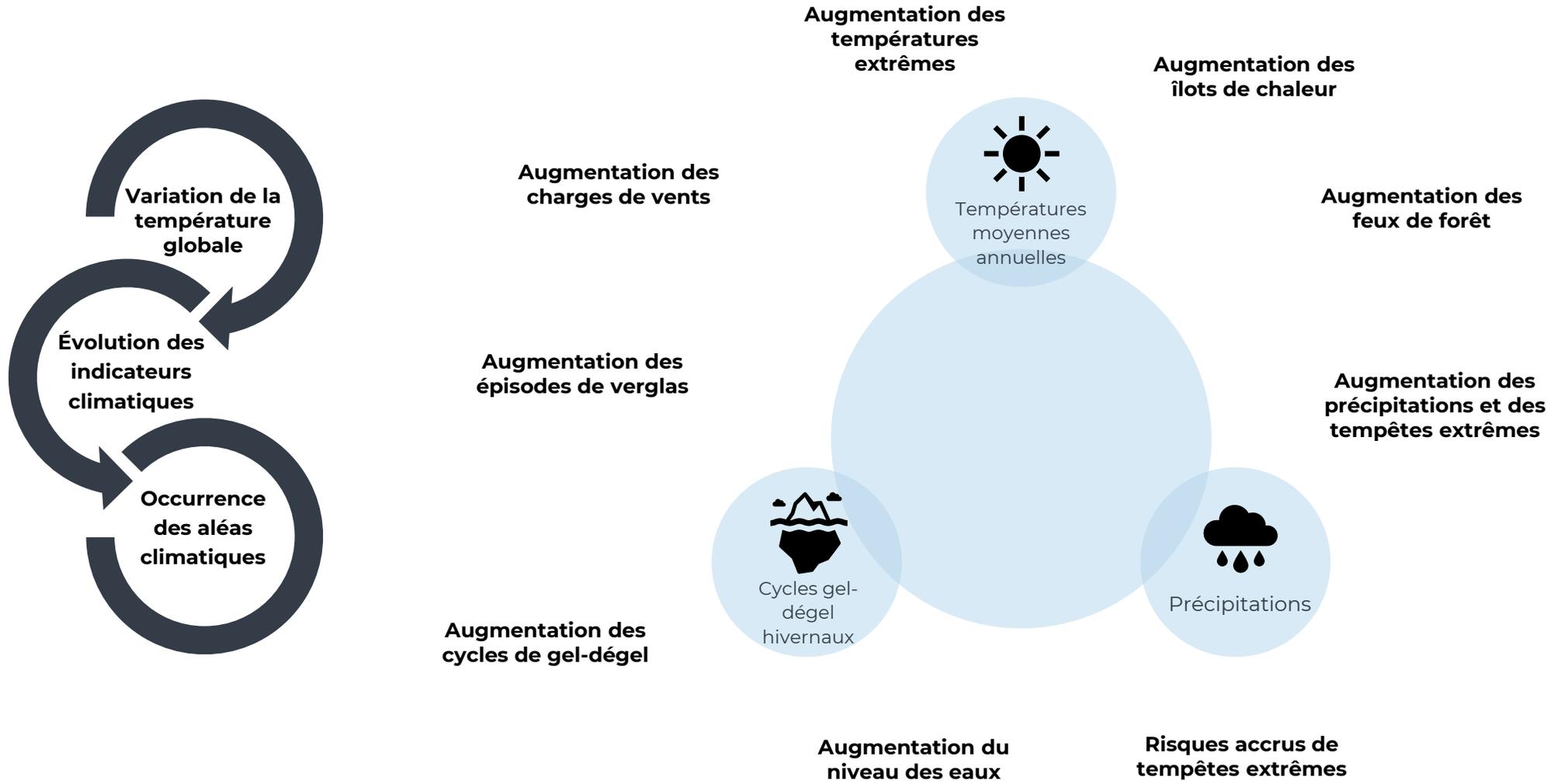
Partie 1 – Quel sera notre climat en 2050 (Québec)

Tout d'abord, voyageons dans le futur!



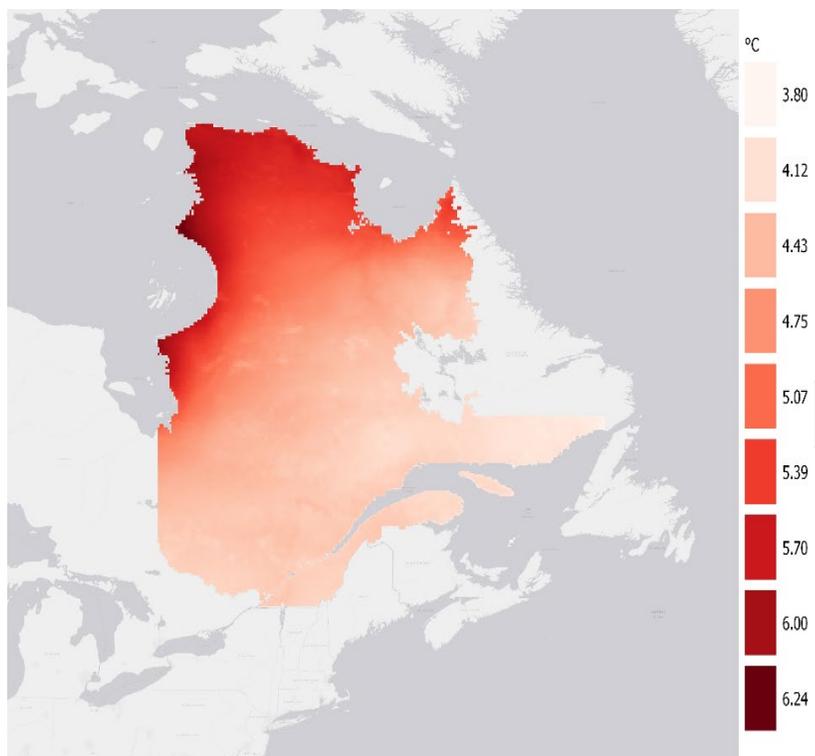
Partie 1 – Quel sera notre climat en 2050 (Québec)

Présentation des indicateurs et aléas climatiques

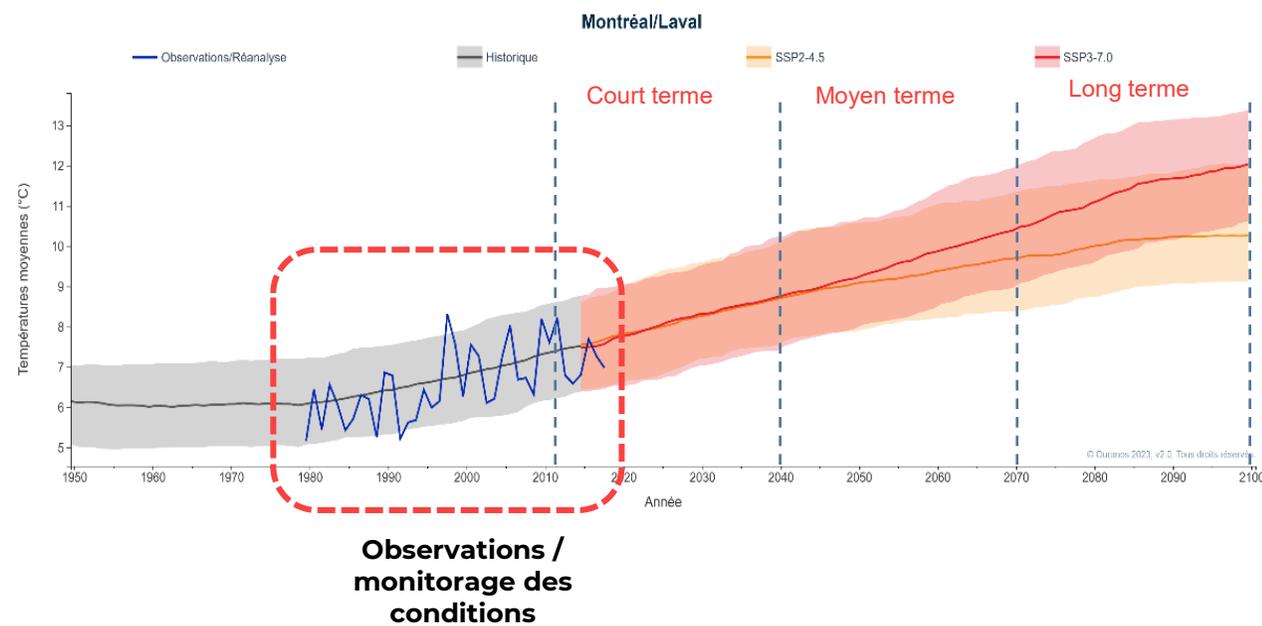


Partie 1 – Quel sera notre climat en 2050 (Québec)

Températures moyennes annuelles

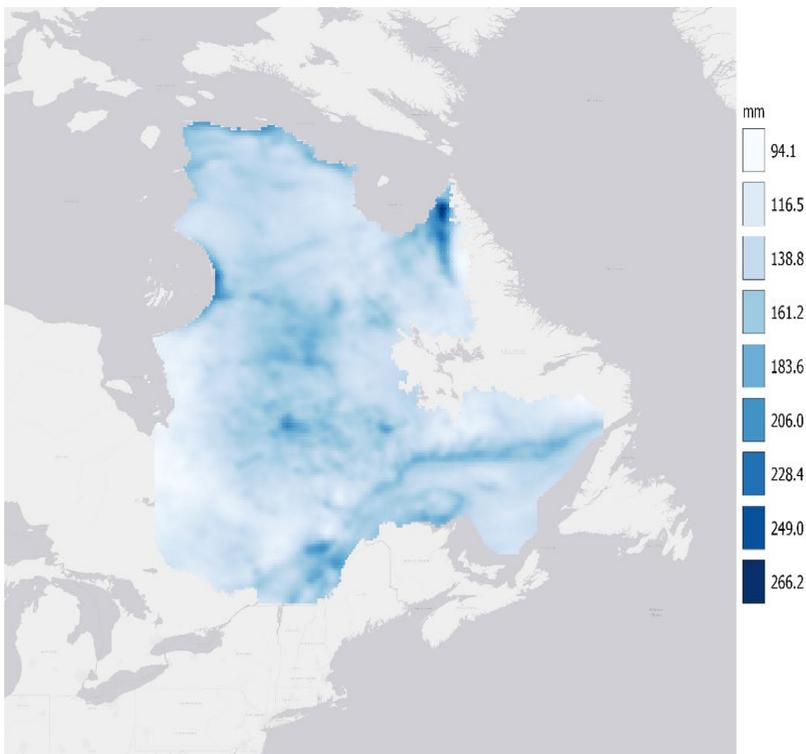


SSSP3-7.0

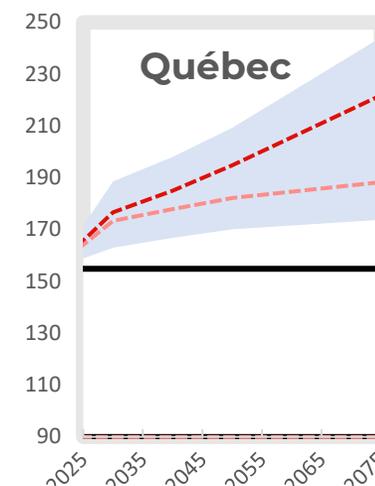
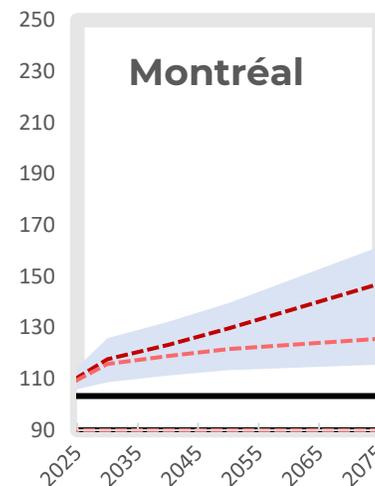
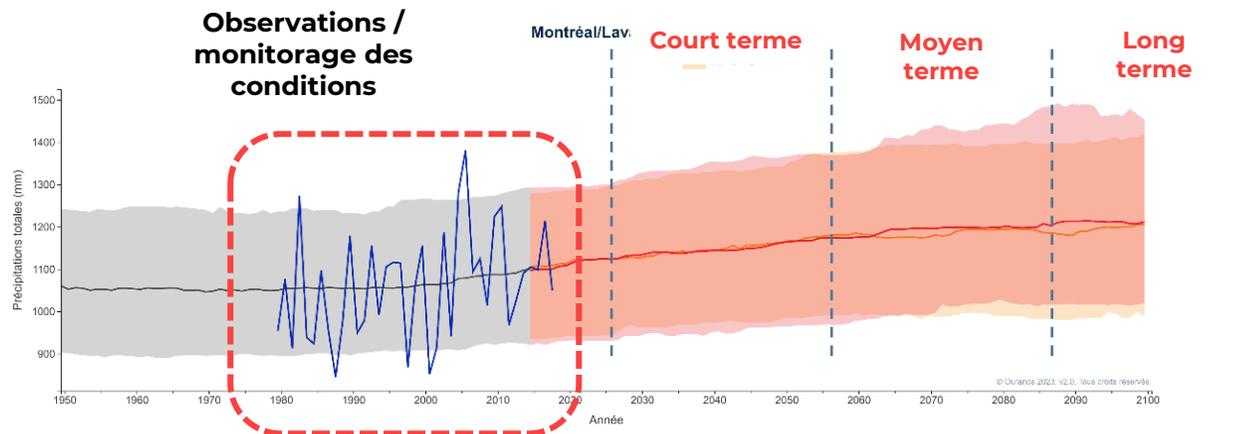


Partie 1 – Quel sera notre climat en 2050 (Québec)

Précipitations annuelles (pluie + neige)

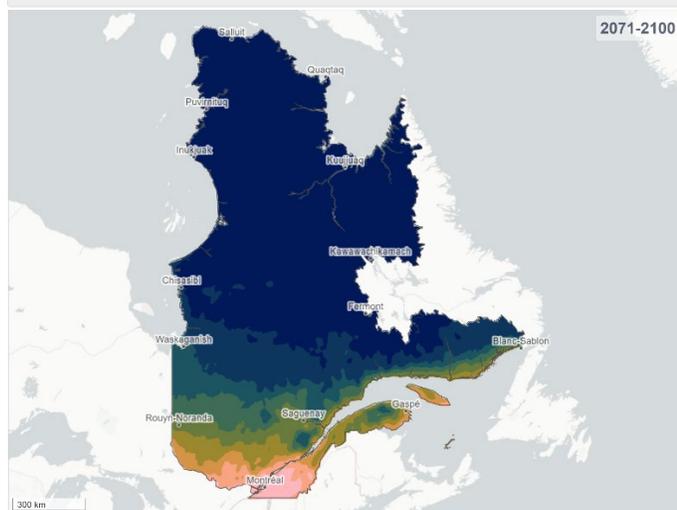
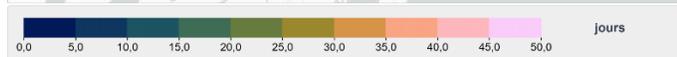
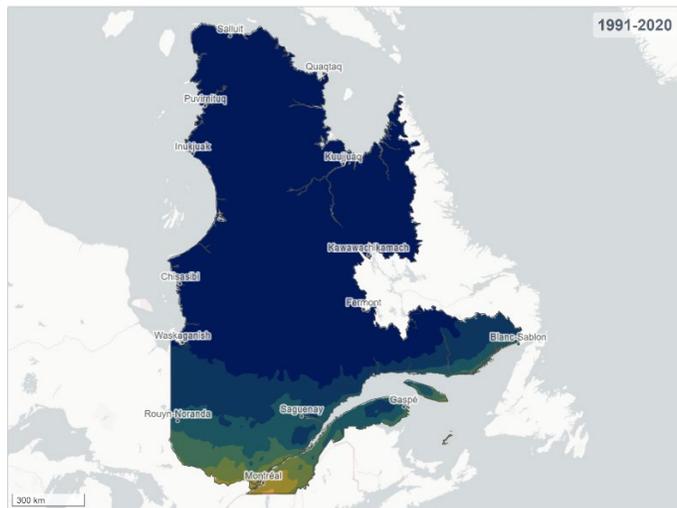


SSSP3-7.0



Partie 1 – Quel sera notre climat en 2050 (Québec)

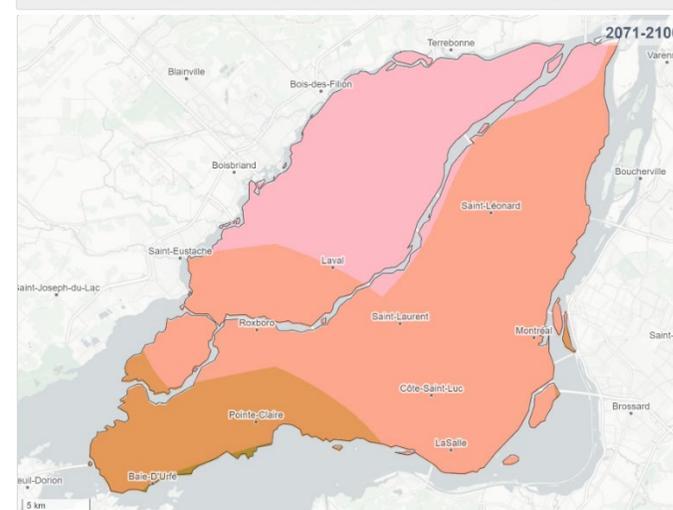
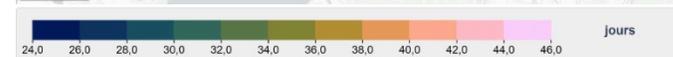
Cycles gel-dégel hivernaux



© Ouranos 2023, v2.0. Tous droits réservés.



24 h
Min < 0 °C
Max > 0 °C



© Ouranos 2023, v2.0. Tous droits réservés.

SSSP3-7.0

Partie 1 – Quel sera notre climat en 2050 (Québec)

Quel est votre profil?



Profil Woody

- Anxieux
- Ne sait pas où trouver les outils.
- Attends de voir les initiatives entamées par ses pairs.

Profil Buzz

- Excité par les nouveaux défis
- Approche visionnaire
- Participe aux nouvelles initiatives climatiques.

Leader climatique

Partie 2 – Impacts des changements climatiques sur les bâtiments

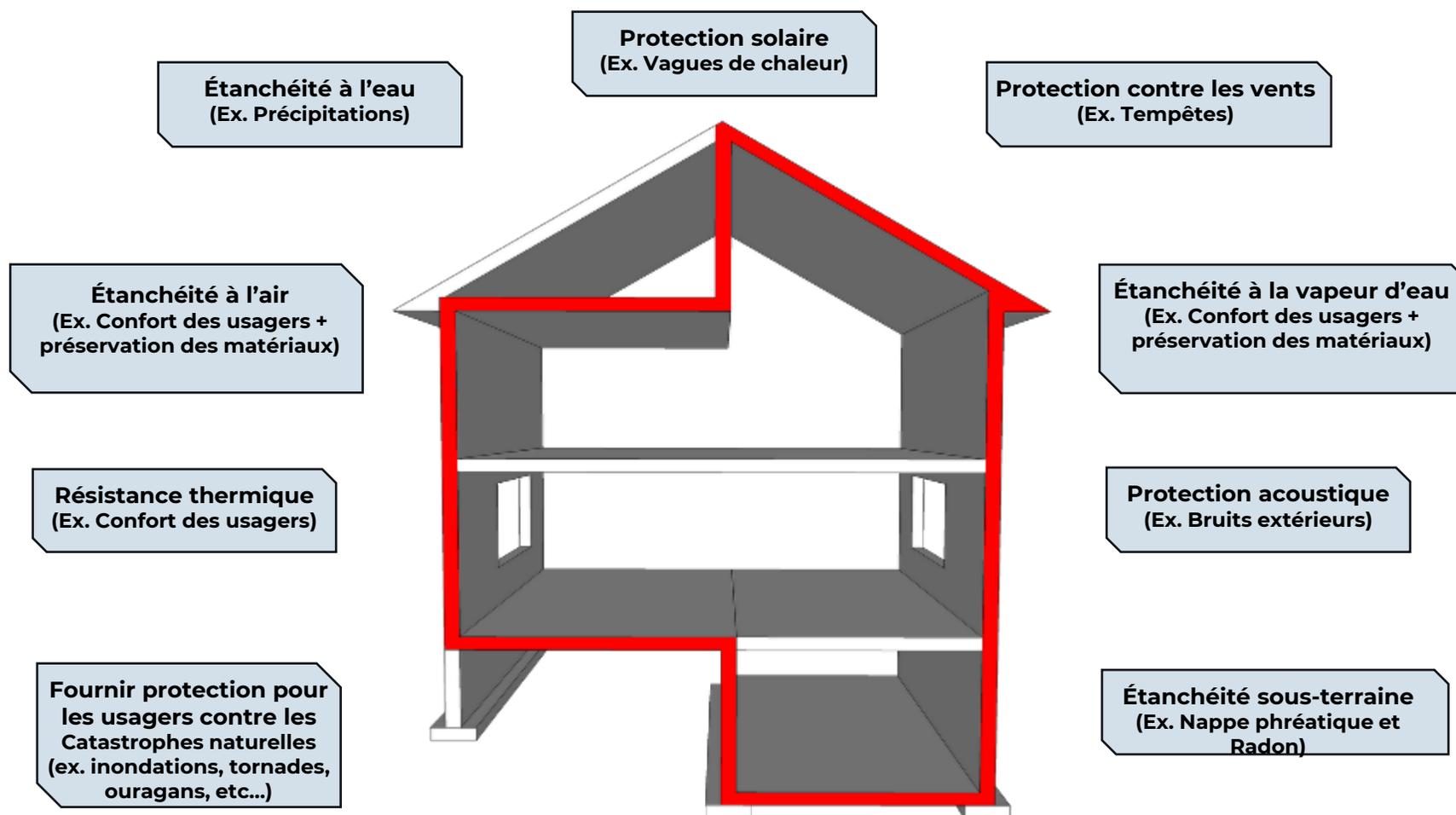
Pour commencer, plusieurs questions à se poser

- Quels seront les impacts futurs sur l'enveloppe du bâtiment?
- Comment adapter l'enveloppe de nos bâtiments au Québec?
- Est-ce que le patrimoine bâti est plus à risque que les nouveaux bâtiments?
- Quel type d'enveloppe est plus à risque?
- Comment réduire les impacts sur nos bâtiments au Québec?
- Quelles sont les initiatives que nous pourrions mettre de l'avant?



Partie 2 – Impacts des changements climatiques sur les bâtiments

Description des différents rôles de l'enveloppe du bâtiment



Partie 2 – Impacts des changements climatiques sur les bâtiments

Risques et impacts associés aux aléas climatiques



Augmentation des cycles de gel-dégel



Augmentation des températures extrêmes



Augmentation des charges de vents



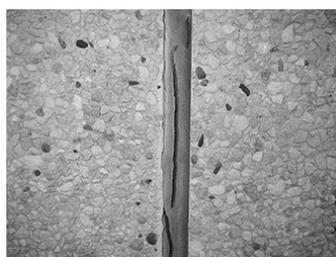
Augmentation du niveau des eaux



Augmentation des feux de forêt



Augmentation des dommages en lien avec le gel



Dégradation prématurée des composants



Augmentations des dommages liés aux charges de vents (p. ex. toitures)



Augmentation de la fréquence des inondations



Augmentation des épisodes de smog (p. ex. Montréal 2023)

Partie 2 – Impacts des changements climatiques sur les bâtiments

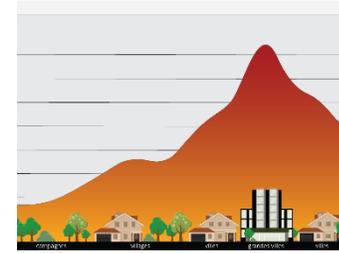
Risques et impacts associés aux aléas climatiques



Augmentation des précipitations et des tempêtes extrêmes



Augmentation des épisodes de verglas



Augmentation des îlots de chaleur



Risques accrus de tempêtes extrêmes



Augmentation des risques d'infiltrations d'eau et de dégradation



Augmentation de l'utilisation de sels de déglçage



Impact sur le confort des usagers



Augmentation de la fréquence des pannes d'électricité

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

La recette proposée – Le pâté chinois climatique !



ÉTAPE

1

Viser la simplicité architecturale.

ÉTAPE

2

Promouvoir la durabilité.

ÉTAPE

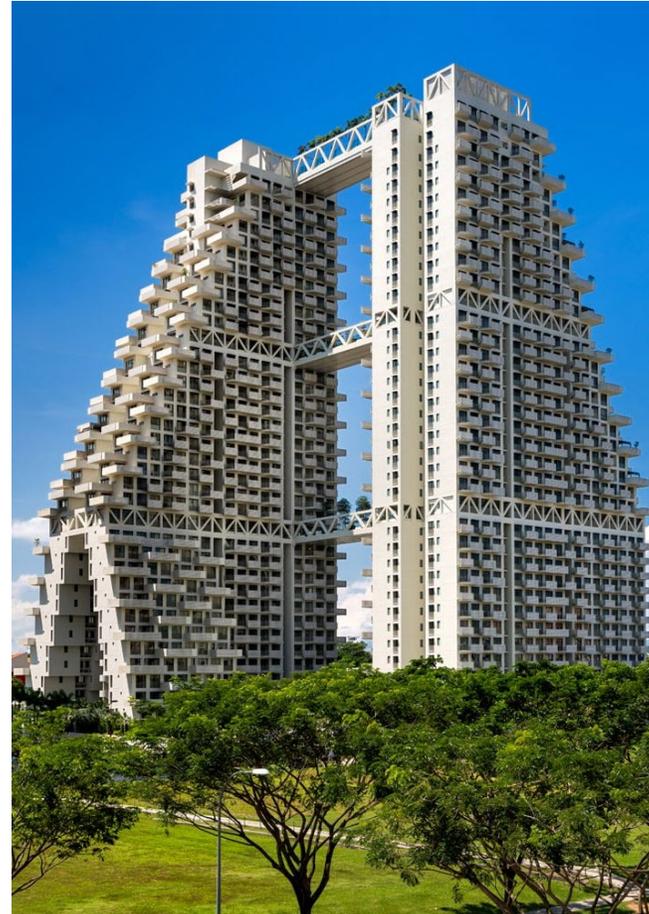
3

Évaluer la durée de vie de vos composants et de vos projets.

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Étape no 1 - Viser la simplicité architecturale!

- Comprendre les limites techniques du concept architectural
- Comprendre la réalité climatique du projet.
- Prendre en considération l'exécution en chantier et l'entretien futur
- Identifier les assemblages vulnérables.
- Évaluer les méthodes d'entretien et/ou de remplacement de certains composants.
- Favoriser la redondance pour augmenter la durabilité (ex. plan de drainage).
- Évaluer l'impact de l'eau et la neige sur les façades, toitures et fondation (ex. drainage vs ruissellement).



Bâtiment: Sky Habitat

Localisation: Singapore, Singapour

Source: Web



Bâtiment: Arbre blanc de Montpellier

Localisation: Montpellier, France

Source: Web

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Étape no 2 - Promouvoir la durabilité!

L'importance des matériaux:

- Utilisation de matériaux durables et nécessitant un entretien minimal.
- Souligner l'importance de l'entretien et de la préservation des composants - Limiter les travaux de démolition.
- Favoriser le recyclage et/ou la revitalisation des composants (ex. brique d'argile – Brique Recyc).
- Identifier les risques d'incompatibilité entre matériaux (p. ex. corrosion galvanique, réaction chimique nuisible).
- Identifier les risques d'incompatibilité entre matériaux (p. ex. corrosion galvanique, réaction chimique nuisible).



Limiter les travaux de démolition



Limiter les déchets de construction



Favoriser le recyclage des matériaux

Revenir aux concepts de base:

- Assurer la continuité des plans d'étanchéité (ex. eau, air et vapeur d'eau).
- Assurer la continuité de la barrière thermique (confort des usagers, risques de condensation...).
- Réduire au maximum les ponts thermiques.



Appareil de nettoyage – Brique Recyc

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Étape no 3 – Évaluer la durée de vie de vos composants et de vos projets

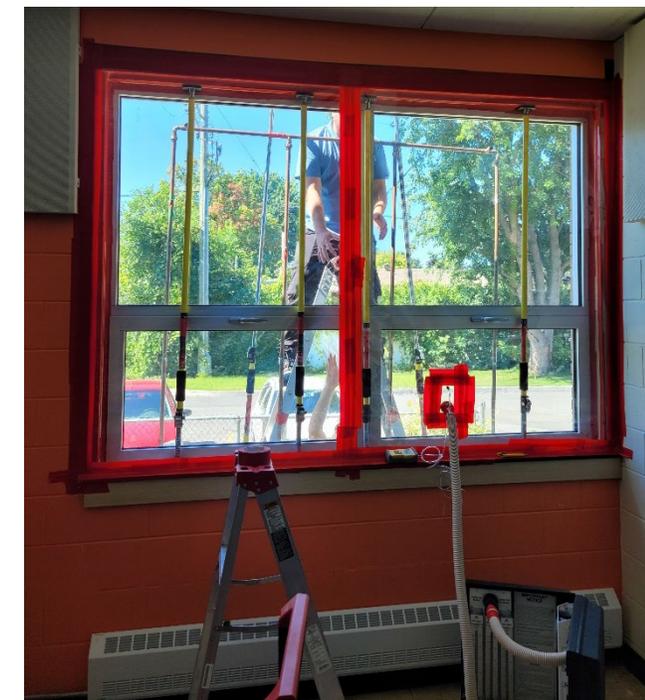
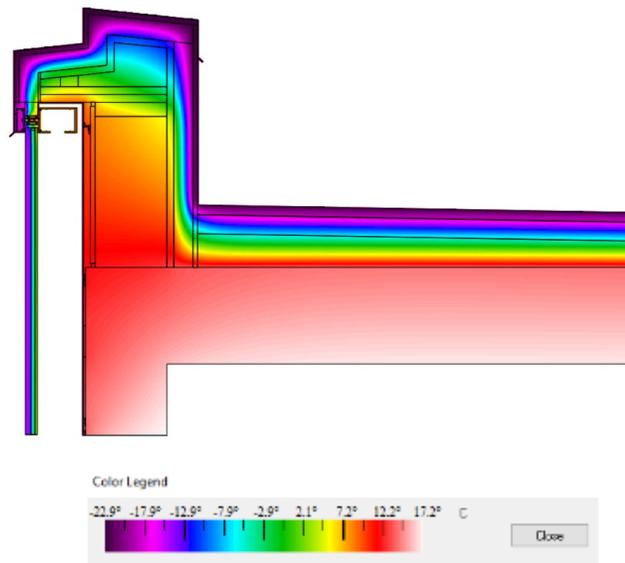
Matériaux / Systèmes	Durée de vie estimée	Fréquence de l'entretien	Description des travaux d'entretien (Quelques exemples...)
Parement de briques / blocs architecturaux	75 ans et +	20 à 25 ans	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des joints de mortier endommagés. Remplacement des joints de scellant endommagés. Remplacement des briques endommagées. Entretien des linteaux en acier.
Parement de maçonnerie massive (briques / pierres)	75 ans et +	15 à 20 ans	
Panneaux de béton préfabriqués	75 ans et +	15 à 20 ans	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des joints de scellant endommagés. Inspection et nettoyage des ouvertures de drainage. Réparation des fissures et éclats de béton.
Béton coulé exposé	75 ans et +	20 à 25 ans	<ul style="list-style-type: none"> Réparation des fissures et éclatements. Remplacement des sections d'armatures endommagées. Nettoyage des surfaces (ex. taches de corrosion).
Revêtement métallique	40 à 50 ans	20 à 25 ans	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des joints de scellant endommagés. Vérification des systèmes d'évacuation de l'eau (solins intramuraux).
Revêtement d'enduit acrylique	25 ans max.	10 ans	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des joints de scellant endommagés. Réparation des fissures et éclatements. Vérification des systèmes d'évacuation de l'eau (solins intramuraux).
Assemblages de mur-rideau	50 ans et +	25 à 30 ans	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des unités scellées endommagées (+/- 20-25 ans). Remplacement des dispositifs d'étanchéité internes lors des travaux de remplacement d'unités scellées.
Fenestration en aluminium	30 ans et +	15 à 20 ans	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement des joints de scellant et garnitures d'étanchéité. Ajustement de la quincaillerie (ex. portes et volets ouvrants).

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Quels sont les outils disponibles?

Mise à l'essai des systèmes d'enveloppe

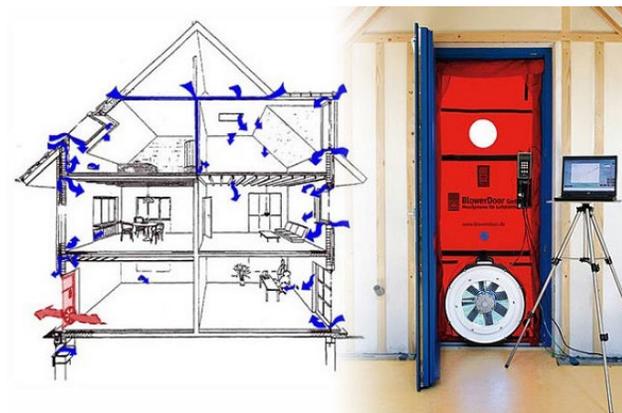
- Contrôle qualité des travaux.
- Thermographie d'enveloppe verticale
- Thermographie de toiture
- Essais in situ fenestration
- Infiltrométrie
- Analyse des risques de condensation (ex. THERM)
- Analyse hygrothermique – WUFI
- Études de vents
- Essais de traction sur membranes



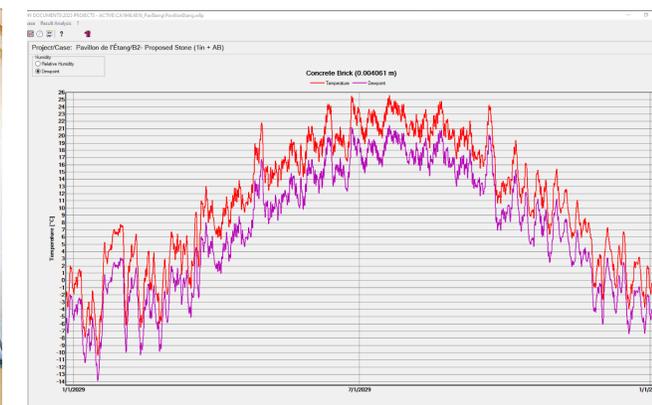
Essais in situ fenestration



L'importance du contrôle qualité !



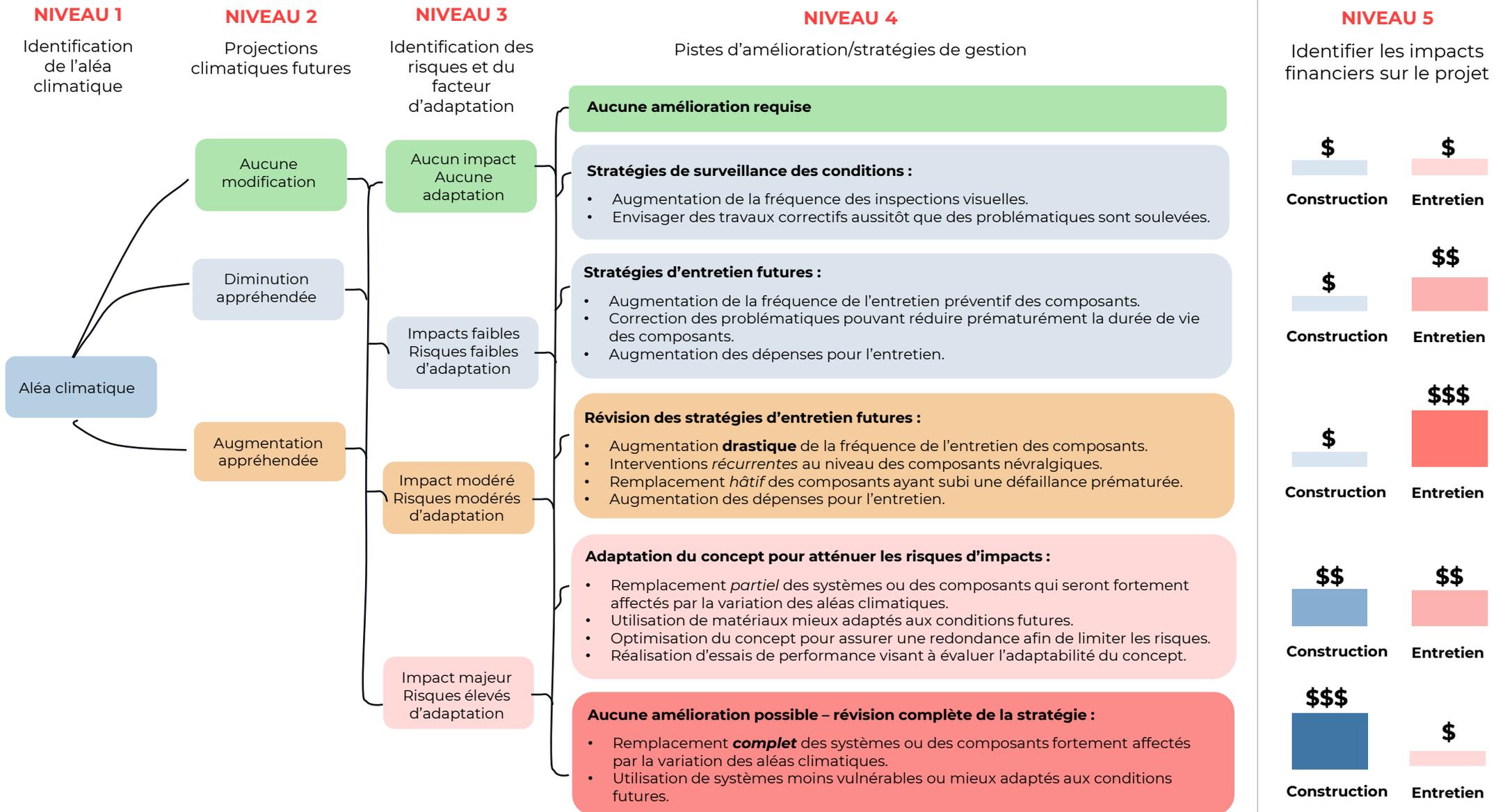
Infiltrométrie bâtiment



Analyse hygrothermique – WUFI

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Cheminement critique pour l'évaluation de la résilience et de la durabilité



Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Quelques pistes d'amélioration pour vos projets.

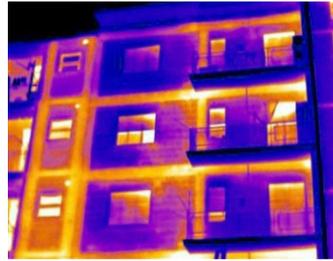
Quelques pistes d'amélioration



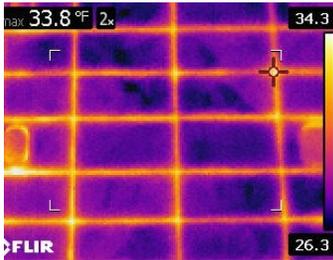
Réduction de la consommation d'énergie



Augmentation des températures extrêmes
+
Augmentation des vagues de chaleur intenses



Réduction des ponts thermiques (structure)



Réduction des ponts thermiques (assemblage de mur)

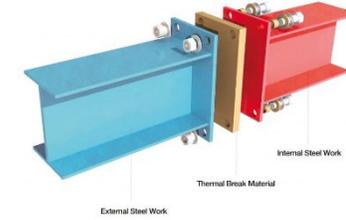


Utilisation de produits haute performance

Quelques produits ou stratégies potentiels pour amélioration



Rupteur thermique – structure béton



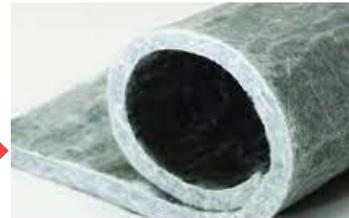
Rupteur thermique – structure d'acier



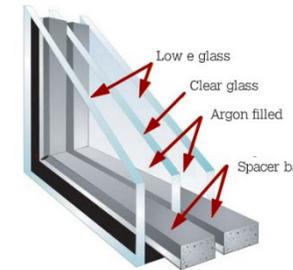
Attaches ponctuelles métalliques avec bris thermique



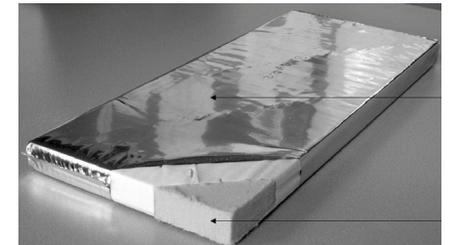
Attaches ponctuelles non métalliques



Matelas isolant à base d'Aerogel



Unité scellée triple



Panneau isolant sous vide

Partie 3 – Approche pour des bâtiments résilients et durables

Quelques pistes d'amélioration pour vos projets.

Quelques pistes d'amélioration



Augmentation des cycles de gel-dégel



Augmentation des épisodes de verglas



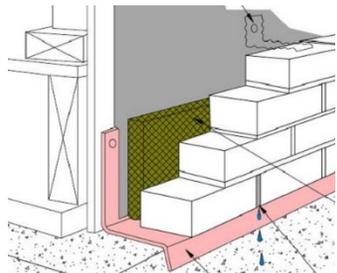
Augmentation des précipitations et des tempêtes extrêmes



Contrôle de l'eau de ruissellement sur les façades



Utilisation de matériaux résistants au gel



Dispositifs de drainage performants et durables

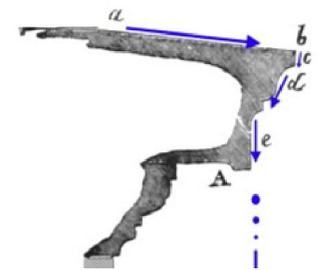
Quelques produits ou stratégies potentiels pour amélioration



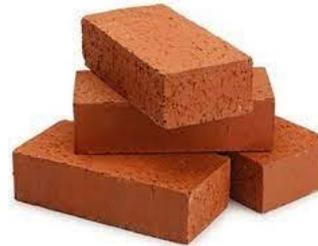
Enduits d'imperméabilisation perméables à la vapeur d'eau



Collecte efficace de l'eau de pluie



Contrôle du phénomène de tension superficielle



Utilisation de matériaux testés en laboratoire et adaptés au climat canadien (p. ex. Grade EG – CAN/CSA A82)



Favoriser un assèchement rapide des composants pour éviter d'accroître les risques associés au gel



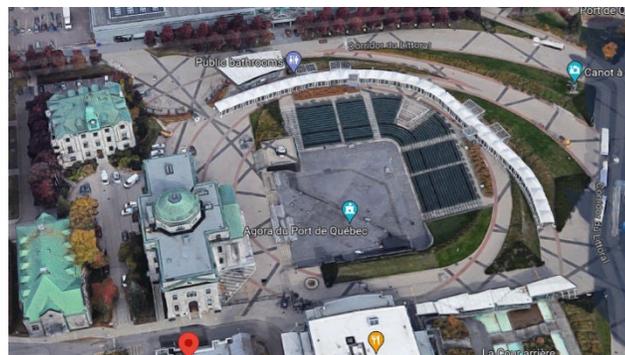
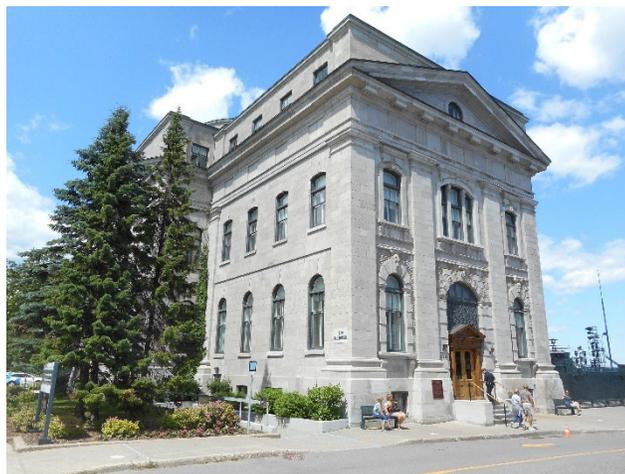
WeepVent – WireBond Chantepleures préfabriquées



Mortar Net – WireBond Filet à mortier

Partie 4 – Étude de cas n° 1 : édifice fédéral

Rue Dalhousie, Québec



1860 Construction initiale du bâtiment

- Début du chantier : 1856
- Fin du chantier : 1860

1864 Incendie majeur des espaces intérieurs

- Effondrement de la toiture et dommages importants aux espaces intérieurs

1866 Fin des travaux de restauration des espaces intérieurs

1984 Travaux majeurs de restauration de l'enveloppe du bâtiment

1984 Construction de l'Agora du Vieux-Port

- Aménagement pour l'événement soulignant le 450^e anniversaire de la venue de Jacques Cartier au Canada
- Auditorium de 5 000 places

Partie 4 – Étude de cas n° 1 : édifice fédéral

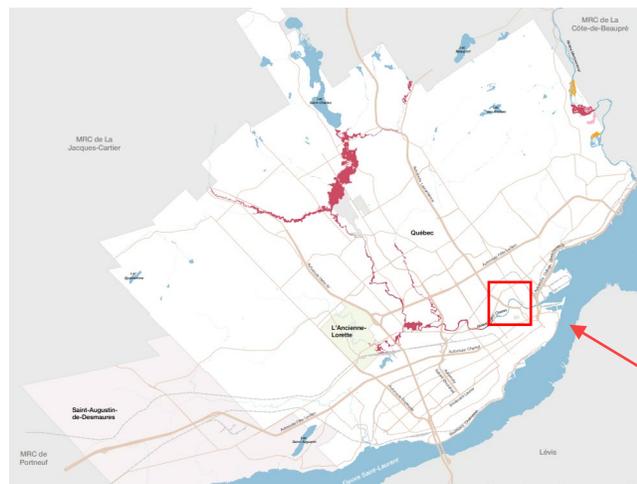
Rue Dalhousie, Québec



Source : Marc Vallières – Agence QMI.



Source : Marc Vallières – Agence QMI.



Source : Ville de Québec
https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/docs/zones_inondables/carte_zone_inondable.pdf

Carte 25

Zones inondables réglementées

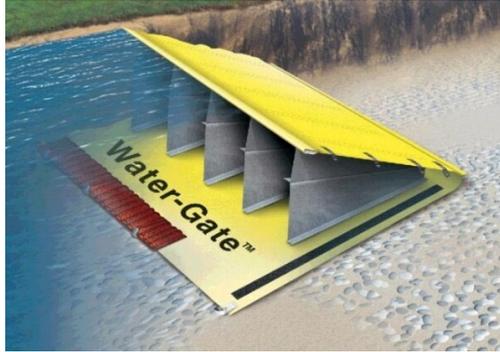
- Zone inondable de grand courant (récurrence 0-20 ans)
- Zone inondable de faible courant (récurrence 20-100 ans)
- Zone à effet de glace

130, rue Dalhousie

Partie 4 – Étude de cas n° 1 : édifice fédéral

Rue Dalhousie, Québec

Exemples de mesures temporaires



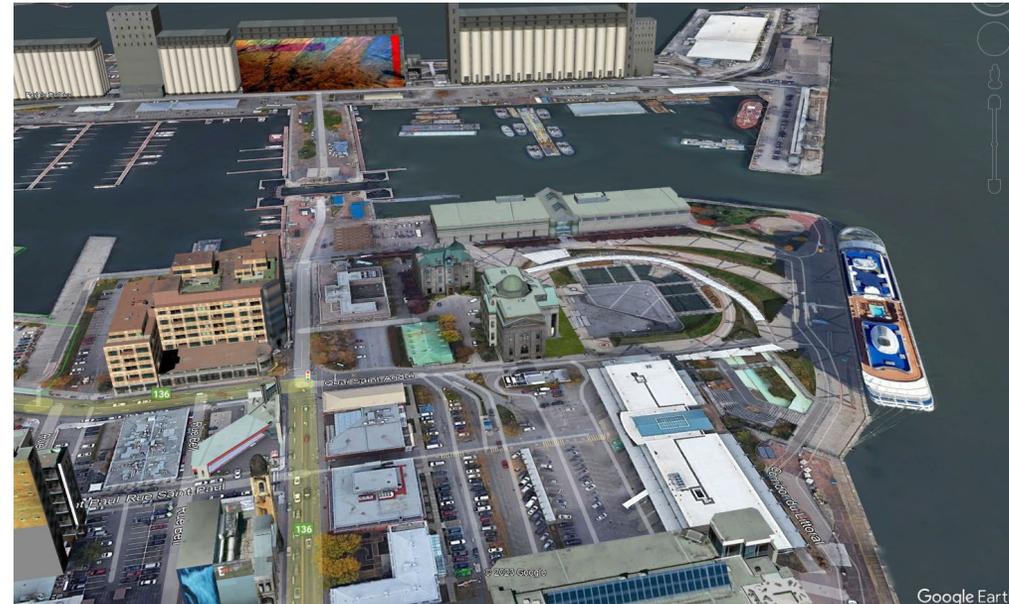
Pare-O

Flood Fence

Aquastop



Water-Gate



Partie 5 – Étude de cas n° 2 : Thunder Bay Art Gallery

Thunder Bay, Ontario

Informations générales

Construction :

Début : 2023

Livraison estimée : 2025

Concept architectural :

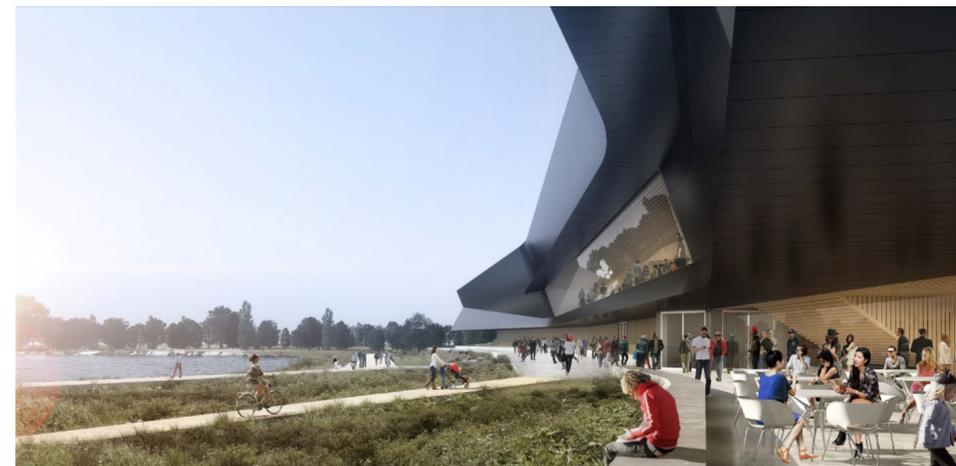
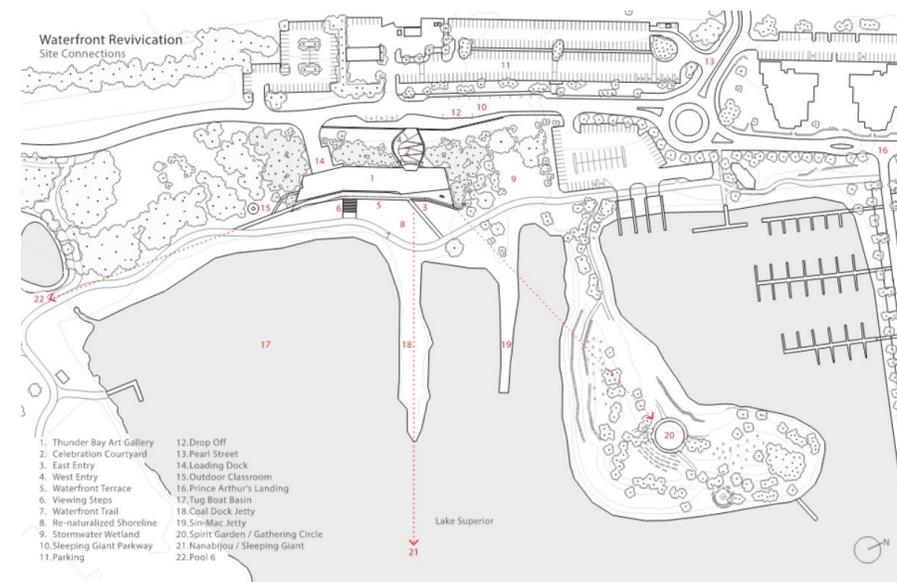
PATKAU Architects

Usage :

Œuvres d'art des Premières Nations

Localisation :

Sur la rive nord du lac Supérieur

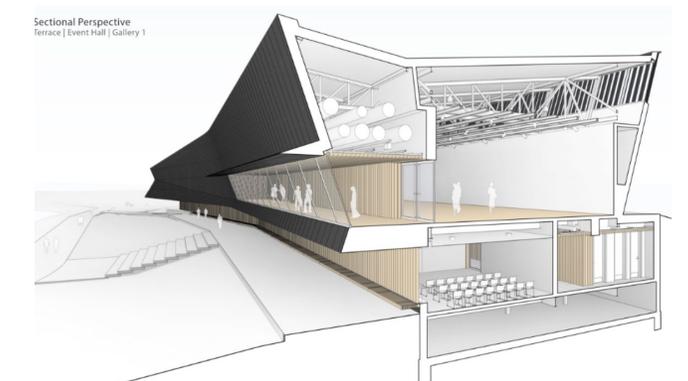
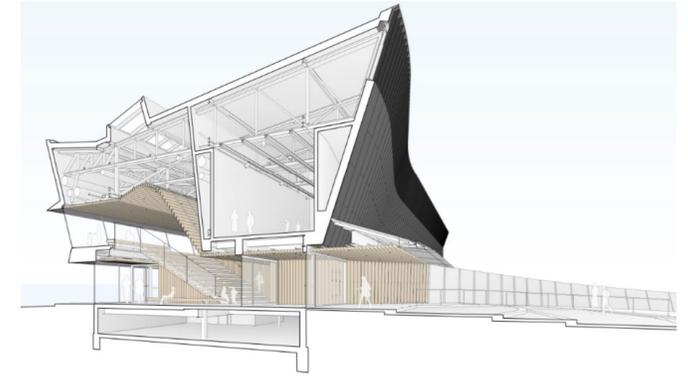


Partie 5 – Étude de cas n° 2 : Thunder Bay Art Gallery

Thunder Bay, Ontario

Comment ce bâtiment se démarque-t-il des autres?

- Construction sur terrain contaminé
 - Excavation **minimale** pour éviter de perturber les sols contaminés
 - Fondations du bâtiment sur pieux pour offrir un plancher surélevé de 400 mm
 - Zone inondable selon les futurs modèles climatiques
- Certification NET-ZERO
- Emphase **importante** sur la performance de l'enveloppe :
 - Faible ratio mur/fenêtre pour une meilleure consommation énergétique
 - Mur-rideau haute performance à triple vitrage
 - Volonté importante de réduction des ponts thermiques
 - Résistance thermique **effective** élevée (technique d'isolation mixte)
 - Toiture : +/- R50
 - Murs opaques : +/- R30
- Système de chauffage géothermique



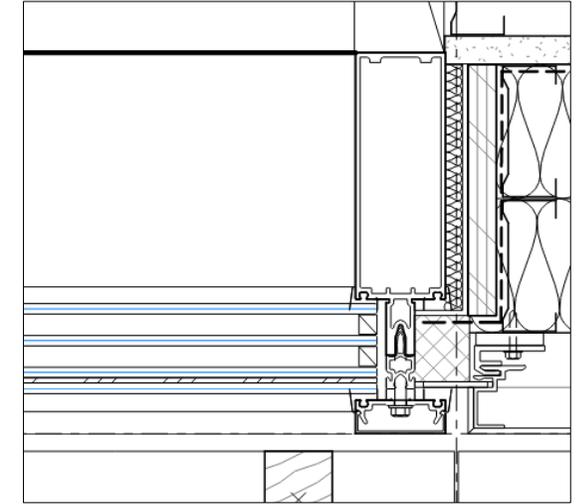
Partie 5 – Étude de cas n° 2 : Thunder Bay Art Gallery

Thunder Bay, Ontario

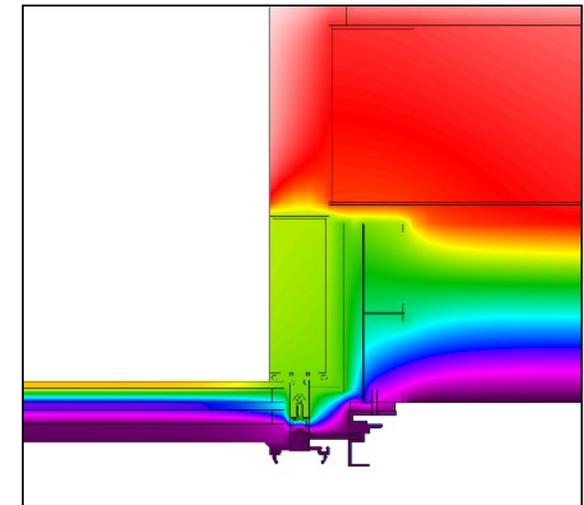
Implication du secteur Sciences du bâtiment de WSP

- Consultation technique spécialisée
- Accompagnement technique
- Analyse approfondie de la performance thermique de l'enveloppe
- Réduction de l'impact des ponts thermiques

THERMAL BRIDGE CALCULATIONS									
Linear Transmittances									
Assembly ID	Detail Section	Colour Flux	Construction Assembly	Detail Category	Detail Name	Source	Psi Ψ	Performance Category	Notes
							W/mK		
TB-01			Steel	Roof	Roof Drop	THERM	0.15	Efficient	-Architectural detail A6 /7.44 (modified) -Roof drop at gridline 15
TB-02			Steel	Roof	Skylight Glazing Transition & Corner	THERM	0.15	Efficient	-Architectural detail A1,2,3 /7.45 (modified) -Skylight jamb /head / sill detail
TB-07			Steel	Above Grade Wall	Parapet - Main Roof - Sloped Glazing (Option 5)	THERM	0.46	Poor	-Architectural detail A9 /7.42 (modified)



Exemple de détail de transition – Jambage de mur-rideau.



Exemple de détail de transition – Jambage de mur-rideau (modélisation thermique – THERM)

WSP peut vous aider à aller plus loin

Marc-Olivier Houde *Membre ACECP / CAHP Member*

Gestionnaire d'équipe régionale / Region and Team Leader

Directeur de projets / Project Director

Division Sciences du bâtiment / Building Sciences division

Bureau de Montréal / Montreal Office

T+ 1-438-843-7943

M+ 1-514-910-5754

Merci!



wsp.com