



Un outil pour évaluer les risques climatiques

Planifier.
Bâtir.
Entretenir.

Un outil pour évaluer les risques climatiques et stimuler l'adaptation des bâtiments publics aux changements climatiques

PRÉSENTATION AUX MEMBRES DU RÉSEAU ÉNERGIE-BÂTIMENT

14 septembre 2022

Catherine Dubois Ph.D. M.Arch.
Conseillère en développement durable

Institut national
de santé publique

Québec 



Société québécoise
des infrastructures

Québec 

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Le Projet VACCIIn
2. Des défis à surmonter
3. Un outil pour évaluer les risques climatiques de nos bâtiments
4. Conclusion

1. Le Projet VACCIn

[Vulnérabilité des bAtiments aux Changements CIlmatiques]

*Société québécoise
des infrastructures*

Québec 

MISSION DE LA SQI

1. Soutenir les organismes publics dans la gestion de leurs projets d'infrastructure publique
2. Développer, maintenir et gérer un parc immobilier qui répond aux besoins de ces organismes



UN PROJET INNOVANT ET FÉDÉRATEUR (2019-2021)



Gestion
immobilière
& de projets

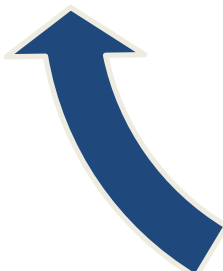
*Société québécoise
des infrastructures*
Québec



*Institut national
de santé publique*
Québec



Santé &
changements
climatiques



Modèles climatiques

LES OBJECTIFS DU PROJET

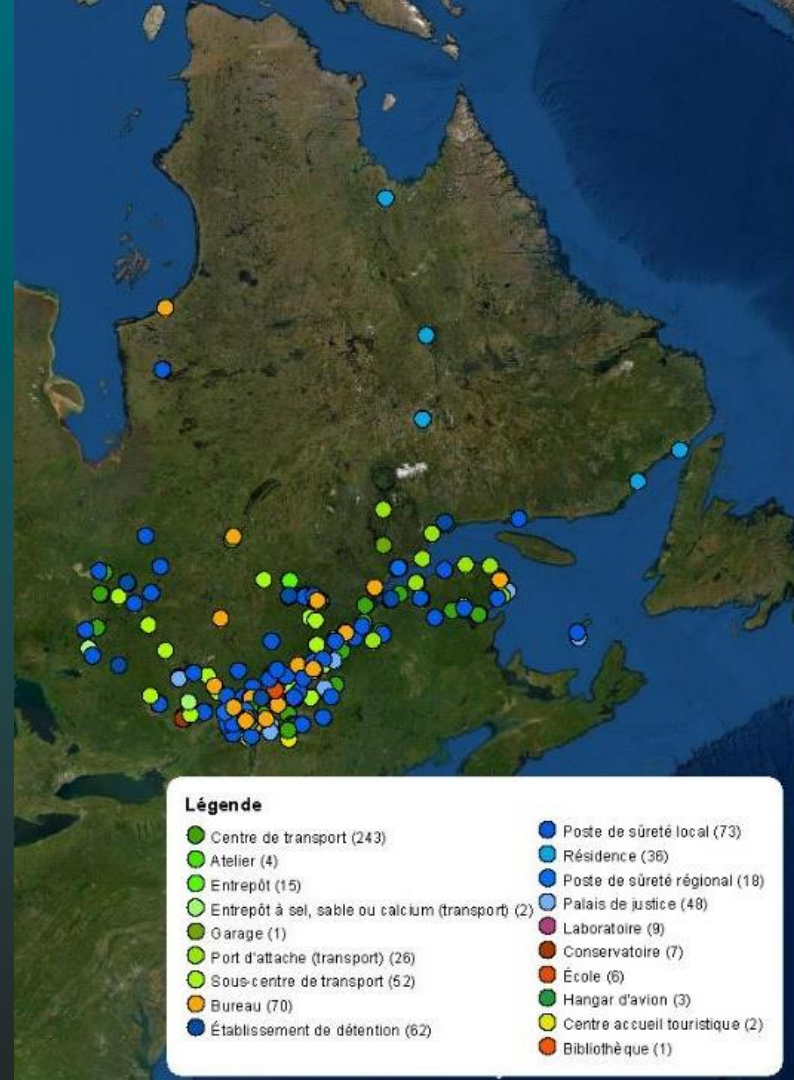
- Développer une méthode d'évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques des immeubles et de leurs occupants
- Obtenir un portrait général de nos immeubles
- Étendre l'expertise de nos professionnels à la réalité des changements climatiques
- Partager et diffuser la méthode

2. Des défis à surmonter

LE PARC IMMOBILIER DE LA SQI

- Environ 350 immeubles
- Construits à différentes époques
- Aux vocations diverses
- Répartis sur l'ensemble du territoire de la province

Une évaluation suffisamment exhaustive
tout en demeurant opérationnelle



LE PARC IMMOBILIER EN IMAGES



Postes de la SQ



Palais de justice



Laboratoires



Centres de transport



Bureaux



Conservatoires



Centre d'archives

QUELS SONT LES PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES QUI MENACENT NOTRE PARC IMMOBILIER?

1. Revue des dommages provoqués par à des événements météorologiques extrêmes (1996-2018)

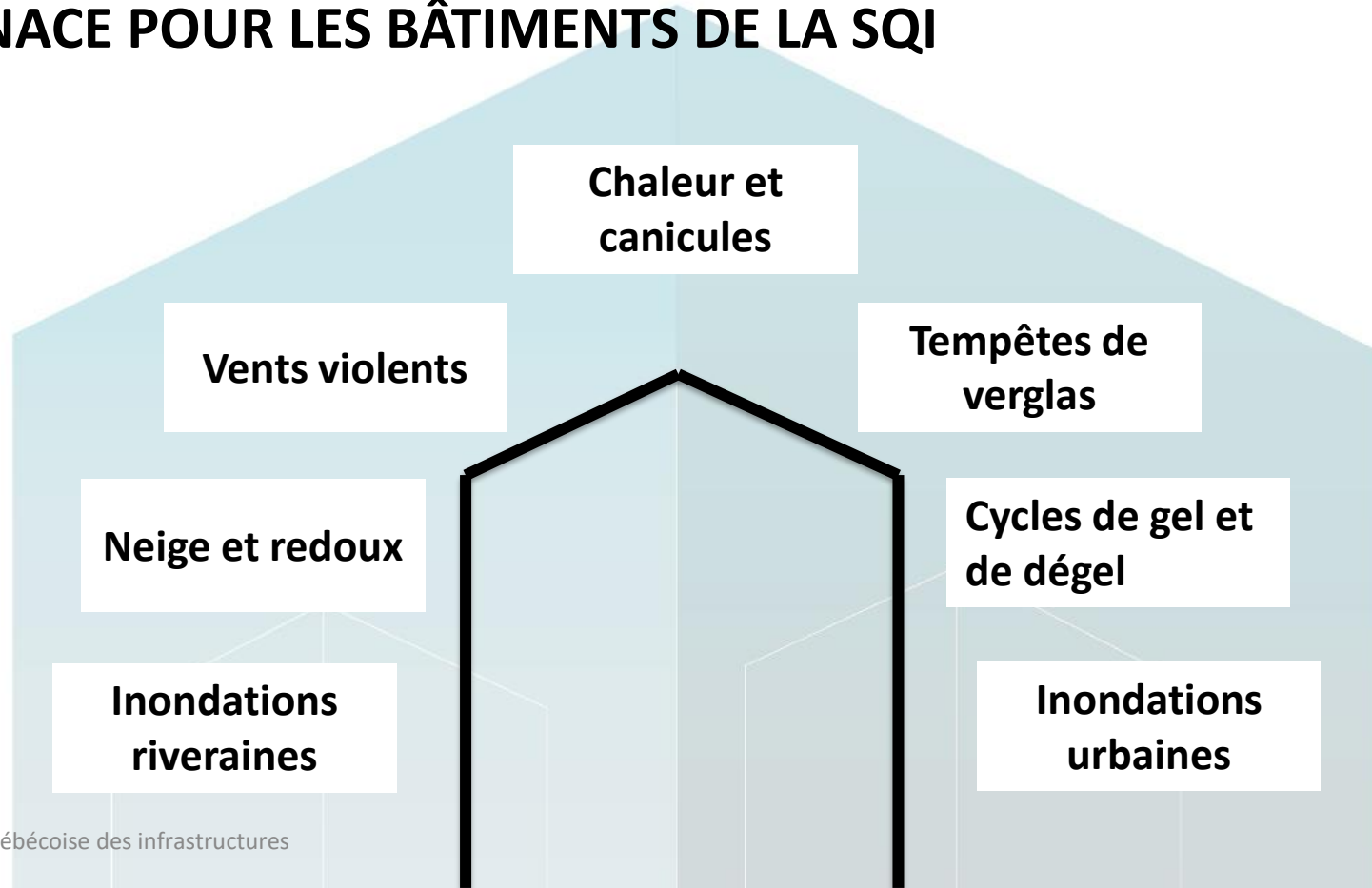
1996 à 2007	2008 à 2018
<ul style="list-style-type: none">• 4 événements en 12 ans	<ul style="list-style-type: none">• 10 événement en 11 ans

2. Enquête auprès de nos 12 directions immobilières

Profil des répondants

- 84 % > 10 ans expérience professionnelle
- 40 % > 10 ans à l'emploi de la SQI

PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES REPRÉSENTANT UNE MENACE POUR LES BÂTIMENTS DE LA SQI





© Transports Québec (2018)

Vents violents – Gatineau (2018)

- Pertes et dommages matériels majeurs
- Pannes de courant, arrêt des opérations
- Sécurité des occupants compromise



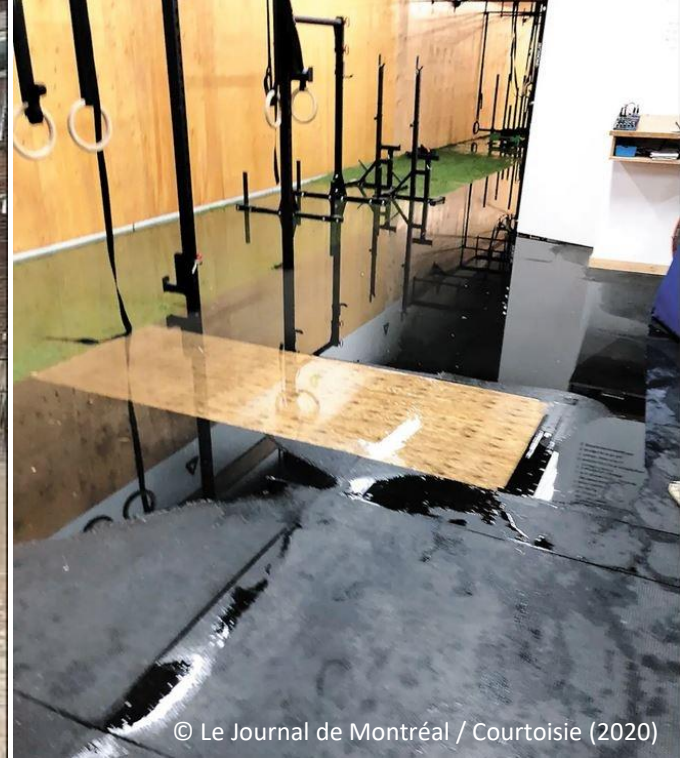


© ICI Radio-Canada / Pierre-Alexandre Bolduc (2019)

Inondations riveraines - Sainte-Marie de Beauce (2019)

- Pertes et dommages matériels majeurs
- Pannes, ralentissement ou arrêt des opérations
- Santé et sécurité des occupants compromises





© Le Journal de Montréal / Courtoisie (2020)

Inondations urbaines – Montréal (2020)

- Dommages matériels modérés à majeurs
- Pannes, dysfonctionnements
- Santé des occupants compromise





© Radio-Canada (2019)



© La Presse canadienne / Graham Hughes (2018)

Chaleur et Canicules - Montréal (2018) : 11 jours > 30°C

- Inconfort
- Dysfonctionnements des systèmes VCA
- Vieillesse prématuré de certains matériaux





Cycles de gel et de dégel - Tout le Québec

- Vieillesse prématuré : brique, pierre, béton, mortier
- Dommages matériels mineurs à modérés
- Blessures mineures à modérées





© Journal de Montréal / Courtoisie (2015)

Neige et redoux – Tout le Québec

- Perte et dommages matériels majeurs (effondrement)
- Blessures mineures pouvant aller jusqu'au décès





Québec – Tempête de verglas (2018)

- Ralentissement ou arrêt des opérations
- Dommages matériels légers à modérés
- Confort et sécurité des occupants compromis



PRINCIPAUX RISQUES POUR LES BÂTIMENTS ET LEURS OCCUPANTS

BÂTIMENTS

- Pertes ou dommages matériels
- Vieillesse prématurée
- Ralentissement des opérations
- Pannes de courant
- Dysfonctionnements

OCCUPANTS

- Inconfort léger à modéré
- Blessures mineures à sérieuses
- Intoxications
- Impacts psychologiques
- Décès

RECENSION DE MÉTHODES ET D'OUTILS D'ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES


Méthodes		Origine	Échelle	Acteurs	Résultats
Guides	GIZ, EURAC, 2017. Guide complémentaire sur la vulnérabilité : le concept de risque.	Euro.	Reg.	OP/C	<ul style="list-style-type: none"> • Indices de risque • Diagrammes • Rapport
	Urban Land Institute, 2015. A Guide for Assessing Climate Change Risk.	É.U.	Muni.	OP/C	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts des dommages par scénario et par type d'actifs (\$) • Calcul risque annuel (\$) • Calcul risque total (\$)
	Ingénieurs Canada, 2011. Protocole d'ingénierie pour l'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures et l'adaptation au changement climatique.	Can.	Infra. Bât.	P/G	<ul style="list-style-type: none"> • Matrice de risques • Rapport écrit : évaluation, références, recommandations.
	Ouranos, 2010. Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques.	Can.	Muni.	OP/C	<ul style="list-style-type: none"> • Matrice de risques • Rapport
Outils	Insurance Council of Australia, 2017. Building Resilience Rating Tool.	Aus.	Bât.	P/G	<ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs • Rapport de risques
	Moudrak, N., Feltmate, B., 2019. Weathering the Storm: Developing a Canadian Standard for Flood-Resilient Existing Communities.	Can.	Muni.	OP/C	<ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs de risque • Cartes
Référentiels	Institute for Sustainable Infrastructure, 2018. Envision - Sustainable Infrastructure Framework - Version 3	É.U.	Infra.	Conc.	<ul style="list-style-type: none"> • Niveaux de risque (commenté)
	U.S. Green Building Council, 2016. Guide de référence LEED v4 NC.	É.U.	Bât.	Conc.	<ul style="list-style-type: none"> • Tableaux remplis et commentés.

3. Un outil pour évaluer les risques climatiques de bâtiments

UN OUTIL BASÉ SUR UN TABLEUR NUMÉRIQUE

- Simple
- Accessible
- Permet le calcul de différents indices pour :
 - Évaluer plusieurs bâtiments sur les mêmes critères
 - Consigner les résultats dans nos B.D.
 - Faciliter la communication des résultats
 - Évoluer dans le temps

Fiche bâtiment




Photographie de la façade principale

Critères utilisés pour sélectionner les bâtiments à évaluer en priorité


Dangers climatiques évalués

Dangers climatiques	Présence
1. Vents violents ou tornades	x
2. Inondations riveraines	
3. Inondations urbaines	x
4. Chaleur et canicules	x
5. Cycles de gel et de dégel	x
6. Tempêtes de neige	x
7. Tempêtes de verglas	x

L'évaluation des risques climatiques (onglets 1 à 7) se limite aux dangers d'origine climatique auxquels le bâtiment est exposé. Le cas échéant, inscrire une croix vis-à-vis les dangers concernés.



Site à l'échelle de la région



Site à l'échelle de la parcelle

UNE ÉVALUATION EN TROIS TEMPS

1. Collecte de données



2. Évaluation des risques



3. Analyse des résultats



3.1 COLLECTE DES DONNÉES – Onglet InfoBâtiment

À l'échelle de la région

À l'échelle de la parcelle

Caractéristiques du site à l'échelle de la région	
Dans quel type de milieu bâti l'édifice est-il érigé?	Centre urbain
Dans le cas d'un village ou d'une zone de villégiature, dans quel type d'environnement naturel se situe-t-il?	Sans objet
Est-il situé dans une plaine inondable?	Non
Au besoin commenter :	L'édifice est situé à plus de 2 km d'un important cours d'eau et ne figure pas dans le registre des fiches inondables. Le lac de rétention d'eau à usage de la carrière ne figure pas dans ce registre.
Est-il protégé par un ouvrage de protection contre les inondations ?	Non
Type d'égout sanitaire et pluvial municipal	Séparatif : 2 réseaux distincts
Topographie. Le bâtiment est érigé :	Dans une pente
Est-il situé dans un îlot de chaleur urbain?	Oui, ICU étendu au quartier
Indice d'accessibilité piétonne (100)	43
Indice d'accessibilité cyclable (100)	66
Indice d'accessibilité par le transport en commun (100)	64
Secteur desservi par un service d'autopartage?	Oui
Si oui, à quelle distance du bâtiment se situent les stationnements réservés aux véhicules en autopartage?	> 800 m
Secteur desservi par un service de vélos en libre-service?	Oui
Si oui, à quelle distance du bâtiment se situent les stationnements réservés aux vélos en libre-service?	> 800 m
Caractéristiques du site à l'échelle de la parcelle	
Pente du terrain par rapport à la rue	Pente négative : écoulement des eaux vers l'immeuble
Type de sol	Sols bruns
Superficie du terrain (m ²)	20 138,1
Emprise au sol de l'immeuble (m ²)	3 535,9
Emprise au sol des stationnements, des voies de circulation et de toute autre surface imperméable (m ²)	7 169,9
Ratio surfaces imperméables du terrain (%) (immeuble, stationnements, etc.)	53%
Ratio de surfaces perméables (espaces verts et sols non asphaltés) du terrain (%)	47%
Emprise au sol des espaces verts (m ²)	9 134,1
Ratio d'espaces verts du terrain (%)	45%
Nombre de stationnements pour véhicules (extérieur)	85
Nombre de places réservées aux véhicules en autopartage	0
Nombre de places réservées aux covoitureurs	0
Coût d'un permis de stationnement journalier	15 \$
Nombre de stationnements pour vélos	0
Présence de voies cyclables dans le(s) stationnement(s)?	Non
Présence de trottoirs ou de chaussées marquées pour les piétons dans le(s) stationnement(s)?	Oui

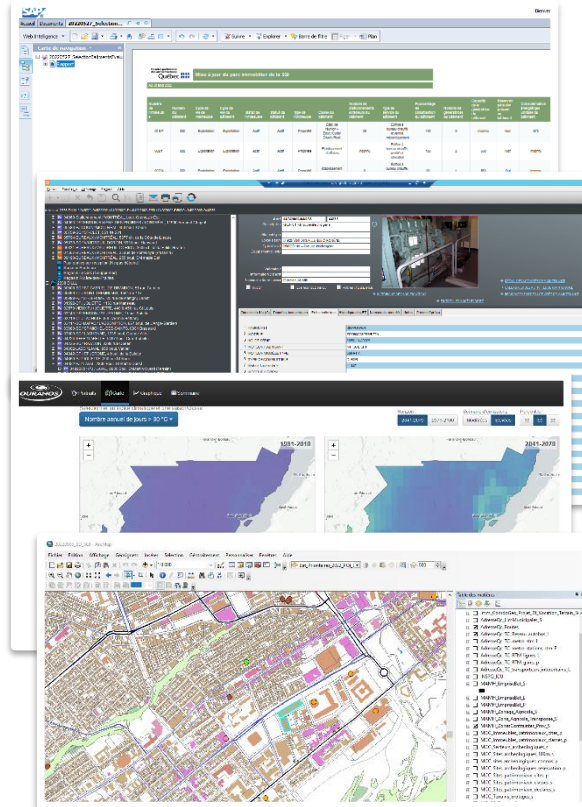
Caractéristiques générales du bâtiment	
Vocation principale de l'immeuble	Palais de justice
Vocation principale du bâtiment	Palais de justice
Rôle pour la santé ou la sécurité publique?	Oui
Classe du bâtiment	Étab. de réunion — Éduc./Culte/Divert./Réunion, etc. (A)
Indice d'état du bâtiment	E
Valeur patrimoniale	Aucune connue à ce jour
Nombre d'employés réguliers	
	103
Nombre de patients ou de résidents (le cas échéant)	
	6
Nombre maximum de visiteurs (le cas échéant)	
	90
Nombre total d'occupants	
	199
Nombre de plaintes relatives à la chaleur	
	29
Mois de l'année où ont été enregistrées les plaintes relatives à la chaleur	Tous les mois à l'exception de février. La majorité des plaintes sont toutefois regroupées aux mois d'avril, juin, juillet, août et septembre
Année de construction	1991
Emprise au sol du bâtiment (m ²)	3538,93
Superficie bâtie totale du bâtiment (m ²)	25921,58
Nombre de niveaux hors sol	5
Nombre de niveaux sous-sol	3
Quels sont les types de vocation principale du bâtiment?	Élevés
A — Infrastructure	
Fondations	
Type de fondation	Dalle sous-sol
Construction de sous-sol	
Matériau des murs de fondation	Béton coulé
Nombre de portes sous le niveau du sol	15
Nombre de fenêtres sous le niveau du sol	11
Nombre de rampes d'accès sous le niveau du sol	1
B — Superstructure et enveloppe	
Superstructure	
Système structural principal	Mixte acier-béton
Type de toiture	Toiture-terrasse
Type de stationnement	Stationnement souterrain
Nombre de places de stationnement (intérieur)	219
Hauteur (H) plancher/plafond d'un étage (m) — Type A	3,1
Le type A compte des ouvertures sur combien de façades?	2 façades ou plus
Profondeur maximale (Pmax) théorique pour éclairer et	15,5

À l'échelle du bâtiment

Onglet InfoBâtiment – intégrateur de données

Données internes

- Caractéristiques générales des bâtiments
- Équipements
- Plans, coupes et élévations
- Études approfondies
- Plans de mesures d'urgence



Données externes

- Indices climatiques
- Couches de données géolocalisées : ICU, zones à risque.
- Sites web : indices d'accessibilité, présence de barrages, type de sol, etc.

3.2 ÉVALUATION DES RISQUES

L'outil permet d'évaluer les risques provoqués par :

- Vents violents
- Inondations riveraines
- Inondations urbaines
- Canicules
- Cycles de gel et dégel
- Neige et redoux
- Tempêtes de verglas

En collaboration avec les responsables de l'exploitation du bâtiment

A

B

C

2.5 Évaluation des risques liés aux cycles de gel et de dégel

Les cycles de gel et de dégel provoquent le vieillissement prématuré des éléments maçonnés, pores d'un immeuble. Les fondations, les murs du sous-sol, les parements de pierre, de brique ou de béton ainsi que les aménagements extérieurs y sont vulnérables, en particulier lorsqu'ils sont mouillés au moment du gel. La formation de digues de glace à la périphérie des toits est également favorisée par les cycles de gel et de dégel. Ces dernières peuvent endommager les bâtiments en raison des infiltrations d'eau. L'accumulation de glace sur les aires de circulation (escaliers, rampes, trottoirs, etc.) est également associée aux cycles de gel et de dégel. Lorsque ces surfaces ne sont pas entretenues adéquatement, elles peuvent entraîner des chutes et blesser des individus.

A. Évaluation du danger

Avec le réchauffement climatique, le nombre de cycles de gel et de dégel annuel est voué à diminuer dans le futur, mais il ne disparaîtra pas. L'indice climatique utilisé pour évaluer ce danger est le nombre d'événements de gel et de dégel annuel. La valeur de l'indice de danger (tableau gris) est déterminée en fonction du nombre d'événements de gel et de dégel annuel à l'horizon 2041-2070 (RCP 8.5 - médiane) de la région où est situé le bâtiment (tableau orange).

Ville et région où est situé le bâtiment	Événements de gel et de dégel annuel	
	1981-2010	2041-2070
Laval, Laval	71,0	57,6

Événements de gel et de dégel annuel (2041-2070) - (RCP 8.5)	Valeur indice de danger
< 54,5	0
≥ 54,5 et < 61,1	0,25
≥ 61,1 et < 66,0	0,5
≥ 66,0 et < 69,1	0,75
≥ 69,1	1

Détermination de l'indice de danger **0,5**

B. Évaluation de l'exposition

2.5.1 Le bâtiment est-il situé dans un lieu où il est susceptible de subir des dommages causés par les cycles de gel et de dégel? **0,5**

Non (0) Oui (0,5)

Calcul de l'indice d'exposition **0,5**

C. Évaluation de la vulnérabilité

Caractéristiques générales

2.5.2 Le bâtiment a-t-il déjà subi des dommages matériels ou le vieillissement prématuré de certaines composantes en raison des cycles de gel et de dégel? **1**

Non (0) Oui (1)

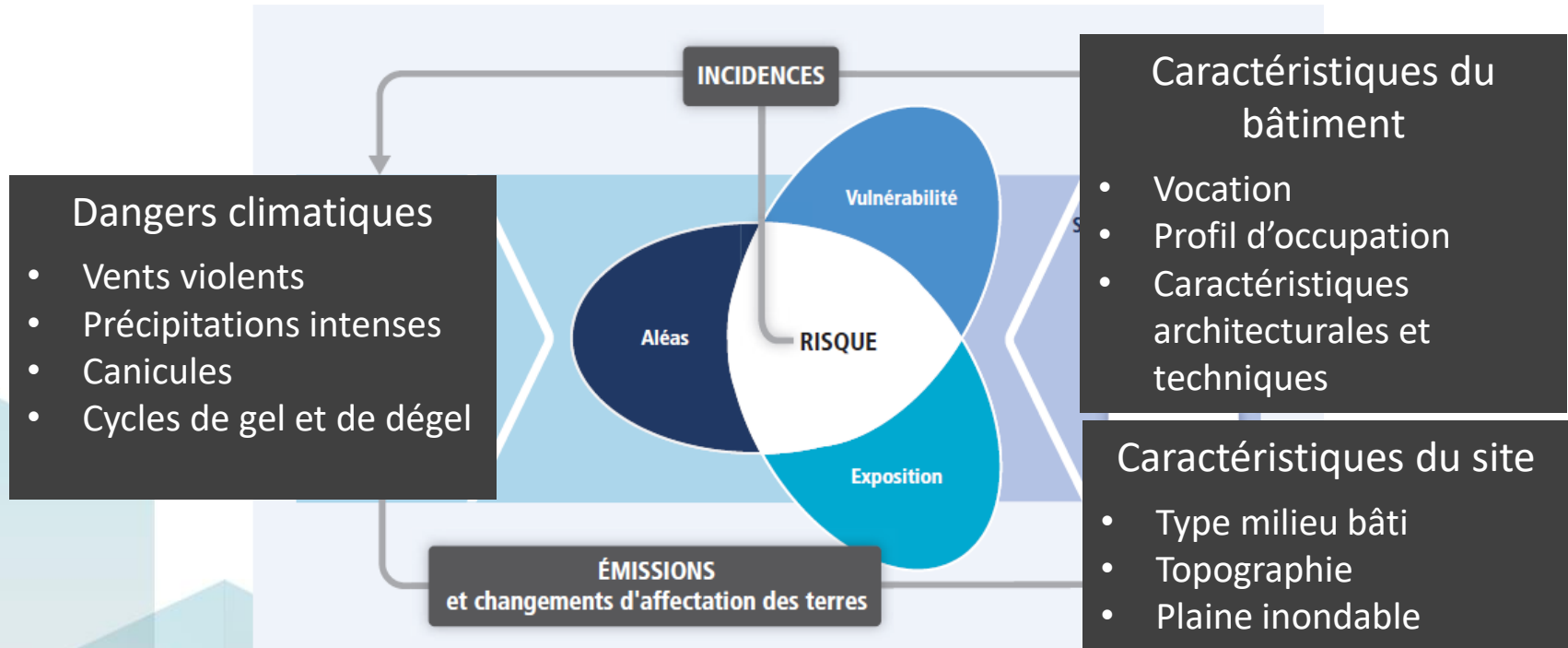
2.5.3 Si oui, caractériser l'ampleur des impacts sur le bâtiment **0,8**

Aucun (0) Légers (0,25) Modérés (0,5)
Importants (0,75) Très importants (1) Sans objet (s.o.)

2.5.4 Une quelte nature ont été ces impacts (dommages matériels, vieillissement prématuré, panes, ralentissement ou arrêt des opérations ou situation rendant les occupants inconfortables, blessés ou malades)?

Lors d'événements de gel et de dégel, les conduites des gicleurs tendent à éclater, ce qui génère des fuites. Le stationnement intérieur n'étant pas chauffé et malgré une mise sous vide lors de l'hiver, les périodes de redoux sont pratiquement toujours suivies de bris du réseau. Aussi, une étude de l'enveloppe relève d'importants bris de la maçonnerie en façade qui devrait être pratiquement entièrement restaurée.

3.2 ÉVALUATION DES RISQUES




Source : GIEC, 2014. *Changements climatiques 2014: incidences, adaptation et vulnérabilité.*

L'EXEMPLE D'UN PALAIS DE JUSTICE

1. Insérer les photographies
2. Déterminer les dangers climatiques qui seront évalués
 - Consulter des couches de données géolocalisées (zones inondables et ICU)
3. Remplir toutes les informations demandées dans l'onglet InfoBâtiment

Fiche bâtiment




Photographie de la façade principale

Critères utilisés pour sélectionner les bâtiments à évaluer en priorité


Dangers climatiques évalués

Dangers climatiques	Évalué
1. Vents violents ou tornades	x
2. Inondations riveraines	x
3. Inondations urbaines	x
4. Chaleur et canicules	x
5. Cycles de gel et de dégel	x
6. Tempêtes de neige	x
7. Tempêtes de verglas	x

L'évaluation des risques climatiques (onglets 1 à 7) se limite aux dangers d'origine climatique auxquels le bâtiment est exposé. Le cas échéant, inscrire une croix vis-à-vis les dangers concernés.



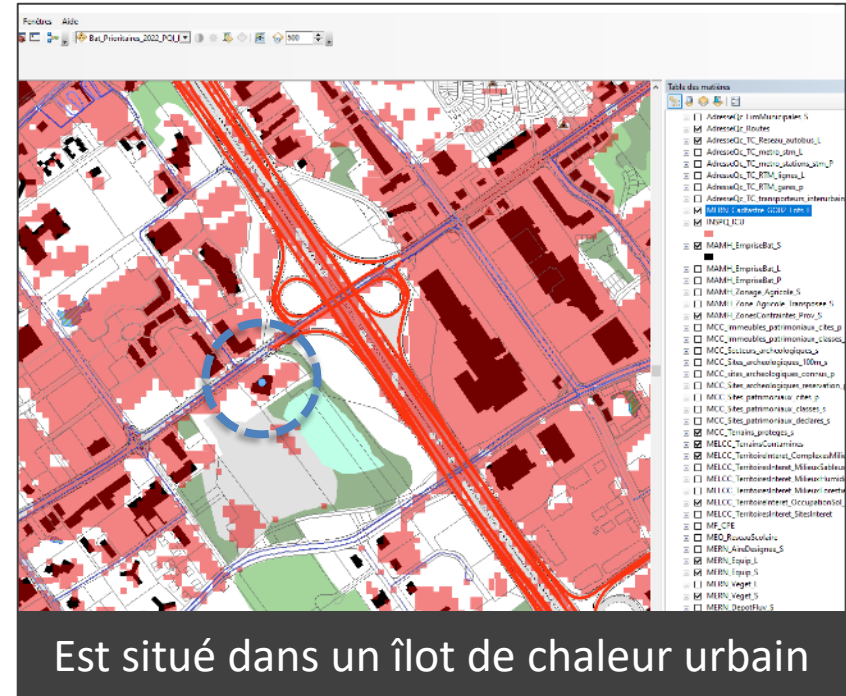
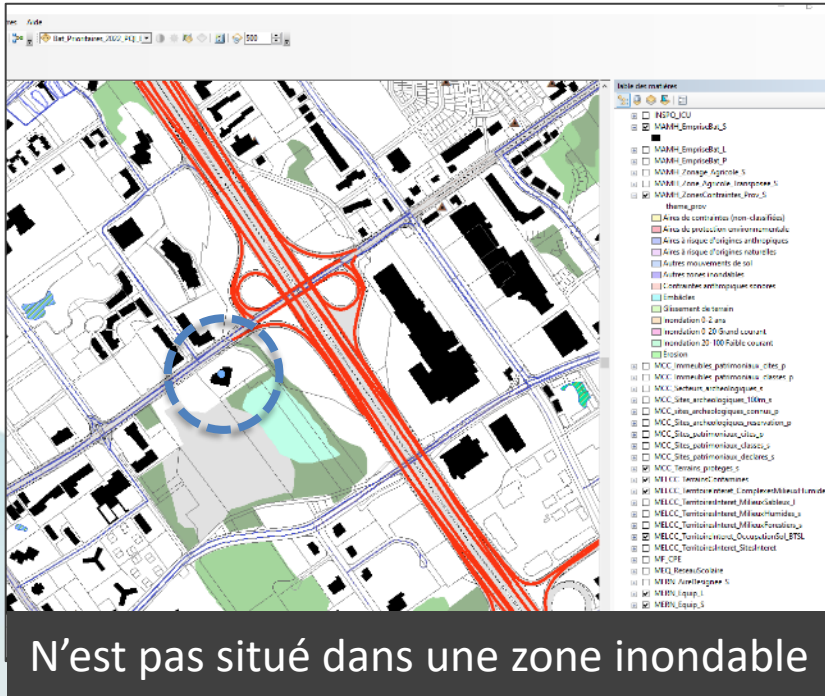
Site à l'échelle de la région



Site à l'échelle de la parcelle

© Société québécoise des infrastructures 2022

LA CONTRIBUTION DES SIG À L'ÉVALUATION



Onglet 1. Portrait GES

1. Évaluation des émissions de GES potentielles à l'échelle du site
 - Indices de mobilité durable
2. Évaluation des émissions de GES à l'échelle du bâtiment
 - Source(s) d'énergie
 - Intensité de consommation d'énergie totale (MJ/m²/an)

1. Contribution du bâtiment et de son site à la lutte aux changements climatiques

Les changements climatiques sont attribuables aux émissions de gaz à effet de serre (GES) qui découlent des différentes activités humaines et qui ont pour effet d'altérer la composition de l'atmosphère mondiale. Il faut donc rapidement réduire ces émissions pour limiter les risques de bris, de pannes, de pertes de service, d'inconfort ou de blessures chez les usagers et les immeubles de la SQI. Deux secteurs peuvent être mis à profit : les transports et les bâtiments. Dans le premier cas, la localisation, l'aménagement du site, les équipements et les services offerts influencent le besoin de recourir ou non à un véhicule individuel pour rejoindre un immeuble. Ces éléments sont évalués dans la partie A. Dans le deuxième cas, les sources d'énergie utilisées par le bâtiment, à savoir si elles sont d'origine fossile ou non, ainsi que la quantité d'énergie consommée annuellement dictent les émissions de GES du bâtiment. Ces dernières sont évaluées dans la partie B. Les parties A et B servent à calculer « l'indice de contribution aux changements climatiques » qui est présenté dans l'onglet 3-Résultats.

A. Évaluation des émissions de GES à l'échelle du site — Indices de mobilité durable

Indice d'accessibilité piétonne (/100)		43
Indice d'accessibilité cyclable (/100)		66
Indice d'accessibilité par le transport en commun (/100)		64
Indice d'accessibilité par les modes partagés		0,25
Indice de convivialité de l'environnement cycliste		0,38
Indice d'écoresponsabilité du stationnement		0,39
1.1 Indice d'accessibilité piétonne		0,75
Paradis du marcheur : ≥90 (0)	Très propice à la marche : ≥70 et <90 (0,25)	
Plus ou moins propice : ≥50 et <70 (0,5)	Dépendance à la voiture : ≥25 et <50 (0,75)	
Très grande dépendance à la voiture : <25 (1)		
1.2 Indice d'accessibilité cyclable		0,5
Paradis du cycliste : ≥90 (0)	Très propice au vélo : ≥70 et <90 (0,25)	
Propice au vélo : ≥50 et <70 (0,5)	Plus ou moins propice au vélo : <50 (1)	
1.3 Indice d'accessibilité au transport en commun (TC)		0,5
Paradis de l'usager TC : ≥90 (0)	Excellent TC : ≥70 et <90 (0,25)	
Bon TC : (0,5)	TC limité : ≥25 et <50 (0,75)	
TC minimal : <25 (1)		
1.4 Indice d'accessibilité par les modes partagés		0
Accessible : ≤0,25 (0)	Peu accessible : >0,25 et ≤0,5 (0,25)	
Inaccessible ou non desservi : 0,5 (0,5)		
1.5 Indice de convivialité de l'environnement cycliste		0,25
Convivial : ≤0,25 (0)	Peu convivial : >0,25 et ≤0,5 (0,25)	
Hostile : 0,5 (0,5)		
1.6 Indice d'écoresponsabilité du stationnement		0,25
Bon : ≤0,25 (0)	Passable : >0,25 et ≤0,5 (0,25)	Mauvais : 0,5 (0,5)
Indice d'émissions de GES du site		0,4

B. Évaluation des émissions de GES à l'échelle du bâtiment

Quelle(s) source(s) d'énergie alimente(nt) le bâtiment?	Électricité et gaz naturel	
Intensité de consommation d'énergie totale (MJ/m ² /an)	Moyen	
Émissions de GES annuelles (T CO ₂ eq/an)	169	
1.7 Quelles sources d'énergie alimentent le bâtiment?	0,5	
100% électricité, mix électricité et géothermie, mix électricité et granulés de bois (0,25)		
Électricité et gaz naturel (0,5)	Mix électricité et mazout (0,75)	
100% gaz naturel, 100% mazout ou 100% diesel (1)		
1.8 Quelle est l'intensité de consommation d'énergie totale du bâtiment (MJ/m²/an)?	0,5	
Bon (0)	Moyen (0,5)	
	À éviter (1)	
1.9 Quelles sont les émissions de GES annuelles du bâtiment (TCO₂ eq/an)?	s.o.	
Aucun (0)	1 à 9 (0,25)	
	10 à 59 (0,5)	
	plus de 60 (1)	
Indice d'émissions de GES du bâtiment		0,5

Onglet 2. Vulnérabilité générale

Caractéristiques générales du bâtiment pouvant augmenter l'indice de risque

- Nombre d'occupants
- Rôle pour le maintien de la santé ou de la sécurité publique
- Valeur patrimoniale
- État général

2. Évaluation générale de la vulnérabilité

La vulnérabilité générale réfère aux caractéristiques du bâtiment qui ont pour effet d'aggraver les conséquences d'un phénomène climatique sur lui ou sur ses usagers (dommages matériels, pannes, ralentissement ou arrêt des opérations, inconfort, blessures, etc.) étant donné son profil d'occupation, son rôle stratégique, sa valeur patrimoniale ou son état général. À titre d'exemple si un bâtiment abritant un grand nombre de personnes est incapable de les maintenir en sécurité lors d'épisodes de vents violents il en expose plusieurs à des risques de blessures. Un édifice soumis aux mêmes conditions de vents, mais de plus faible contenance beaucoup moins. De même, un bâtiment jouant un rôle clé pour la sécurité publique et qui se verrait dans l'impossibilité d'accomplir sa mission en raison d'une inondation pourrait priver plus largement la population de services essentiels.

2. Évaluation générale de la vulnérabilité

Classe du bâtiment	Étab. de réunion — Éduc./Culte/Divert./Réunion, etc. (A)		
Rôle pour la santé ou la sécurité publique?	Oui		
Valeur patrimoniale	Aucune connue à ce jour		
Indice d'état du bâtiment	E		
Nombre total d'occupants	199		
2.1 À quelle classe appartient le bâtiment?			1
Bâtiment non assujéti (s.o.)	F2 ou F3 (0,25)	D ou E (0,5)	
C (0,75)	A, B ou F1 (1)		
2.2 En moyenne, combien le bâtiment reçoit-il d'usagers par jour?			1
Aucun (0)	1 à 9 (0,25)	10 à 59 (0,5)	
60 et plus (1)			
2.3 L'immeuble joue-t-il un rôle dans le maintien de la santé ou de la sécurité publique?			1
Non (0)		Oui (1)	
2.4 Le bâtiment est-il reconnu pour sa valeur patrimoniale?			0
Non (0)		Oui (1)	
2.5 Quel est l'indice d'état du bâtiment?			1
A (0)	B (0,25)	C (0,5)	
D ou E (1)			
Calcul de l'indice de vulnérabilité générale			0,833

2.1 à 2.7 Évaluation des risques par danger climatique

- L'évaluation repose sur un nombre variable de questions à choix de réponse
- Les réponses sont traduites sur une échelle de 0 à 1
- Les indices de danger, d'exposition, de vulnérabilité et de risque sont calculés automatiquement.

2.3 Évaluation des risques liés aux inondations urbaines

Pratiquement tout immeuble situé en milieu urbain est susceptible de subir des dommages causés par des pluies diluviennes ou soutenues pendant plusieurs jours. Ces dernières peuvent provoquer des refoulements d'égout, des infiltrations d'eau dans le sous-sol ou des inondations par ruissellement. À l'instar des inondations riveraines, les inondations urbaines affectent la majorité des éléments d'un bâtiment : l'infrastructure, la superstructure et l'enveloppe, l'aménagement intérieur et extérieur, les services ainsi que l'équipement et l'ameublement. Les réseaux de drainage sanitaire et pluvial sont toutefois particulièrement importants. Les dommages matériels peuvent être causés par l'eau, sous une forme scellée, par le développement de moisissures ou par la présence de contaminants. Des pannes et des dysfonctionnements peuvent aussi survenir lorsque des éléments des systèmes du bâtiment (chauffage, ventilation, éclairage, électricité, communications, etc.) se retrouvent dans les niveaux inondés. Ces conditions compromettent bien entendu la santé et la sécurité des occupants et peuvent provoquer le ralentissement ou l'arrêt des opérations.

A. Évaluation du danger

Les inondations urbaines sont la plupart du temps causées par des pluies diluviennes. La précipitation maximale durant 1 jour (mm) est l'indice climatique utilisé pour évaluer le danger d'inondations urbaines. Cet indice est approximatif, car la précipitation maximale observée sur une période de 2 heures (mm) serait plus précise, mais elle n'est pas disponible. Dans ce contexte d'informations imparfaites, la valeur de l'indice de danger (tableau gris) est déterminée en fonction de la précipitation maximale durant 1 jour (mm) à l'horizon 2041-2070 (RCP 8.5 - médiane) de la région où est situé le bâtiment (tableau orange).

Ville et région où est situé le bâtiment	Précipitation maximale durant 1 jour (mm)	
	1981-2005	2041-2070
Inscrite		

Précipitation maximale durant 1 jour (mm) - (2041-2070) - (RCP 8.5 - médiane)	Valeur indice de danger
< 44,62	0
≥ 44,62 et < 59,88	0,25
≥ 59,88 et < 68,02	0,5
≥ 68,02 et < 71,87	0,75
≥ 71,87	1

Détermination de l'indice de danger

B. Évaluation de l'exposition

Dans quel type de milieu bâti votre immeuble est-il situé?

Topographie. Le bâtiment est érigé :

Type d'égout sanitaire et pluvial municipal

Centre urbain

Sur un terrain plat

Unitaire : 1 seul réseau

2.3.1 Dans quel type d'environnement bâti le bâtiment s'insère-t-il?

Village ou zone de villégiature (0,25)

Petite ville ou banlieue (0,5)

Centre urbain (1)

2.3.2 Topographie : le bâtiment est érigé :

Sommet d'une pente (0)

Dans une pente (0,25)

Terrain plat (0,5)

Au bas d'une pente (1)

2.3.3 Le réseau d'égout sanitaire et pluvial municipal du secteur où se situe l'immeuble est de type :

Aucun réseau (0)

Séparatif (0,25)

Unitaire (1)

Calcul de l'indice d'exposition **S.O.**

Introduction : synthèse des risques potentiels

Les canicules affectent les immeubles dans leur ensemble. Les caractéristiques de la superstructure et de l'enveloppe, les aménagements intérieurs, les systèmes de ventilation et de climatisation ainsi que celles du site déterminent la capacité de l'immeuble de maintenir ou non les occupants à l'intérieur de conditions confortables malgré des températures extérieures élevées. Plusieurs de ces caractéristiques influencent également la formation d'îlots de chaleur urbains. Ces derniers exacerbent les effets négatifs des canicules sur les personnes les plus vulnérables de la population (aînés, bambins, personnes souffrant de maladies chroniques, celles vivant avec un handicap, etc.). Les immeubles jouent donc un rôle clé sur le plan de la santé publique. Chez les bâtiments climatisés, les canicules peuvent créer des dysfonctionnements au niveau des systèmes de conditionnement d'air, car ces derniers n'ont généralement pas été conçus pour traiter des masses d'air plus chaudes et plus humides sur de plus longues durées. En dehors des périodes de canicules, la hausse des températures estivales combinée au rayonnement UV a pour effet de modifier la dimension des matériaux à base de polymères tels que les revêtements de vinyle, de PVC, les produits d'étanchéité et les joints. Ces matériaux se retrouvent surtout au niveau de l'enveloppe du bâtiment (couverture, parements extérieurs, portes et fenêtres, etc.). Leur retrait et leur dilatation répétée peuvent entraîner des fissures, voire des ruptures. La chaleur a donc pour effet d'accélérer le vieillissement de ces matériaux.

Section A. Calcul de l'indice de danger

A. Evaluation du danger

Une canicule se déclare lorsque les moyennes sur trois jours des températures journalières maximales et minimales dépassent des valeurs seuils spécifiques. Le nombre de vagues de chaleur par année est l'indice climatique utilisé pour évaluer le danger de canicules. L'effet de la hausse des températures estivales sur certains matériaux est quant à lui évalué à partir du nombre de jours où la température maximale est supérieure à 30°C. La valeur de l'indice de danger est calculée en faisant la moyenne des indices de dangers (tableaux gris) qui sont déterminés en fonction des données à l'horizon 2041-2070 (RCP 8.5 - médiane) de la région où est situé le bâtiment (tableaux orange).

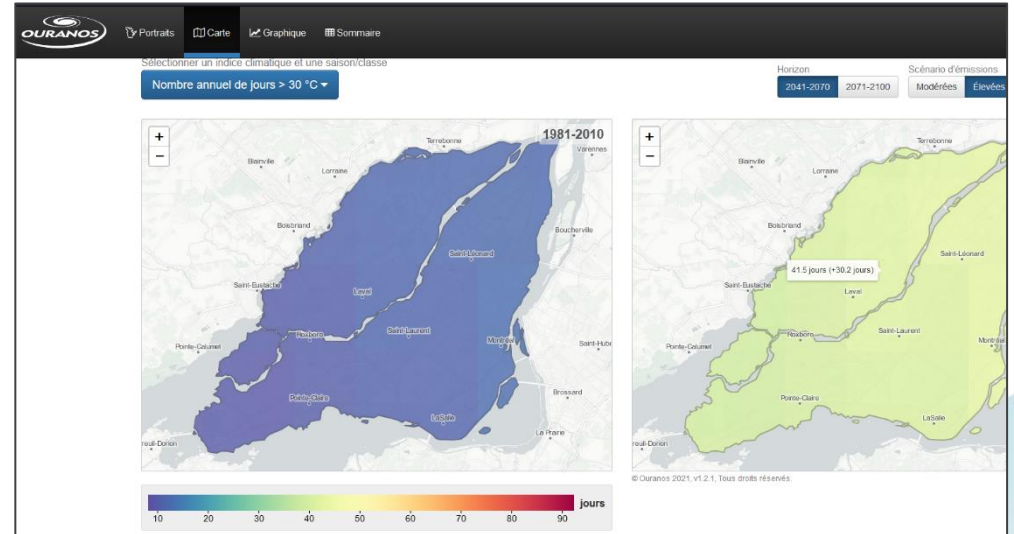
Ville et région où est situé le bâtiment	Nombre annuel de vagues de chaleur	
	1981-2010	2041-2070
Laval, Laval	0,03	1,40

Nombre de vagues de chaleur - (2041-2070) - (RCP 8.5 - médiane)	Valeur indice de danger
< 0,01	0
≥ 0,01 et < 0,25	0,25
≥ 0,25 et < 0,68	0,5
≥ 0,68 et < 1,47	0,75
≥ 1,47	1

Ville et région où est situé le bâtiment	Nombre de jours >30 °C (jours)	
	1981-2010	2041-2070
Laval, Laval	11,30	41,50

Nombre de jours >30 °C (jours) - (2041-2070) - (RCP 8.5 - médiane)	Valeur indice de danger
< 0,1	0
≥ 0,1 et < 8,1	0,25
≥ 8,1 et < 21,2	0,5
≥ 21,2 et < 30,1	0,75
≥ 30,1	1

Indice de danger pour le nombre de vagues de chaleur **0,75**
 Indice de danger pour le nombre de jours >30 °C **1,00**
Calcul de l'indice de danger 0,88



Section B. Calcul de l'indice d'exposition

B. Évaluation de l'exposition		
<i>Est-il situé dans un îlot de chaleur urbain?</i>	Oui, ICU étendu au quartier	
<i>Dans quel type de milieu bâti l'édifice est-il érigé?</i>	Centre urbain	
<i>Dans le cas d'un village ou d'une zone de villégiature, dans quel type d'environnement naturel se situe-t-il?</i>	Sans objet	
2.4.1 Le bâtiment est-il situé dans un îlot de chaleur urbain (d'après la carte de l'INSPQ)?		1
<i>Non (0)</i>	<i>Oui, ICU localisé au pourtour du bâtiment (0,5)</i>	
<i>Oui, ICU étendu au quartier (1)</i>		
2.4.2 Dans quel type de milieu bâti l'édifice est-il érigé?		0,5
<i>Village ou zone de villégiature (0,25)</i>	<i>Petite ville ou banlieue (0,5)</i>	
2.4.3 Dans le cas d'un village ou d'une zone de villégiature, dans quel type d'environnement naturel se situe-t-il?		s.o.
<i>Marin (0)</i>	<i>Forestier (0,25)</i>	<i>Agricole (0,5)</i>
<i>Sans objet (s.o.)</i>		
Calcul de l'indice d'exposition		0,75

Section C. Calcul de l'indice de vulnérabilité

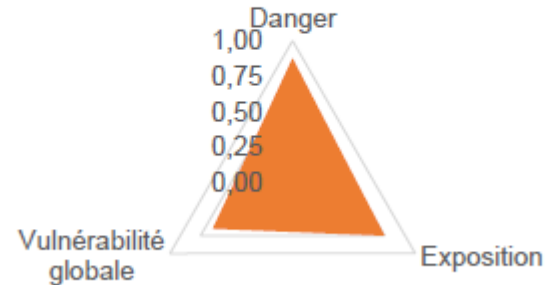
C. Évaluation de la vulnérabilité		
Caractéristiques générales		
Nombre de plaintes relatives à la chaleur	29	
Mois de l'année où ont été enregistrées les plaintes relatives à la chaleur	Tous les mois à l'exception de février. La majorité des plaintes sont toutefois regroupées aux mois d'avril, juin, juillet, août et septembre	
Gains internes types selon la vocation principale du bâtiment	Élevés	
2.4.4 Le bâtiment a-t-il déjà éprouvé des difficultés à maintenir la température et l'humidité de l'air ambiant à l'intérieur de seuils confortables dans un contexte de chaleur ou de canicules?	0,5	
<i>Non, jamais (0) Oui, quelques jours par année (0,5) Oui, quelques semaines par années (1)</i>		
2.4.5 Si oui, veuillez préciser la nature des problèmes rencontrés.		
<i>Malgré le nombre de billets, les difficultés à maintenir une température adéquate n'est pas lié à une charge thermique insuffisante du système, mais plutôt à des problèmes thermiques à colliger ou à respecter les charges de confort. Le système de climatisation est d'ailleurs surdimensionné (2 unités principales et 1 secondaire).</i>		
2.4.6 Quels sont les gains internes types du bâtiment d'après sa vocation principale?	1	
<i>Faibles (0) Élevés (1)</i>		
B — Superstructure et enveloppe		
Superstructure		
Profondeur réelle (P) d'un étage (m) — Type A	30,0	
Profondeur maximale (Pmax) théorique pour éclairer et ventiler naturellement une pièce (m) — Type A	15,5	
Profondeur réelle (P) d'un étage (m) — Type B	0,0	
Profondeur maximale (Pmax) théorique pour éclairer et ventiler naturellement une pièce (m) — Type B	0,0	
Profondeur réelle (P) d'un étage (m) — Type C	0,0	
Profondeur maximale (Pmax) théorique pour éclairer et ventiler naturellement une pièce (m) — Type C	0,0	
Nombre de niveaux hors sol	5	
Système structural principal	Mixte acier-béton	
2.4.7 La profondeur réelle (P) de l'étage type A est-elle inférieure ou égale à la profondeur maximale théorique (Pmax) pour éclairer et ventiler naturellement une pièce ?	1	

Enveloppe extérieure		
	Nord	20%
	Sud	15%
	Est	14%
	Ouest	20%
Ratio vitrage-mur (%)		
2.4.12 Les façades est, ouest et nord ont-elles un ratio vitrage-mur (%) inférieur à 30 %?		0
<i>Oui, toutes (0) Oui, la majorité (0,25) Oui, la moitié (0,5)</i>		
<i>Oui, la minorité (0,75) Non (1)</i>		
2.4.13 La façade sud a-t-elle un ratio vitrage-mur (%) compris entre 45 % et 60 % ?		0
<i>Non < 45% (0) Oui (0,5) Non > 60% (1)</i>		
2.4.14 Les ouvertures des façades sud, est et ouest sont-elles protégées du soleil par un surplomb (volume, saillie, débord, etc.), un bâtiment en vis-à-vis, de la végétation (arbres ou plantes grimpantes), par un dispositif d'ombrage extérieur (brise-soleil, auvent, résille, etc.) ou par un vitrage teinté (faibles gains solaires)?		1
<i>Oui, 100% des ouvertures (0) Oui, 75 % (0,25) Oui, 50% (0,5)</i>		
<i>Oui, 25% des ouvertures (0,75) Non (1)</i>		
2.4.15 À l'échelle du bâtiment, combien d'ouvertures peuvent être utilisées pour ventiler naturellement les espaces?		1
<i>Toutes (0) La grande majorité (0,25) La moitié (0,5)</i>		
<i>Certaines (0,75) Aucune (1)</i>		
2.4.16 Dans le cas d'ouverture(s) permettant de ventiler naturellement les espaces, que représente la superficie d'ouvrants par rapport à la superficie totale de l'ouverture?		s.o.
<i>100% (0) ≥75% et <100% (0,25) ≥50% et <75% (0,5)</i>		
<i>≥25% et <50% (0,75) <25% (1) Sans objet (s.o.)</i>		
2.4.17 Quel est l'état général des scellants et des joints au pourtour des ouvertures ?		1
<i>Excellent (0) Bon (0,25)</i>		
<i>Passable : quelques joints secs ou abimés (0,5) Mauvais : plusieurs secs ou abimés (0,75)</i>		
<i>Très mauvais : la majorité des joints sont secs ou abimés (1) Sans objet, il n'y a pas d'ouvertures au sous-sol (s.o.)</i>		
2.4.18 Le bâtiment est-il équipé d'un porche, d'une véranda ou d'un passage couvert pour protéger les usagers du soleil?		0,5
<i>Oui (0) Non (0,5)</i>		

Section D. Calcul de l'indice de risque spécifique

D. Résultat de l'évaluation des risques liés à la chaleur et aux canicules

Tableau récapitulatif des indices	
<i>Danger</i>	0,88
<i>Exposition</i>	0,75
<i>Vulnérabilité globale</i>	0,65
Indice de risque — chaleur et canicules	0,76



3.3 ANALYSE DES RÉSULTATS

- Deux indices pour comparer les bâtiments semblables entre eux :
 - Indice de contribution aux changements climatiques
 - Indice global de risque climatique
- Un tableau et un graphique secteur pour identifier les risques prioritaires.

Date de l'évaluation : 27 juin 2022



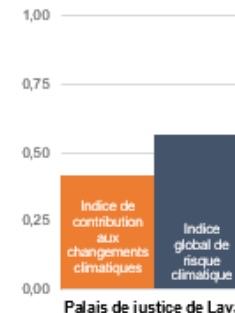
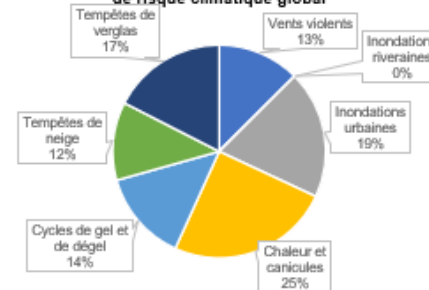
Contribution du bâtiment et de son site à la lutte aux changements climatiques

Évaluation des émissions de GES à l'échelle du site	0,38
Évaluation des émissions de GES à l'échelle du bâtiment	0,46
Indice de contribution aux changements climatiques	0,4

Résultats des évaluations de risques climatiques

Vents violents	0,43
Inondations riveraines	s.o.
Inondations urbaines	0,66
Chaleur et canicules	0,84
Cycles de gel et de dégel	0,47
Tempêtes de neige	0,40
Tempêtes de verglas	0,53
Indice global de risque climatique	0,57

Prépondérance des dangers dans le calcul de l'indice de risque climatique global



3.3 ANALYSE DES RÉSULTATS

Des graphiques radar pour comprendre d'où provient le risque :

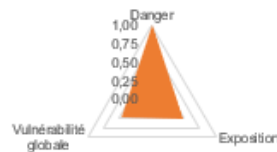
- Le phénomène climatique? (danger)
- Le site? (exposition)
- Les caractéristiques architecturales et techniques du bâtiment? (vulnérabilité)

Indices de risque par danger



Vents violents

0,43



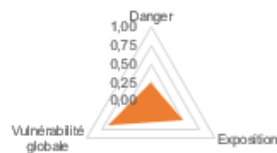
Inondations riverraines

s.o.



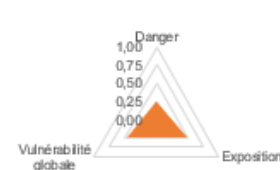
Inondations urbaines

0,66



Chaleur et canicules

0,84



Gel et dégel

0,47



Neige et redoux

0,40

Tempêtes de verglas

0,59



3.3 ANALYSE DES RÉSULTATS

Un sommaire des résultats de l'évaluation à l'échelle :

- Du site
- Du bâtiment

L'objectif est de cibler les éléments du site et du bâtiment qui pourraient contribuer :

- À la réduction des émissions de GES
- À la réduction des risques par une diminution de la vulnérabilité du bâtiment

Évaluation du potentiel d'émission de GES à l'échelle du site

Indice d'accessibilité piétonne	0,75
Indice d'accessibilité cyclable	0,5
Indice d'accessibilité au transport en commun (TC)	0,5
Indice d'accessibilité par les modes partagés	0
Indice de convivialité de l'environnement cycliste	0,25
Indice d'écoresponsabilité du stationnement	0,25

Évaluation des émissions de GES à l'échelle du bâtiment

Quelles sources d'énergie alimentent le bâtiment?	0,5
Quelle est l'intensité de consommation d'énergie totale du bâtiment (MJ/m ² /an)?	0,5

Degré de vulnérabilité d'éléments du bâtiment à la lumière de dangers climatiques

	Vents violents	Inondations rivérales	Inondations urbaines	Chaleur ou canicules	Gel et dégel	Neige et redoux	Verglas
Indices de risque spécifiques	0,43	s.o.	0,66	0,84	0,47	0,40	0,59
Caractéristiques générales							
Occupation des niveaux sous-sol		s.o.	0,00				
Nombre d'étages	0,50						
A — Infrastructure							
Fondations		s.o.					
Construction de sous-sol		s.o.	0,56		0,38		
B — Superstructure et enveloppe							
Superstructure	0,38			0,82	0,75	0,46	0,88
Enveloppe extérieure	0,25	s.o.	0,25	0,58	0,42		1,00
Toit	0,25		1,00	0,63		0,63	0,75
C — Aménagement intérieur							
Construction intérieure				1,00			1,00
Finition intérieure		s.o.	0,05	0,75		0,00	0,75
D — Services							
Moyens de transport		s.o.					0,50
Plomberie		s.o.	0,03			0,00	0,50
CVCA	0,00			0,08		0,00	1,00
Électricité							0,50
E — Équipement et ameublement							
Équipement	0,00	s.o.	0,13	0,25			
G — Aménagement d'emplacement							
Amélioration d'emplacement	0,38	s.o.	0,65	0,50	0,75		1,00

4. Conclusion

*Société québécoise
des infrastructures*

Québec 

Conclusion

- Les changements climatiques sont avérés.
- Pour limiter les risques qu'ils posent sur nos immeubles il faut :
 - Accroître nos efforts en matière de réduction d'émissions de GES.
 - Adapter graduellement nos bâtiments aux changements climatiques.
- Pour ce faire, l'outil développé dans le cadre du Projet VACCIn permet d'obtenir :
 - Un portrait des risques climatiques encourus par chaque bâtiment,
 - Des pistes d'action pour limiter les risques et adapter graduellement le parc immobilier aux changements climatiques.

Planifier.
Bâtir.
Entretenir.

Pour plus d'informations :

Consultez le rapport du projet:
<https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportSQI2020.pdf>

ou

Écrivez-moi à l'adresse suivante :
cdd@sqi.gouv.qc.ca

*Société québécoise
des infrastructures*

Québec 

Merci!





Réseau Énergie
et Bâtiments

Un outil pour évaluer les risques climatiques

QUESTIONS du public

Prochain Webinaire le 26 octobre 2022 à midi:

Panneaux photovoltaïques intégrés à l'enveloppe du bâtiment (BIPV)

***Mme Véronique Delisle, ing. Ph. D.
Ressources naturelles Canada***