

18<sup>e</sup> Rendez-vous de l'habitation  
3<sup>e</sup> Carrefour Technique

# Dommmages structuraux: comment intervenir?

Yvonick Houde ing. M. Ing.  
Consultant  
Ingénierie/Construction



# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- HISTORIQUE DES BÂTIMENTS
- COMMENÇONS PAR LES FONDATIONS
- LE DIAGNOSTIC ET LES SIGNES DE DÉSORDRES
- L'INSPECTION
- REMÉDIATION

## Cadre Actuelle

- Vieillissement du parc Immobilier
- Changements Climatiques
  - Sécheresses (Tassements,)
  - Inondations, (Contrôle de l'eau)
  - Verglas, neige, vents.
- Coûts de construction élevés
- Législatif: Loi 122 Loi 16
- **chapitre VIII - Bâtiment du Code de sécurité**

# Historique des Bâtiments

- **Ancienne construction=**
  - problèmes par rapport à la qualité des matériaux et des normes,
  - vieillissement
- **Nouvelles constructions=**
  - Problèmes de vices de construction ou conception
  - Adaptation rapide dans les méthodes de construction

# Historique des Bâtiments

- Fondation de Pierres (Moellons)
  - Fondation économique
    - Pierre tout venant et cimentation
    - De 1600 à 1800 en général
  - Fondation de qualité
    - Pierres de tailles au gel de 24 pouces à 42 pouces
    - Construction avec pilier de maçonnerie
  - Disparition vers 1920
  - Valeur Patrimoniale



# Historique des fondations

- Apparition des bétons vers 1900
  - Mélanges de mortier fabriqué avec de la chaux, on y ajoute sable et pierre
  - La recette change selon qui le fabrique
  - Apparition du ciment Portland à la fin des années 30 et du béton préparé au même moment (meilleurs mélanges, réseau d'air naturel)

# Historique des fondations

- Fondations Profondes
  - Pieux de bois enfoncés ou battus
  - Caisson de béton
  - Pieux battus section en H
  - Pieux battus cylindrique (Capacité, Économie)
  - Pieux forés(MicroPiles, tiges autoforées)
- Problématiques rares
- Besoin accru en raison du sismique (code 2020!)

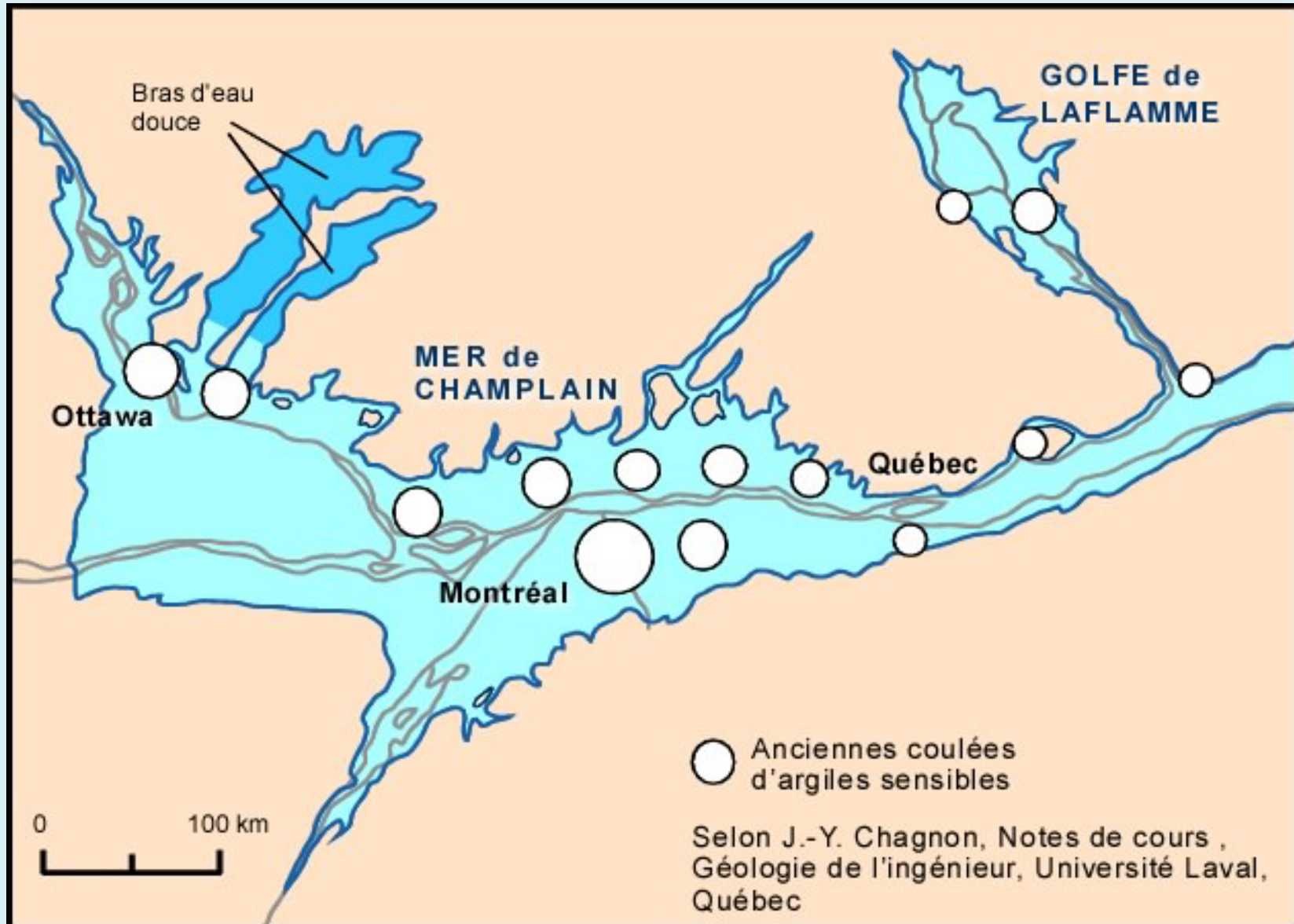
# Désordres des fondations

- Problèmes de sol
- Perte de capacité/béton endommagé
- Contrainte de gel
- Eau, Nappe
- Pétrographie: pyrrhotite, etc.

# Désordres des fondations

## Problèmes de sol

- Argiles
  - Manque de capacité
    - Il y aura des dommages et des tassements peut importe s'il y a sécheresse ou non, mais c'est encore pire en période de sécheresse
  - Assèchement (sécheresses)
    - Il y aura dommages en période de sécheresses, même si l'argile a la bonne capacité portante.



Carte de la Mer de Champlain selon S. Ochietti, Géologie quaternaire de la sous-région de la vallée du Saint-Laurent et des Appalaches; *in* Le Quaternaire du Canada et du Groenland, Commission géologique du Canada, 1989.

# Désordres des fondations

## Problèmes de sols

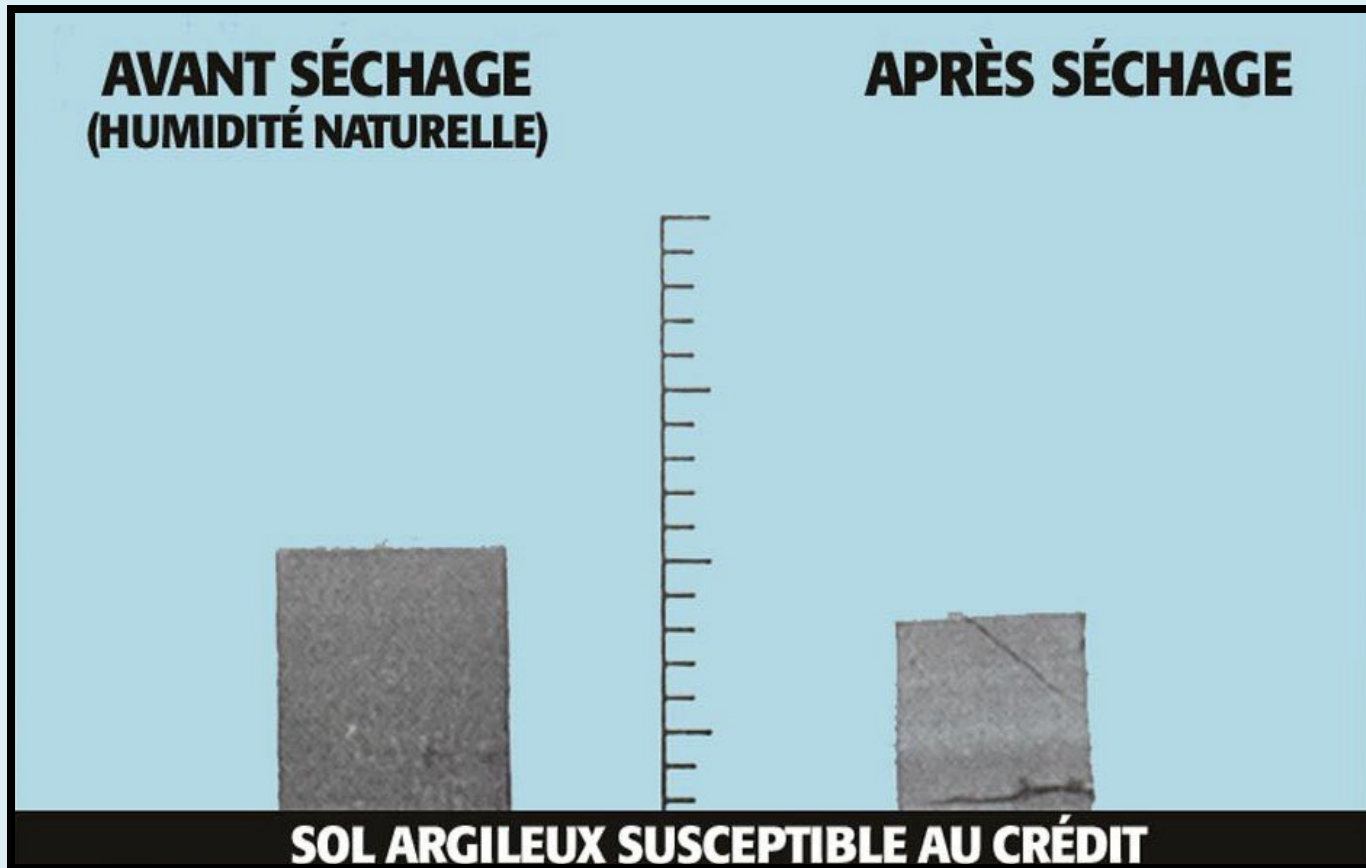
- Argiles: Manque de capacité
  - 70% du Bâtit Urbain au Québec l'est sur un dépôt d'argile
  - L'argile peut contenir une très grande quantité d'eau
  - Argile sensible et compressible

# Désordres des fondations

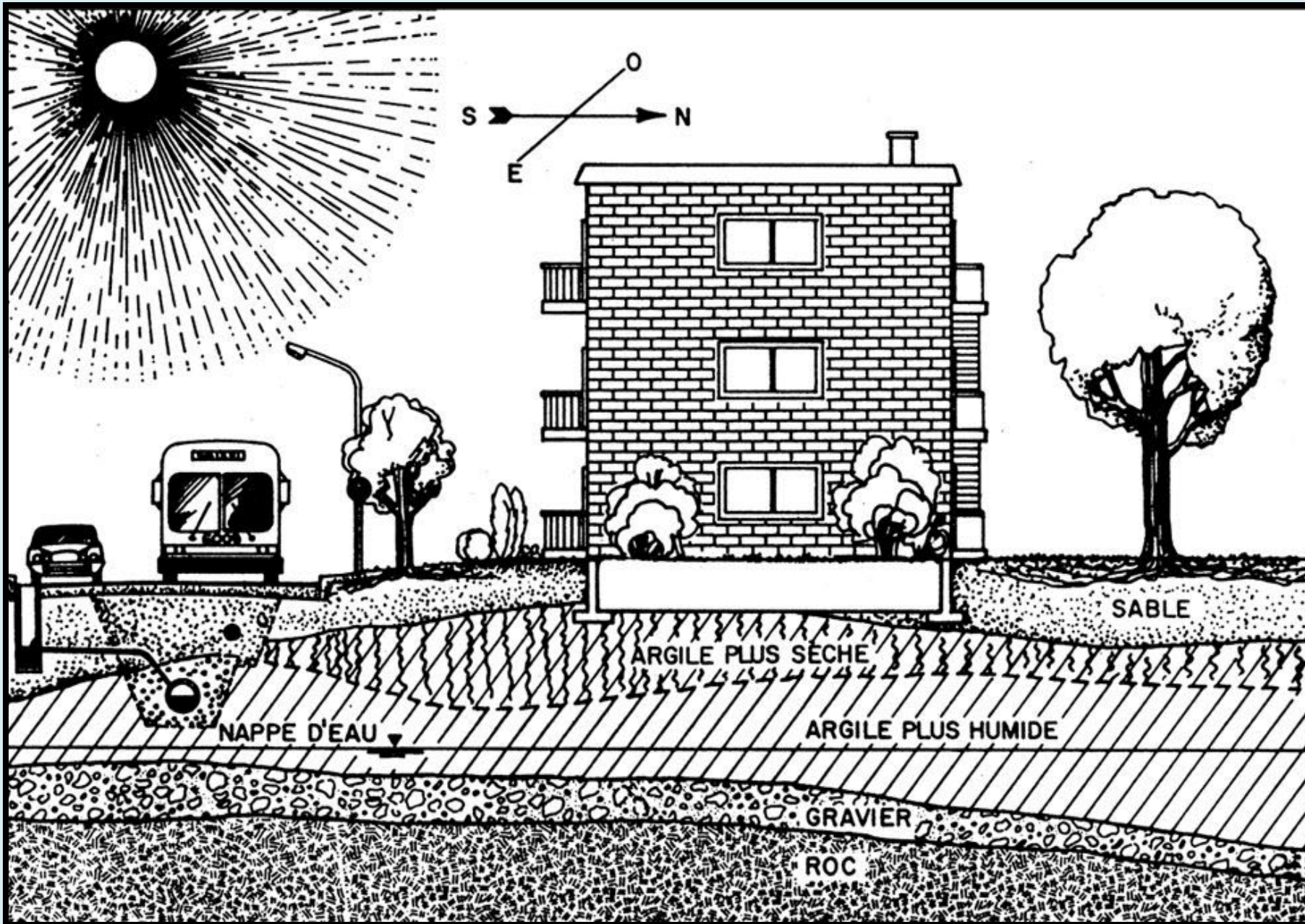
## Problèmes de sols

- **Argiles: Assèchement** (dessiccation ou retrait)
  - Période successive de sécheresse se rapprochant de plus en plus
  - Combinaison de déficit pluviométrique, chaleur, urbanisation, effet des arbres.
  - Accentue le problème de faible capacité portante (réponse rapide)

# Désordres des fondations Problèmes de sols



Source: M. Tremblay, Ville de Montréal



Source: Ville de Montréal

# Désordres des fondations

## Eau/Nappe

- Accroissement des phénomènes climatiques extrêmes et changements climatiques
- Équipements municipaux insuffisants
- Zones inondables en révision-voir la Municipalité!
- *Construction en pente, zone de glissement*
- Ocre Ferreux!
- Contrôle de l'eau de surface et drainage
- Difficulté de caractérisation de la nappe et d'informations précises

# Désordres des fondations Eau/Nappe

## **COHABITER AVEC L'EAU**

### **Boîte à outils pour la construction résiliente aux inondations**



ARCHITECTURE  
SANS FRONTIÈRES  
QUÉBEC

[Cohabiter avec l'eau : boîte à outils pour la construction résiliente  
aux inondations - Architecture sans frontières Québec](#)

# TRAVAUX D'INSPECTION

---

**L'évaluation de l'état des bâtiments inclut l'identification de tous les symptômes, des lacunes, ainsi que la détermination des causes des défauts.**

**➤ Les symptômes**

**Des défauts ou des indices des détériorations visibles.**

**➤ Les causes**

**L'origine des défauts identifiés après l'exécution des études intrusives et/ou des essais complémentaires.**

# Diagnostic et signes des désordres

- Type de structure
  - ACIER
    - La plus usuel, plus rapide (préfabrication), adaptée pour les bâtiments de 1 à 3 étages
  - Béton armé
    - Plus rigide. Plus économique en hauteur.
  - Bois
    - Plus économique
      - Bois d'œuvre
      - Bois d'ingénierie (publique et rendu architectural)

# Diagnostic et signes des désordres

- Bois
  - Déflexion,
  - Pourriture
  - Fourmis/Termite
  - Affaissement/Compression
  - Attaches

# BOIS D'INGÉNIERIE



- Contreventement
  - VENT
- Attaches

*Mur en carré de bois avec maçonnerie*

**Mur en bois plein (aucun espace entre les pièces de bois)**

**Souvent pas d'espace d'air entre la maçonnerie et la structure en bois**

**Bien souvent les murs sont très peu isolés**



# Diagnostic et signes des désordres

- Acier
  - Déflexion=sous dimensionnement
  - Corrosion
    - Bas de colonnes par le sel
    - Accumulation d'eau
  - Choc=équipement/voiture
  - Accumulation de Neige
  - Ajout de poids= Équipement au toit

# Diagnostic et signes des désordres

- Béton
  - Fissures:
  - Corrosion de l'armature
    - L'armature rouille et gonfle sous la réaction et fait éclater le béton
    - Les infiltrations accentuent le phénomène, et encore plus vite s'il y a du sel
  - Déflexion des dalles
  - Compression des colonnes

# Diagnostic et signes des désordres

- Signes visuels pour le béton
  - Effritement, Délaminage, Bombement, Rotation, désalignement
  - Utilisation du marteau et du tournevis
    - Si moins de 50 mm, mortiers structuraux
    - Si plus de 50 mm, travail par coffrage et goudons
    - Si plus de 100 mm, travaux majeurs
  - Avoir une évaluation de la surface
    - Si plus de 10 à 30% de la surface, travail par secteur
    - Si plus de 30 à 50%, pérennité de l'investissement

# Diagnostic et signes des désordres

- Fissures
  - Fondation vs superstructure
  - Sont souvent le résultat d'un phénomène normal et facilement contrôlable!
- Classification
  - Capillaires: moins de 2 mm
  - Thermiques: de 2 à 4 mm
  - Mouvements: 4 à 8 mm (nappe, différentiels)
  - Désordres: 6 à 10 mm
  - Excessives: 25 mm

# Diagnostic et signes des désordres

Déformation (structures non rigides)

1/400: Signes peu perceptibles

1/300: Signes perceptibles

1/250: Désordres. Examiner

1/200: Désordres. Corriger (Dommages permanents)

1/150: Désordres. Perte d'éléments

1/100: Désordres. Déséquilibre

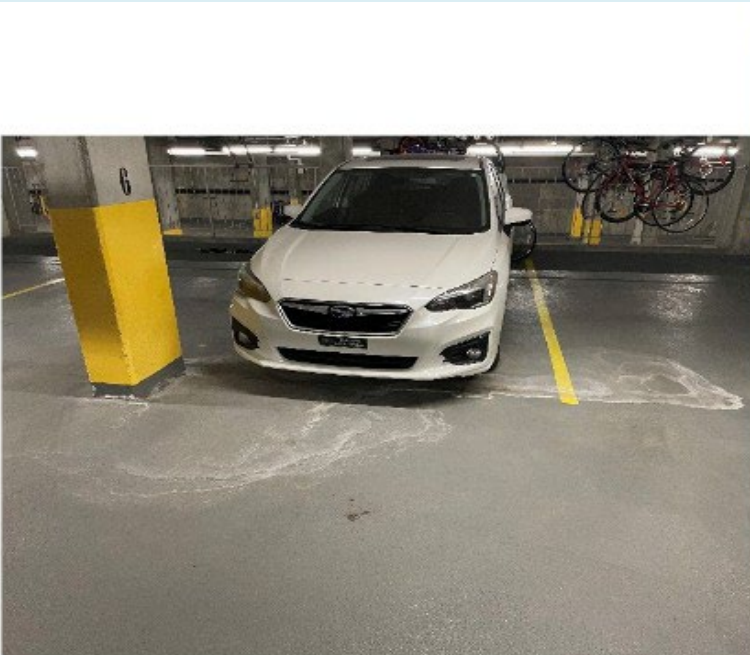
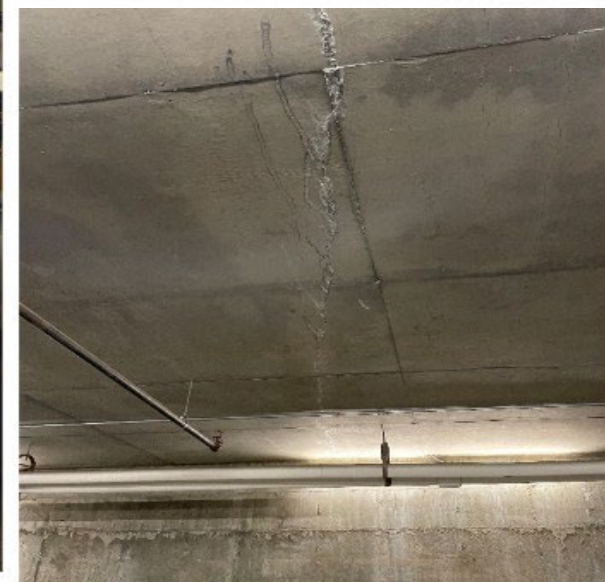
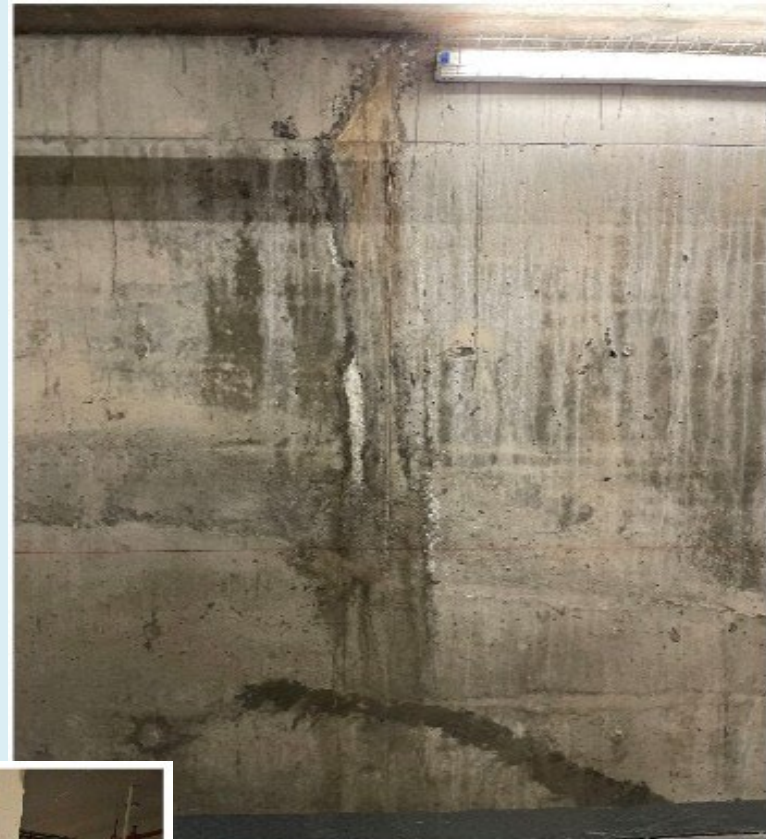
# Diagnostic et signes des désordres

- Correctifs
  - Injection D'époxy
    - Rigide, structural
  - Injection de polymères
    - Flexible, Réactif
  - Mécanique
    - Acier et boulons, Membrane

# PROBLÉMATIQUE DES STATIONNEMENTS

- Fissuration de la dalle de béton structurale  
Fissuration des murs de béton
- Dégradation de la base des colonnes de béton  
Accumulation d'eau / sel de déglacage
- Usure de la membrane de roulement

# PROBLÉMATIQUE DES STATIONNEMENTS



## FRÉQUENCE DES RAPPORTS DE VÉRIFICATION

- **Premier rapport** de vérification du caractère sécuritaire des façades au plus tard **le jour du 10e anniversaire** de la date de sa construction.
- **Obligation de refaire cet exercice tous les 5 ans.**
- Le même procédé s'applique aux stationnements.
- Les stationnements doivent être inspecté visuellement à chaque année.

---

## FRÉQUENCE DES RAPPORTS DE VÉRIFICATION

- Inspection visuelle annuellement par un gestionnaire ou le personnel technique.
- Inspection par des professionnels aux 5 ans (Ingénieurs ou technologues)
- Établissement d'un fond de remplacement des immobilisations sur 25 ans.
- Établissement d'un carnet d'entretien sur 10 ans avec calendrier et chiffré \$\$.

# La Méthodologie

- Il faut bien connaître le type de construction selon les époques.
- Il faut retracer ou créer l'historique
- Il faut connaître les éléments extérieurs qui pourraient affecter la structure:
- Il faut mesurer les déformations et tassement qui créent des dommages à la structure.
- Ne pas seulement se fier aux signes et désordres!

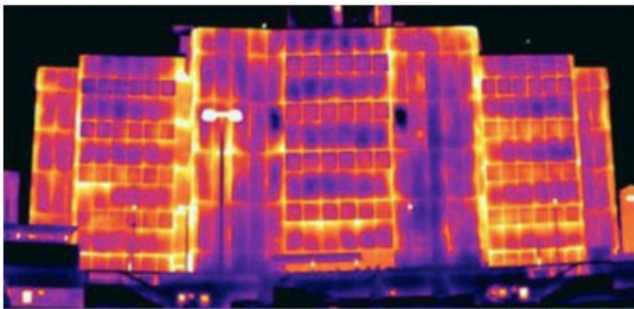
# La Méthodologie

- Outils disponible (RBQ, ASTM)
- Conserver l'historique de la construction
- Prise de mesure
  - Relevé de niveau
  - **Fissuromètre=NE SERT À RIEN**
  - Arpentage vertical et en plan
  - Mesure de la nappe phréatique

# TYPE D'INSPECTION COMPLÉMENTAIRE L'ENVELOPPE A UNE GRANDE IMPORTANCE



➤ **Ouvertures exploratoires**



➤ **Thermographie  
infrarouge**

# La Méthodologie

- Voir fiche d'inspection annuelle RBQ**
- Bien localiser les endroits des dommages**
- Les prochaines inspections doivent pouvoir valider la progression des dommages, ou l'apparition de nouveaux dommages**
- Les gestionnaires, ou propriétaires doivent pouvoir valider l'apparition de dangers pendant les 5 ans entre les inspections.**

# La Méthodologie

## **-Plan d'intervention:**

**-Indiquer le degré de criticité: selon barème établi, ou expérience**

## **-Critères:**

**-Danger de faiblesses emmenant un risque de rupture ou dommages importants.**

**-Besoins en entretien, protection ou réparation sinon l'ouvrage sera endommagé de façon critique, et les coûts seront important.**

# La Méthodologie

- **Plan d'intervention:**
  - **Coût de remplacement de immobilisation**
- **Carnet d'entretien:**
  - **Doit inclure les travaux de structures à moyen et long terme.**
- ***Besoin d'uniformisation sur les critères de dangerosité et les dates d'intervention***

# Remédiation

## **Selon le Plan d'intervention:**

- **Stabilisation, isolation (gel), drainage (sol et eau)**
- **Injections, réparation de béton (mortier, coffrage)**
- **Traitement de la rouille, remplacement d'élément d'acier**
- **Remplacement: pétrographie, surface trop grande, coût élevé et récurrence de réparation**
- **Santé: infiltration, qualité de l'air (pourriture)**

# Remédiation

## **Selon le Plan d'intervention:**

- **L'enveloppe extérieure et intérieure est très souvent a démanteler et réparer.**
- **Il peut y avoir plus d'un phénomène en même temps:**
  - **Affaissement, infiltration, gel**
  - **Mouvement et effritement du béton**

MERCI!  
DES QUESTIONS?

