

# Présentation des guides de l'International Concrete Repair Institute (l'ICRI) sur les méthodes de réparation du béton

20<sup>e</sup> Colloque sur la progression de la recherche québécoise sur les ouvrages d'art

Québec, Québec, 14 et 15 mai 2013

Présentée par la section locale de l'ICRI

## 1.0 – Introduction

L'International Concrete Repair Institute, l'ICRI, a été fondé en marge de l'exposition World of Concrete en 1988 par un groupe de spécialistes en réparation du béton qui reconnaissait le besoin de se regrouper pour établir « les bonnes pratiques » pour la réparation du béton.

L'organisme regroupe près de 2000 membres : manufacturiers, ingénieurs, consultants, architectes, entrepreneurs généraux et spécialistes, propriétaires, agences gouvernementales et associations internationales dont l'American Concrete Institute.

La majorité des membres sont regroupés dans des sections (Chapters) comme la section du Québec. Il y a plus de 32 sections à travers le monde dont 3 à l'extérieur des États-Unis : Grèce, Grande-Bretagne et le Québec.

La section locale a été fondée en 2001 et la section affiliée de la ville de Québec a pris racine en 2012.

Sa mission :

« Favoriser par la formation, les échanges et l'enseignement, la qualité et la durabilité des réparations et des restaurations, et la protection des structures en béton et en maçonnerie du patrimoine bâti »

## 2.0 – Les Guides techniques

Les guides techniques couvrent les meilleures pratiques :

- de spécifications
- de sélection de produits
- de mise en oeuvre
- d'évaluation
- de caractérisation et d'essais.

Les guides sont produits en comité formé par les acteurs de l'industrie (manufacturiers, ingénieurs, entrepreneurs, laboratoire d'essais et propriétaires) par eux et pour eux.

Les guides sont regroupés sous 4 principaux volets :

- 100 : Général

- 120 : Environnement, santé et sécurité
- 130 : Méthode d'estimation (bordereau des quantités)
- 200 : Évaluation
  - 210 : Évaluation
- 300 : Béton
  - 310 : Préparation des surfaces
  - 320 : Produits et méthodes de réparations du béton
  - 330 : Renforcement
  - 340 : Injection
- 400 : Maçonnerie
  - 410 : Maçonnerie
- 700 : Enduits et imperméabilisation
  - 710 : Enduits et imperméabilisation

### 3.0 – Guide no 120.1-2009 : Directives et recommandations en matière de sécurité dans l'industrie de la réparation du béton

Le guide amplement illustré couvre :

- les équipements et vêtements de sécurité personnelle (respiratoire, des yeux, des oreilles (du bruit), des mains, des pieds)
- la protection contre les chutes
- la protection du milieu de travail (signalisation, premiers soins, communication)
- la protection à proximité des conduits et l'utilisation des équipements électriques
- les règles de sécurité couvrant l'utilisation de compresseurs et de l'air comprimé
- la génération des poussières et des vapeurs nocives, la ventilation
- la qualité de l'air (monoxyde de carbone, solvants, liquide inflammable)
- la protection incendie
- les travaux en espace clos
- la manutention
- les équipements mobiles (outils, charriots, chargeurs, bétonnières, etc.)
- l'imperméabilisation, le jet d'abrasifs ou d'eau sous-pression
- les échafaudages et plates-formes

Le guide vise principalement les ouvriers, les surveillants de travaux et le responsable de l'application de la sécurité sur le chantier contre eux et pour le public.

### 4.0 – Guide no 130.1R-2009 : Guide sur les méthodes de mesure et les types de contrat pour les travaux de réparations du béton

Le guide décrit les types de contrat; forfaitaire, prix unitaires, temps et matériel, les avis de changements.

Le guide comprend les recommandations sur les méthodes de mesure (métrique et impériale) :

- des éléments structuraux (longueur, largeur, profondeur)
- des fissures (longueur ou volume)
- des réparations (surface ou volume)
- des travaux de post-tensionnement
- des joints d'expansion (linéaire)
- du renforcement externe
- des items spéciaux (mobilisation-démobilisation, temps et matériel, forfaitaire)
- le contrôle qualitatif (horaire, unitaire, forfaitaire)

Le guide est amplement illustré et principalement conçu pour la préparation et la description des bordereaux de soumission qui seront compris aux documents de soumissions.

5.0 – Guide 210.1 – 1998 : Guide pour vérifier la performance in situ de l'injection d'époxyde dans les fissures de béton

Le guide couvre :

- le suivi visuel de l'injection
- le contrôle qualitatif en laboratoire (ASTM D695 et D 638) en compression et en flexion
- le contrôle en chantier (malaxage, mélange, perte de pression, accélérateur et suivi visuel)
- la vérification par carottage et mise à l'essai (compression et traction)
- les méthodes d'essai (ultrasonique (Pundit et plus), l'Impact-Écho, etc.)

Le guide fait référence à des normes ASTM. Certaines n'ont pas d'équivalence dans les normes CSA ou NQ; certaines sont facilement retraçables dans la liste des procédures d'essais CSA A23.2.

6.0 – Guide 210.3-2004 : Guide pour l'utilisation des essais en traction directe pour l'évaluation de l'adhérence des matériaux de réparation

Le guide présente :

- la procédure détaillée d'essai (texte et illustration)
- la description des plans de rupture
- le contenu du rapport
- les critères d'acceptation des résultats individuels et la moyenne
- l'âge au moment des essais
- le nombre d'essais (3 au 500 m<sup>2</sup>)
- et 2 annexes sur :
  - o le succès d'une bonne réparation
  - o l'incidence des paramètres d'essais sur les résultats d'adhérence (taux de chargement, diamètre et profondeur du carottage)

Le guide est conçu spécialement pour le concepteur et le laboratoire d'essais responsable de la qualité. Le guide fait référence à la norme CSA A23.2-6B : Détermination de l'adhérence des chapes et autres revêtements liaisonnés et de la résistance à la traction directe du béton, du mortier et du coulis.

7.0 – Guide no 210.4 - 2009 : Guide sur les méthodes d'évaluation non destructives pour l'état des réparations et l'évaluation de la performance des ouvrages de béton.

Le guide comprend :

- la définition des méthodes (du visuel, à la chaîne, à l'ultrason, au radar, etc.)
- l'établissement d'un programme d'essais non destructifs
- l'évaluation avant les travaux (résistance à la compression, recouvrement de l'armature, délaminations, fissuration, relevé de potentiel)
- l'épaisseur des membres structuraux
- le contrôle qualitatif et la performance avec l'utilisation des essais non destructifs (chaîne, adhérence, Impact-écho, vitesse ultrasonique, essais d'impact, relevé radar et tomographie)
- **un guide de sélection des méthodes d'essais**
- une annexe décrivant les principes des méthodes

Le guide vise principalement l'ingénieur-conseil et les laboratoires d'inspection et d'essais. Le guide renvoie à des normes ASTM et à des guides de l'American Concrete Institute (ACI).

8.0 – Guide no 310.1R-2008 : Guide sur la préparation de surfaces pour la réparation de béton détérioré par la corrosion de l'acier d'armature.

Le guide couvre :

- le dégagement de l'armature (la profondeur de coupe du béton au périmètre
- l'effet halo, la corrosion périphérique
- la configuration des réparations (le moins de changements de direction, le parallélisme par rapport à l'armature)
- la préparation de la surface (petit marteau et jet d'abrasif)
- l'inspection de l'acier et l'ajout d'armature
- la réparation des colonnes
- l'inspection finale des surfaces

Le guide ne couvre pas les matériaux de réparations et l'utilisation des inhibiteurs de corrosion. Le guide vise principalement l'entrepreneur spécialisé en réparation du béton et son personnel.

9.0 – Guide no 310.2-1997 (03732) : Choisir et spécifier la bonne préparation des surfaces en béton pour l'application d'agents de scellement, d'enduits et de recouvrement polymère.

Le guide couvre :

- les mécanismes de l'enlèvement du béton (abrasion, impact, cavitation, pulvérisation) et les risques d'induction de microfissures
- les «Condition de la surface profilée (CSP de 1 à 9) (Concrete Surface Profile) »
- un guide de sélection de méthodes (équipements vs profils)
- une description détaillée des méthodes
  - o sommaire, restrictions, enlèvement, profils obtenus, accessibilité et facteurs environnementaux, exécution, équipement, matériaux, main d'oeuvre, temps morts, nettoyage et productivité, norme et équipement de sécurité;
  - o Détergent, lavage basse et haute-pression, attaque à l'acide, meulage/ponçage, jets d'abrasifs, grenailage, scarification planage, piquage mécanique, bouchardage, éclatement thermique, motocrénelage
- le processus de sélection (prenant en compte les conditions du chantier)

Le guide est disponible en français, amplement illustré et s'accompagne de 9 plaquettes en polyuréthane permettant une vérification aisée de la conformité du profil requis (CSP 1 à CSP 9). Le guide est un outil pour l'ouvrier spécialisé et du concepteur au laboratoire de contrôle.

10 – Guide 310.3-2004 (03737) : Guide sur la préparation des surfaces de béton par les méthodes d'hydrodémolition

Le guide comprend :

- un retour sur l'effet des impacts mécaniques
- les avantages et les limites de la méthode
- la description du système
- la technique détaillée, l'influence des paramètres suivants :
  - o du diamètre du gros granulat et densité du béton
  - o de la résistance à la compression du béton
  - o de l'uniformité de béton
  - o de la densité de fissures
  - o des délaminations
  - o des réparations antérieures
- les types d'applications :
  - o scarification
  - o réparation partielle
  - o réparation pleine profondeur
- les autres considérations dont les planches d'essais, la gestion des eaux et des débris ainsi que la mesure des quantités

Le guide vise principalement l'entrepreneur général et les consultants pour le choix de la méthode et les surveillants de travaux qui ont ce type d'équipement sur leurs projets.

11 – Guide 320.1R-1996 (03731): Guide de sélection des méthodes d'application pour les réparations des surfaces de béton

Le guide comprend pour les méthodes de réparations :

- une description de la méthode
- ses meilleures utilisations
- le matériel et les matériaux requis
- des publications de référence

Le guide couvre les méthodes suivantes :

- application à la truelle
- utilisation des mélanges secs (consistance ferme à l'intérieur de la main)
- réparation formée et matériau coulé en place
- réparation formée et pompage
- granulats préplacés
- béton projeté par voie humide
- béton projeté par voie sèche

Le guide est amplement illustré et il renvoie à certaines des publications de l'American Concrete Institute (ACI). Le guide est bien adapté pour l'ingénieur-conseil à l'étape initiale du choix des méthodes de réparations avant la rédaction de ses documents d'appel d'offres.

12 – Guide no 320.2R-2009 (03733) : Guide de sélection et de spécification des matériaux pour la réparation des surfaces de béton

Le guide couvre :

- le processus de sélection des matériaux (charte et données d'entrée)
- le choix des matériaux (propriétés visées) selon les conditions d'exposition et de chargement
- le choix selon les conditions d'applications
- les méthodes d'essais pour qualifier les matériaux et la performance (compression, traction, cisaillement, adhérence, retrait, module d'élasticité, expansion thermique, fluage)
- les méthodes d'essais pour la durabilité et la performance (perméabilité, transmission de la vapeur d'eau, résistance au gel et dégel et aux sels de déglacage, aux sulfates)
- les propriétés de mise en œuvre (étalement, gain de résistance, dégagement exothermique, travaux par temps chaud ou froid, temps de prise, compatibilité avec le support et avec les traitements de surfaces)
- la sélection des produits de réparations

Le guide réfère à des procédures d'essais ASTM. Certaines n'ont pas d'équivalence dans les normes CSA ou NQ, certaines sont facilement retraçables dans la liste des procédures d'essais CSA A23.2. Le guide est un outil du concepteur à l'entrepreneur spécialisé.

13 – Guide no 320.5 -2012 : Atlas illustré des équipements de malaxage des produits de réparation du béton

Comme le titre l'indique, il est illustré et couvre les palettes de malaxage, les mélangeurs manuels et les malaxeurs à mortier.

Il a été préparé pour favoriser les échanges entre le personnel de l'entrepreneur spécialisé et les professionnels.

Le guide est en anglais seulement; les systèmes métrique et impérial sont utilisés.

14 – Guide no 320.6-2012 : Guide sur l'évaluation de la réparation des ouvrages en béton postcontraint

Le guide a été développé en partenariat avec la Post-Tensioning Institute (PTU).

Le guide couvre :

- le processus d'évaluation incluant la revue des dessins de constructions, des conditions de services, l'investigation par des essais non destructifs (visuel, instrumentation), les investigations exploratoires (ancrage, tendon, poutre), les essais en laboratoire (béton et acier)
- la réparation (plans et spécifications, matériaux, sécurité)
  - o du béton
  - o des tendons (sciage ou chalumeau, épissure, ancrage, le tensionnement)
- la protection de l'acier et des ancrages

Le guide renvoie à des guides, normes et procédures d'essais ACI, ICRI, ASTM et DC (Post-Tensioning Institute)

Le guide est illustré et bien adapté aux besoins des propriétaires et à leur organisme d'inspection, de même qu'aux ingénieurs-conseils dans l'évaluation et la réparation des ouvrages post-tensionnés.

15 – Guide no 330.1-2006 : Guide de sélection des systèmes de renforcement des ouvrages de béton

Le guide couvre :

- le processus de conception
- la surépaisseur (dalle, poutre, colonne)
- les renforcements extérieurs liés (fibrés, plaques d'acier)
- les post-tensions extérieures
- les supports supplémentaires
- les éléments de conception (structural, durabilité, feu, mise en oeuvre, etc.)

Le guide réfère à des guides ou normes ACI, ICRI, ASTM et SPC. Le guide est illustré et principalement adapté au concepteur.

## 16 - Guide no 340.1-2006 (03738) : Guide de sélection des produits d'injections pour le contrôle des fuites des ouvrages de béton

Le guide couvre :

- les différents types de produits d'injection
  - o organiques :
    - époxyde
    - polyuréthane
    - autres
  - o cimentaires
    - ciment, ciment microfin, ciment bentonite, etc.
  
- les paramètres de performance :
  - o pénétration
  - o durée de vie en pot
  - o résistance
  - o sensibilité à l'environnement
  - o durée de vie
  - o toxicité
  
- le contrôle en laboratoire
- les patrons d'injection
- les équipements d'injection
- les informations sur la santé et les produits dangereux
- des références

Le guide est illustré et utilise le système impérial et le système métrique. Le guide renvoie à des procédures d'essai ASTM qui n'ont généralement pas d'équivalence dans les normes CSA ou NQ. Le guide comprend la description des familles de produits, leurs limitations, leurs avantages et désavantages. La sélection tient compte de la largeur et du débit dans les fissures.

Il vise particulièrement les propriétaires et ingénieurs-conseils dans leur conception.

### 16 – Disponibilité

Les guides sont disponibles via l'International Concrete Repair Institute (ICRI); la section du Québec de l'ICRI maintient un inventaire de ces guides qui peuvent être obtenus en contactant la section locale via son site web [icri-quebec.org](http://icri-quebec.org).

Pierre Lacroix, ing., M Ing, pour la section locale de l'ICRI