

**COMITÉ TECHNIQUE QUÉBÉCOIS**  
**D'ÉTUDE DES PROBLÈMES DE GONFLEMENT**  
**ASSOCIÉS À LA PYRITE**

**PROCOLE D'EXPERTISE**  
**SUR BÂTIMENTS**  
**RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

**PROCOLE CTQ-M200**

Version 2.0

4 Juin 2001

**PROTOCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

**TABLE DES MATIÈRES**

	<b>Page</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 LE PROBLÈME DE GONFLEMENT DE REMBLAIS GRANULAIRES.....	1
1.2 LE COMITÉ TECHNIQUE QUÉBÉCOIS .....	1
1.3 LE PROTOCOLE D'EXPERTISE .....	4
1.4 INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES .....	4
<b>2 NOTES EXPLICATIVES CTQ-M200.....</b>	<b>5</b>
2.1 RÉSUMÉ DU PROTOCOLE D'EXPERTISE .....	5
2.2 DÉFINITION DU MANDAT .....	5
2.3 RELEVÉ VISUEL .....	6
2.3.1 But.....	6
2.3.2 Équipements.....	6
2.3.3 Réalisation du relevé visuel .....	6
2.4 RÉALISATION DES SONDAGES .....	7
2.4.1 But.....	7
2.4.2 Équipements.....	7
2.4.3 Nombre de sondages et localisation .....	7
2.4.4 Méthodologie .....	8
2.5 ESSAIS EN LABORATOIRE .....	9
2.5.1 But.....	9
2.5.2 Équipements.....	9
2.5.3 Étape n° 1 des essais .....	9
2.5.4 Étape n° 2 des essais .....	13
2.6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION.....	14
2.7 APPROCHES DE SOLUTIONS .....	15
2.8 ARCHIVAGE DES DOCUMENTS ET DES ÉCHANTILLONS .....	16
<b>3 QUALIFICATION DES FIRMES ET DES PROFESSIONNELS .....</b>	<b>17</b>
3.1 GÉNÉRALITÉS .....	17
3.2 RELEVÉ VISUEL .....	18
3.3 RÉALISATION DES SONDAGES .....	18
3.4 ESSAIS EN LABORATOIRE .....	19
3.5 TRAÇABILITÉ .....	19
<b>ANNEXE A - RAPPORT TYPE.....</b>	<b>(12 pages)</b>
<b>ANNEXE B - ANALYSES CHIMIQUES .....</b>	<b>(2 pages)</b>
<b>ANNEXE C - CONTRAT TYPE.....</b>	<b>(2 pages)</b>
<b>ANNEXE D - RÉSUMÉ EXPLICATIF (CONSOUMMATEURS).....</b>	<b>(5 pages)</b>

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

# **1 INTRODUCTION**

## **1.1 LE PROBLÈME DE GONFLEMENT DE REMBLAIS GRANULAIRES**

Les problèmes de gonflement des remblais granulaires sous les dalles de béton résultent de réactions chimiques impliquant certains minéraux retrouvés dans les granulats utilisés.

Plus spécifiquement, les réactions impliquent les sulfures de fer (pyrite, pyrrhotite, etc.) et les carbonates présents. Cette réaction chimique est influencée par plusieurs facteurs, dont la présence de minéraux argileux, qui facilitent l'absorption de l'eau et l'oxydation des sulfures de fer, la granulométrie et la teneur en eau des matériaux, la présence de bactéries, la température, etc. L'épaisseur de remblai en place est également un facteur déterminant dans l'amplitude des gonflements. Le gonflement des remblais crée une pression sous les dalles de béton, qui se soulèvent et se fissurent.

De plus, les produits secondaires générés lors des réactions chimiques peuvent conduire à la sulfatation des dalles de béton, ce qui peut créer un gonflement supplémentaire apparent. Dans certains cas, les désordres relevés peuvent être reliés uniquement à la sulfatation du béton. Dans certains cas plus sévères, principalement dans le cas d'un remblai d'une épaisseur significative confiné entre des murs de fondations (ex : garage) des pressions latérales peuvent être créées, entraînant la fissuration des murs de fondation.

Certains cas de soulèvement de dalles ont été associés non pas aux matériaux des remblais granulaires, mais plutôt au gonflement du roc en place. Pour les constructions où un roc potentiellement gonflant se trouve près de la surface, les précautions d'usage devront être prises au moment des travaux (voir *Manuel canadien d'ingénierie des fondations*).

## **1.2 LE COMITÉ TECHNIQUE QUÉBÉCOIS**

Pour examiner les problèmes liée à ces matériaux, un comité technique fût formé en 1997. Ce dernier fut initialement parrainé par l'AEG (Association of Engineering Geologists), section de Montréal et a été créé à la suite d'un premier colloque organisé par l'AEG conjointement avec le RPPG (Regroupement professionnel des producteurs de granulats) sur la problématique des shales, en mai 1997. La Société d'Habitation du Québec (SHQ) assume la présidence du Comité technique depuis novembre 1998.

Le comité technique s'est par la suite adjoint plusieurs partenaires afin d'accélérer les travaux de recherche et de diffusion de l'information. Au moment de la publication du présent protocole, le comité est formé de représentants et représentantes des organismes, des firmes ou des universités suivants :

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

- Société d'habitation du Québec (SHQ) (présidence du comité)
- Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)
- Association of Engineering Geologists - Section de Montréal (AEG)
- Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTO)
- Regroupement professionnel des producteurs de granulats (RPPG)
- Association des consommateurs pour la qualité dans la construction (ACQC)
- Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ)
- Association de la Construction du Québec (ACQ)
- Association canadienne des laboratoires d'essais (ACLE)
- Conseil national de recherche du Canada (CNRC)
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
- Université Laval
- École Polytechnique de Montréal
- Université de Sherbrooke
- Terratech, membre du Groupe SNC-LAVALIN Inc.
- Laboratoire de Béton Itée
- Inspec-Sol inc.
- Construction DJL inc.
- Demix agrégats inc.
- Lafarge Canada inc.

Les participants de ce comité se sont réunis afin de poursuivre un même but, à savoir: mettre en commun leurs connaissances, expertises et expériences, afin de prévenir et remédier aux problèmes causés par la pyrite, en procurant au public des conseils, de l'information, des recommandations, des protocoles à suivre et même des modèles de documents à utiliser.

Le mandat du comité était entre autre de définir une méthode d'essai de caractérisation des matériaux granulaires, pouvant être utilisé comme remblai sous les dalles non structurales de bâtiment. C'est le travail du comité qui a conduit à l'élaboration d'un premier protocole d'essai.

Ce dernier a été initialement présenté en avril 1999 et porte le nom de protocole CTQ-M100 *Protocole de caractérisation du potentiel de gonflement des matériaux granulaires – Matériaux DB – et procédures d'application*. Les matériaux DB sont prévus pour le marché résidentiel.

En mai 2000, le comité technique présentait le protocole CTQ-M150 *Protocole de caractérisation du potentiel de gonflement des matériaux granulaires – Matériaux MCI – et procédures d'application pour les Marchés Commerciaux et Industriels*.

Les deux (2) protocoles, CTQ-M100 et CTQ-M150 seront intégrés aux normes NQ 2560-500 (méthode d'essai) et NQ 2560-510 (guide d'application) en 2001.

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

De plus, considérant les nombreuses expertises réalisées sur les bâtiments existants, le comité technique recommande le présent protocole d'expertise (Protocole CTQ-M200) qui établit les différentes étapes à suivre, autant sur le site qu'en laboratoire, afin que les expertises soient réalisées de façon uniforme et permettent d'établir si le bâtiment à l'étude est affecté ou risque d'être affecté par la présence d'un remblai granulaire gonflant.

Le protocole a été établi essentiellement pour des expertises sur bâtiments résidentiels, mais les professionnels pourront s'en inspirer dans les cas d'expertises sur bâtiments industriels et commerciaux.

*Note n° 1: Le protocole est basé sur l'état des connaissances scientifiques actuelles et sur les avis des experts et expertes québécois ayant participé aux travaux du comité. Ce protocole constitue, à notre avis, une méthode efficace de réaliser les expertises sur bâtiments existants, afin de déterminer si un remblai granulaire gonflant est présent et s'il a déjà créé ou s'il peut éventuellement créer des désordres au bâtiment.*

*Note n° 2: Ce protocole a été élaboré selon le principe du consensus lequel est défini comme étant un « accord substantiel auquel parviennent les personnes intéressées. Le consensus comporte une tentative de dissiper toute objection et va beaucoup plus loin que la majorité simple sans constituer nécessairement l'unanimité ». Par conséquent, un membre peut siéger au comité technique et ne pas être parfaitement d'accord avec tous les articles du protocole.*

### **MISE EN GARDE n° 1**

*Le contenu du présent document de même que toutes les recommandations qui peuvent s'y rapporter, communiqués par tout moyen, ne sont fournis qu'à titre d'information et visent à diminuer le plus possible les risques et les problèmes associés aux matériaux granulaires. À l'instar de tous travaux et gestes posés par les membres du Comité et de tout sous-comité, ce document a été élaboré à partir des connaissances actuelles et pour le bénéfice de la collectivité en général, avec le plus de soin, de diligence et de compétence possibles dans les circonstances.*

*Toutefois, ces informations, données et recommandations vous sont fournies avec l'entente que le Comité technique québécois d'étude des problèmes de gonflement associés à la pyrite, ses membres de même que les sous-comités et leurs membres n'encourent aucune responsabilité envers l'utilisateur.*

*Pour plus de garantie, il est recommandé de consulter les experts appropriés.*

### **MISE EN GARDE n° 2**

*Il incombe à l'utilisateur de juger si le protocole convient à ses besoins particuliers.*

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

### **1.3 LE PROCOLE D'EXPERTISE**

Le document présentant le protocole d'expertise sur bâtiments existants comprend les sections suivantes:

1. La présente introduction.
2. Notes explicatives.
3. Qualifications des firmes et des professionnels.
4. Annexe A : Rapport type.
5. Annexe B : Analyses chimiques.
6. Annexe C : Contrat type suggéré.
7. Annexe D : Résumé explicatif (consommateurs).

### **1.4 INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES**

Pour toute information supplémentaire en regard de ce protocole d'expertise, on peut rejoindre le secrétariat du comité technique, aux soins de M. Pierre Tremblay ing. à l'ACRGQTQ aux coordonnées suivantes :

Téléphone : 1-800-463-4672  
Télécopieur : 1-418-529-5139  
Courriel : [acrgtq@acrgtq.qc.ca](mailto:acrgtq@acrgtq.qc.ca)  
Adresse postale : 435, Grande-Allée Est  
Québec (Québec)  
G1R 2J5

Les versions en vigueur de protocole peuvent être retrouvées aux sites WEB de la SHQ ([www.shq.gouv.qc.ca](http://www.shq.gouv.qc.ca)) et de l'ACQC ([www.consommateur.qc.ca/acqc](http://www.consommateur.qc.ca/acqc))

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

## **2 NOTES EXPLICATIVES CTQ-M200**

### **2.1 RÉSUMÉ DU PROCOLE D'EXPERTISE**

Le protocole d'expertise sur bâtiments résidentiels existants se compose de trois étapes distinctes, soit:

- Relevé visuel.
- Réalisation des sondages.
- Essais en laboratoire.

Les notes explicatives suivantes indiquent aux professionnels les éléments que doit inclure chacune de ces étapes. Ces notes font référence au rapport type présenté à l'annexe A de ce document. Le rapport type présente les éléments que tout rapport d'expertise réalisé selon ce protocole doit, au minimum, inclure. Les rapports d'expertises réalisés selon ce protocole doivent, et ceci en tout temps, être présentés selon la forme du rapport type. Les professionnels, selon leur jugement, peuvent ajouter des éléments supplémentaires au rapport.

Des notes explicatives simplifiées sont également jointes (voir annexe D) et visent à faciliter la compréhension des rapports qui seront soumis aux consommateurs. Ces notes explicatives pourront, à la discrétion des mandataires, être jointes aux rapports d'expertise présentés aux consommateurs.

### **2.2 DÉFINITION DU MANDAT**

Le mandat consiste en la vérification, pour un bâtiment donné, de la présence d'un remblai granulaire potentiellement gonflant à cause de la présence de pyrite et des autres sulfures de fer dans certains faciès pétrographiques. Le mandataire doit déterminer si le remblai granulaire présente un potentiel de gonflement suffisamment significatif pour pouvoir entraîner ou pour avoir déjà entraîné des désordres apparents au bâtiment et justifier la réalisation de travaux de réparation. Le mandataire doit également déterminer si le remblai granulaire présente un potentiel significatif d'engendrer une sulfatation du béton susceptible de causer des soulèvements apparents.

Le mandat se subdivise en trois sections distinctes, i.e. relevé visuel, réalisation des sondages et essais en laboratoire. Les informations recueillies et les résultats obtenus sont consignés au rapport type (voir Annexe A). Le rapport inclut une synthèse et une approche de solution.

Le mandat est réalisé selon les exigences spécifiées au protocole CTQ-M200, tel que proposé par le Comité technique québécois d'étude des problèmes de gonflement associés à la pyrite. Un contrat type est présenté à l'annexe C.

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

## **2.3 RELEVÉ VISUEL**

### **2.3.1 But**

Le relevé visuel vise à déterminer si des désordres apparents pouvant être reliés à un soulèvement de la dalle causé par un gonflement sulfatique du remblai et/ou par une sulfatation du béton sont présents et de quantifier, s'il y a lieu l'intensité des désordres.

Il convient de rappeler, que de façon générale, ce type de désordres nécessite une dizaine d'années avant d'être vraiment perceptible.

### **2.3.2 Équipements**

L'équipement de base afin de réaliser les relevés visuels doit inclure les éléments suivants : niveau de 2 mètres (min.), règle droite avec cales de 30 mm, marteau de géologue, et instruments de mesure (rubans à mesurer, verniers, etc).

### **2.3.3 Réalisation du relevé visuel**

La première étape est de bien identifier le bâtiment, c'est-à-dire l'adresse civique, le type de construction, l'année de construction, le propriétaire actuel, etc. L'information est inscrite au tableau de la section 1.0 du rapport type.

Le relevé visuel (intérieur et extérieur) doit être réalisé à partir des tableaux de la section 2.0 du rapport type et un croquis résumant les désordres relevés sur les éléments visuellement observables.

Le relevé doit inclure une inspection visuelle des éléments pouvant être affectés dans le cas de gonflements sulfatiques du remblais granulaires, c'est-à-dire:

- Dalles de béton:
  - fissuration rectiligne et/ou en étoile, accompagnée de dénivellation et/ou gonflement de l'élément; la dénivelée apparente est mesurée en utilisant une règle droite sur laquelle des cales de 30 mm de hauteur ont été fixées aux extrémités. Les mesures sont prises au centre de la règle;
  - signes de sulfatation.
  
- Éléments appuyés sur les dalles de béton:
  - cloisons, portes, etc. Ces éléments peuvent être affectés par le gonflement du remblai et/ou le soulèvement de la dalle de béton sous-jacente et présenter des fissures, des flambages, des problèmes de fermeture des portes, etc.;
  - dans certains cas plus sévères, des désordres peuvent être relevés au rez-de-chaussée, c'est-à-dire fissuration des cloisons, soulèvement du plancher, etc.



## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

- Murs de fondation:
  - les murs de fondation peuvent être affectés par le gonflement du remblai granulaire et présenter des fissures subverticales et, dans certains cas, un déplacement vers l'extérieur. Dans ce cas, on note au rapport type le positionnement des fissures ainsi que l'ouverture maximum de ces dernières. Dans le cas d'un déplacement latéral d'un mur de fondation, on évaluera, en mm, le déplacement du mur.

### **2.4 RÉALISATION DES SONDAGES**

#### **2.4.1 But**

La réalisation des sondages vise à prélever des échantillons les plus représentatifs possibles des matériaux (béton, remblais granulaires et terrain naturel) et en assurer le transport vers le laboratoire sans altération.

#### **2.4.2 Équipements**

Une carotteuse électrique munie d'un carottier diamanté d'un diamètre d'au moins 150 mm est habituellement utilisée pour le prélèvement du béton. Quant aux prélèvements des matériaux granulaires ceux-ci peuvent être réalisés de façon manuelle, avec une tarière, une cuillère fendue, etc.

Dans le cas du terrain naturel, une cuillère fendue est habituellement utilisée afin d'atteindre la profondeur de 150 mm dans les matériaux meubles. Dans le cas de roc, un carottier diamanté de 50 à 75 mm de diamètre sera utilisé avec la carotteuse afin de récupérer le roc.

#### **2.4.3 Nombre de sondages et localisation**

De façon générale, on devra réaliser un sondage par niveau (élévation) de dalle de béton.

Dans le cadre d'expertises sur bâtiments résidentiels, un premier sondage sera réalisé dans la section sous-sol et un second, s'il y a lieu, dans le garage. Dans le cas de sondages au sous-sol, considérant qu'un seul type de pierre devrait normalement se retrouver sous la dalle, le sondage peut être réalisé à n'importe quel endroit (salle de lavage, sous l'escalier, etc). Toutefois, la proximité d'un mur de fondation (< 1,0 mètre) permet d'estimer le sol d'assise de la semelle.

Au garage, le sondage devrait être réalisé à moins de 1 mètre de la porte de garage et du mur de fondation extérieur, afin d'échantillonner le remblai granulaire là où l'excavation est la plus profonde. Le sondage au garage est toujours réalisé, même s'il se situe à la même élévation que le sous-sol.

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

### **2.4.4 Méthodologie**

#### **2.4.4.1 Diamètre des sondages**

Le diamètre minimal des sondages est de 150 mm. L'utilisation d'un carottier d'un plus grand diamètre (ex.: 250 mm) permet toutefois la récupération d'une plus grande quantité de matériaux, avec plus de facilité.

#### **2.4.4.2 Profondeur des sondages**

Dans le cas du premier sondage au sous-sol, les matériaux granulaires doivent être récupérés sur toute leur épaisseur. De plus, les matériaux retrouvés sous le remblai granulaire (terrain naturel, sable, emprunt granulaire, roc en place, etc.) devront être identifiés et récupérés sur une profondeur minimale de 150 mm. Si le terrain naturel est constitué de roc en place, ce dernier devra être échantillonner par carottage. Un carottier d'un diamètre de 50 à 75 mm peut alors être utilisé. Dans le cas de roc en place jugé non gonflant (granite, syénite, etc) le carottage peut être d'une profondeur minimum de l'ordre de 75 mm.

Dans certains cas particuliers, les bâtiments peuvent avoir été construits sur des terrains ayant fait l'objet d'un remblayage d'une épaisseur significative rendant difficile le prélèvement du terrain naturel. Dans ces cas, le prélèvement des matériaux granulaires sous-jacents aux dalles doit être réalisé sur une profondeur minimale de 450 mm sous la dalle de béton et on doit indiquer au rapport que le terrain naturel n'a pu être échantillonner.

Dans le cas du second sondage au garage, les matériaux granulaires doivent être récupérés sur une profondeur minimale de 450 mm sous la dalle de béton. On notera que si différents types de matériaux sont récupérés lors des sondages, chacun de ceux-ci devra faire l'objet d'analyses différentes.

#### **2.4.4.3 Présentation de l'information**

Un tableau présentant la stratigraphie des sondages (voir rapport type, section 3.2.3) est complété lors de la réalisation des sondages.

Les types de matériaux recoupés ainsi que leurs profondeurs respectives sont notés au tableau du rapport-type.

On notera également toute information et remarque pertinentes, telles que la présence d'un vide entre la dalle et le remblai, la présence d'un film de polyéthylène, d'une

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

membrane, etc. Il est également pertinent de noter les caractéristiques des matériaux (qualité du béton, la granulométrie des matériaux granulaires, etc.) en regard des exigences usuelles.

Les échantillons récupérés (béton, matériaux granulaires, terrain naturel, etc.) sont placés dans des sacs individuels. L'identification des sacs inclut le numéro de projet, l'identification du numéro du sondage, la profondeur de récupération et la date des travaux. Chacun des types de matériaux granulaires récupérés lors des sondages est placé dans des sacs différents pour les analyses en laboratoire.

Les cavités des sondages seront rebouchées à la fin de l'expertise, en premier lieu, avec des matériaux granulaires compactés et, finalement, au niveau de la dalle de béton, avec un mortier ou un béton cimentaire à prise rapide.

Les sondages sont localisés sur le croquis du rapport type (voir rapport type, section 2.4).

### **2.5 ESSAIS EN LABORATOIRE**

#### **2.5.1 But**

Les essais en laboratoire sont réalisés dans le but d'identifier le type de matériaux granulaires et d'en estimer le potentiel de gonflement et/ou le potentiel de sulfatation du béton. Les essais visent également à déterminer les caractéristiques du béton et du terrain naturel.

#### **2.5.2 Équipements**

Le laboratoire doit avoir à sa disposition, l'ensemble des équipements nécessaires à la caractérisation des matériaux. Voir la norme NQ 2560-500 pour plus de précision.

#### **2.5.3 Étape n° 1 des essais**

##### **2.5.3.1 Étude du béton**

Le béton fait l'objet d'un examen visuel afin de déterminer, entre autres:

- sa qualité générale;
- son épaisseur;
- la présence d'un revêtement en surface;
- la présence de sulfatation;
- la présence de décoloration;
- la présence d'une membrane ou d'un polyéthylène sous la dalle;
- etc.

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

Les informations sont indiquées au rapport (voir section 4.2 du rapport type, annexe A).

### **2.5.3.2 Analyse granulométrique des matériaux granulaires**

Pour les matériaux de granulométrie étendue et/ou présentant un diamètre nominal élevé, l'analyse granulométrique est réalisée selon la norme NQ 2560-040 jusqu'au tamis 5 mm. Pour les matériaux plus fins (sable, criblure, etc.), l'analyse granulométrique est réalisée selon la même norme à partir du tamis 5 mm. Les résultats des analyses granulométriques sont généralement présentés en annexe aux rapports.

### **2.5.3.3 Étude pétrographique des matériaux granulaires**

L'étude des matériaux granulaires inclut un examen en macroscopie à l'aide d'un stéréomicroscope, et la détermination des faciès pétrographiques présents ainsi que de leurs Indices Pétrographiques (IP) respectifs. Chaque faciès pétrographiques se voit attribuer un IP (Indice Pétrographique) allant de 0.0 (potentiel nul) à 1.0 (potentiel élevé). Seuls les Indices Pétrographiques (IP) de 0.0, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75 et de 1.0 peuvent être attribués. Voir la norme NQ 2560-500 pour plus d'explications sur les calculs et l'expression des résultats.

Une prise d'essai non lavée et non tamisée d'au moins 500 grammes est utilisée, pour observation au stéréomicroscope. Cette fraction n'est pas utilisée pour le calcul de l'IPPG, mais des remarques pourront être émises au rapport. On y observera, entre autres, la composition des fractions fines (0-5 mm) de même que la présence de cristaux secondaires avant lavage et la fraction pourra être utilisée, s'il y a lieu, lors des analyses chimiques de l'étape 2.

L'IPPG (Indice Pétrographique du Potentiel de Gonflement) du matériau analysé est déterminé selon les pourcentages pondérés des faciès pétrographiques présents et de leurs IP respectifs.

L'IPPG est un indice qui peut varier de 0 à 100. Il se veut une évaluation du potentiel de gonflement sulfatique des matériaux. Un indice de 0 à 10 indique un potentiel de gonflement négligeable, alors qu'à l'autre extrême, un indice de 80 à 100 indique un potentiel de gonflement extrêmement élevé. L'indice est déterminé uniquement en mégascopie et on devra, au besoin, préciser le potentiel de gonflement des matériaux en procédant à des examens en microscopie optique et/ou à des analyses chimiques. Dans le cadre de ce protocole d'expertise, l'IPPG est habituellement calculé en utilisant les fractions 5/10, 10/14 et 14/20 mm pour les matériaux de granulométrie étendue. Pour les matériaux présentant un diamètre nominal élevé (80 mm, par exemple), des fractions supplémentaires devront être utilisées.

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

S'il s'agit d'une pierre nette, d'une pierre de diamètre nominal élevé ou d'un sable, les fractions sélectionnées doivent représenter plus de 50% de l'ensemble, tel qu'estimé lors de l'analyse granulométrique des matériaux. Les masses minimales des prises d'essais les plus utilisées sont présentées au tableau ci-dessous.

Fraction granulométrique (mm)	Masse minimale (g)
20 – 31,5	1000
14 – 20	500
10 – 14	250
5 – 10	100
2,5 – 5	25
fractions < 2,5	25 par fraction retenue

Le calcul de l'IPPG est rapporté sous forme de tableaux (voir tableaux 4.3.1 et 4.3.3 du rapport type à l'annexe A). Le calcul de l'IPPG est réalisé en pondérant les pourcentages des fractions retenues, tels que déterminés lors de l'analyse granulométrique.

En déterminant l'IPPG, on notera également tout signe de réactivité (oxydation des sulfures, cristaux de sulfates secondaires, etc.) présent sur les fragments observés. Ces observations sont notées aux sections 4.3.2 et 4.3.4 du rapport-type.

À titre indicatif, le tableau ci-dessous présente le potentiel pétrographique de gonflement pouvant être généralement associé aux différentes valeurs de l'IPPG.

Il est cependant très important de noter que plusieurs autres facteurs (contenu et type de sulfures, analyses chimiques, sulfures résiduels, âge du bâtiment, épaisseur du remblai, attaque sulfatique du béton, etc.) doivent absolument être considérés avant de porter un jugement définitif sur le potentiel de gonflement du remblai. L'IPPG n'est jamais le seul critère à considérer.

IPPG	Potentiel pétrographique de gonflement (à titre indicatif)
0 – 10	négligeable
11 – 20	faible
21 – 40	faible à moyen
41 – 60	moyen à élevé
61 – 80	élevé
81 – 100	extrêmement élevé

**PROTOCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

**2.5.3.4 Étude des matériaux du terrain naturel**

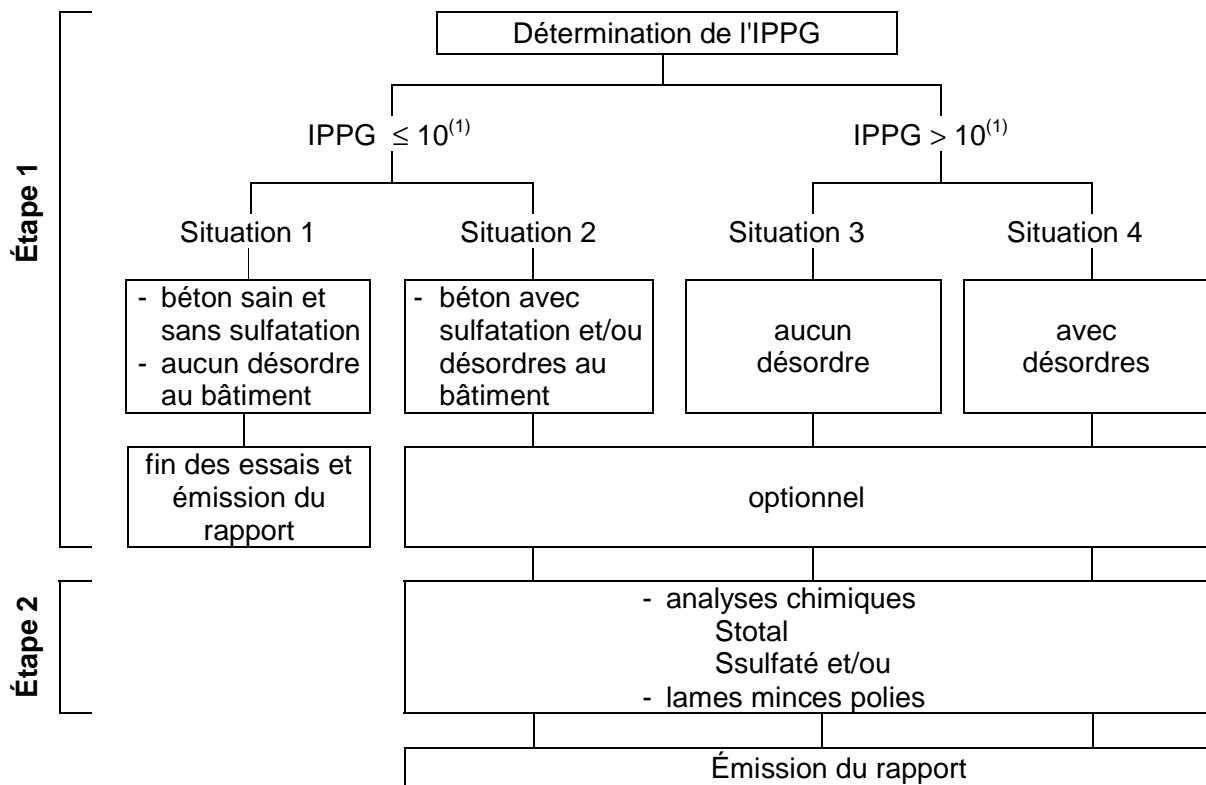
Les matériaux du terrain naturel récupérés sur une profondeur minimale de 150 mm, 75 mm dans le cas de roc en place non gonflant, doivent être observés à l'aide d'un stéréomicroscope afin d'y identifier la nature des constituants, ceux-ci sont identifiés au tableau 3.2.3 du rapport-type.

Si les matériaux n'apparaissent pas problématiques, aucun autre essai ne sera réalisé.

Si les matériaux apparaissent potentiellement problématiques, des essais supplémentaires peuvent être réalisés, au jugement du professionnel. Le type d'essai sera dicté par la nature des matériaux (argile, roc, sable, etc.). Dans le cas d'un roc en place présentant des signes de gonflement (oxydation des sulfures, présence de cristaux de sulfates secondaires, etc.) on devra déterminer l'épaisseur du roc déjà oxydé.

**2.5.3.5 Synthèse – étape 1**

Considérant l'IPPG, l'état du béton et les désordres au bâtiment, l'organigramme ci-dessous permet de déterminer s'il est nécessaire de procéder aux essais de l'étape 2.



## **PROTOCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

- (1) Un jugement professionnel devra être réalisé par le personnel technique réalisant les essais en laboratoire afin de valider la stratégie proposée dans l'organigramme. Il est de la responsabilité du professionnel de réaliser les essais nécessaires afin de rencontrer les objectifs de ce protocole.

De plus, le professionnel peut, à sa discrétion, recommander des essais additionnels (compression sur béton, essais physico-mécaniques sur les matériaux granulaires, absorption, etc.) s'il le juge pertinent.

### **2.5.4 Étape n° 2 des essais**

#### **2.5.4.1 Options**

L'organigramme indique que dans le cas de la situation 1, c'est-à-dire lorsque  $I_{PPG} \leq 10$ , et qu'il n'y a aucun dommage au bâtiment, il est jugé que les matériaux représentent un potentiel de gonflement qualifié de négligeable et qu'il n'est pas nécessaire de passer aux essais de l'étape 2. Les autres situations peuvent demander la réalisation d'essais supplémentaires.

Dans le cas des autres situations (nos 2, 3 et 4), il demeure optionnel et au jugement du professionnel de procéder aux essais de l'étape no 2. La décision de passer aux essais de l'étape no 2 est basée sur plusieurs facteurs dont entre autres; âge du bâtiment, ampleur des désordres apparents, choix du propriétaire de réaliser des travaux de réfection, etc.

En étape 2, le professionnel peut selon son jugement, et des résultats de la phase 1 de l'étude, réaliser des analyses chimiques (Stotal et SO<sub>4</sub> hydrosolubles) et / ou une étude de lames minces polies en microscopie optique.

#### **2.5.4.2 Méthodologie des essais**

Les analyses chimiques sont réalisées sur la prise d'essai spécifiée à l'article 2.5.1.3 et selon les méthodes d'essais décrites à l'annexe B du protocole. Deux éléments sont mesurés soit le soufre total (S<sub>total</sub>) et les sulfates hydrosolubles (SO<sub>4</sub> hydrosolubles).

À partir des résultats obtenus les calculs suivants sont réalisés :

- Contenu équivalent en pyrite :  
Équivalent pyrite (%) =  $1.87 \times [\% S_{\text{total}} - (0.334 \times \% SO_4)]$
- Contenu équivalent en gypse :  
Équivalent gypse (%) =  $1.79 \times \% SO_4$

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

Les résultats de ces analyses et calculs sont alors considérés dans la synthèse avec les autres résultats obtenus (IPPG, épaisseur de remblai, âge du bâtiment, etc.) lors de l'expertise.

L'interprétation des valeurs obtenues demeure délicate et le professionnel se doit de demeurer prudent dans son interprétation. À titre indicatif le tableau suivant indique la corrélation générale entre le résultat du pourcentage d'équivalent pyrite et le potentiel chimique de gonflement. Les valeurs et potentiels indiqués ne le sont qu'à titre indicatif et plusieurs autres éléments (faciès pétrographique, IPPG, structure cristalline des sulfures, pourcentage de minéraux argileux etc.) doivent être considérés dans la synthèse

Équivalent pyrite	Potentiel chimique de gonflement
0-0.5%	Négligeable à faible
0.5-1.0%	Faible à moyen
>1.0%	Moyen à élevé

Quant au résultat de l'équivalent gypse son interprétation demeure ponctuelle dû à la solubilité des sulfates et l'interprétation possible en est donc limitée.

### **2.6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION**

La section 5 du rapport type (voir annexe A) présente la synthèse et les conclusions de l'expertise. Les paramètres qui, à notre avis, devraient être considérés dans la préparation de la synthèse sont les suivants:

- Désordres reconnus lors du relevé visuel.
- Épaisseur et état du béton (sulfatation).
- Valeur de l'IPPG.
- Épaisseur, calibre et compacité apparente des matériaux granulaires.
- Gonflement résiduel potentiel (analyses chimiques et/ou lames minces).
- Âge du bâtiment.

La conclusion doit permettre de répondre aux questions suivantes:

1. Est-ce que la structure présente des désordres pouvant être clairement reliés à un cas de soulèvement de dalle causé par le gonflement du remblai et/ou par la sulfatation du béton ?
2. Est-ce que le béton présente, ou peut présenter dans l'avenir, une attaque sulfatique et de quel ordre ?
3. Est-ce que les matériaux granulaires présentent un potentiel de gonflement et de quel ordre ?
4. Est-ce qu'il y a des signes visibles de la réaction ?



## **PROTOCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

5. Est-ce que la réaction peut se poursuivre (gonflement résiduel potentiel) ?
6. Est-ce que des désordres sont à prévoir dans le futur ?
7. Est-ce qu'il y a urgence d'agir?

*Note n° 3: Si le mandataire ne réalise pas les essais en laboratoire, le rapport devra contenir deux synthèses: une première synthèse sera réalisée par le laboratoire et portera uniquement sur les résultats des essais réalisés sur les matériaux granulaires et le béton, alors qu'une seconde synthèse globale portera sur l'ensemble de l'expertise. Cette dernière est de la responsabilité du mandataire.*

*Si le mandataire réalise toutes les étapes de l'expertise, le rapport n'inclut qu'une seule synthèse.*

### **2.7 APPROCHES DE SOLUTIONS**

La section 6 du rapport type (voir annexe A) présente les approches de solutions. Ces dernières sont fonction de la synthèse et de la conclusion.

Trois approches de solutions peuvent être proposées:

- 1) Aucune intervention.

Dans les cas où les matériaux ne présentent pas de potentiel de gonflement significatif, que le béton ne présente pas de sulfatation et qu'aucun désordre n'est relevé, aucune intervention ni travaux ne sont recommandés.

- 2) Intervention non impérative.

On peut retrouver des matériaux granulaires présentant un potentiel de gonflement allant de faible à moyen. Ces matériaux peuvent créer des désordres perceptibles, tels que le soulèvement et la fissuration de la dalle, mais ces désordres demeureront généralement à un niveau tolérable pour la structure et n'affecteront pas son intégrité. Dans ces situations, procéder à des interventions significatives devient non impératif. Les paramètres énumérés à la section 2.6 devront être considérés.

- 3) Intervention majeure.

Dans les cas où les matériaux présentent un potentiel de gonflement important et que des désordres significatifs sont déjà observables ou à prévoir, les approches de solutions doivent considérer des interventions majeures. Le degré et l'urgence de ces interventions sont reliés à plusieurs critères déjà énumérés à la section 2.6. On devra également tenir compte de l'état des murs de fondation.

## **PROTOCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

*Note n° 4: Les expertises réalisées selon ce protocole le sont spécifiquement dans le but de déterminer si les remblais granulaires présentent un potentiel de gonflement sulfatique et s'ils ont affecté ou peuvent, dans le futur, affecter le bâtiment. Lors des relevés visuels, les professionnels peuvent relever d'autres types de désordres associés à des problèmes autres que les gonflements sulfatiques, tels que des problèmes de fissuration associés à des tassements différentiels des sols naturels.*

*Les types de désordres autres que ceux reliés à un gonflement sulfatique, devraient être notés en remarques dans le rapport d'expertise, tout en demeurant prudent dans l'interprétation de ces derniers.*

### **2.8 ARCHIVAGE DES DOCUMENTS ET DES ÉCHANTILLONS**

- Les rapports et autres documents doivent être conservés pour une période de vingt (20) ans par les firmes ayant réalisées les expertises.
- Il est recommandé de conserver les échantillons (béton, matériaux granulaires, etc.) pour une période de 6 mois.

*Note: Les rapports remis aux consommateurs doivent indiquer clairement la période de conservation des échantillons par le laboratoire.*

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

### **3 QUALIFICATION DES FIRMES ET DES PROFESSIONNELS**

#### **3.1 GÉNÉRALITÉS**

Au Québec, les champs d'exercices exclusifs, les titres réservés et la restriction de la pratique de certaines activités à des détenteurs de licence ou de permis sont parmi les moyens utilisés par le législateur afin d'encadrer la compétence des individus et firmes et afin d'assurer la protection du public.

Toutefois, la connaissance collective du problème de la pyrite est relativement récente et date d'environ septembre 1998. L'apparition des problèmes de gonflement des remblais a créé une demande pour des services professionnels d'expertises et a créé de nouvelles relations d'affaires entre des firmes et des citoyens souvent peu familiers avec le domaine de la construction ou de la géologie.

Il faut rappeler que les activités d'expertises entourant les petits bâtiments sont actuellement peu réglementées au Québec. Dans un contexte d'allègement réglementaire et d'allègement de l'état, l'instauration de nouvelles lois ou règlements est un processus difficile et incertain vu les autres priorités du calendrier législatif.

Le comité technique est toutefois d'avis que les expertises reliées à la pyrite doivent être réalisées par des professionnels du bâtiment compétents vu les conséquences financières importantes pour les citoyens dans le cas de mauvais diagnostics.

De façon intérimaire, vu les difficultés à modifier rapidement les lois en vigueur, le comité technique a déterminé les qualifications minimales suivantes de façon à protéger le public.

Ces qualifications doivent être respectées par toute entreprise ou individu qui offre des services annoncés conformes au CTQ-M200.

Le protocole d'expertise sur bâtiments existants CTQ-M200 se subdivise en trois sections: le relevé visuel des désordres, la réalisation des sondages et les essais en laboratoire.

Si l'expertise est réalisée par des professionnels de diverses affiliations, on doit identifier, dans chaque cas, la firme ayant réalisé les travaux, son représentant et ses qualifications (voir rapport type).

Le mandataire de l'expertise doit, en tout temps, réaliser le relevé visuel (étape 1) du bâtiment sous étude et, s'il ne réalise pas les étapes 2 et 3, s'assurer que ses sous-traitants rencontrent les exigences de ce protocole au niveau des qualifications

## **PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

spécifiées. Le mandataire est responsable de la direction et de l'exécution de l'ensemble de l'expertise et, à ce titre, de signer le rapport soumis au consommateur.

L'ensemble des professionnels participant à une expertise suivant ce protocole doivent être appuyés par une assurance-responsabilité professionnelle reconnue spécifique à ce type de mandat, soit à titre corporatif, soit à titre personnel.

Afin d'éviter tout conflit d'intérêts, aucun rapport d'expertise ne doit être réalisé par une firme pouvant réaliser les travaux de réfection ou ayant un intérêt direct ou indirect dans la conclusion d'une transaction immobilière du bâtiment faisant l'objet de l'expertise.

Pour chacune des étapes, les qualifications suivantes devraient être exigées.

### **3.2 RELEVÉ VISUEL**

Les personnes présentant les qualifications suivantes devraient réaliser les relevés visuels:

- Professionnel dûment qualifié (géologue, ingénieur, technologue, technicien, etc.) rattaché à un laboratoire (ingénierie des matériaux) membre de l'ACLE (Association canadienne des laboratoires d'essais).
- Ingénieur dûment qualifié (membre OIQ).
- Architecte dûment qualifié (membre OAQ).
- Technologue en bâtiment dûment qualifié (membre OTPQ).
- Tout autre spécialiste du bâtiment dûment qualifié ayant acquis les connaissances et une expérience pertinente à ce domaine d'expertise.

Il est recommandé que le personnel réalisant les relevés visuels possède une formation en technologie du béton afin de discerner les défauts courants relevés dans les éléments de béton (fissures de retrait, changements volumétriques, etc.) et les désordres causés par la présence d'un remblai gonflant.

### **3.3 RÉALISATION DES SONDAGES**

Les sondages doivent être réalisés selon la méthodologie décrite à la section 2.4 du protocole, par une firme membre de l'ACLE inscrite à la spécialité pyrite de l'Association, sous la coordination/supervision d'un professionnel rencontrant les qualifications spécifiées à l'article 3.1.

**PROCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS**

---

**3.4 ESSAIS EN LABORATOIRE**

Les essais en laboratoire doivent être réalisés par une firme membre de l'ACLE et inscrite à la spécialité pyrite de l'association.

La liste des firmes inscrites à la spécialité Pyrite de l'Association est disponible auprès du secrétariat du Comité et au site Web de l'ACLE ([www.acle.qc.ca](http://www.acle.qc.ca)).

**3.5 TRAÇABILITÉ**

Afin d'éviter l'altération des échantillons et d'assurer une traçabilité non discutable, il est d'usage que le même laboratoire procède à la réalisation des sondages et aux essais en laboratoire.

Annexe A -

***PROTOCOLE D'EXPERTISE  
SUR BÂTIMENTS  
RÉSIDENTIELS EXISTANTS***

**RAPPORT TYPE**

**BÂTIMENT RÉSIDENTIEL**

---

---

---

---

**PROTOCOLE CTQ-M200**

**Version 2.0**

**PROTCOLE D'EXPERTISE SUR  
BÂTIMENTS RÉSIDENIELS EXISTANTS**

**1.0 IDENTIFICATION DE LA PROPRIÉTÉ**

- Adresse civique	:	_____
- Type de bâtiment	:	_____
- Présence d'un garage	:	_____
- Année de construction	:	_____
- Propriétaire actuel	:	_____
- Autres informations	:	_____
		_____
		_____
		_____
		_____

**2.0 RELEVÉ VISUEL DES DÉSORDRES**

Firme ayant réalisé le relevé _____	Date _____
Par _____	Qualification _____

**2.1 Relevé extérieur**

<p>Présence d'arbres matures</p> <p><input type="checkbox"/> oui _____</p> <p><input type="checkbox"/> non _____</p> <p><u>Gouttières</u></p> <p><input type="checkbox"/> éloignent l'eau du bâtiment</p> <p><input type="checkbox"/> dirigent l'eau vers le bâtiment</p> <p><input type="checkbox"/> dirigent l'eau vers le drain français</p> <p><input type="checkbox"/> pas de gouttières</p>	<p><u>Pentes du terrain et écoulement de l'eau</u></p> <p><input type="checkbox"/> pentes éloignent l'eau du bâtiment</p> <p><input type="checkbox"/> pentes vers le bâtiment</p> <p><input type="checkbox"/> présence d'eau stagnante</p> <p><input type="checkbox"/> pentes négligeables</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Autres éléments extérieurs</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	---



## 2.2 Relevé des désordres au sous-sol

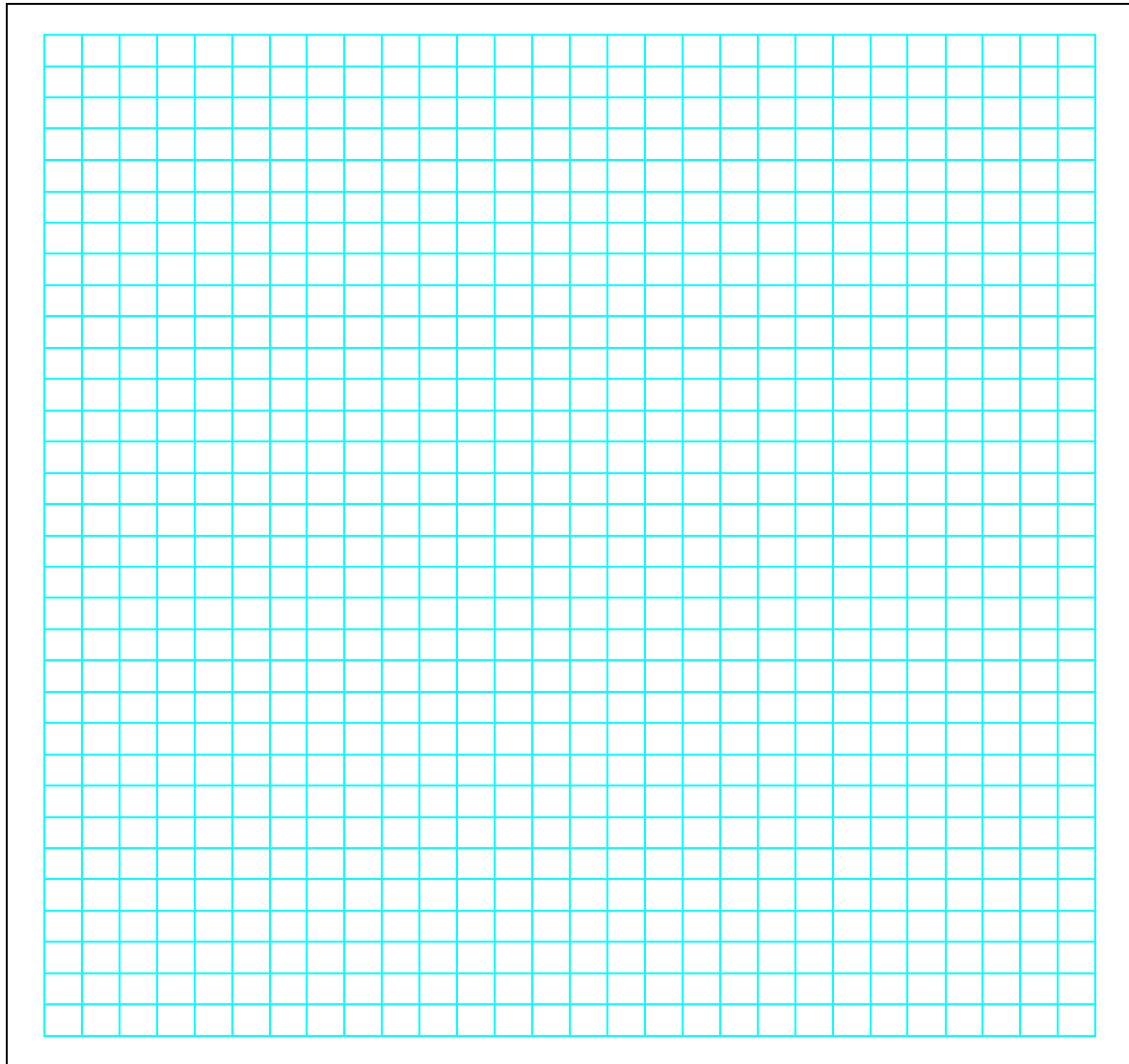
Dimensions nominales :			
% de surfaces visibles de béton :	Revêtement :		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><u>Nombre de fissures dans la dalle du sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> plusieurs fissures plutôt rectilignes : _____</p> <p><input type="checkbox"/> une ou deux fissures plutôt rectilignes : _____</p> <p><input type="checkbox"/> plusieurs fissures en étoile : _____</p> <p><input type="checkbox"/> une ou deux fissures en étoile : _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucune fissure</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Ouverture des fissures</u></p> <p><input type="checkbox"/> fine : moins de 1 mm</p> <p><input type="checkbox"/> moyenne : entre 1 et 2 mm</p> <p><input type="checkbox"/> importante : plus de 2 mm ( _____ ) mm</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Présence de poudre blanchâtre dans les fissures</u></p> <p><input type="checkbox"/> abondante</p> <p><input type="checkbox"/> rare</p> <p><input type="checkbox"/> ailleurs que dans les fissures</p> <p><input type="checkbox"/> non observée</p> <p><u>Amplitude des dénivelés perceptibles</u></p> <p><input type="checkbox"/> moins de 10 mm : _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> 10 mm et plus : _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dénivelé perceptible</p> <p><u>Évidence d'humidité excessive (intérieur/extérieur)</u></p> <p><input type="checkbox"/> Observée : _____</p> <p><input type="checkbox"/> non observée</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><u>Murs de fondation (section sous-sol)</u></p> <p><input type="checkbox"/> présence de fissures aux coins: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> présence de fissures entre les coins: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> déplacement du mur vers l'extérieur: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> aucun déplacement perceptible</p> <p><input type="checkbox"/> aucune fissure</p> <p><input type="checkbox"/> Non observable</p> <p><u>Cloisons du sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> Fissurées : _____</p> <p><input type="checkbox"/> Flambage : _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage</p> <p><input type="checkbox"/> pas de cloison</p> <p><u>Portes au sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> ferment mal</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage</p> <p><input type="checkbox"/> pas de porte</p> <p><u>Dommages à l'étage</u></p> <p><input type="checkbox"/> soulèvement du plancher à l'étage: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> cloisons avec dommages: _____</p> <p><input type="checkbox"/> autre dommage: _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage à l'étage</p> </td> </tr> </table>		<p><u>Nombre de fissures dans la dalle du sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> plusieurs fissures plutôt rectilignes : _____</p> <p><input type="checkbox"/> une ou deux fissures plutôt rectilignes : _____</p> <p><input type="checkbox"/> plusieurs fissures en étoile : _____</p> <p><input type="checkbox"/> une ou deux fissures en étoile : _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucune fissure</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Ouverture des fissures</u></p> <p><input type="checkbox"/> fine : moins de 1 mm</p> <p><input type="checkbox"/> moyenne : entre 1 et 2 mm</p> <p><input type="checkbox"/> importante : plus de 2 mm ( _____ ) mm</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Présence de poudre blanchâtre dans les fissures</u></p> <p><input type="checkbox"/> abondante</p> <p><input type="checkbox"/> rare</p> <p><input type="checkbox"/> ailleurs que dans les fissures</p> <p><input type="checkbox"/> non observée</p> <p><u>Amplitude des dénivelés perceptibles</u></p> <p><input type="checkbox"/> moins de 10 mm : _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> 10 mm et plus : _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dénivelé perceptible</p> <p><u>Évidence d'humidité excessive (intérieur/extérieur)</u></p> <p><input type="checkbox"/> Observée : _____</p> <p><input type="checkbox"/> non observée</p>	<p><u>Murs de fondation (section sous-sol)</u></p> <p><input type="checkbox"/> présence de fissures aux coins: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> présence de fissures entre les coins: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> déplacement du mur vers l'extérieur: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> aucun déplacement perceptible</p> <p><input type="checkbox"/> aucune fissure</p> <p><input type="checkbox"/> Non observable</p> <p><u>Cloisons du sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> Fissurées : _____</p> <p><input type="checkbox"/> Flambage : _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage</p> <p><input type="checkbox"/> pas de cloison</p> <p><u>Portes au sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> ferment mal</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage</p> <p><input type="checkbox"/> pas de porte</p> <p><u>Dommages à l'étage</u></p> <p><input type="checkbox"/> soulèvement du plancher à l'étage: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> cloisons avec dommages: _____</p> <p><input type="checkbox"/> autre dommage: _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage à l'étage</p>
<p><u>Nombre de fissures dans la dalle du sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> plusieurs fissures plutôt rectilignes : _____</p> <p><input type="checkbox"/> une ou deux fissures plutôt rectilignes : _____</p> <p><input type="checkbox"/> plusieurs fissures en étoile : _____</p> <p><input type="checkbox"/> une ou deux fissures en étoile : _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucune fissure</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Ouverture des fissures</u></p> <p><input type="checkbox"/> fine : moins de 1 mm</p> <p><input type="checkbox"/> moyenne : entre 1 et 2 mm</p> <p><input type="checkbox"/> importante : plus de 2 mm ( _____ ) mm</p> <p><input type="checkbox"/> non observable</p> <p><u>Présence de poudre blanchâtre dans les fissures</u></p> <p><input type="checkbox"/> abondante</p> <p><input type="checkbox"/> rare</p> <p><input type="checkbox"/> ailleurs que dans les fissures</p> <p><input type="checkbox"/> non observée</p> <p><u>Amplitude des dénivelés perceptibles</u></p> <p><input type="checkbox"/> moins de 10 mm : _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> 10 mm et plus : _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dénivelé perceptible</p> <p><u>Évidence d'humidité excessive (intérieur/extérieur)</u></p> <p><input type="checkbox"/> Observée : _____</p> <p><input type="checkbox"/> non observée</p>	<p><u>Murs de fondation (section sous-sol)</u></p> <p><input type="checkbox"/> présence de fissures aux coins: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> présence de fissures entre les coins: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> déplacement du mur vers l'extérieur: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> aucun déplacement perceptible</p> <p><input type="checkbox"/> aucune fissure</p> <p><input type="checkbox"/> Non observable</p> <p><u>Cloisons du sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> Fissurées : _____</p> <p><input type="checkbox"/> Flambage : _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage</p> <p><input type="checkbox"/> pas de cloison</p> <p><u>Portes au sous-sol</u></p> <p><input type="checkbox"/> ferment mal</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage</p> <p><input type="checkbox"/> pas de porte</p> <p><u>Dommages à l'étage</u></p> <p><input type="checkbox"/> soulèvement du plancher à l'étage: _____ mm</p> <p><input type="checkbox"/> cloisons avec dommages: _____</p> <p><input type="checkbox"/> autre dommage: _____</p> <p><input type="checkbox"/> aucun dommage à l'étage</p>		
<b>Remarques :</b>			

**2.3 Relevé des désordres au garage**

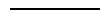


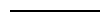







Dimensions nominales (dalle) :	Élévation de la dalle : <input type="checkbox"/> rue <input type="checkbox"/> sous-sol
% de surfaces observables :	Revêtement :
<u>Nombre de fissures dans la dalle du garage</u>	<u>Murs de fondation (section garage)</u>
<input type="checkbox"/> plusieurs fissures plutôt rectilignes : _____	<input type="checkbox"/> présence de fissures aux coins: _____ mm
<input type="checkbox"/> une ou deux fissures plutôt rectilignes : _____	<input type="checkbox"/> présence de fissures entre les coins: _____ mm
<input type="checkbox"/> plusieurs fissures en étoile : _____	<input type="checkbox"/> déplacement du mur vers l'extérieur: _____ mm
<input type="checkbox"/> une ou deux fissures en étoile : _____	<input type="checkbox"/> aucun déplacement perceptible
<input type="checkbox"/> aucune fissure	<input type="checkbox"/> aucune fissure
<input type="checkbox"/> non observable	<input type="checkbox"/> non observable
<u>Ouverture des fissures</u>	<u>Pièces attenantes au garage</u>
<input type="checkbox"/> fine : moins de 1 mm	<input type="checkbox"/> oui : _____
<input type="checkbox"/> moyenne : entre 1 et 2 mm	<input type="checkbox"/> dommages : _____
<input type="checkbox"/> importante : plus de 2 mm ( _____ ) mm	<input type="checkbox"/> aucun dommage
<input type="checkbox"/> non observable	<input type="checkbox"/> pas de pièce attenante
<u>Présence de poudre blanchâtre dans les fissures</u>	<u>Lavage de voitures dans le garage</u>
<input type="checkbox"/> abondante	<input type="checkbox"/> fréquent
<input type="checkbox"/> rare	<input type="checkbox"/> rare
<input type="checkbox"/> ailleurs que dans les fissures	<input type="checkbox"/> jamais
<input type="checkbox"/> non observée	<input type="checkbox"/> information non disponible
<u>Amplitude des dénivelés perceptibles</u>	<u>Température moyenne en hiver à l'intérieur du garage</u>
<input type="checkbox"/> moins de 10 mm : _____ mm	<input type="checkbox"/> > 10°C
<input type="checkbox"/> 10 mm et plus : _____ mm	<input type="checkbox"/> 0 – 10°C
<input type="checkbox"/> aucun dénivelé perceptible	<input type="checkbox"/> garage non chauffé
<u>Évidence d'humidité excessive (extérieur/intérieur)</u>	<input type="checkbox"/> information non disponible
<input type="checkbox"/> Observée : _____	
<input type="checkbox"/> non observée	
<u>Puisard</u>	<u>Porte de garage</u>
<input type="checkbox"/> apparaît étanche	<input type="checkbox"/> dalle soulevée près de la porte
<input type="checkbox"/> n'apparaît pas étanche	<input type="checkbox"/> aucun soulèvement perceptible
<b>Remarques :</b>	

## 2.4 Croquis (sous-sol, garage et extérieur)

- Vue en plan



### LÉGENDE

	mur de fondation		sondage		gouttière problématique
	cloison		mouvement latéral probable perceptible		arbre mature
	cloison portante (si connue)		mouvement vertical probable perceptible		eau stagnante
	fissure				
	secteur non visible (tapis, faux plancher, etc.)				

### 3.0 RÉALISATION DES SONDAGES

#### 3.1 Identification de la Firme

Firme ACLE ayant réalisé les sondages: _____	Date: _____
Par _____	Qualification _____

#### 3.2 Sondages

##### 3.2.1 Localisation des sondages\*:

Nombre de sondages	:	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Sondage n° 1	:	_____ (voir croquis)	
Sondage n° 2	:	_____ (voir croquis)	

\* Le sondage n° 1 est toujours celui réalisé au sous-sol.

##### 3.2.2 Détails techniques:

Équipement utilisé	:	_____
Diamètre des sondages	:	_____
Remarques	:	_____

##### 3.2.3 Stratigraphie des sondages:

Type de matériau	N° 1 (sous-sol)	Remarques	N° 2 (garage)	Remarques
Béton de ciment - profondeur	0 à _____ mm		0 à _____ mm	
Présence d'un vide sous la dalle	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	_____ mm	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	_____ mm
Présence d'un revêtement	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Présence d'un polyéthylène	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Remblai granulaire n° 1 profondeur classe granulaire	de _____ mm à _____ mm _____ mm		de _____ mm à _____ mm _____ mm	
Remblai granulaire n° 2 profondeur classe granulaire	de _____ mm à _____ mm _____ mm		de _____ mm à _____ mm _____ mm	
Terrain naturel ou emprunt granulaire type	de _____ mm à _____ mm _____		de _____ mm à _____ mm _____	
- Niveau d'eau recoupé à	_____ mm	N/O <input type="checkbox"/>	_____ mm	N/O <input type="checkbox"/>

#### 4.0 ESSAIS EN LABORATOIRE

##### 4.1 Identification de la firme

Firme ACLE ayant réalisé les essais: _____	Date: _____
Réalisé par _____	Qualification _____

##### 4.2 Examen visuel du béton de ciment

	Sondage n°	
	1 (sous-sol)	2 (garage)
Épaisseur	mm	mm
Revêtement en surface	Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> _____	Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> _____
Qualité générale		
Sulfatation du béton	Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/>
- épaisseur de sulfatation sans délamination	_____ mm	_____ mm
- épaisseur de sulfatation avec délamination	_____ mm	_____ mm
- épaisseur de sulfatation avec désagrégation	_____ mm	_____ mm
- épaisseur totale de sulfatation	_____ mm	_____ mm
Remarques :		

### 4.3 Examen pétrographique des remblais granulaires

#### 4.3.1 Détermination de l'IPPG – Sondage n° 1 (sous-sol):

- Voir analyse granulométrique à l'annexe A

- Calibre des matériaux :  pierre nette \_\_\_\_\_ mm  pierre 0-20 mm  autre: \_\_\_\_\_ mm

Faciès pétrographiques	IP	fractions granulométriques							
		mm		mm		mm		mm	
		% de retenu pondéré : ____		% de retenu pondéré : ____		% de retenu pondéré : ____		% de retenu pondéré : ____	
		%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
IPPG par fraction									
IPPG du matériau : _____									

#### 4.3.2 Observations – Sondage n° 1 (sous-sol)

- Évidence d'oxydation des sulfures : \_\_\_\_\_

- Présence de cristaux de sulfates secondaires : \_\_\_\_\_

- Autres résultats et remarques : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4.3.3 Détermination de l'IPPG – Sondage n° 2 (garage):**

- Voir analyse granulométrique à l'annexe A

- Calibre des matériaux :  pierre nette \_\_\_\_\_ mm  pierre 0-20 mm  autre: \_\_\_\_\_ mm

Faciès pétrographiques	IP	fractions granulométriques							
		mm		mm		mm		mm	
		% de retenu pondéré : __		% de retenu pondéré : __		% de retenu pondéré : __		% de retenu pondéré : __	
		%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
IPPG par fraction									
IPPG du matériau: _____									

**4.3.4 Observations – Sondage n° 2 (garage)**

- Évidence d'oxydation des sulfures : \_\_\_\_\_

- Présence de cristaux de sulfates secondaires : \_\_\_\_\_

- Autres résultats et remarques : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5.0 SYNTHÈSE

5.1 ESSAIS DE LABORATOIRE

5.1.1 Section sous-sol

5.1.2 Section garage

Approuvé par : \_\_\_\_\_  
(sections 3.0, 4.0 et 5.1)  
Qualification : \_\_\_\_\_  
Firme : \_\_\_\_\_



## 5.2 SYNTHÈSE GLOBALE

### 5.2.1 Section sous-sol

### 5.2.2 Section garage

**Note : Si le mandataire est un laboratoire réalisant l'ensemble des étapes de l'expertise, les synthèses « Laboratoire » et « Globale » sont présentées conjointement.**

**6.0 APPROCHES DE SOLUTIONS**

**6.1 Section sous-sol**

**6.2 Section garage**

Approuvé par : \_\_\_\_\_  
(sections 1.0, 2.0, 5.2 et 6.0)  
Qualification : \_\_\_\_\_  
Firme : \_\_\_\_\_

---

## **Annexe B - Analyses chimiques**

---

L'annexe B présente le principe et le mode opératoire des analyses du soufre total ( $S_{\text{total}}$ ) et du sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) hydrosoluble ou soufre sulfaté ( $S_{\text{sulfaté}}$ ). Il contient aussi la liste des solutions à préparer.

### **B.1. Préparation de l'échantillon :**

La prise d'essai non lavée et non tamisée d'au moins 500 gr. spécifiée à l'article 2.5.1.3 du protocole est utilisée.

1. Concasser jusqu'à l'obtention d'un granulat passant le tamis de 5 mm;
2. Pulvériser cette fraction à l'aide d'un pulvérisateur à disques d'acier au chrome dans le but d'obtenir une granulométrie passant le tamis de 315  $\mu\text{m}$ ;
3. Diviser la fraction pulvérisée à l'aide d'un diviseur à palette pour obtenir une fraction représentative de 80 g ;
4. Pulvériser cette fraction dans un vibro-pulvérisateur (Bleuler mill), afin d'obtenir des poudres passant le tamis de 80  $\mu\text{m}$ . Cette fraction sert à prélever les prises d'essais pour les analyses.

Faire une réserve avec l'ensemble des fractions rejetées au diviseur, à des fins de contrôle ultérieur.

Entre chaque opération, assurez-vous bien que les appareils et instruments (concasseur, meules du pulvérisateur, composantes du vibro-pulvérisateur, plats, etc), soient bien nettoyés, pour éviter toute contamination.

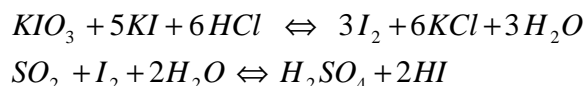
### **B.2. Dosage du soufre total ( S ):**

#### **B.2.1 Principe d'analyse :**

Quand un échantillon contenant du soufre est chauffé à une température de 1 400°C dans un courant d'oxygène, le soufre se transforme en  $\text{SO}_2$ . Le soufre gazeux ainsi libéré est amené au titreur avec le flux d'oxygène.

Les gaz  $\text{SO}_2$  et  $\text{O}_2$  sont dirigés vers le titreur qui contient l'iodure de potassium (KI), l'acide chlorhydrique (HCl), l'amidon et suffisamment d'iodate de potassium ( $\text{KIO}_3$ , le titrant) pour relâcher de l'iode libre ( $\text{I}_2$ ). L'iode libre en présence d'amidon, colore la solution en bleu. L'ajout de  $\text{SO}_2$  par l'amenée des gaz décolore la solution. Alors, du  $\text{KIO}_3$  est ajouté à l'aide de la burette pour la recolorer en bleu. La répétition de ces opérations jusqu'à ce que tout le  $\text{SO}_2$  soit amené à réagir, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'un excédent d'iode libre résiduel maintienne la couleur bleue, permet de mesurer le pourcentage de soufre. La burette contenant le  $\text{KIO}_3$  est calibrée pour donner une lecture directe de la concentration en soufre.

L'équivalent en soufre est basé sur les réactions suivantes :



### B.2.2 Description de l'appareil :

L'appareil de titrage recommandé est de la marque « **Leco** ». C'est un four à induction qui brûle l'échantillon en présence d'un catalyseur d'étain « Lecocel » pour accélérer la combustion. Il comprend un flux d'oxygène et un four tubulaire pouvant atteindre 1 400°C. À la sortie du tube, on fait passer le gaz de combustion dans un filtre de laine de verre pour arrêter les poussières d'oxyde stannique. Le gaz de combustion est ensuite amené au barboteur du titreur auto-circulant contenant la solution de titration.

### B.2.3 Mode opératoire (iodométrie) :

1. Peser entre 0,1 et 0,5 g de l'échantillon réduit en poudre passant 80 µm obtenu à l'étape 5 de la préparation de l'échantillon ;
2. Déposer la fraction pesée dans un creuset en céramique exempt de soufre ;
3. Ajouter le catalyseur d'étain Lecocel (~5 g) de sorte qu'il recouvre l'échantillon ;
4. Installer le creuset dans le four à combustion ;
5. Ouvrir le flot d'oxygène et laisser barboter quelques instants pour nettoyer l'appareil ;
6. Remplir le titreur auto-circulant de la solution d'acide chlorhydrique (1,5% v/v) et y ajouter environ 3 ml d'une solution d'amidon ;
7. Titrer jusqu'au début d'une coloration bleutée ;
8. Mettre en marche le four à induction ;
9. Ajouter du titrant au fur et à mesure que la coloration bleue disparaît ;
10. Laisser barboter environ 2 à 3 minutes lorsqu'il ne se produit plus de décoloration, puis prenez la lecture de la burette qui contient le titrant ;
11. Calculer le pourcentage du soufre total selon la relation suivante :

$$\% S_{total} = \frac{0,5 [lecture (ml)]}{pesée (g) de l'échantillon}$$

### **B.3 Dosage du sulfate ( SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ) hydrosoluble :**

#### **B.3.1 Méthode gravimétrique au chlorure de baryum :**

##### **B.3.1.1 Mode préparatoire de l'extraction :**

1. Peser 25g de l'échantillon réduit en poudre passant le tamis de 80 µm obtenu à l'étape 5 de la préparation de l'échantillon ;
2. Faire bouillir environ 300 ml d'eau distillée et déminéralisée dans un bêcher en verre de 600 ml;
3. Ajouter l'échantillon de 25 g à la solution, puis laisser bouillir au moins 10 minutes ;
4. Laisser reposer la solution pendant 24 heures dans le bêcher couvert d'un verre de montre ;
5. Filtrer sous vide sur filtre ( no 42 ) dans un entonnoir en porcelaine de 12,5 cm ;
6. Laver le filtre avec de l'eau distillée et déminéralisée;
7. Récolter le filtrat dans un bêcher et s'assurer de sa limpidité ;
8. Refiltrer sous vide une seconde fois, si le filtrat n'est pas limpide, sur un filtre millipore de 0,22µm d'ouverture.

##### **B.3.1.2 Mode opératoire du dosage gravimétrique :**

1. Transférer le filtrat dans un bêcher de 600 ml, ajouter quelques gouttes d'indicateur méthyle orange ;
2. Rendre la solution légèrement acide à l'aide de quelques gouttes de HCl (1:1) ;
3. Ajouter 5 ml de HCl (1:1) en excès ;
4. Porter la solution à ébullition;
5. Ajouter 10 ml de solution de chlorure de baryum (10 %), bien brasser avec une tige de verre pour favoriser la nucléation du sulfate de baryum et continuer à laisser bouillir encore quelques minutes ;
6. Reposer la solution pendant 24 heures pour laisser précipiter le sulfate de baryum, couvrir d'un verre de montre ;
7. Préparer les creusets Goochs filtrants en tapissant leurs fonds de fibre de chrysotile jusqu'à l'atteinte d'un filtre adéquat ;
8. Calciner au rouge sombre les creusets Goochs ;
9. Laisser refroidir dans un dessiccateur ;
10. Peser les creusets Goochs refroidis jusqu'à l'obtention d'un poids constant ;
11. Filtrer sous vide sur creuset Gooch taré, la solution contenant le précipité de sulfate de baryum ;
12. Bien laver toutes les particules de la solution initiale dans le bêcher à l'aide d'eau distillée et déminéralisée ;
13. Calciner au rouge sombre les creusets Goochs ;
14. Laisser refroidir dans un dessiccateur ;
15. Peser les creusets Goochs refroidis jusqu'à l'obtention d'un poids constant ;
16. Calculer le pourcentage de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> soluble selon l'équation suivante :

$$\% SO_4^{2-} = \frac{41,154 \text{ [masse du sulfate de baryum ( mg )]}}{\text{masse initiale de l'échantillon ( mg )}}$$

B.3.2 Méthode turbidimétrique : (méthode recommandée)

B.3.2.1 Mode opératoire de l'extraction :

1. Peser 10g de l'échantillon réduit en poudre passant le tamis de 80 µm obtenu à l'étape 5 de la préparation de l'échantillon ;
2. Ajouter l'échantillon dans un bêcher de 250 ml contenant 100 ml d'eau distillée et déminéralisée;
3. Placer le bêcher contenant l'échantillon au micro-onde (750 watts) pendant 3 minutes à haute énergie;
4. Filtrer sous vide sur filtre ( no 42 ) dans un entonnoir en porcelaine de 12,5 cm ;
5. Laver avec de l'eau distillée et déminéralisée ;
6. Refiltrer sous vide une seconde fois, sur un filtre millipore de 0,22µm d'ouverture;
7. Transférer le filtrat dans un ballon jaugé de 250 ml.

B.3.2.1 Dosage turbidimétrique :

- Doser les sulfates extraits par la méthode standardisée no. 4500-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> E Turbidimetric Method selon la référence suivante :

STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater (17<sup>e</sup> édition 1989 ) Publication Office : American Public Health Association, Washington, DC 20005. pp 4-207 et 4-208.

**B.4** Liste des solutions à préparer :

B.4.1 Solution d'acide chlorhydrique ( HCl ) 1,5 % v/v :

30 ml d'acide chlorhydrique concentrée ( HCl ) dans 2 litres d'eau distillée et déminéralisée

B.4.2 Solution de titration :

Dissoudre 0,2069 g d'iodate de potassium ( KIO<sub>3</sub> ) dans 1 litre d'eau distillée et déminéralisée

B.4.3 Solution d'amidon plus iodure :

Ajouter 3 g d'amidon dans 10 ml d'eau distillée et déminéralisée, faire une pâte, puis verser cette pâte dans 250 ml d'eau bouillante. Refroidir et ajouter 10 g d'iodure de potassium ( KI ) et diluer à 500 ml avec de l'eau distillée et déminéralisée

B.4.4 Solution de chlorure de baryum ( BaCl<sub>2</sub> ) 10 % p/v

Peser 50 g de BaCl<sub>2</sub> dans un bêcher de 600 ml et ajoutez 500 ml d'eau distillée et déminéralisée.

**Annexe C - Contrat type**



## CONVENTION RELATIVE À DES SERVICES PROFESSIONNELS EN INGÉNIERIE DES MATÉRIAUX

Cette CONVENTION intervient entre \_\_\_\_\_  
, lesquelles parties aux présentes conviennent de ce qui suit :

ci-après désigné comme le "CLIENT" et

### 1. DÉCLARATIONS

Le CLIENT requiert de \_\_\_\_\_ la prestation de services professionnels afin de réaliser une expertise technique qui permettra de déterminer s'il y a présence d'un remblai granulaire potentiellement gonflant à cause de la présence de pyrite.

**Bâtiment :**  
Adresse :

ci-après appelé le "PROJET".

### 2. DESCRIPTION DU MANDAT

\_\_\_\_\_ s'engage à fournir les services professionnels d'expertise en ingénierie des matériaux et les services connexes afin de déterminer le potentiel de gonflement attribuable à la présence de pyrite dans les granulats sous-jacents aux dalles sur sol du PROJET, en conformité avec le protocole CTQ-M200 recommandé par le Comité technique québécois d'étude des problèmes de gonflement associés à la pyrite, tel que décrit plus spécifiquement à l'annexe 1 ci-jointe et selon les clauses particulières ci-dessous. La Firme s'engage à maintenir des assurances professionnelles appropriées couvrant les erreurs et omissions.

### 3. CLAUSES PARTICULIÈRES

### 4. HONORAIRES

Les honoraires pour l'exécution du mandat d'expertise seront de \_\_\_\_\_ \$ en sus des taxes applicables de \$ pour un total forfaitaire de \_\_\_\_\_ \$.

Un acompte de \_\_\_\_\_ doit être versé préalablement à l'exécution du mandat et le solde de \_\_\_\_\_ doit être versé lors de la remise du rapport.

Ces honoraires incluent les essais de l'étape 2 si ceux-ci s'avéraient nécessaires

Ces honoraires n'incluent pas les frais des essais de l'étape 2. Des frais de \_\_\_\_\_ \$ seront exigés si cette étape s'avérait nécessaire

### 5. ÉCHÉANCIER

Le rapport d'expertise sera transmis au plus tard \_\_\_\_\_ jours ouvrables suivant la fin des travaux au site du PROJET.

### 6. PORTÉE DE LA CONVENTION

Cette CONVENTION, incluant les clauses générales et particulières, constitue l'entente complète entre le CLIENT et, elle remplace toutes négociations, ententes ou discussions antérieures, verbales ou écrites, à ce sujet. Cette CONVENTION ne peut être modifiée uniquement que par un texte écrit.

Signée le \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_

province de \_\_\_\_\_

**(NOM DU CLIENT)**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Représentant du mandataire

**CTQ-M200**  
**DESCRIPTION DU MANDAT**  
**EXPERTISE SUR BÂTIMENT RÉSIDENTIEL**

**Travaux au site du projet :**

- Relevé des désordres observables visuellement portant sur les éléments pouvant être affectés par un soulèvement des dalles de béton associé à la présence de pyrite dans les granulats sous-jacents aux dalles sur sol.
- Exécution de sondage(s) avec échantillonnage du béton de la dalle et des matériaux granulaires sous-jacents. Au sous-sol, les matériaux granulaires seront récupérés sur leur pleine épaisseur et le terrain naturel sur 150 mm. Au garage, les matériaux granulaires seront récupérés sur une profondeur minimale de 450 mm sous la dalle de béton.

**Travaux de laboratoire :**

- examen(s) du béton et détermination de sa qualité générale
- analyse(s) granulométrique(s) des matériaux granulaires
- Essais spécifiés à l'étape 1 du protocole CTQ-M200 (détermination des faciès pétrographiques et de leur pourcentage respectif, évidences de réaction sulfatique, calcul de l'IPPG cumulatif).
- En fonction des résultats des essais réalisés à l'étape 1, des essais supplémentaires, tels que spécifiés à l'étape 2 (analyse chimique et/ou étude des faciès en lames minces polies), pourraient devoir être réalisés.

**Contenu du rapport d'expertise :**

- Identification de la propriété.
- Description des désordres avec croquis.
- Résultats des sondages et de l'échantillonnage des matériaux.
- Résultats des essais et observations en laboratoire.
- Synthèse et discussion des résultats obtenus.

**Annexe D - Résumé explicatif  
(consommateurs)**

**Les problèmes de gonflement associés à la pyrite**

Ces notes visent à faciliter la compréhension des rapports techniques par les consommateurs.

**1.0 NOTIONS DE BASE**

La pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) est le principal sulfure de fer responsable des cas de gonflement et est un des minéraux abondants sur la planète. La pyrite se retrouve dans plusieurs types de roche, selon des pourcentages relativement faibles (< 1%).

La pyrite peut être retrouvée sous différentes formes, soit massive et stable chimiquement, ou sous forme dite « framboïdale » et instable chimiquement. La forme framboïdale se caractérise par une agglomération de très petits cristaux cubiques (non visibles à l'œil), d'où une grande surface spécifique. Cette forme de pyrite peut, dans certaines conditions, s'oxyder en présence d'eau et, en réagissant avec d'autres minéraux présents dans les mêmes roches, former du gypse. Le gypse, lorsqu'il se forme, occupe un volume beaucoup plus important que la pyrite, d'où le gonflement du remblai granulaire. Ce gonflement se manifeste donc par une fissuration et un soulèvement de la dalle de béton. Dans certains cas, surtout dans les garages, les murs de fondation pourraient se fissurer et on pourra observer un léger déplacement des murs vers l'extérieur.

Les solutions chimiques, formées lors de l'oxydation de la pyrite, peuvent être absorbées par le béton, ce qui entraînera la sulfatation et le gonflement de la dalle de béton. Le gonflement total regroupe donc deux composantes: le gonflement des matériaux granulaires et le gonflement intrinsèque de la dalle de béton.

Cette réaction chimique est généralement lente et peut nécessiter habituellement jusqu'à 10 à 15 ans après la construction du bâtiment avant d'être vraiment perceptible par les occupants. Les taux de soulèvement sont très variables, mais peuvent atteindre 5 mm par an.

Cette réaction chimique peut être active sur de longues périodes (plus de 40 ans, par exemple). La vitesse et l'ampleur de la réaction seront fonction de plusieurs facteurs, tels l'épaisseur du remblai, le pourcentage et la forme de pyrite, la teneur en eau et la porosité des matériaux, etc.

Il est reconnu que la présence d'un remblai gonflant attribuable à la présence de pyrite n'entraîne aucune conséquence sur l'environnement ni sur la santé des occupants des bâtiments touchés.

Les matériaux granulaires problématiques sont généralement constitués de pourcentages significatifs de calcaire argileux et de shale argileux. Ces roches sont constituées essentiellement de minéraux argileux et de carbonates ( $\text{CaCO}_3$ ) dans des proportions très variables. De plus, on y retrouve des pourcentages variables de pyrite mais généralement de l'ordre de 1%.

Ces types de roche contiennent des pourcentages significatifs de minéraux argileux, ce qui rend la roche plus perméable à l'air et à l'eau et moins résistante aux poussées de cristallisation du gypse.

Les pourcentages de ces types de roche sont très variables dans les matériaux granulaires. On retrouve donc des matériaux avec de très forts potentiels de gonflement et des matériaux avec des potentiels de gonflement négligeables. On retrouve des matériaux intermédiaires entre ces deux extrêmes. Les secteurs géographiques les plus touchés par les gonflements sont retrouvés près de formations géologiques riches en ce type de roche. Ces matériaux ont donc été exploités et ont pu se retrouver comme remblai granulaire sous dalle de béton.

La majorité des matériaux granulaires utilisés comme remblais sous dalle contiennent de la pyrite et autres sulfures mais un pourcentage très significatif des bâtiments ne présentera jamais de problèmes reliés à la pyrite. En effet, lorsque la pyrite se retrouve dans des roches dures ayant de faibles contenus en minéraux argileux, elle ne s'oxyde pas et les matériaux demeurent stables.

### 2.0 PROTOCOLE D'EXPERTISE CTQ-M200

Le Comité technique québécois d'étude des problèmes de gonflement associés à la pyrite propose ce protocole d'expertise afin d'uniformiser les études et d'assurer que celles-ci soient réalisées de façon professionnelle.

Ce protocole comprend trois étapes, soit:

- Relevé visuel des désordres.
- Réalisation des sondages et prélèvement des échantillons.
- Essais en laboratoire.

### RELEVÉ VISUEL

- La firme que vous avez mandatée doit réaliser le relevé visuel. Ce relevé est réalisé à l'intérieur et à l'extérieur. On y notera tous les défauts pouvant être reliés à un problème de pyrite.
- Des tableaux et des croquis sont utilisés pour présenter les relevés visuels.

*Note: Le relevé visuel peut indiquer certains défauts qui ne sont pas reliés à un problème de pyrite. Par exemple, plusieurs bâtiments résidentiels de la région de Montréal ont été construits sur des sols argileux qui peuvent, avec le temps et pour différents raisons, s'affaisser et causer une fissuration des dalles de béton. Un autre exemple courant sont les fissures de retrait du béton. Ces fissures sont habituellement fines (moins de 1 mm) et causées par un assèchement trop rapide du béton après la mise en place. Bien qu'inesthétiques, ces fissures n'ont aucune incidence sur la stabilité structurale de la résidence mais elles peuvent être la cause d'infiltration d'eau et ainsi participer indirectement à la réaction chimique impliquant la pyrite.*

*D'autres types de défauts peuvent également affecter un bâtiment (tassement relié à un mauvais compactage du remblai, efflorescence, écaillage, soulèvement relié au gel, etc.)*

*Bien que le but de l'expertise est de strictement déterminer si le bâtiment est, ou peut être, affecté par un remblai gonflant, le relevé visuel devrait donner quelques indications au professionnel sur la nature des défauts, si les conclusions de l'expertise démontrent que ceux-ci ne sont pas reliés à la présence de pyrite.*

**Réalisation des sondages**

- Les sondages seront réalisés par un laboratoire au sous-sol et, s'il y en a un, au garage. Deux sondages doivent être réalisés dans ce cas, car on retrouve rarement le même genre de matériau au sous-sol et au garage.
- Les diamètres des sondages varient de 150 à 250 mm et plus.
- Le béton, les matériaux granulaires ainsi que le terrain naturel sont récupérés au sous-sol. Il est très important de récupérer le terrain naturel parce que celui-ci peut avoir contribué, en tout ou en partie, aux désordres, s'il y a lieu, affectant le bâtiment. Au garage, les matériaux granulaires sont récupérés sur une profondeur minimale de 450 mm.
- Les trous sont rebouchés avec du sable et un mortier ou béton cimentaire à prise rapide.

**Essais en laboratoire**Étape 1

À l'étape 1, on déterminera l'IPPG (indice pétrographique du potentiel de gonflement). Cet indice (et non un pourcentage) varie de 0 à 100. Il se veut une évaluation visuelle du potentiel de gonflement sulfatique des matériaux. Un indice de 0 à 10 indique un potentiel pétrographique de gonflement négligeable, alors qu'à l'autre extrême, un indice de 80 à 100 indique un potentiel pétrographique de gonflement extrêmement élevé.

À titre indicatif, le tableau ci-dessous présente le potentiel pétrographique de gonflement pouvant être généralement associé aux différentes valeurs de l'IPPG.

<b>IPPG</b>	<b>Potentiel pétrographique de gonflement (à titre indicatif)</b>
0 – 10	négligeable
11 – 20	faible
21 – 40	faible à moyen
41 – 60	moyen à élevé
61 – 80	élevé
81 – 100	extrêmement élevé

Il est cependant très important de noter que plusieurs autres facteurs (contenu et type de pyrite, analyses chimiques, pyrite résiduelle, âge du bâtiment, épaisseur du remblai, attaque sulfatique du béton, etc.) doivent absolument être considérés avant de porter un jugement définitif sur le potentiel de gonflement du remblai. L'IPPG n'est jamais le seul critère à considérer.

Si, à l'étape 1, on détermine que l'indice est égal ou inférieur à 10 et que le bâtiment ne présente aucun désordre, aucun autre essai ne sera généralement nécessaire (le professionnel peut, dans certains cas, demander des essais additionnels afin de s'assurer de ses conclusions). Dans les autres situations, on doit généralement réaliser les essais de l'étape 2.

### Étape 2

Des essais supplémentaires doivent, ici, être généralement réalisés afin de mieux cerner le potentiel de gonflement des matériaux granulaires.

Des analyses chimiques et/ou des examens au microscope (lames minces polies) sont réalisés afin de déterminer les contenus en pyrite, le type de pyrite, le pourcentage de pyrite qui a déjà réagi, etc.

La réalisation des essais de l'étape 2 implique un délai additionnel à l'émission du rapport.

À la suite de la réalisation du protocole, un rapport incluant tous les résultats et observations est remis. La synthèse peut présenter trois types de cas:

#### **1) Aucune intervention**

Dans les cas où les matériaux ne présentent pas de potentiel de gonflement significatif, que le béton ne présente pas de sulfatation et qu'aucun désordre n'est relevé, aucune intervention ni travaux ne sont recommandés.

#### **2) Intervention non impérative**

On peut retrouver des matériaux granulaires présentant un potentiel de gonflement allant de faible à moyen. Ces matériaux peuvent créer des désordres perceptibles, tels que le soulèvement et la fissuration de la dalle, mais ces désordres demeureront généralement à un niveau tolérable pour la structure et n'affecteront pas son intégrité. Dans ces situations, procéder à des interventions devient non impératif.

#### **3) Intervention majeure**

Dans les cas où les matériaux présentent un potentiel de gonflement important et que des désordres significatifs sont déjà observables ou à prévoir, les approches de solutions doivent considérer des interventions majeures. On devra également tenir compte de l'état des murs de fondation. Les interventions majeures impliquent la démolition de la dalle de béton et le remplacement des matériaux granulaires par des matériaux stables chimiquement.

Le rapport devrait alors inclure des commentaires sur l'urgence de procéder à ces interventions.