

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

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

DOCUMENT CTQ-M200

Version 1.1

20 juillet 1999

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 INTRODUCTION.....	1
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
2 NOTES EXPLICATIVES CTQ-M200.....	5
2.1 RÉSUMÉ DU PROTOCOLE D'EXPERTISE.....	5
2.2 DÉFINITION DU MANDAT	5
2.3 RELEVÉ VISUEL.....	6
2.3.1 Méthodologie	6
2.3.2 Portée du relevé visuel	7
2.4 RÉALISATION DES SONDAGES.....	7
2.4.1 Nombre de sondages et localisation	7
2.4.2 Méthodologie	8
2.5 ESSAIS EN LABORATOIRE	9
2.5.1 Étape n° 1 des essais	9
2.5.2 Étape n° 2 des essais	14
2.6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION	15
2.7 APPROCHES DE SOLUTIONS.....	16
2.8 ARCHIVAGE DES DOCUMENTS ET DES ÉCHANTILLONS.....	17
3 QUALIFICATION DES FIRMES ET DES PROFESSIONNELS.....	18
3.1 RELEVÉ VISUEL.....	18
3.2 RÉALISATION DES SONDAGES.....	19
3.3 ESSAIS EN LABORATOIRE	19
4 COÛTS ESTIMATIFS DES EXPERTISES.....	20
5 TRANSFERT DE RENSEIGNEMENTS	21
ANNEXE A - RAPPORT TYPE.....	(12 pages)
ANNEXE B - ANALYSES CHIMIQUES	(2 pages)
ANNEXE C - CONTRAT TYPE.....	(2 pages)
ANNEXE D - AUTORISATION DE TRANSFERT DE RENSEIGNEMENTS ..	(2 pages)
ANNEXE E - RÉSUMÉ EXPLICATIF (CONSOMMATEURS).....	(5 pages)

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

1 INTRODUCTION

1.1 LE PROBLÈME DE GONFLEMENT DE REMBLAIS GRANULAIRES

Le gonflement de remblais granulaires sous dalles de béton résulte de réactions chimiques entre certains minéraux retrouvés dans les granulats des remblais.

Plus spécifiquement, les réactions font intervenir certains sulfures de fer (pyrite, pyrrhotite, etc.) et les carbonates présents, produisant la cristallisation de sulfates et le gonflement subséquent des remblais granulaires. Cette réaction chimique est catalysée par plusieurs facteurs qui facilitent l'absorption de l'humidité et de l'air et l'oxydation des sulfures de fer.

Le gonflement des remblais crée une pression sur les dalles de béton, qui se soulèvent et se fissurent. Dans certains cas plus sévères, il apparaît que des pressions latérales sont créées, entraînant la fissuration des murs de fondation, notamment dans le cas de garages. 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 additionnel apparent et une dégradation du béton.

Les cas les plus sévères et les plus nombreux ont été identifiés dans la région de Montréal et plus particulièrement sur la Rive-Sud. Des granulats potentiellement gonflants ont cependant été identifiés dans plusieurs régions du Québec.

Certains cas de soulèvement de dalle ont été associés non pas aux matériaux de remblais, mais plutôt au gonflement du roc en place. Pour les constructions où le roc se trouve près de la surface, l'expertise devra inclure l'étude du terrain naturel retrouvé sous le remblai granulaire.

1.2 LE COMITÉ TECHNIQUE QUÉBÉCOIS

Le comité technique original fut parrainé par l'AEG (Association of Engineering Geologists) Section de Montréal et fut créé à la suite de l'organisation d'un premier colloque sur la problématique des remblais pyriteux, en mai 1997. Ce premier colloque fut organisé conjointement par l'AEG Section de Montréal et l'ACRGTQ.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

Le comité technique s'est depuis enrichi de plusieurs partenaires afin d'accélérer les travaux de recherche et la diffusion de l'information. À l'heure actuelle, le comité est formé de représentants des organismes, firmes ou universités suivants:

- Société d'habitation du Québec (SHQ) (présidence du comité)
- Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL)
- Association of Engineering Geologists - Section de Montréal (AEG)
- Association des consommateurs pour la qualité dans la construction (ACQC)
- Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ)
- Conseil national de recherche du Canada (CNRC)
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
- Université Laval
- École Polytechnique de Montréal
- Université de Sherbrooke
- Laboratoire LVM-Fondatec inc.
- Laboratoire de Béton (1997) ltée
- Laboratoire Inspec-Sol inc.
- Construction DJL inc.
- Demix agrégats inc.
- Lafarge Canada inc.
- Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTO)
- Regroupement professionnel des producteurs de granulats (RPPG)

Les participants de ce comité se sont réunis afin de poursuivre un même but, à savoir: mettre en commun leurs connaissances, expertise et expérience, 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.

Un des mandats du comité technique est de définir et de normaliser un essai de caractérisation des matériaux granulaires, afin d'éviter les problèmes de gonflement de remblais dans le futur. À cet effet, des protocoles de recherche seront réalisés dans les universités et certains laboratoires privés. Entre-temps, considérant l'importance du problème, le comité a établi la méthodologie de caractérisation CTQ-M100 visant les matériaux utilisés pour les nouvelles constructions et les travaux de réfection.

De plus, considérant les nombreuses expertises réalisées sur les bâtiments existants, le comité technique recommande un 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

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

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.

Le protocole est basé sur l'état des connaissances scientifiques actuelles et sur les avis des experts 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.

Ce protocole devrait être utilisé par les professionnels réalisant ce genre d'expertise au Québec. Également, afin de faciliter la compilation des cas, il sera demandé aux consommateurs de pouvoir transmettre les résultats des expertises aux autorités gouvernementales.

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 vous.

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

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. Coûts estimatifs des expertises.
5. Transfert de renseignements
6. Annexe A : Rapport type.
7. Annexe B : Analyses chimiques.
8. Annexe C : Définition du mandat et contrat type.
9. Annexe D : Autorisation de transfert de renseignements.
10. Annexe E : 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 (ACRGTQ), 418-529-2924 ou 1-800-463-4672.

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.

Des notes explicatives simplifiées sont également jointes (voir annexe E) 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, 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 à la structure et justifier la réalisation de travaux de réfection.

Lors de la réalisation du mandat, le mandataire devra reconnaître, s'il y a lieu, les désordres déjà apparents à la structure (fissuration, soulèvement, sulfatation du béton, etc.) et qui sont reliés à la présence d'un remblai gonflant. Le mandataire devra également évaluer, s'il y a lieu, le potentiel de gonflement résiduel.

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 Méthodologie

Le relevé visuel permet de déterminer si des désordres pouvant être reliés à un gonflement sulfatique du remblai granulaire et/ou du béton sont présents. On notera toutefois qu'en moyenne ce type de désordres nécessite une dizaine d'années avant d'être vraiment perceptible.

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 est réalisé à partir de tableaux (section 2 du rapport type) et un croquis résume les désordres relevés sur les éléments visuellement observables.

Le relevé porte sur les éléments pouvant être principalement affectés dans le cas de gonflements sulfatiques de remblais granulaires, c'est-à-dire:

- Dalles de béton:
 - fissuration rectiligne et/ou en étoile, accompagnée d'un soulèvement et/ou gonflement de l'élément;
 - 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.

Note: Un niveau de 2 mètres est habituellement utilisé afin d'évaluer l'amplitude des soulèvements.

2.3.2 Portée du relevé visuel

2.3.2.1 Secteurs géographiques susceptibles de présenter des gonflements sulfatiques

Dans ces secteurs, considérant l'état d'avancement des connaissances scientifiques et nonobstant les résultats du relevé visuel et l'âge du bâtiment à l'étude, les sondages et le prélèvement d'échantillons seront réalisés.

2.3.2.2 Secteurs géographiques non reconnus comme étant susceptibles de présenter des gonflements sulfatiques

Dans ces secteurs, si le bâtiment est âgé d'au moins 30 ans et ne présente aucun désordre lors du relevé visuel, le professionnel peut, en certains cas, porter un jugement et émettre son rapport sans procéder aux sondages. Le rapport devra alors présenter le relevé visuel et les conclusions du professionnel.

Cependant, si le bâtiment présente quelques désordres pouvant être associés à un gonflement sulfatique, le professionnel devra alors procéder aux sondages afin de compléter son expertise.

2.4 RÉALISATION DES SONDAGES

2.4.1 Nombre de sondages et localisation

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

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

Dans le cadre d'expertises sur bâtiments résidentiels, un sondage sera réalisé dans la section sous-sol et un second, s'il y a lieu, dans le garage. 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, nonobstant même s'il se situe à la même élévation que le sous-sol.

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 (< 1,5 mètre) permet d'estimer le sol d'assise de la semelle.

2.4.2 Méthodologie

2.4.2.1 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.

2.4.2.2 Profondeur des sondages

Dans le cas du 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.

Dans le cas du deuxième sondage au garage, les matériaux granulaires doivent être récupérés sur une profondeur minimale de 450 mm. Dans certains cas exceptionnels où un seul sondage est réalisé au garage et aucun au sous-sol, les matériaux doivent être récupérés sur leur pleine épaisseur. Dans ces cas, les matériaux sous le remblai granulaire devront être identifiés et récupérés sur une profondeur minimale de 150 mm.

On notera que si différents types de matériaux sont récupérés lors des sondages, chacun de ceux-ci devra faire l'objet d'analyses différentes.

2.4.2.3 Présentation de l'information

Un tableau présentant la stratigraphie des sondages (voir rapport type, section 3.0, tableau 3.2.3) est complété lors de la réalisation des sondages.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

Les types de matériaux recoupés ainsi que leur épaisseur respective 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 membrane, etc. Il est également pertinent de noter la conformité des matériaux (épaisseur du béton et des matériaux granulaires, la granulométrie des matériaux granulaires, etc.) en regard des exigences du *Code national du bâtiment du Canada* (édition 1995).

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. On notera que dans certains cas, il apparaît que l'eau de la nappe phréatique peut contribuer à un apport de sulfates. Dans ces cas, le professionnel devra juger de la pertinence d'échantillonner l'eau sous le niveau phréatique, lors des sondages, et de procéder aux analyses chimiques usuelles. Considérant que les carottages sont habituellement réalisés en présence d'eau, les précautions d'usage devront être appliquées afin de s'assurer d'obtenir un échantillon d'eau représentatif. En laboratoire, les analyses chimiques sur l'eau seront réalisées afin de déterminer son contenu en sulfates.

On suggère que les cavités des sondages soient rebouchées, en premier lieu, avec des matériaux granulaires compactés et, finalement, au niveau de la dalle de béton, avec un mortier 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 Étape n° 1 des essais

2.5.1.1 Étude du béton

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

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

- 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.

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

2.5.1.2 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.

2.5.1.3 Étude pétrographique des matériaux granulaires

L'étude des matériaux granulaires inclut leur examen en mégascopie à l'aide d'un stéréomicroscope, et la détermination de l'indice pétrographique du potentiel de gonflement (IPPG) (voir méthode CTQ-M100, article 2.4).

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.

Une seconde prise d'essai non lavée et non tamisée d'au moins 500 grammes devra également être préparée et conservée pour être utilisée, s'il y a lieu, lors des analyses chimiques de l'étape 2.

L'IPPG est un indice (et non un pourcentage) 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 véritable potentiel de gonflement des matériaux en procédant à des examens en microscopie optique et/ou à

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

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.

S'il s'agit d'une pierre nette 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)
14 – 20	500
10 – 14	200
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 4.3.2 et 4.3.4 du rapport type présenté à l'annexe A). Le calcul de l'IPPG cumulatif est réalisé en utilisant les pourcentages des fractions retenues, tels que déterminés lors de l'analyse granulométrique.

En déterminant l'IPPG, on observera également tout signe de réactivité (oxydation des sulfures, cristaux de sulfates secondaires, etc.) présent sur les fragments observés. Ces observations sont notées à la suite des tableaux 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.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

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
> 10 – 20	faible
> 20 – 40	faible à moyen
> 40 – 60	moyen à élevé
> 60 – 80	élevé
> 80 – 100	extrêmement élevé

2.5.1.4 Étude des matériaux du terrain naturel

Les matériaux du terrain naturel récupérés sur une profondeur minimale de 150 mm 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.

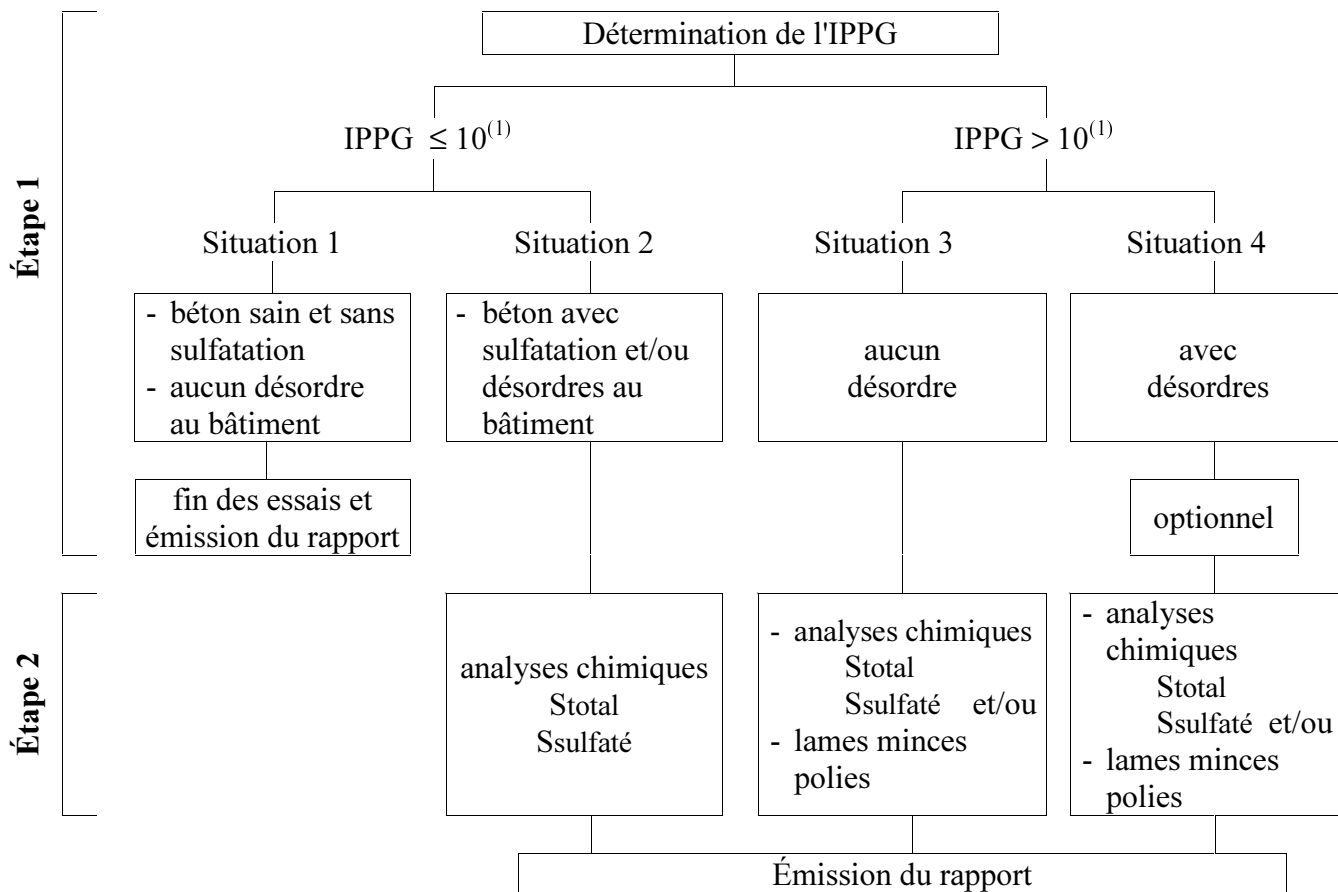
Si les matériaux n'apparaissent pas problématiques, aucun autre essai ne sera réalisé.

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.).

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

2.5.1.5 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 à l'étape 2.



(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.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

L'organigramme indique que dans le cas de la situation 1, c'est-à-dire lorsque l'IPPG ≤ 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.

2.5.2 Étape n° 2 des essais

2.5.2.1 Situations possibles

Trois des quatre situations résultant de l'étape 1 nécessitent la réalisation d'essais supplémentaires, c'est-à-dire:

Situation 2

Paramètres déterminés à l'étape 1

- IPPG ≤ 10 ;
- béton avec sulfatation et/ou désordres au bâtiment.

On doit alors procéder à des analyses chimiques (Stotal et Sulfaté) afin de déterminer si, malgré un faible IPPG, les granulats contiennent les sulfures nécessaires pour provoquer la sulfatation du béton et/ou les dommages observés au bâtiment et s'ils en contiennent toujours suffisamment pour continuer à générer des désordres.

Situation 3

Paramètres déterminés à l'étape 1

- IPPG > 10 et aucun désordre observé.

On doit alors réaliser les analyses chimiques (Stotal et Sulfaté) afin de préciser le potentiel de sulfatation du béton et/ou de gonflement des matériaux granulaires. Des lames minces polies peuvent également être étudiées en microscopie optique afin de déterminer les caractéristiques des sulfures (nature, finesse, texture, etc.).

Situation 4

Paramètres déterminés à l'étape 1

- IPPG > 10 et béton avec sulfatation et désordres au bâtiment.

On peut alors réaliser les analyses chimiques (Stotal et Sulfaté) afin de déterminer avec plus de précision le potentiel de sulfatation résiduelle du béton et/ou le potentiel de

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

gonflement résiduel des matériaux granulaires. Des lames minces polies (optionnel) pourront également être étudiées en microscopie optique, afin de déterminer avec plus de précision les caractéristiques des sulfures.

2.5.2.2 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 décrites à l'annexe B de ce document. On notera que dans certains cas il peut être plus pertinent de réaliser les analyses chimiques sur certains faciès pétrographiques que sur l'ensemble des matériaux. Si le professionnel réalise les analyses de cette façon, il devra inclure au rapport une note explicative expliquant la méthodologie suivie.

L'étude des lames minces polies est réalisée en microscopie optique selon les directives décrites à l'article 3.4 du protocole CTQ-M100.

2.6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION

La section 5 du rapport type (voir annexe A et note n° 2) présente la synthèse et les conclusions du professionnel. Les paramètres qui, à notre avis, devraient être considérés dans la préparation de la conclusion 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 gonflement sulfatique ?
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 ?
5. Est-ce que la réaction peut se poursuivre (gonflement résiduel potentiel) ?

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

6. Est-ce que des désordres sont à prévoir dans le futur ?
7. Est-ce que le béton risque de subir ou de continuer à subir dans l'avenir une attaque sulfatique ?
8. Est-ce qu'il y a urgence d'agir.

Note n° 2: 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, telle que présentée au rapport type.

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.

Il apparaît que 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.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

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.

Note n° 3: 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, peuvent être notés en remarques dans le rapport d'expertise, tout en demeurant prudent.

2.8 ARCHIVAGE DES DOCUMENTS ET DES ÉCHANTILLONS

- Il est recommandé d'archiver les rapports et autres documents pour une période de vingt (20) ans.
- Il est recommandé de conserver les échantillons (béton, matériaux granulaires, etc.) pour une période d'un (1) an.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

3 QUALIFICATION DES FIRMES ET DES PROFESSIONNELS

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 spécifiées. Le mandataire est responsable d'approuver 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 réparation.

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

3.1 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).

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

- Technologue en bâtiment dûment qualifié (membre OTQ).
- 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 (soit académique, soit via les formations offertes par l'ACCP ou l'ACI), 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.

3.2 RÉALISATION DES SONDAGES

Les sondages devront être réalisés selon la méthodologie décrite à la section 2.4 du protocole, par un laboratoire membre de l'ACLE, sous la coordination/supervision d'un professionnel rencontrant les qualifications spécifiées à l'article 3.1.

3.3 ESSAIS EN LABORATOIRE

Les essais en laboratoire devront être réalisés par des laboratoires membres de l'ACLE (Association canadienne des laboratoires d'essais) et reconnus par le Comité technique québécois. La liste des laboratoires a été établie d'après leurs aptitudes à réaliser la méthode CTQ-M100 et leur accord envers la méthodologie proposée par ce protocole.

La liste des laboratoires reconnus par le Comité pour la réalisation du protocole CTQ-M200 est disponible auprès du secrétariat du Comité.

De plus, les représentants des universités membres du Comité technique québécois peuvent également être appelés à réaliser les essais en laboratoire.

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

MISE EN GARDE n° 2

La reconnaissance d'un laboratoire et/ou d'un universitaire se limite à confirmer que ce laboratoire/universitaire a réussi, à une date donnée, les essais qui lui ont été soumis, de sorte que le Comité ne garantit pas que le personnel technique du laboratoire/université reconnu ne commettra aucune erreur ni omission de quelque nature que ce soit, dans la procédure d'analyse des matériaux granulaires soumis.

Les reconnaissances émises par le Comité seront revues périodiquement et les laboratoires/universitaires doivent aviser le Comité, sans délai et par écrit, de tout changement susceptible d'influencer le fondement de la reconnaissance en regard des éléments pris en considération lors de l'émission de celle-ci.

4 COÛTS ESTIMATIFS DES EXPERTISES

Les coûts reliés à ce type d'expertise sur bâtiments existants peuvent varier d'une firme à l'autre. Considérant les taux suggérés par l'ACLE en ce qui a trait aux taux horaires et aux essais, le tableau suivant présente la valeur estimée pour la réalisation de ce protocole d'expertise:

Type d'expertise	Valeur estimée *
1. Relevé visuel et rapport	300 \$ et plus
2. Relevé visuel, expertise (1 sondage) et rapport	600 \$ et plus
3. Relevé visuel, expertise (2 sondages) et rapport	750 \$ et plus
* Les coûts peuvent varier, entre autres, selon la nécessité ou non de procéder à l'étape 2 des essais en laboratoire.	

PROCOLE D'EXPERTISE SUR BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS EXISTANTS

5 TRANSFERT DE RENSEIGNEMENTS

Une des missions de la Société d'habitation du Québec est de promouvoir l'amélioration générale de l'habitat au Québec. Dans ce contexte, la Société d'habitation s'est impliquée activement dans le dossier des problèmes de gonflement associés à la pyrite. La Société d'habitation subventionne certains travaux de recherche du Comité technique québécois et assume la présidence de ce comité depuis novembre 1998.

Afin de permettre aux autorités gouvernementales d'évaluer le nombre réel de résidences touchées ou potentiellement touchées par les problèmes de gonflement reliés à la pyrite, la Société sollicite l'aide des propriétaires et des firmes effectuant des expertises afin de recueillir des informations nécessaires pour compiler ses statistiques.

Les demandes d'autorisation du transfert de renseignements (voir annexe D) seront transmises aux consommateurs par les firmes réalisant les expertises.

Annexe A - Rapport type

PROTOCOLE D'EXPERTISE
SUR BÂTIMENTS
RÉSIDENTIELS EXISTANTS

RAPPORT TYPE

BÂTIMENT RÉSIDENTIEL

PROTOCOLE CTQ-M200

Version 1.1

***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	:	_____
- Année d'acquisition	:	_____
- Propriétaire actuel	:	_____
- Évaluation municipale	:	_____
terrain	:	_____
bâtiments	:	_____
(année de l'évaluation)	:	_____
- Agent et/ou courtier	:	_____
- Autres informations	:	_____

2.0 RELEVÉ VISUEL DES DÉSORDRES

Notes : - Le relevé des désordres indique uniquement les défauts relevés sur les éléments visuellement observables pouvant être affectés par un gonflement associé à la présence de pyrite dans le remblai.

- Le relevé peut avoir une portée limitée si plusieurs de ces éléments ne peuvent être observés à cause de la présence d'obstacles visuels, comme des faux planchers ou des tapis, par exemple.

2.1 Identification de la firme

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

2.2 Relevé des désordres au sous-sol

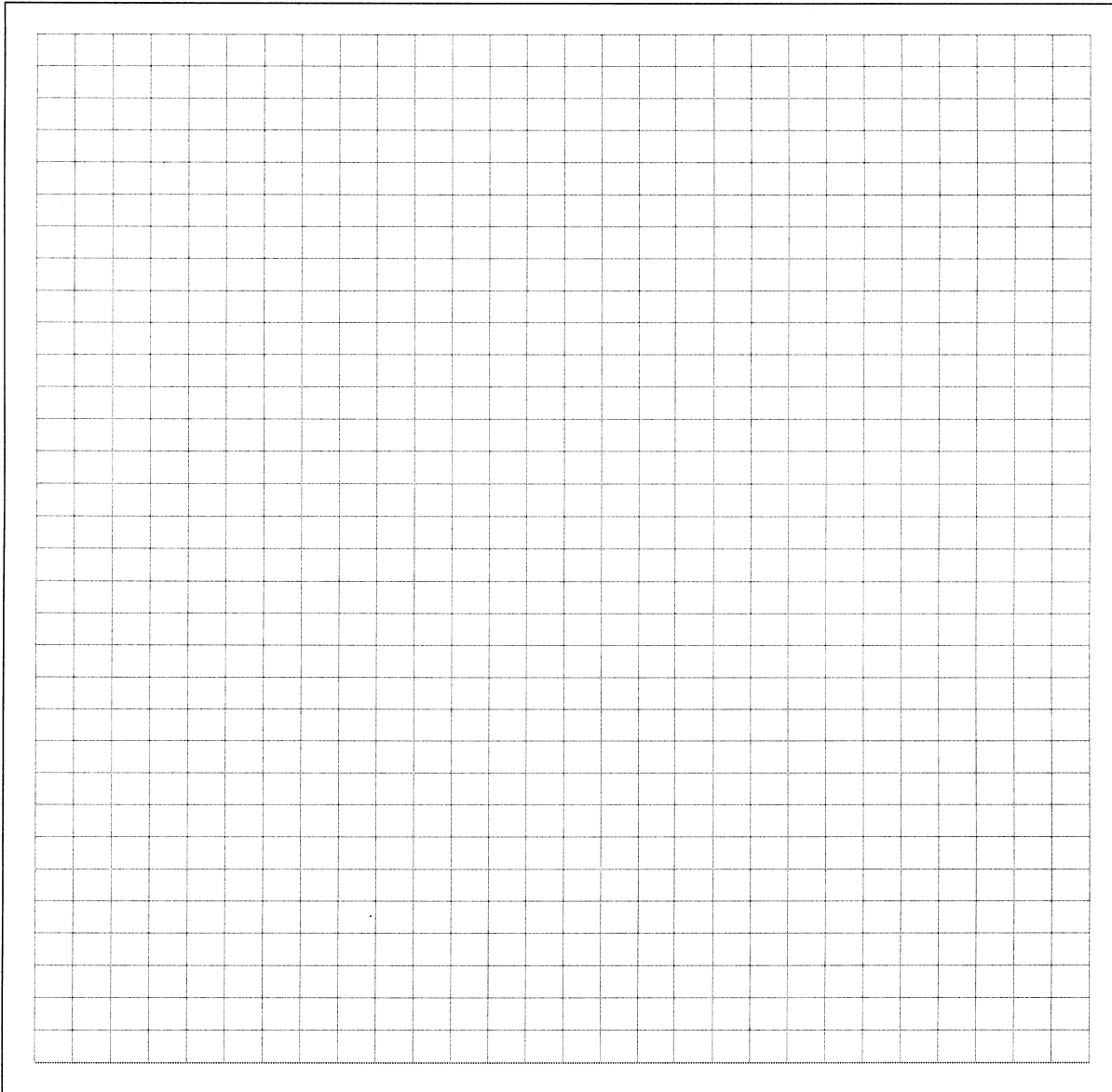
Dimensions nominales _____ :	
% de surfaces visibles de béton _____ :	Revêtement _____ :
<u>Nombre de fissures dans la dalle du sous-sol</u> <input type="checkbox"/> plusieurs fissures plutôt rectilignes <input type="checkbox"/> une ou deux fissures plutôt rectilignes <input type="checkbox"/> plusieurs fissures en étoile <input type="checkbox"/> une ou deux fissures en étoile <input type="checkbox"/> aucune fissure <u>Ouverture des fissures</u> <input type="checkbox"/> fine : moins de 1 mm <input type="checkbox"/> moyenne : entre 1 et 2 mm <input type="checkbox"/> importante : plus de 2 mm <u>Présence de poudre blanchâtre dans les fissures</u> <input type="checkbox"/> abondante <input type="checkbox"/> rare <input type="checkbox"/> ailleurs que dans les fissures <input type="checkbox"/> non observée <u>Amplitude des soulèvements perceptibles (gonflement)</u> <input type="checkbox"/> moins de 10 mm _____ <input type="checkbox"/> 10 mm et plus _____ <input type="checkbox"/> aucun soulèvement perceptible <u>Évidence d'humidité excessive (intérieur/extérieur)</u> <input type="checkbox"/> observée _____ <input type="checkbox"/> non observée	<u>Murs de fondation (section sous-sol)</u> <input type="checkbox"/> présence de fissures aux coins: <input type="checkbox"/> présence de fissures entre les coins: <input type="checkbox"/> déplacement du mur vers l'extérieur: _____ mm <input type="checkbox"/> aucun déplacement perceptible <input type="checkbox"/> aucune fissure <u>Cloisons du sous-sol</u> <input type="checkbox"/> fissurées _____ <input type="checkbox"/> flambage _____ <input type="checkbox"/> aucun dommage <input type="checkbox"/> pas de cloison <u>Portes au sous-sol</u> <input type="checkbox"/> ferment mal <input type="checkbox"/> aucun dommage <input type="checkbox"/> pas de porte <u>Dommages à l'étage</u> <input type="checkbox"/> soulèvement du plancher à l'étage: _____ <input type="checkbox"/> cloisons avec dommages: _____ <input type="checkbox"/> autre dommage: _____ <input type="checkbox"/> aucun dommage à l'étage
Remarques :	

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: _____
<input type="checkbox"/> une ou deux fissures plutôt rectilignes	<input type="checkbox"/> présence de fissures entre les coins: _____
<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
<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	<input type="checkbox"/> aucun dommage
	<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	<u>Température moyenne en hiver à l'intérieur du garage</u>
<u>Amplitude des soulèvements perceptibles</u>	<input type="checkbox"/> > 10°C
<input type="checkbox"/> moins de 10 mm _____	<input type="checkbox"/> 0 – 10°C
<input type="checkbox"/> 10 mm et plus _____	<input type="checkbox"/> garage non chauffé
<input type="checkbox"/> aucun soulèvement perceptible	<u>Puisard</u>
<u>Évidence d'humidité excessive (extérieur/intérieur)</u>	<input type="checkbox"/> apparaît étanche
<input type="checkbox"/> observée _____	<input type="checkbox"/> n'apparaît pas étanche
<input type="checkbox"/> non observée	<u>Porte de garage</u>
	<input type="checkbox"/> dalle soulevée près de la porte
	<input type="checkbox"/> aucun soulèvement perceptible
Remarques :	

2.6 Croquis (sous-sol, garage et extérieur)

- Vue en plan



LÉGENDE

— mur de fondation

— cloison

—•—•— cloison portante (si connue)

- - - - - fissure

■ secteur non visible (tapis, faux plancher, etc.)

⊗ sondage

↑ mouvement latéral probable perceptible

⊕ mouvement vertical probable perceptible

┌ gouttière problématique

🌳 arbre mature

≈ ≈ ≈ eau stagnante

3.0 RÉALISATION DES SONDAGES

3.1 Identification du laboratoire

Laboratoire 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 - épaisseur	0 à _____ mm		0 à _____ 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 épaisseur calibre	____ mm à ____ mm _____ mm		____ mm à ____ mm _____ mm	
Remblai granulaire n° 2 épaisseur calibre	____ mm à ____ mm _____ mm		____ mm à ____ mm _____ mm	
Terrain naturel ou emprunt granulaire type	____ mm à ____ mm _____		____ mm à ____ mm _____	
- Niveau d'eau recoupé à	_____ mm		_____ mm	
- Eau dans puisard	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	

4.0 ESSAIS EN LABORATOIRE

4.1 Identification du laboratoire

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

4.2 Examen visuel du béton de ciment

	Sondage n ^o	
	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 avec délamination	mm _____	mm _____
- épaisseur de décoloration	mm _____	mm _____
Remarques :		

4.3 Examen pétrographique des remblais granulaires

4.3.1 Sondage n° 1 – sous sol:

- Calibre des matériaux : <input type="checkbox"/> pierre nette <input type="checkbox"/> pierre 0-20 mm <input type="checkbox"/> autre : _____		
<u>Techniques utilisées</u>		
Étape 1	Oui	Non
- Examen au stéréomicroscope	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Détermination de l'IPPG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Étape 2		
- Étude de lames minces polies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Analyses chimiques		
- Stotal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Sulfaté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>Techniques facultatives</u>		
- Coloration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Attaque à l'acide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Autre _____	<input type="checkbox"/>	
- Autre _____	<input type="checkbox"/>	

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

Faciès pétrographique	IPPG	fraction granulométrique							
		mm		mm		mm		mm	
		%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
IPPG cumulatifs par fraction									
IPPG cumulatif global pondéré									

4.3.3 Observations – Sondage n° 1 (sous-sol)

- % de faciès potentiellement réactifs (IPPG > 0) :	_____	%
- Évidence d'oxydation des sulfures :	_____	
- Présence de cristaux de sulfates secondaires :	_____	
- Étude des sulfures en microscopie optique (lames minces polies) :	_____	
- Analyses chimiques :	_____	
- Remarques :	_____	

4.3.4 Sondage n° 2 – garage:

- Calibre des matériaux :	<input type="checkbox"/> pierre nette	<input type="checkbox"/> pierre 0-20 mm	<input type="checkbox"/> autre :	_____
<u>Techniques utilisées</u>				
Étape 1		Oui		Non
- Examen au stéréomicroscope		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
- Détermination de l'IPPG		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Étape 2				
- Étude de lames minces polies		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
- Analyses chimiques				
- Stotal		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
- Sulfaté		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<u>Techniques facultatives</u>				
- Coloration		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
- Attaque à l'acide		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
- Autre _____		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
- Autre _____		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

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

Faciès pétrographique	IPPG	fraction granulométrique							
		mm		mm		mm		mm	
		%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG	%	IPPG
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
IPPG cumulatifs par fraction									
IPPG cumulatif global pondéré									

4.3.6 Observations – Sondage n° 2 (garage)

- % de faciès potentiellement réactifs (IPPG > 0) :	%
- Évidence d'oxydation des sulfures :	
- Présence de cristaux de sulfates secondaires :	
- Étude des sulfures en microscopie optique (lames minces polies) :	
- Analyses chimiques :	
- Autres résultats et remarques :	

5.0 SYNTHÈSE

5.1 Section sous-sol

5.2 Section garage

6.0 APPROCHES DE SOLUTIONS

6.1 Section sous-sol

6.2 Section garage

Approuvé par : _____

Qualification : _____

Firme : _____

Annexe B - Analyses chimiques

1.0 INTRODUCTION

En raison de la faible représentativité par rapport à l'ensemble de l'échantillon de remblai que peuvent représenter les lames minces polies examinées, le contenu résiduel en pyrite observé au microscope optique à lumière réfléchie risque d'être peu représentatif de la réalité. Des analyses chimiques en Stotal et Sulfaté sur un échantillon représentatif (non lavé et non tamisé) du matériau de remblai peuvent permettre de déterminer de manière plus fiable le contenu en pyrite résiduelle, mais aussi en sulfates formés (équivalent gypse). Ces informations peuvent être utilisées afin de déterminer quel est le degré d'avancement des réactions et d'évaluer le potentiel de gonflement résiduel, compte tenu de l'âge du bâtiment en cause.

2.0 PRISE D'ESSAIS

2.1 Option 1: Échantillon total

Selon la méthode CSA-A23.2-3B (Détermination de la teneur totale en ions sulfate d'un sol ou de la partie soluble dans l'eau), la taille de l'échantillon analysé doit être d'au moins 500 g avant le broyage à moins 315 µm (voir article 2.5.1.3 du protocole). Après broyage, l'analyse chimique est effectuée sur un sous-échantillon représentatif d'environ 10 grammes.

2.2 Option 2: Échantillon sélectionné

On notera que dans certains cas il peut être pertinent de réaliser les analyses chimiques sur certains faciès pétrographiques plutôt que sur l'ensemble des matériaux. Si le professionnel réalise les analyses de cette façon, il devra inclure au rapport une note explicative expliquant la méthodologie suivie.

3.0 MÉTHODES DE MESURE DU Stotal et du Sulfaté

Cette méthode consiste à faire l'analyse en Stotal d'un sous-échantillon broyé. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées à cette fin: combustion (méthode préconisée), spectrométrie d'émission atomique au plasma ou dosage gravimétrique.

L'analyse en S_{sulfaté} est, pour sa part, effectuée selon la norme CSA-A23.2-3B, sur un autre sous-échantillon broyé. Un gramme d'échantillon est immergé dans 25 ml d'eau distillée, à laquelle on ajoute 5 ml de HCl avant de compléter à 50 ml; le tout est agité pendant 15 minutes, à une température d'environ 90°C. Le résidu est filtré et lavé vigoureusement à l'eau chaude distillée. Le filtrat est ensuite dilué (ou évaporé) à 200 ml. L'analyse chimique proprement dite est ensuite effectuée sur le filtrat, selon la norme CSA-A23.2-2B. Il s'agit d'une précipitation des sulfates dissous sous la forme de sulfate de baryum.

4.0 TRANSFORMATION DES RÉSULTATS EXPRIMÉS EN SO₃

Il arrive souvent que les résultats d'analyse soient exprimés en SO₃ plutôt qu'en S (très fréquent dans le cas de l'analyse des sulfates). On utilise la relation suivante pour obtenir les contenus en S_{total} ou en S_{sulfaté}.

$$\begin{aligned}\% \text{ Stotal} &= 0,40 \times \text{SO}_3 \text{ total} \\ \text{Sulfaté} &= 0,40 \times \% \text{ SO}_3 \text{ sulfaté}\end{aligned}$$

Remarque: Si le résultat n'est pas exprimé en SO₃, les poids atomiques des éléments devront être utilisés pour les calculs.

5.0 DÉTERMINATION DES CONTENUS EN SULFURES (PYRITE) ET EN SULFATES (GYPSE)

À partir des contenus en S_{total} et en S_{sulfaté}, les contenus respectifs en sulfures (équivalent pyrite FeS₂) et en sulfates (équivalent gypse CaSO₄•2H₂O) peuvent être obtenus comme suit:

$$\begin{aligned}\text{Sulfures résiduels (éq. pyrite) (\%)} &= 1,87 \times (\% \text{ Stotal} - \% \text{ Sulfaté}) \\ \text{Sulfates formés (éq. gypse) (\%)} &= 5,37 \times \text{Sulfaté}\end{aligned}$$

Annexe C - Contrat type

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

Cette CONVENTION intervient entre _____, ci-après désigné comme le «CLIENT» et _____, lesquelles parties aux présentes conviennent de ce qui suit :

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 (voir section 2.2 du protocole) 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.

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, conformément au protocole CTQ-M200, les essais de: Étape 1 Étapes 1 et 2

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 _____, et elle remplace toutes négociations, ententes ou discussions antérieures, verbales ou écrites, à ce sujet. Cette CONVENTION peut être modifiée uniquement 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 gonflement associé à la présence de pyrite dans les granulats sous-jacents aux dalles sur sol.
- Exécution de sondage avec échantillonnage du béton de la dalle et des granulats 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.

Travaux de laboratoire :

- examen du béton et détermination de sa qualité générale
- analyse granulométrique des matériaux granulaires
- Essais spécifiés à l'étape 1 du protocole CTQ-M200 (détermination des faciès pétrographiques présents et de leur pourcentage respectif, évidences de réaction sulfatique, calcul de l'IPPG cumulé).
- 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 - Autorisation de transfert de renseignements

ANNEXE D



Société
d'habitation
du Québec

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LA PYRITE

AUTORISATION DE TRANSFERT DE RENSEIGNEMENTS

Une des missions de la Société d'habitation du Québec est de promouvoir l'amélioration générale de l'habitat au Québec. Dans ce contexte, la Société d'habitation s'est impliquée activement dans le dossier des problèmes de gonflement associés à la pyrite. La Société d'habitation subventionne certains travaux de recherches du comité technique québécois et assume la présidence de ce comité depuis novembre 1998.

Afin de permettre aux autorités gouvernementales d'évaluer le nombre réel de résidences touchées ou potentiellement touchées par les problèmes de gonflement reliés à la pyrite, la Société sollicite l'aide des propriétaires et des firmes effectuant des expertises afin de recueillir des informations nécessaires pour compiler ses statistiques.

La Société d'habitation du Québec (SHQ) et la Société Canadienne d'Hypothèques et de Logements (SCHL) ont accordé des subventions aux équipes de recherches de l'Université Laval, de l'Université de Sherbrooke et de l'École polytechnique de Montréal. Les chercheurs universitaires ont déjà contacté ou contacteront les firmes ayant effectué des expertises afin de compiler des données. Des données ont aussi été faites à partir de visites effectuées chez des propriétaires qui avaient préalablement signalé à l'Association des Consommateurs pour la Qualité dans la Construction (ACQC) un problème potentiellement causé par la pyrite.

Expertises réalisées après le 20 juillet 1999: Afin de permettre au gouvernement de maintenir à jour l'évaluation du nombre de cas, les firmes effectuant des expertises sont invitées à transmettre directement auprès du gouvernement un court résumé des résultats obtenus lors de leurs expertises. Pour ce faire, les firmes n'ont qu'à remplir le formulaire de la page suivante. Ce formulaire ne servira qu'à établir des statistiques, il ne contient aucun renseignement nominatif.

Il est recommandé aux firmes d'obtenir l'autorisation suivante auprès du propriétaire afin de pouvoir transmettre les informations à la société d'habitation du Québec.

AUTORISATION DEMANDÉE AU PROPRIÉTAIRE.

Autorisez-vous la firme _____ effectuant votre expertise sur la pyrite à transmettre un résumé de l'expertise à la SHQ selon le modèle ci-joint pour l'aider à établir des statistiques sur le nombre de résidences touchées ?

- Oui, j'autorise le transfert d'informations.
 Non, je n'autorise pas le transfert d'informations.

Signature: _____

Date: _____

ANNEXE D



Société
d'habitation
du Québec

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LA PYRITE
FORMULAIRE À REMPLIR PAR LES FIRMES (pour les expertises faites après le 1er juillet 1999)

Identification du laboratoire	Description sommaire de la résidence
Laboratoire: _____ #Dossier: _____ Date du carottage: _____ Formulaire rempli par: _____ Date: _____	Municipalité: _____ Année de construction: _____ Évaluation du terrain: _____ Évaluation du bâtiment: _____

Conclusion sommaire de l'expertise		
	1 - Sous-sol	2 - Garage
IPPG 1 ^{ère} étape	<input type="checkbox"/> non prélevé	<input type="checkbox"/> non prélevé
Soulèvements perceptibles	<input type="checkbox"/> moins de 10 mm <input type="checkbox"/> 10 mm et plus <input type="checkbox"/> aucun soulèvement perceptible	<input type="checkbox"/> moins de 10 mm <input type="checkbox"/> 10 mm et plus <input type="checkbox"/> aucun soulèvement perceptible
Risques de gonflement d'ici 10ans	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Élevé <input type="checkbox"/> Très élevé	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Élevé <input type="checkbox"/> Très élevé
Ordre de grandeur des travaux pour réfection complète	<input type="checkbox"/> 0-10000 \$ <input type="checkbox"/> 10000\$-20000\$ <input type="checkbox"/> 20000\$ et plus	<input type="checkbox"/> 0-5000 \$ <input type="checkbox"/> 5000-10000 \$ <input type="checkbox"/> 10000 \$ et plus
Évaluation du potentiel du remblai du garage à exercer une pression latérale et créer une fissuration et poussée des murs		<input type="checkbox"/> Déjà fissuré <input type="checkbox"/> Déjà fissuré et déplacé <input type="checkbox"/> Potentiel élevé <input type="checkbox"/> Potentiel moyen <input type="checkbox"/> Potentiel négligeable

Les firmes doivent transmettre leurs formulaires à : Société d'habitation du Québec
 Programme de recherche sur la pyrite
 Direction de l'amélioration de l'habitat
 1054, rue Louis-Alexandre-Taschereau, Aile St-Amable
 Québec (Québec)
 G1R 5E7

**Annexe E - 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 (FeS_2) est un sulfure de fer 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 seront fissurés 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 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 (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 plupart des bâtiments de la région de Montréal ont de la pyrite dans leurs matériaux de fondation granulaires, mais un pourcentage très significatif de ces 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 et causées par un assèchement trop rapide du béton lors de la mise en place. Bien qu'inesthétiques, ces fissures n'ont aucune incidence sur la stabilité structurale de la résidence.

D'autres types de défauts peuvent également affecter un bâtiment (tassement dû à un mauvais compactage du remblai, efflorescence, écaillage, soulèvement dû 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.

- 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 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.

IPPG	Potentiel pétrographique de gonflement (à titre indicatif)
0 – 10	négligeable
> 10 – 20	faible
> 20 – 40	faible à moyen
> 40 – 60	moyen à élevé
> 60 – 80	élevé
> 80 – 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.