



Travaux de maçonnerie par temps froid

1. Introduction

Les travaux de maçonnerie par temps froid sont de plus en plus fréquents. Des mesures particulières doivent être prises pour favoriser la qualité de l'ouvrage. Plusieurs organismes, codes et normes ont publié des recommandations et des exigences de mise en œuvre par temps froid. Par contre, la prudence est de mise car certaines de ces publications renferment des informations pour le moins très discutables.

2. Problématiques des conditions par temps froid

De mauvaises conditions de mise en œuvre par temps froid peuvent entraîner des conséquences irréversibles et nécessiter la démolition et la reconstruction complète de l'ouvrage.

Un ouvrage exposé au froid (0°C et moins) lors ou trop tôt après sa mise en œuvre gèlera sur toute sa profondeur et donc, le simple rejointoiement des premiers 25mm des joints de mortier n'est pas une solution puisque le reste de l'ouvrage ne sera pas corrigé. Il faut donc reprendre l'ouvrage.

Les problèmes les plus sérieux associés aux conditions par temps froid sont causés par le gel de l'eau dans le mortier. Si les unités de maçonnerie sont humides et gelées, il devient très difficile d'en assurer un lien adéquat avec le mortier. Il est tout aussi difficile de construire un mur droit et de niveau car les éléments ont tendance à glisser dans le mortier.

La formation d'efflorescence est habituellement plus importante lorsque les travaux sont effectués par temps froid. Les basses températures créent des conditions qui acheminent toute l'eau de la maçonnerie à la surface. Parce que l'évaporation de l'eau se fait lentement, elle se trouve plus longtemps en présence des sels, ce qui augmente la formation d'efflorescence.

Le mécanisme principal responsable des dommages causés par le gel résultent de l'expansion de l'eau lorsqu'elle se transforme en glace. Cette expansion représente une augmentation de volume, ce qui exerce une pression causant la rupture des liens entre les éléments de maçonnerie et le mortier. Aussi, la formation de cristaux de glace nuit à l'hydratation du liant. De plus, les basses températures ralentissent et peuvent même arrêter l'hydratation de la pâte cimentaire causant la désagrégation du mortier.

L'exécution de travaux de maçonnerie par temps froid présente également de nombreux inconvénients.

- Les ouvriers sont ennuyés par le froid et leur productivité faiblit. Un minimum de confort est nécessaire à l'exécution d'un bon travail.
- Le mortier très froid colle à la truelle, devient trop consistant, s'étale difficilement sur les surfaces de pose, etc.
- Le mortier risque de mal adhérer aux éléments, ce qui affecterait l'étanchéité du joint. La qualité de l'ouvrage est plus que compromise.

Le présent document, élaboré par consensus, n'est pas une norme et il ne vise pas à remplacer les codes ni les normes. Il s'adresse aux professionnels de la construction, qui, forts de leur expérience et de leurs connaissances, peuvent assumer la responsabilité de l'usage qu'ils en feront et en conséquence l'I.M.Q. se dégage de toute forme de responsabilité.

Aucune partie de ce document ne peut être reproduite par quelque moyen que ce soit sans la permission écrite de l'IMQ.

3. Code national du bâtiment (CNB-2005) et norme CSA-A371-04

3.1 Bâtiments visés par la partie 9 du CNB-2005

Dans le cas des petits bâtiments visés par la partie 9 du CNB-2005, les précautions à prendre pendant les travaux par temps froid se résument à maintenir les éléments de maçonnerie et le mortier à une température d'au moins 5°C au moment de la mise en œuvre et pendant au moins 48 heures par la suite.

9.20.14. Précautions pendant les travaux

9.20.14.1. Température du mortier et de la maçonnerie

- 1) Le mortier et la maçonnerie doivent être maintenus à une température d'au moins 5 °C au moment de la mise en place et pendant au moins 48 h par la suite.
- 2) L'utilisation de matériaux gelés dans le mélange est interdite.

Il a lieu ici d'apporter une certaine précision. Bien que le CNB-2005 interdise l'utilisation de matériaux gelés dans le mélange de mortier, les unités de maçonnerie ne doivent pas être gelées ou trop froides au moment de la pose car autrement, l'adhésion avec le mortier sera compromise. Pour ce qui est de la température de 5°C à maintenir après la mise en œuvre, l'IMQ recommande une période de 72 heures.

3.2 Bâtiments visés par la partie 3 du CNB-2005

Pour les bâtiments de plus grande importance, la partie 3 du CNB-2005 renvoie à la norme CSA-A371-04. Les exigences durant et après la mise en œuvre sont énumérées dans les tableaux ci-dessous.

T° de l'air (°C)	Exigences générales durant la mise en œuvre (article 6.7.2.1.)
0 à 4	Le sable <u>ou</u> l'eau de gâchage doit être chauffée entre 20 et 70 °C
-4 à 0	Le sable <u>et</u> l'eau de gâchage doivent être chauffés entre 20 et 70 °C
-7 à -4	1) Le sable et l'eau de gâchage doivent être chauffés entre 20 et 70 °C 2) Fournir de la chaleur des deux côtés des murs en construction 3) Des abrivents doivent être utilisés si la vitesse du vent dépasse 25km/h
-7 et moins	1) Le sable et l'eau de gâchage doivent être chauffés entre 20 et 70 °C 2) Enceintes chauffées pour maintenir l'air au-dessus de 0 °C 3) T° de l'élément de maçonnerie lors de la pose ne doit pas être < à 7 °C

T° moyenne de l'air (°C)	Protection après la mise en œuvre (article 6.7.3.1.)
0 à 4	Protéger la maçonnerie pendant 48h
-4 à 0	Abriter complètement la maçonnerie pendant 48h
-7 à -4	Recouvrir entièrement la maçonnerie de bâches isolantes pendant 48h
-7 et moins	Maintenir la T° de la maçonnerie au-dessus de 0°C pendant 48h au moyen d'une enceinte et d'un chauffage d'appoint

Comme on peut le voir, la norme CSA-A371-04 comporte deux tableaux. Le premier est consacré à des précautions à prendre avant et pendant les travaux tandis que le second prévoit des précautions à prendre pour l'ouvrage fraîchement exécuté. Ces deux tableaux ont pour conséquence la création de huit classes de températures auxquelles correspondent des mesures de protection particulières ce qui rend illusoire l'application de la norme CSA-A371-04. De plus, cette dernière réfère à des techniques dépassées, soit au gâchage de sable et d'eau alors qu'aujourd'hui ce sont davantage des mortiers pré-mélangés qui sont employés. Pour ces raisons, l'IMQ recommande des précautions à prendre au point 5 du présent document afin d'optimiser la qualité de l'ouvrage par temps froid.

4. Mauvaises pratiques

Plusieurs organismes publient des documents dans lesquels ils font des mises en garde à propos de l'utilisation d'antigel et d'accélérateur de prise. On peut y lire par exemple qu'il est préférable de choisir des produits contenant au maximum 0.2% de chlorure de calcium. Il y a lieu ici de rappeler l'article 5.5.4 de la norme CSA-A179-04 qui interdit l'emploi d'antigel et d'accélérateur de prise et ce, quel qu'en soient les constituants et la concentration.

L'emploi de matériaux gelés est à proscrire car cela aura inévitablement un impact négatif sur la qualité de l'ouvrage.

Par temps froid, le facteur éolien ne devrait pas être négligé. Pour cette raison, il faut éviter l'exposition de l'ouvrage au vent car autrement, il y a risque de refroidissement de l'ouvrage et assèchement trop rapide du mortier.

5. Recommandations de l'IMQ

Bien que l'hydratation du ciment soit un phénomène exothermique, c'est-à-dire qu'il s'accompagne d'un dégagement de chaleur,

celle qui est dégagée par l'hydratation du ciment au niveau des joints de mortier est négligeable comparativement à ce qui se produit avec un ouvrage en béton massif. Le dégagement de chaleur des joints de mortier ne peut donc à lui seul résoudre le problème de gel.

Par temps froid, la prévoyance et la prudence sont de mise. On ne devrait jamais courir le risque de voir un ouvrage exposé au gel suite aux premiers jours de l'installation. Puisque les prévisions météorologiques peuvent changer rapidement, cela ne laisse aucune marge de manœuvre pour mettre en place à temps des mesures concrètes pour empêcher un ouvrage de geler. Ces mesures doivent être planifiées et non improvisées.

La mise en œuvre et la période de cure d'un ouvrage devraient respecter les principes suivants :

- ne jamais utiliser de matériaux gelés incluant les éléments de maçonnerie
- ne jamais exposer l'ouvrage aux vents au-dessus de 25 km/h
- contrôler la température à au moins 5°C à l'intérieur de l'abri
- contrôler l'humidité à l'intérieur des enceintes chauffées

On ne doit jamais employer d'éléments gelés. Pour cette raison, il faut installer à proximité des échafaudages un abri temporaire chauffé dans lequel sont placés le malaxeur, l'eau, les composants du mortier et les éléments de maçonnerie. Puisqu'en hiver, les éléments de maçonnerie sont livrés gelés au chantier, on doit les entreposer au moins 48 heures à l'intérieur d'une enceinte chauffée à 20°C afin de permettre aux éléments qui se trouvent au centre des palettes d'atteindre une température d'au moins 5°C avant la pose. Les lecteurs infrarouges peuvent être très utiles pour connaître rapidement la température de surface des éléments avant, pendant et après la pose. Des

thermocouples (data logger) peuvent être utilisés pour documenter les températures en continu durant les travaux.

Les abrivents sont des protections réalisées au moyen de toiles isolées ou non et étanches fixées aux échafaudages. La création de ces enceintes consiste à fixer aux échafaudages, verticalement et horizontalement, ces toiles soigneusement raccordées entre elles de façon à réduire au minimum les fuites d'air et le gaspillage de chaleur. Du côté de l'intérieur du bâtiment, les cages d'escaliers et autres ouvertures dans les planchers doivent également être obturées par des cloisons provisoires.

L'utilisation d'abris chauffés ne doit pas être improvisée car cela peut avoir des effets négatifs très importants sur les propriétés du mortier. Le principal problème provient de la chaleur qui est dégagée par le système de chauffage. Cette chaleur peut faire sécher le mortier ou accélérer sa cure trop rapidement, ce qui peut avoir un effet négatif sur sa performance, surtout si la chaleur est dirigée directement contre le mur. Il est donc très important de bien orienter le système de chauffage afin de répartir la chaleur uniformément.

Un second problème est associé à l'emploi d'un système de chauffage qui évacue directement à l'intérieur de l'abri le CO₂ provenant de la combustion. Cela peut provoquer la carbonatation du mortier ce qui a pour effet d'en réduire la dureté de la surface et de rendre celle-ci friable. On peut également voir apparaître du fendillement et une poudre blanche non esthétique à la surface. Pour éviter ce problème, on doit s'assurer d'avoir une ventilation ou une bouche d'évacuation appropriée. La ventilation est également nécessaire pour la santé des travailleurs.

Il est également important d'assurer un taux d'humidité suffisant à l'intérieur de l'enceinte chauffée afin d'empêcher une déshydratation rapide du mortier.

Lors de la construction de l'abri, on doit s'assurer de respecter certaines règles. Par exemple, afin de ne pas créer un espace clos, on doit avoir un nombre minimal de sorties, généralement deux. Aussi, on doit tenir compte de la limite de résistance au vent des toiles afin qu'elles n'entraînent pas les échafaudages. Selon le type d'appareil de chauffage mis en place, on devra possiblement, pour une question de sécurité, assurer une surveillance en tout temps, jour et nuit, selon le système de chauffage employé.

Une fois l'ouvrage complété, il est fortement recommandé de refroidir graduellement l'abri avant de la retirer afin de ne pas créer un différentiel de température trop important sur l'ouvrage de maçonnerie ce qui pourrait causer de la fissuration.

En résumé, les recommandations de l'IMQ :

- Chauffage indirect
- Température de 5°C minimum à l'intérieur de l'abri jour et nuit
- Ne pas diriger le chauffage sur l'ouvrage mais dans l'espace
- Matériaux non gelés et chauffés au besoin
- Empêcher l'assèchement du mortier pendant la période de cure de 72h
- Réduction graduelle de la température dans l'abri
- Surveillance continue (24h) de l'abri chauffé

Bibliographie :

- 1) Code national du bâtiment – Canada 2005. CNRC-NRC. Canada, 2005.
- 2) CSA-A371-04 Maçonnerie des bâtiments. Association canadienne de normalisation. Canada 2004.
- 3) CSA-A179-04 Mortier et coulis pour la maçonnerie en éléments. Association canadienne de normalisation. Canada 2004.