

guide
technique

6

La maçonnerie de pierre



MAÎTRE
D'OEUVRE

Table des matières

| | |
|------------------------------------|-----------|
| <i>Historique</i> | 3 |
| <i>Terminologie</i> | 5 |
| <i>Recommandations générales</i> | 8 |
| <i>Inspection</i> | 9 |
| <i>Entretien</i> | 12 |
| <i>Réparation</i> | 16 |
| <i>Réfection</i> | 21 |
| <i>Conclusion et bibliographie</i> | 23 |

Historique

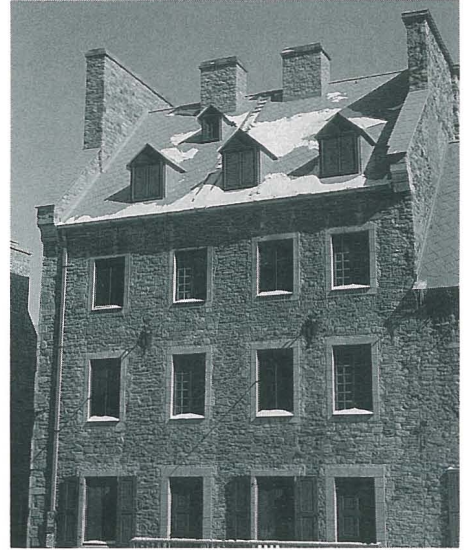
Au XVII^e siècle, début de l'utilisation de la pierre

La pierre est utilisée comme matériau de construction dès les débuts de la colonisation. Les colons l'emploient d'abord pour les fondations des bâtiments de bois puis comme remplissage des murs à colombage pierrotés. Certaines constructions sont aussi, à cette époque, entièrement faites de pierre. Symboles de la prospérité des commerçants, on les retrouve dans les quartiers portuaires de Québec et de Montréal.

La pierre des champs est alors le matériau utilisé; il s'agit de gros cailloux de granit, de grès ou de calcaire déterrés par l'érosion et la gelée ou par le travail de la terre dans les champs. On les assemble avec ou sans mortier, en plusieurs rangs reliés par des pierres placées en travers (boutisses), formant un mur massif de 600 à 1200 mm (2 à 4 pi) d'épaisseur. Ce mur est souvent recouvert de crépi ou de clin de bois à l'extérieur.

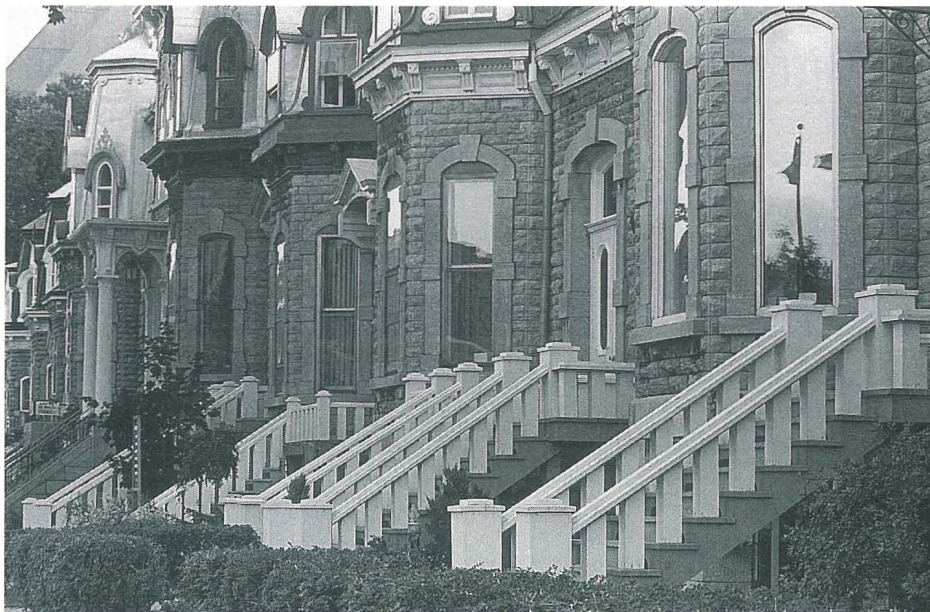
De 1720 à la fin du XIX^e siècle, période de grande popularité

C'est après 1720 que se répand l'usage de la pierre en milieu urbain. En effet, à la suite d'importants incendies qui détruisent des quartiers entiers des principales villes de la colonie, les intendants émettent des ordonnances régissant la construction des bâtiments urbains; désormais, le bois ne devra être employé que pour la charpente et la couverture des maisons.



Maison aux murs de moellons équarris avec ornementation et chaînage d'angle en pierre de taille. Place Royale, Québec.

La maison urbaine typique du XVIII^e siècle se caractérise par la présence de murs mitoyens coupe-feu qui sont plus hauts que le toit et terminés par une ou plusieurs cheminées. Ses murs en maçonnerie de pierre sont composés d'un parement extérieur et d'un parement intérieur entre lesquels on insère un blocage constitué de cailloux noyés dans un mortier de chaux. La pierre de taille fait peu à peu son apparition comme ornementation autour des ouvertures et aux coins des façades (chaînage d'angle). Après la Conquête, elle est de plus en plus utilisée comme parement extérieur de la façade tout entière, conformément aux styles architecturaux britanniques alors en vogue.



*Maisons en rangée aux façades en pierre de taille datant du début du siècle.
Grande Allée, Québec.*

Les premières carrières sont exploitées autour de Québec et de Montréal; on y extrait la pierre de façon artisanale. C'est vers la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e, avec l'essor des villes, que le nombre de carrières augmente sensiblement et que se développent les techniques d'exploitation mécanisée. Dans la région de Québec, on extrait du grès à Sillery et à Cap-Rouge, ainsi que du calcaire (communément appelé pierre noire ou pierre de Beauport) à Neuville et sur la côte de Beaupré. Les principales carrières de Montréal sont situées dans l'île Jésus et l'île Bizard; on y trouve du calcaire aussi appelé pierre grise de Montréal.

Vers la fin du XIX^e siècle, débute l'exploitation industrielle des carrières de calcaire, de granit et de marbre dans la région de Portneuf (Rivière-à-Pierre, Saint-Marc-des-Carrières) et dans les Cantons de l'Est (Mégantic, Sherbrooke). C'est aussi à cette époque qu'on importe du calcaire et du grès d'Angleterre, d'Écosse et des États-Unis. Comme ces matériaux sont plus faciles à sculpter que les pierres de production locale, ils sont utilisés pour l'ornementation des façades.

Au XX^e siècle, déclin de l'utilisation de la pierre

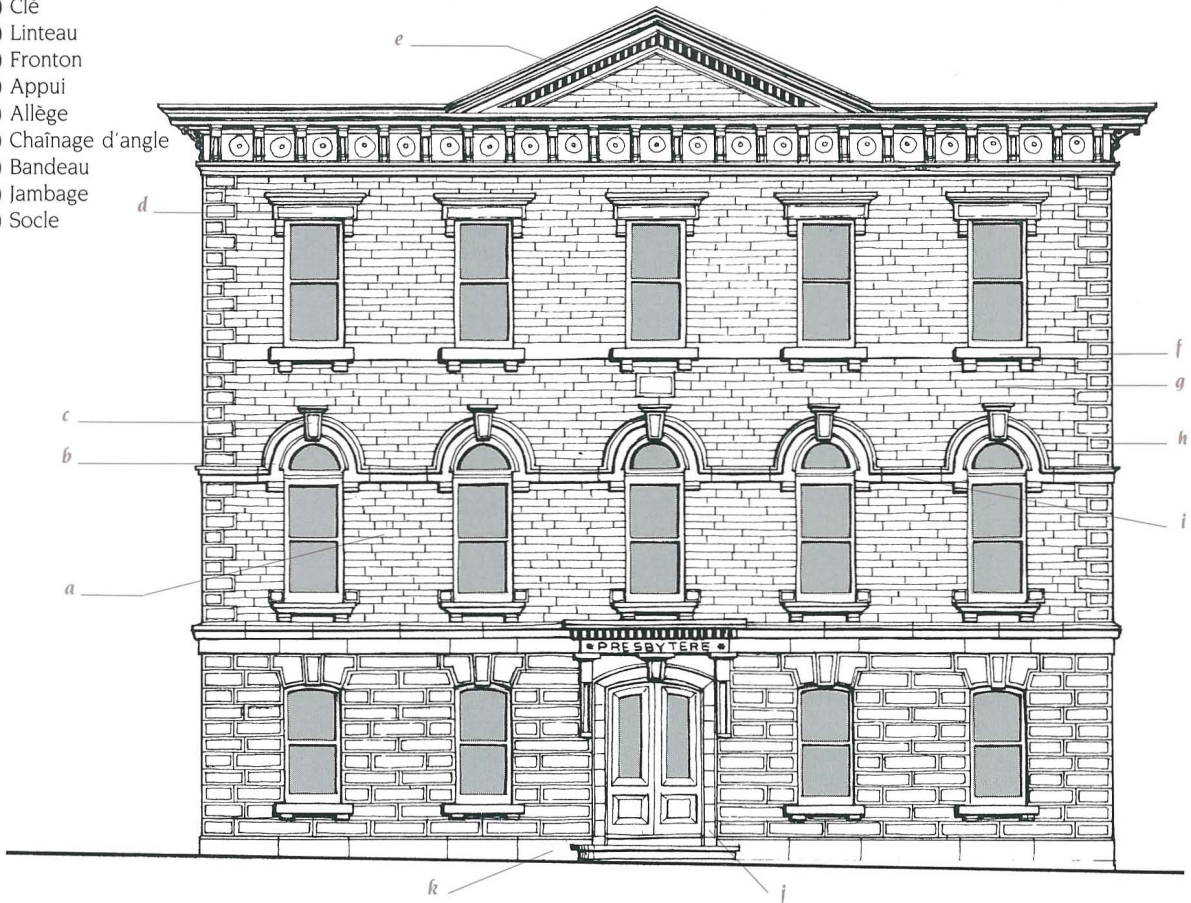
Le développement de nouvelles techniques et de nouveaux matériaux tels que la brique et le béton marque le déclin de l'utilisation de la pierre dans la construction. Son usage se limite peu à peu au revêtement de façade des édifices prestigieux, les éléments structuraux étant faits d'acier ou de béton.

On continue néanmoins à perfectionner les équipements et les techniques d'exploitation des carrières, améliorant ainsi la qualité du produit fini. Toutefois, le nombre de carrières diminue rapidement, de telle sorte qu'aujourd'hui on n'en compte plus qu'une quinzaine encore en exploitation autour de Québec, dans le comté de Portneuf et au Lac-Saint-Jean. Pour la restauration et la mise en valeur des bâtiments anciens, ces carrières fournissent toujours certaines pierres utilisées autrefois dans la construction.

Terminologie

Les principales composantes d'une façade

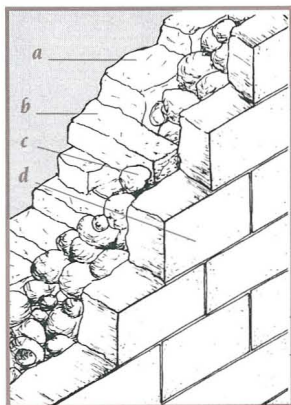
- a) Trumeau
- b) Arc
- c) Clé
- d) Linteau
- e) Fronton
- f) Appui
- g) Allège
- h) Chaînage d'angle
- i) Bandeau
- j) Lambage
- k) Socle



Presbytère de Notre-Dame-de-Jacques-Cartier
150, rue Saint-Joseph Est, Québec

Le mur massif

Le mur massif est l'assemblage de maçonnerie de pierre le plus fréquemment utilisé. Il est composé de deux parements séparés par un blocage de petites pierres ou de débris de carrière enrobés de mortier de chaux. Des boutisses assurent le liaisonnement du mur. Dans les bâtiments de moins de trois étages, ces murs ont généralement 600 mm (2 pi) d'épaisseur et s'amincissent dans le haut, à mesure que les charges à supporter diminuent.



Le mur massif
a) parement intérieur
b) boutisse
c) blocage
d) parement extérieur
en pierre de taille

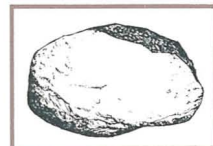
La taille et la finition de surface

Les étapes de transformation de la pierre sont les suivantes : extraction, débitage, équarement et finition. Du moellon brut à la pierre de taille, le travail et la finition du matériau varient selon les époques et l'usage auquel il est destiné.

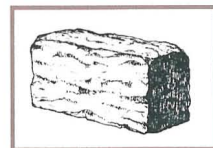
- A) **Le moellon brut** est une roche de forme irrégulière, telle qu'elle a été extraite de la carrière.
- B) **Le moellon ébauché** est une pierre de forme plus ou moins régulière, ébauchée au maillet.
- C) **Le moellon équarement** est de forme régulière, ses arêtes sont taillées avec un ciseau et un maillet.

La pierre de taille présente des faces lisses et sans aspérités dont tous les coins sont d'équerre. Il existe de nombreux types de finition des faces visibles des pierres de taille selon les techniques et les outils employés :

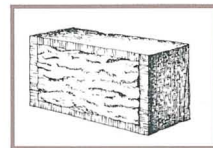
- D) **Pierre bouchardée**
- E) **Pierre ciselée**
- F) **Pierre piquée**



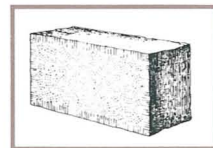
A



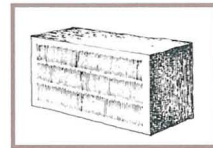
B



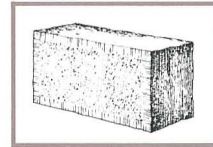
C



D



E



F

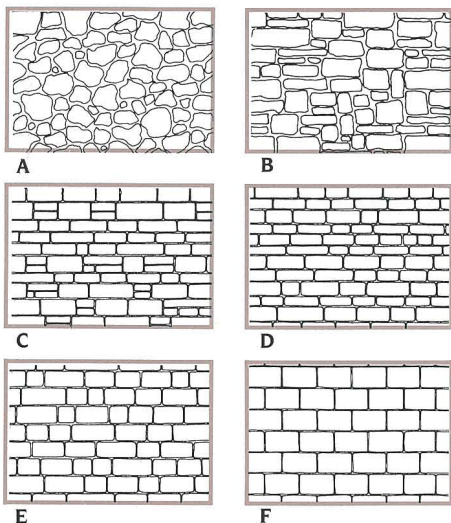
La taille et la finition de surface.

Les appareils

L'appareil d'un mur de maçonnerie est la façon dont ses éléments sont assemblés. Les principaux appareils de maçonnerie de pierre sont les suivants:

- A) **Irrégulier ou à tout-venant.** Les pierres de grosseur et de forme irrégulières sont disposées librement.
- B) **Assisé.** Les pierres, de grosseur variable, sont ébauchées ou équarries et posées d'aplomb sans ordre particulier.
- C) **Réglié.** Les pierres ébauchées ou équarries sont mises en place comme dans l'appareil assisé, mais les pierres d'un même rang ont plus ou moins la même hauteur.
- D) **À alternance d'assises régulières.** Les pierres sont disposées sur des rangs dont la hauteur varie en alternance.
- E) **À assises régulières.** Les pierres sont taillées de longueur variable mais ont toutes la même hauteur.
- F) **Régulier.** Les pierres ont toutes les mêmes dimensions en longueur et en hauteur et sont disposées en assises régulières.

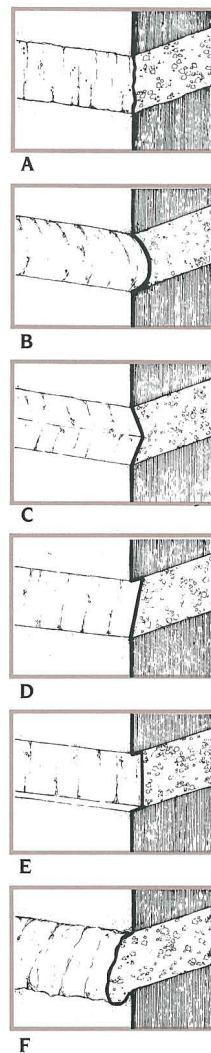
Les appareils.



Les types de joints

Les joints de mortier servent à la fois à lier les éléments de maçonnerie et à assurer l'étanchéité du mur. La durabilité d'un joint dépend, entre autres, de son profil et de la façon dont il est réalisé. Voici les principaux types de joints de maçonnerie de pierre:

- A) **Le joint plein affleuré.** L'excédent de mortier en surface est arasé à la truelle, donnant un profil plat.
- B) **Le joint concave ou rond.** C'est le profil qui résiste le mieux à la pénétration de l'eau. Il est réalisé avec un fer rond spécial pour presser le mortier.
- C) **Le joint en V ou creux en angle.** Ce type de joint est aussi très efficace contre la pénétration de l'eau et il est réalisé à l'aide d'un fer spécial.
- D) **Le joint creux chanfreiné.** Il est exécuté avec une truelle pour presser le mortier.
- E) **Le joint à baguette.** La façon traditionnelle de réaliser ce joint est de poser une baguette devant le mortier tout en montant le mur et de la retirer ensuite. Aujourd'hui, on imite ce joint en grattant le mortier non durci sur une certaine profondeur.
- F) **Le joint rustique ou «baveux».** Ce profil retient l'eau, qui peut alors pénétrer dans le mur. Il est fortement déconseillé de l'utiliser.



Les types de joints.

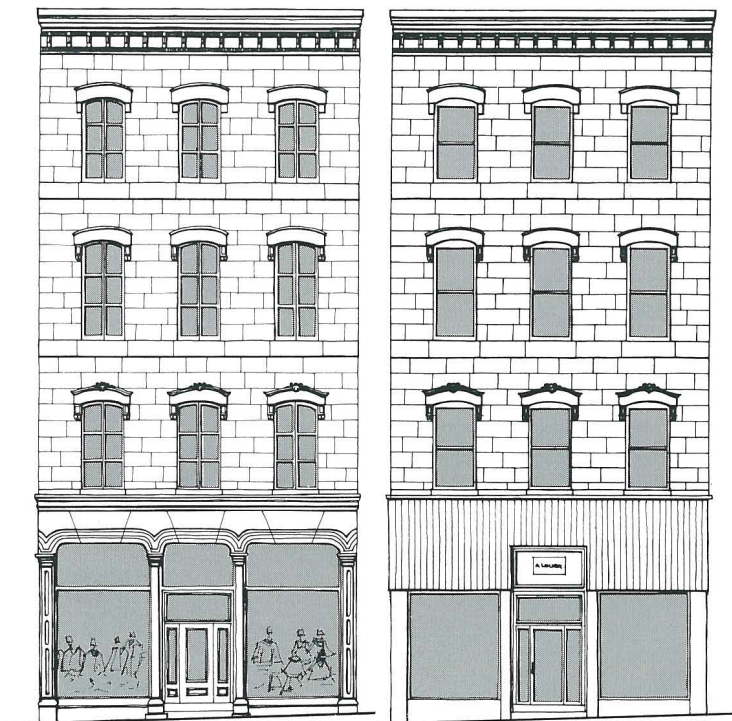
Recommandations générales

Restauration d'une façade commerciale réalisée avec respect de sa composition architecturale d'origine et mise en valeur de ses éléments significatifs.

Chaque bâtiment possède un caractère propre qui témoigne de l'époque à laquelle il a été construit et de son évolution au cours des âges. Toute intervention doit viser à maintenir et à affirmer ce caractère, sans quoi le bâtiment perd sa valeur et son identité. Il est donc important de faire l'analyse d'une façade et de savoir en reconnaître les traits caractéristiques.

La maçonnerie de pierre fait partie de ces éléments significatifs, tout comme les corniches, les ouvertures et les détails d'ornementation sculptés. Aussi sera-t-elle entretenue régulièrement et soigneusement. Si certains éléments sont détériorés et qu'il est impossible de les réparer, il faut les remplacer par de nouveaux éléments, identiques aux originaux ou s'en inspirant.

Le changement d'affectation d'un bâtiment ancien implique généralement des travaux sur ses façades, d'où l'importance de choisir un usage qui soit compatible avec son caractère propre et qui n'exige que des modifications mineures. Les façades des bâtiments commerciaux sont souvent l'objet de transformations malencontreuses. Il est pourtant possible, et toujours avantageux, d'intervenir sur un bâtiment sans porter atteinte à la composition ni aux éléments significatifs de ses façades. Lorsqu'une façade a déjà été gravement altérée, on peut parfois en retrouver les composantes d'origine qui, dans bien des cas, sont tout simplement camouflées sous des revêtements plus récents. Si des éléments ont été détruits, on cherchera à recomposer la façade en s'inspirant de documents anciens ou de bâtiments semblables non modifiés.



Rénovation du même bâtiment sans égard à son caractère propre.

Inspection

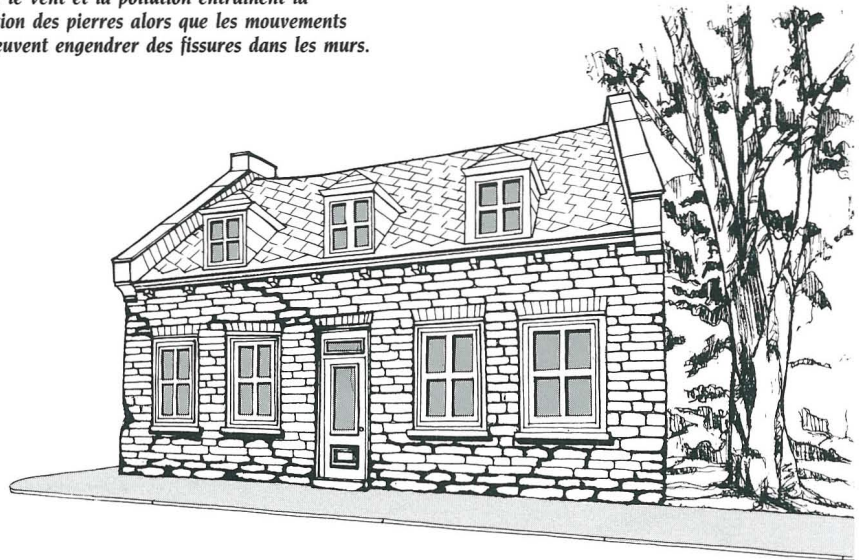
*A*vant d'acquérir un bâtiment ou d'y effectuer des travaux d'entretien et de réparation, il est important d'en faire l'inspection. Cet examen permet d'identifier les composantes endommagées, d'en évaluer l'importance et de recueillir les informations nécessaires pour déterminer les causes des problèmes et leurs solutions. L'inspection de la maçonnerie de pierre doit être effectuée au moins une fois tous les cinq ans; une échelle et des jumelles sont les principaux équipements requis. La liste suivante indique les points à vérifier.

La pluie, le vent et la pollution entraînent la dégradation des pierres alors que les mouvements du sol peuvent engendrer des fissures dans les murs.

1. Emplacement

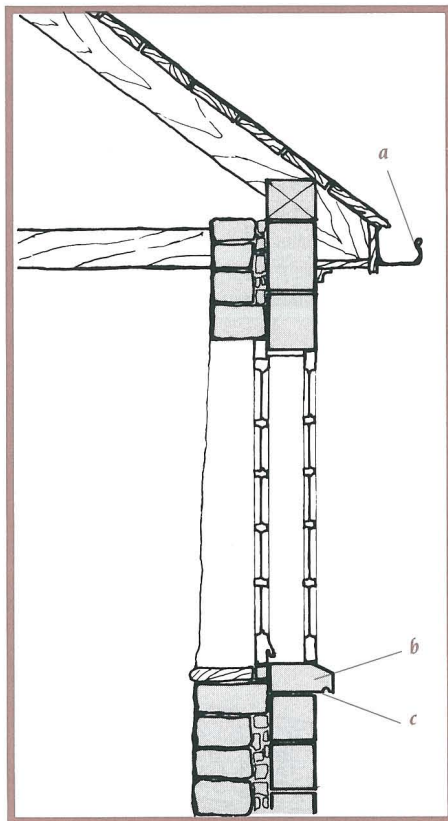
- ***Le bâtiment est-il situé près d'une voie importante de circulation?***
- ***Son environnement est-il pollué?***
- ***Quelle est l'orientation du bâtiment ?***

Le trafic lourd peut affecter la structure d'un bâtiment. Le sel utilisé pour déglacer les rues et les trottoirs ainsi que les polluants atmosphériques combinés à l'eau de pluie entraînent souvent la dégradation des pierres. Les façades nord et est sont les plus exposées aux infiltrations de la pluie poussée par le vent, sans qu'elles puissent s'assécher au soleil. Bien qu'il soit difficile de remédier à ces problèmes, on peut en atténuer les effets en protégeant les murs les plus exposés ou les pierres de moindre qualité par un revêtement de crépi ou de bois.



Des gouttières en bon état et des appuis de fenêtres inclinés et en saillie protègent les pierres de la façade.

- a) gouttière
- b) appui
- c) casse-gouttes



2. Terrain et végétation

- Sur quel type de sol le bâtiment est-il construit? Sable, glaise ou roc?
- Le terrain est-il en pente pour éloigner les eaux de surface du bâtiment?
- Y a-t-il des arbres à proximité ou de la végétation sur les murs de maçonnerie?

Un sol mal drainé ou de mauvaises pentes de terrain peuvent être la cause d'infiltrations d'eau dans les murs de fondation. Certaines essences d'arbres comme les peupliers, les saules ou les ormes ont des racines qui assèchent les sols argileux et les font se tasser, affectant leur stabilité. Les plantes grimpantes, accrochées aux murs de pierre, les empêchent de s'assécher et entraînent la détérioration des joints de mortier.

3. Toiture et ouvertures

- La couverture et les solins sont-ils en bon état?
- Le débord de toit et les appuis de fenêtres sont-ils suffisamment en saillie pour éloigner l'eau de pluie?
- Y a-t-il des gouttières? Sont-elles en état de fonctionner?

Le haut des murs et le dessous des ouvertures sont les points faibles d'une façade. Une couverture détériorée, des gouttières rouillées et des appuis de fenêtres sans casse-gouttes permettent à l'eau d'attaquer la pierre et les joints de mortier. C'est par un entretien soigné de ces éléments qu'on s'assure qu'ils jouent leur rôle de protection.

4. Fissures et déformations

- *Y-a-t-il des fissures dans les murs? Certaines pierres sont-elles cassées?*
- *Où sont situées les fissures? Sur toute la hauteur des murs? Autour des ouvertures?*
- *Lorsqu'on s'éloigne du bâtiment, peut-on y déceler des signes d'affaissement?*
- *Vus de côté, les murs sont-ils bombés ou déformés?*

Des fissures apparaissent dans les murs de maçonnerie lorsqu'il y a affaissement de la structure ou infiltration d'eau. Les déformations peuvent provenir d'un mouvement au niveau des fondations, d'une structure affaiblie ou du détachement du parement d'un mur. Il importe de trouver les causes de ces problèmes avant de procéder à des réparations.

5. Dépôts en surface

- *Y-a-t-il des dépôts ou des taches à la surface des pierres?*
- *De quelle couleur sont ces dépôts?*
- *Où sont-ils situés?*

En observant la couleur et l'emplacement des dépôts ou des taches sur un mur, on peut très souvent en identifier la nature et la provenance. Des traces de rouille peuvent provenir des solins ou d'autres éléments métalliques oxydés. Les dépôts de sels blancs, appelés efflorescence, sont causés par l'évaporation de l'eau à la surface du mur; on ne doit pas les laisser s'accumuler sur les pierres.



6. Dégradation des pierres et du mortier

- *La surface des pierres se détache-t-elle par plaques? A-t-elle tendance à s'effriter?*
- *Le mortier se désagrège-t-il? Peut-on l'effriter avec le doigt ou un objet pointu?*
- *Quels sont les endroits affectés? Le haut ou le bas des murs? Le dessous des ouvertures?*

Il est important de vérifier si les joints entre les pierres sont évités ou si le mortier est friable.

La dégradation des pierres et du mortier peut provenir d'un vieillissement normal ou de problèmes d'eau et d'humidité. Elle se produit aux endroits les plus exposés des façades. Il arrive que seule la surface des pierres soit affectée; dans ce cas, elles ne doivent pas nécessairement être remplacées. Si le mortier est très attaqué ou si certains joints sont presque vides, il faut procéder au rejointoiement des endroits touchés.

Entretien

Les murs en maçonnerie de pierre sont en général très résistants. Bien qu'ils demandent relativement peu de soins, certaines mesures d'entretien sont nécessaires si on veut éviter que l'accumulation de poussière et de suie ou l'effritement du mortier n'entraînent d'autres problèmes plus sérieux.

Le nettoyage

On nettoie la maçonnerie le plus souvent pour des raisons esthétiques : un nettoyage bien effectué redonne aux pierres leur couleur et leur éclat d'origine. De plus, le nettoyage sert à prévenir la détérioration d'un mur causée par les dépôts en surface qui emprisonnent l'humidité et le rendent plus vulnérable à l'action des polluants atmosphériques et du gel.

Le choix de la technique et des produits à employer a une grande importance : une intervention inconsidérée risquerait d'accélérer la détérioration des pierres et du mortier. Il faut tenir compte, d'une part, du type de saleté et, d'autre part, de la nature et des caractéristiques de la pierre. Il est toujours prudent de tester la technique de nettoyage envisagée sur une partie du mur moins visible et d'observer la réaction après quelques jours, avant de l'appliquer sur toute la surface.

Il existe des entreprises spécialisées dans le nettoyage des maçonneries auxquelles on s'adressera si on envisage de nettoyer toute une façade ou tout un bâtiment. On peut ensuite arroser régulièrement la façade et enlever soi-même les nouvelles taches qui surviennent à l'occasion.

Le nettoyage à l'eau

Le nettoyage à l'eau est la technique la plus facile à utiliser, la moins coûteuse et probablement la moins nocive pour la maçonnerie. On y procède durant l'été pour permettre à l'eau de s'évaporer avant la période de gel. Il faut, au préalable, réparer les joints détériorés et bien sceller toutes les ouvertures afin d'éviter que l'eau ne pénètre dans le mur. On arrose la maçonnerie avec un jet à pression moyenne ; l'eau ramollit et soulève la saleté qu'on peut ensuite enlever en brossant la surface. Il est important de n'utiliser que des brosses de plastique ou à poils doux ; les fils métalliques égratignent la pierre et risquent de faire apparaître des taches de rouille. Finalement, on rince le mur à l'eau, toujours avec un jet à pression moyenne.

Le nettoyage aux produits chimiques

Il existe différents produits chimiques qui permettent de débarrasser la maçonnerie des saletés tenaces. Cependant, s'ils sont mal utilisés, ces produits peuvent dissoudre la pierre ou la décolorer, en plus de présenter certains dangers pour les utilisateurs et l'environnement.

Le granit et le grès peuvent être nettoyés à l'aide de solutions acides. On utilise, en général, une faible solution d'acide fluorhydrique, parfois additionnée d'acide phosphorique en faible concentration. Le calcaire et le marbre, très sensibles à l'acide, devront être nettoyés avec des solutions alcalines, par exemple l'hydroxyde de sodium ou de potassium.



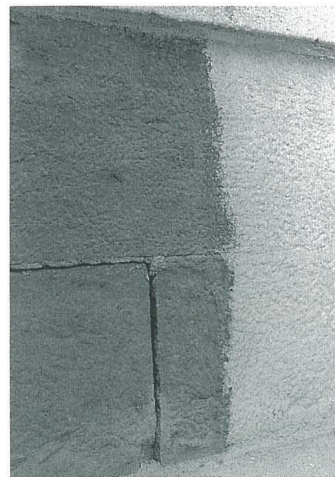
(P. Morisset)

**Le nettoyage à l'eau :
une méthode douce !**



(P. Morisset)

**Les produits chimiques :
pour la saleté tenace !**



(P. Morisset)

**Les techniques abrasives :
attention !**

Tableau 1

Produits de nettoyage pour les taches les plus courantes

| | |
|-------------------------|---|
| Peinture, graffiti | Acétone, solvant à vernis ou décapant commercial |
| Asphalte, goudron | Alcool ou nettoyeur d'asphalte pour automobiles |
| Rouille | Acide citrique |
| Cuivre, alliages | Ammoniaque |
| Lichen, lierre | Herbicides commerciaux, détergents ou javellisants |
| Champignons, moisissure | Eau et savon ou poudre à récurer contenant un agent javellisant |

Pour procéder au nettoyage avec des produits chimiques, l'utilisateur doit d'abord se vêtir de telle sorte que la peau n'entre pas en contact avec les produits. On veillera également à protéger tous les éléments de la façade autres que les pierres et le mortier (particulièrement le verre, le métal et les surfaces peintes). On mouille le mur avec un jet d'eau à pression moyenne avant d'appliquer la solution adéquate à l'aide d'une brosse à poils doux ou d'un vaporisateur. Enfin on rince le mur à l'eau, de haut en bas, pour enlever les résidus chimiques.

Les techniques abrasives

Ces techniques consistent à diriger un jet d'air ou d'eau, sous pression, additionné d'un abrasif comme le sable. Elles endommagent gravement toutes les sortes de pierres en détruisant la couche de surface (patine) qui les protège, les rendant ainsi plus vulnérables à l'eau et aux sels. De plus, elles évident les joints de mortier. On doit donc éviter de recourir à ces techniques sur l'ensemble d'un bâtiment. Elles peuvent toutefois s'avérer efficaces, sous forme de jet très fin, pour nettoyer certains ornements sculptés ou certaines taches tenaces. Dans ce cas, un mélange à faible concentration de sable permet d'adoucir l'effet abrasif.

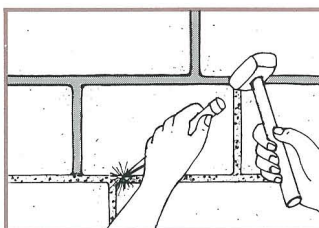
Le rejointoiment

Ce travail consiste à refaire le lien de mortier entre les pierres. Il s'agit d'une partie essentielle de tout programme d'entretien de la maçonnerie. Il faut éviter toutefois de procéder au rejointoiment systématique de toute une façade, sauf si le mortier y est complètement détérioré.

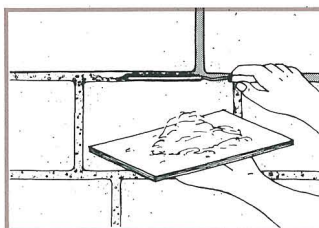
Autrefois, le mortier était fabriqué avec de la chaux, du sable et de l'eau. Dès la fin du XIX^e siècle, on ajoutait du ciment au mélange. La chaux sert à retenir l'eau et à donner une certaine flexibilité au mortier, alors que le ciment Portland en augmente la résistance aux efforts de compression. Le choix du mortier doit faire l'objet d'une attention particulière: un mortier trop dur peut faire éclater les arêtes des pierres. Généralement, un mélange dosé de ciment Portland, de chaux et de sable sera approprié. Le travail comprend les opérations suivantes:

- A) Évider les joints sur une profondeur de 25 mm (1 po). Ne pas utiliser d'outil mécanique qui risquerait de briser les arêtes des pierres.
- B) Brosser les surfaces pour enlever les poussières et les débris de mortier et arroser le mur afin d'éviter l'assèchement trop rapide du nouveau mortier.
- C) Préparer le nouveau mortier en petites quantités pour éviter qu'il ne durcisse avant l'application et pour ne pas avoir à rajouter de l'eau. Appliquer le nouveau mortier en couches successives et utiliser une languette pour presser; laisser durcir après chaque couche.

- D) Presser le mortier avec l'outil approprié pour obtenir le même profil que les joints existants. Une fois la dernière couche de mortier appliquée et le joint façonné, attendre une heure ou deux et enlever l'excès de mortier à l'aide d'une brosse à poils doux. Attendre plusieurs jours et rincer à l'eau claire, puis brosser encore s'il reste du mortier sur les pierres. On verra probablement apparaître, après quelques mois, des taches d'efflorescence. Si ces dépôts ne sont pas lavés par l'eau de pluie, brosser à sec et rincer à l'eau claire.

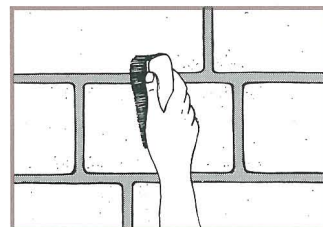


A

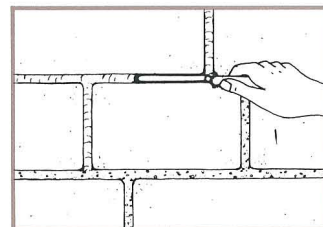


C

Les étapes du rejointoiment.



B



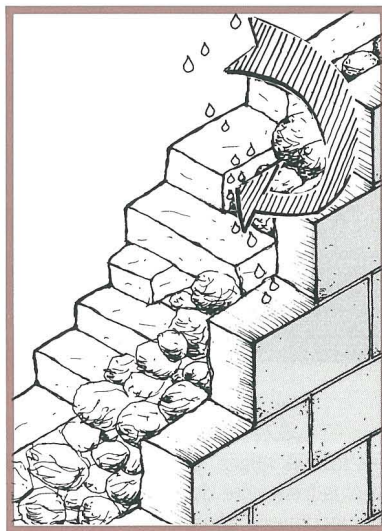
D

L'application d'une peinture ou d'un protecteur

Bien qu'il ne soit généralement pas recommandé d'appliquer une peinture ou un protecteur sur un mur de maçonnerie de pierre, on y aura recours dans les cas suivants :

- si l'emplacement du bâtiment et l'orientation du mur font que celui-ci est fortement soumis aux intempéries, sans qu'il puisse s'assécher au soleil ;
- si le mur a malheureusement été nettoyé au jet de sable et que les pierres présentent des signes de porosité ;
- si des réparations ont été effectuées avec des matériaux différents des matériaux d'origine ;
- si le mur est déjà peint.

Le choix du produit à utiliser est de toute première importance. Trop étanches, les peintures à l'huile ou les scellants à base de silicone emprisonnent l'humidité dans les murs et peuvent provoquer l'éclatement des pierres et du mortier qui, à son tour, fait écailler le produit protecteur. Celui-ci doit donc être à l'épreuve de l'eau mais permettre le passage de la vapeur d'eau. La peinture au latex et certains protecteurs hydrofuges pourront satisfaire ces exigences. Pour appliquer la peinture ou le protecteur, il faut toujours se référer aux recommandations des fabricants. Un mur déjà peint doit être gratté et décapé au besoin, particulièrement s'il est déjà couvert d'une peinture à l'huile.



Une peinture trop étanche emprisonne l'humidité à l'intérieur du mur.

Le décapage

Autrefois, la peinture servait à protéger les pierres de qualité inférieure, plus friables ou plus poreuses. En général, on devrait conserver et entretenir la peinture pour respecter l'intégrité historique du bâtiment et éviter les surprises désagréables. Cependant, il est préférable de décapier les murs recouverts de peinture à l'huile avant de les repeindre. On peut procéder au décapage à l'aide d'un fusil à air chaud (moins de 400°C) ; l'emploi de torches au propane, dont la température est trop élevée est à déconseiller. On utilise aussi des décapants commerciaux comme le chlorure de méthylène pour les nouvelles peintures (uréthane ou époxy) ou des décapants alcalins contenant de l'hydroxyde de potassium sur les anciennes peintures à base d'huile. Ces produits sont nocifs et doivent toujours être employés selon les recommandations des manufacturiers.

Réparation



De façon générale, l'eau sous toutes ses formes (glace, pluie, vapeur) est la cause la plus fréquente de la dégradation des murs de maçonnerie. L'inspection d'un bâtiment permet d'identifier ces problèmes qui peuvent être des symptômes de défaillances plus sérieuses au niveau de la structure ou des fondations. Considérant les dépenses parfois élevées qu'occasionne la réparation de la maçonnerie, on conviendra de l'importance d'éliminer la source des problèmes avant d'entreprendre des travaux qui pourraient s'avérer inutiles, ou même accélérer la détérioration des murs. Dans bien des cas, il sera prudent de prendre avis auprès de professionnels de la restauration et de gens de métier qui possèdent l'expérience nécessaire pour poser de bons diagnostics.

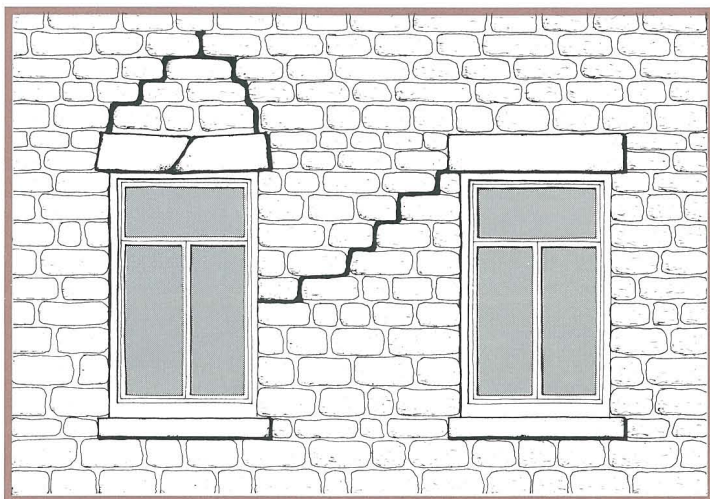
Les problèmes et les causes

La dégradation des pierres se traduit par un écaillage, un effritement, ou des sillons en surface. Elle peut provenir du vieillissement normal du matériau ou être causée par l'eau, le gel, les polluants, ou une combinaison de ces éléments. La résistance d'un mur à l'action de ces phénomènes varie selon son orientation et la nature des pierres qui le composent et la façon dont elles sont agencées.

C'est en tenant compte de ces considérations que, dès le XVII^e siècle, les murs les plus exposés aux intempéries et ceux qui étaient composés de pierres friables ou poreuses ont été protégés par un recouvrement de crépi ou de clin de bois. Si un mur est déjà recouvert ou si les pierres sont très dégradées sur l'ensemble du mur, il est préférable de conserver ou de refaire ce recouvrement. D'autres guides techniques traitent de ces sujets.

Si les dommages d'une façade sont localisés, il est probable qu'ils proviennent de la détérioration de certains éléments comme les gouttières et les solins rouillés ou encore les appuis de fenêtres sans inclinaison ou casse-gouttes. On doit alors corriger ces déficiences. Il n'est pas toujours indispensable de réparer ou de remplacer les pierres dégradées, surtout lorsqu'elles ne sont atteintes qu'en surface.

Les fissures peuvent apparaître en divers endroits des murs de maçonnerie: dans les fondations, aux coins des façades, à la jonction d'un mur de façade et d'un mur mitoyen, ou au-dessus des ouvertures. En observant l'emplacement d'une fissure et en inspectant la structure du bâtiment, on peut être en mesure d'en découvrir l'origine. Les causes les plus fréquentes de ces faiblesses sont l'infiltration d'eau en certains endroits du mur, un tassement inégal du sol sous les fondations, ou des écarts thermiques entre des murs d'orientation ou d'exposition différentes.



Une fissure au-dessus d'une fenêtre et un linteau cassé indiquent que celui-ci est trop faible. De même, une fissure dans un trumeau peut indiquer qu'il y a eu un mouvement des fondations.

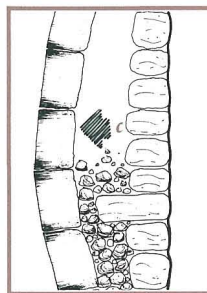
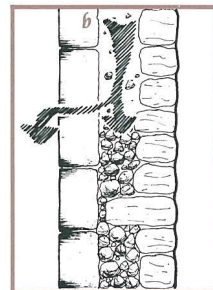
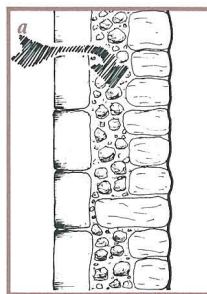
On doit toujours observer les fissures sur une assez longue période de temps, de préférence un cycle d'une année, de manière à déterminer si elles évoluent, se répètent régulièrement ou si elles sont stabilisées. Pour ce faire, on mesure régulièrement la fissure afin de déterminer si elle augmente en largeur ou en longueur. On peut aussi la réparer partiellement et vérifier si elle réapparaît.

La déformation la plus courante d'un mur de pierre se traduit par un bombement ou un déversement vers l'extérieur. Cette situation peut révéler de sérieux problèmes affectant la structure et pour lesquels le diagnostic et le choix des réparations à faire devraient être confiés à un architecte ou à un ingénieur.

La cause la plus répandue du bombement ou du déversement d'un mur est l'évidement progressif du blocage, ce qui entraîne le détachement du parement extérieur. En effet, l'eau, en s'infiltrant dans le mur, dilue la chaux et draine les petites particules qui constituent le blocage, laissant ainsi des espaces vides à l'intérieur du mur. Ces espaces le rendent plus vulnérable à l'action du gel de l'eau qui s'y infiltre, exerçant une pression sur les pierres de parement de l'assemblage ainsi déstabilisé.

Évidement progressif du blocage d'un mur et détachement du parement provoquant un bombement.

- a) infiltration d'eau
- b) évidement du mortier et tassement des petites pierres
- c) pression sur les pierres de parement



Les solutions

Collage des pierres

On peut recoller les pierres cassées lorsqu'il s'agit d'éléments d'ornementation qu'il serait trop coûteux de remplacer, par exemple les linteaux ou les éléments d'une corniche. On utilise à cet effet un mélange de résine-époxy liquide et de poussière de pierre. La résine est une sorte de colle transparente, de teinte jaunâtre, à laquelle on ajoute un catalyseur. La poussière de pierre naturelle donne au mélange la même couleur que la pierre à coller. Il est possible de recoller la pierre en place par injection du mélange; si les éléments sont disloqués ou si la fissure est trop large, on procède ainsi:

- A) Installer, au besoin, un support temporaire (étais) au-dessus de la pierre, s'il s'agit d'un élément structural.
- B) Retirer la pierre cassée. Nettoyer, à l'aide d'une brosse à crins durs, les deux faces à recoller et y pratiquer des petites encoches au ciseau, pour une meilleure adhérence. S'il s'agit d'un élément structural, poser des petites tiges d'armature, généralement en acier inoxydable.
- C) Lorsque les surfaces sont sèches, mélanger la résine et la poussière de pierre pour obtenir une pâte consistante et homogène. Appliquer le mélange sur une des deux faces de l'élément et replacer les deux morceaux ensemble. Nettoyer immédiatement l'excès de colle.
- D) Laisser durcir la colle en gardant la pièce à l'abri pendant quelques jours.
- E) Réintégrer l'élément au mur selon la méthode décrite plus loin pour le remplacement des pierres.



A) Surface grattée et nettoyée

Remodelage des pierres

On entreprend le remodelage des éléments décoratifs sculptés lorsqu'ils ne sont pas trop détériorés. Dans certains cas, il est préférable de les remplacer par de nouvelles pierres du même modèle. Le remodelage peut être réalisé avec un mortier composé de ciment Portland, de poussière de pierre naturelle et d'eau. Le travail est exécuté comme suit:

- A) Gratter la surface et enlever au ciseau les parties détériorées pour atteindre la couche de pierre saine.
- B) Installer, au besoin, un treillis métallique compatible avec le produit de remodelage.
- C) Appliquer le mortier en plusieurs couches successives comme pour le rejointoiement en donnant à chaque couche le profil de l'ornement. La dernière couche est appliquée au moins une journée après le durcissement de la précédente et elle est texturée comme les autres pierres de la façade.



B) Application d'un mortier en plusieurs couches



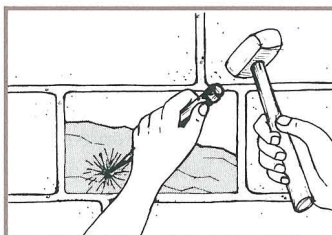
C) Finition

Remplacement des pierres

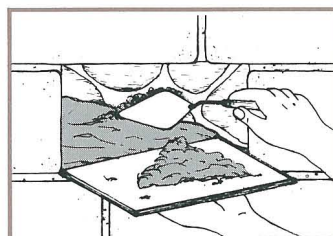
Lorsqu'on remplace une pierre, il est important que le matériau choisi soit de même nature et de même finition que la pierre d'origine. Voici la méthode à suivre:

- A) Installer un étau, au besoin, avant de démonter l'élément. Évider les joints, retirer la pierre et nettoyer la cavité en prenant soin de ne pas abîmer les pierres adjacentes.
- B) Vérifier l'ajustement du nouvel élément en le plaçant dans la cavité sans mortier et corriger ses dimensions au besoin. Mouiller toutes les faces de la cavité et les recouvrir d'une généreuse couche de mortier.
- C) Mettre en place le nouvel élément et l'aligner sur les autres pierres à l'aide d'un maillet de caoutchouc; s'il est trop enfoncé, il faudra le retirer et ajouter du mortier. Façonner les joints selon le profil des joints existants.

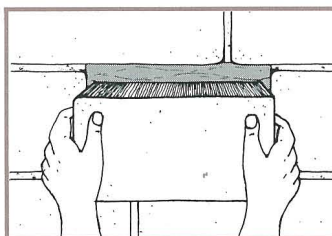
Le remplacement d'une pierre.



A



B



C

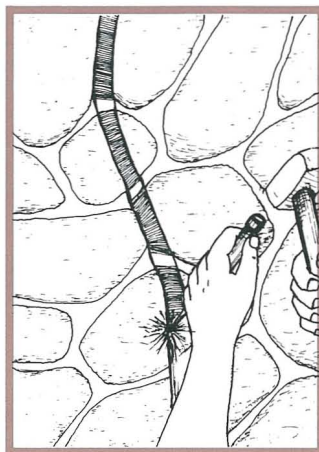
Réparation des fissures

Lorsque l'évolution d'une fissure est arrêtée, on peut procéder à sa réparation de la façon suivante :

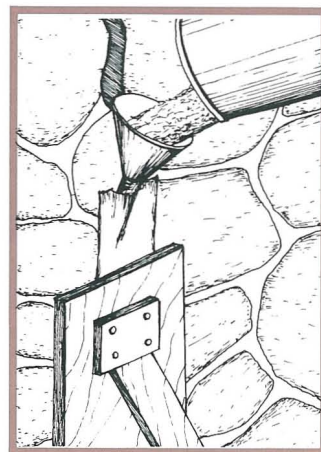
- A) À l'aide d'un ciseau, enlever toutes les parties friables ou détériorées de la maçonnerie de chaque côté de la fissure; nettoyer les résidus avec une brosse dure. Si la largeur de la fissure excède 25 mm (1 po), percer des petits trous dans la pierre saine pour améliorer l'adhérence; si la fissure est très large, y enfoncer un treillis à une profondeur de 12 mm (1/2 po).
- B) Préparer un coulis de ciment de couleur semblable aux éléments du mur; on obtient la couleur désirée en ajoutant de la poussière de pierre au mélange. Construire un petit coffrage étanche en bois ou en plastique et remplir la fissure de ciment, au moyen d'un entonnoir; au besoin, prolonger le coffrage au fur et à mesure qu'on remplit la fissure. Attendre que le ciment durcisse suffisamment, enlever le coffrage, nettoyer le surplus de coulis et exécuter la finition de surface à l'aide d'une truelle, d'une brosse ou d'un fer à joints.

Certaines fissures apparaissant au-dessus des portes ou des fenêtres dans un mur de maçonnerie peuvent indiquer une faiblesse du linteau qui surmonte l'ouverture. Dans ce cas, il faut le démonter en ayant, au préalable, installé un étau. On peut alors recoller le linteau s'il est cassé et poser une cornière d'acier bien appuyée de chaque côté de l'ouverture. Le linteau est ensuite réinstallé sur cette cornière qui absorbe ainsi une partie des charges. En tout dernier lieu, on procède à la réparation de la fissure de la façon décrite ci-dessus.

La réparation d'une fissure.



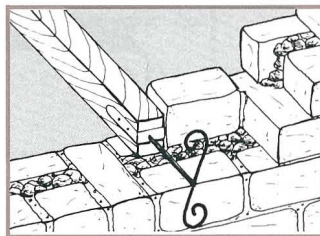
A



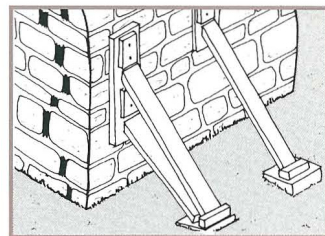
B

Comment retenir un mur bombé

On peut parfois arrêter le déversement d'un mur en le retenant à chaque étage par des tiges de métal. Ces tirants sont fixés aux poutres ou aux solives des planchers, traversent la maçonnerie et la retiennent par des eses ou des plaques de métal. Cette solution peut toutefois entraîner d'autres problèmes, étant donné l'ouverture pratiquée dans le mur (infiltration, condensation) et la présence de métal sur la pierre (rouille). Si un mur est atteint sur toute sa hauteur ou s'il risque de s'effondrer, il faudra envisager sa réfection complète ou l'injection d'un coulis de ciment; dans ce cas, il est prudent de l'étaier temporairement avec des pièces de bois ou de métal appuyées au sol.



Tirant de métal et esse en fer pour retenir un mur extérieur.



Étalement d'un mur qui présente un bombement prononcé.


Réfection

Lorsqu'un mur menace de s'effondrer ou que les pierres qui le composent sont très détériorées au point qu'il est impossible de le réparer selon les techniques décrites précédemment, il faut envisager une intervention plus complexe. Qu'on prévoie l'injection d'un coulis de ciment ou la réfection partielle ou totale du mur, il est recommandé de consulter des spécialistes de la restauration et d'étudier sérieusement les implications de ces travaux. En effet, une intervention inconsidérée peut aggraver la détérioration d'un mur ou ruiner la valeur architecturale d'un bâtiment ancien.

L'injection d'un coulis de ciment

Un mur qui présente une déformation comme le bombement ou le déversement peut parfois être stabilisé par l'injection d'un coulis de ciment. Cette opération permet de consolider le massif du mur en comblant les vides du blocage tout en gardant intactes les parois internes et externes. Elle exige cependant la plus grande prudence et doit être exécutée par une main-d'œuvre spécialisée et supervisée par des professionnels.

Voici les étapes à suivre :

- A) Il faut d'abord rejointoyer toute la maçonnerie suivant la méthode décrite précédemment.
 - B) Au besoin, les pierres trop détériorées sont remplacées (voir la réfection partielle d'un mur).
 - C) Pendant le rejointoiment, on introduit dans les joints des boyaux de plastique de 12 mm (1/2 po) de diamètre, jusqu'au centre du mur; les boyaux sont insérés par paires à tous les mètres carrés (4 pi²).
- 
- D) En commençant par le bas du mur, on procède ensuite à l'injection du coulis, à l'aide d'une pompe à injection branchée sur un des deux boyaux jumelés; l'autre boyau doit être bouché dès que le coulis y refoule.

Le coulis est composé de ciment Portland, d'eau et d'un additif qui en augmente la fluidité; on peut aussi ajouter un agent expansif au mélange. Durant l'injection, il faut effectuer un contrôle régulier de la qualité du coulis, de la pression d'injection et des quantités de coulis injectées. Cette opération, quoique complexe, est préférable à la reconstruction du mur, puisqu'elle n'affecte pas l'intégrité architecturale du bâtiment.

La réparation partielle

Les dégradations ou les déformations des murs sont souvent localisées. Dans ce cas, il est préférable d'entreprendre la réparation partielle du mur plutôt que de le reconstruire au complet. Il est en effet possible de démonter et de refaire le mur par petites sections, en respectant l'assemblage des pierres pour éviter son effondrement. Il sera parfois nécessaire d'étayer le mur pour supporter les pierres au-dessus de la section à refaire. Si le mur est porteur, on doit installer d'autres étais pour supporter la charpente qui s'appuie sur la section à refaire.

La réparation s'effectue selon la même progression que le démantèlement, par petites sections. Il faut alors assurer un bon liaisonnement des pierres entre elles pour obtenir un assemblage solidaire. On peut réutiliser les pierres existantes lorsqu'elles sont saines. Si on utilise des pierres neuves, elles doivent être de même nature et de même finition que les pierres d'origine.



P. Morisset

La reconstruction d'un mur

Dans le cas où l'ensemble d'un mur est détérioré ou déformé et qu'il est impossible de le consolider par l'injection d'un coulis de ciment, il faut se résoudre à le démanteler et à le reconstruire. Si ce mur est porteur, on doit préalablement étayer toute la structure du bâtiment. L'étalement est constitué de poutres et de colonnes réglables en acier ou en bois qui doivent supporter les charges des planchers dont les solives s'appuient sur le mur à démonter.

Selon l'assemblage du mur et les problèmes qui l'affectent, on procédera à la réparation de tout le massif ou à celle du parement extérieur. Cette dernière opération s'avère moins complexe si la portion de mur qui reste en place (blocage et parement intérieur) peut supporter son propre poids et celui du bâtiment; on évite ainsi d'étayer la structure.

Il est parfois possible de réutiliser les pierres existantes si elles sont saines. Le démantèlement doit alors se faire délicatement; on numérote les pierres, au besoin, pour les réinstaller dans leur position initiale. Si on utilise de nouvelles pierres, elles seront de même nature et de même finition que les pierres d'origine. Dans tous les cas, il faut assurer le liaisonnement du parement avec les pierres du blocage à l'aide d'ancrages ou de tiges d'armature distribuées en plusieurs points du mur.



ministère des Affaires culturelles du Québec

*Étalement pour
réparation partielle
d'un mur.*

Conclusion et bibliographie

La maçonnerie de pierre occupe une place importante dans l'architecture québécoise grâce à sa durabilité et à ses qualités esthétiques et fonctionnelles. Elle constitue indéniablement un héritage précieux qu'il convient de préserver. Toute intervention sur un bâtiment ancien demande une bonne expérience pratique et quelques connaissances théoriques du comportement des matériaux, de la structure et de l'enveloppe. On peut effectuer soi-même l'inspection, l'entretien et les réparations mineures des murs de pierre. Certaines interventions plus complexes devront néanmoins être soumises à l'expertise de professionnels et de gens de métier. Le lecteur qui voudra approfondir le sujet pourra consulter les publications suivantes :

- BLOUIN, Marc, DESLAURIERS, Hélène, DUFRESNE, Michel, VARIN, François et WEAVER, Martin. *Entretien et restauration de la fondation à la toiture*, Québec, Conseil des monuments et sites du Québec, 1985, 66 p.
- KALMAN, Harold. *Pour une réfection sensée des vieilles maisons*, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1979, 62 p.
- LONDON, Mark et BUMBARU, Dinu. *Maçonnerie traditionnelle*, Montréal, Héritage Montréal, 1984, 64 p. (Coll. « Guide technique » n° 3)
- ST-LOUIS, Denis. *Maçonnerie traditionnelle. Document technique: régions de Montréal et de Québec*, Montréal, Héritage Montréal, 1984. (3 volumes et bibliographie)

Dans la même collection :

- N° 1 *Les toitures en pente*
- N° 2 *Les couvertures en « tôle à la canadienne »*
- N° 3 *Les couvertures en « tôle à baguettes »*
- N° 4 *Les fenêtres à battants*
- N° 5 *Les fenêtres à guillotine*
- N° 6 *La maçonnerie de pierre*
- N° 7 *La maçonnerie de brique*
- N° 8 *Les crépis et les enduits*
- N° 9 *Les revêtements de bois*
- N° 10 *Les fondations*
- N° 11 *Les portes et les portes cochères*
- N° 12 *Les foyers et les cheminées*
- N° 13 *Les plâtres intérieurs*
- N° 14 *Les planchers, les escaliers et les boiseries intérieures*
- N° 15 *L'isolation*

La maçonnerie de pierre

- ❖ *Quelles sont ses origines et ses caractéristiques?*
- ❖ *Quels sont les types d'assemblages?*
- ❖ *Comment l'inspecter, l'entretenir et la réparer?*
- ❖ *Comment refaire un mur de pierre?*

Voilà autant de questions auxquelles ce guide simple et abondamment illustré vient répondre.

Bon travail !

Production: Service de l'urbanisme
en collaboration
avec le Service
des communications

Réalisation: Division du Vieux-Québec
et du patrimoine

Direction générale: Michel Bonnette

**Coordination
de l'édition:** Henriette Thériault

**Coordination
de la production:** Bertrand Frigon

**Recherche
et rédaction:** Odile Roy

**Illustration
et photographie:** Frida Franco

Correction linguistique: Ghislaine Fiset

**Conception
et réalisation graphique:** Norman Dupuis

**Photographie
de la page couverture:** Jacques Lessard

**Collaboration
technique:** Jacques Madore
Les maçonneries
Gilles Ouellet inc.

Cette publication de la Ville de Québec a été réalisée grâce à la participation du ministère des Affaires culturelles du Québec et de l'Office de planification et de développement du Québec, dans le cadre de l'Entente sur la mise en valeur des biens culturels de la Ville de Québec.

DÉPÔT LÉGAL : 2^e trimestre 1989
ISBN 2-920860-30-5