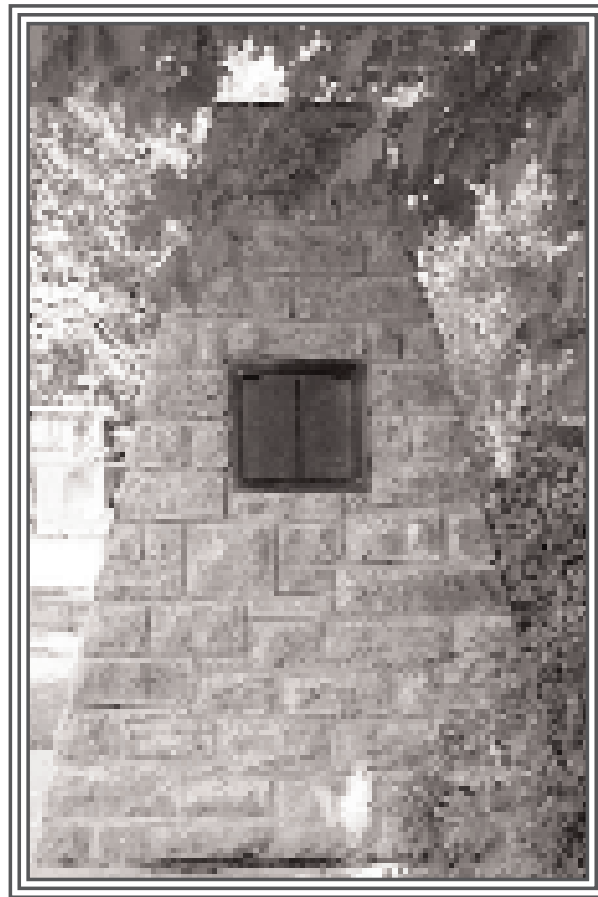




Anciens Combattants
Canada

Veterans Affairs
Canada

PROGRAMME DE RESTAURATION DES CÉNOTAPHES/MONUMENTS



LIGNES DIRECTRICES EN MATIÈRE DE CONSERVATION

ÉBAUCHE, 8 novembre 2005

Canada

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION AUX LIGNES DIRECTRICES.....	1
LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX CÉNOTAPHES/MONUMENTS	
DANS LEUR ENSEMBLE.....	3
APPROCHE GÉNÉRALE.....	3
MESURES DE CONSERVATION.....	3
LA MAÇONNERIE DES CÉNOTAPHES/MONUMENTS.....	5
LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS DE MAÇONNERIE.....	9
APPROCHE GÉNÉRALE.....	9
MESURES DE CONSERVATION.....	9
Nettoyage de la maçonnerie.....	9
Autres traitements de la surface.....	11
Réparation des éléments de maçonnerie.....	12
Rejointoiement.....	12
Reconsolidation des unités de maçonnerie non adhérents.....	13
Réparations à l'aide de colle et d'agrafe.....	14
Réparation par morceau rapporté.....	14
Consolidation de la pierre.....	15
Remplacement localisé des unités de maçonnerie.....	16
Démantèlement et reconstruction.....	17
LE BÉTON COMME MATÉRIAU DE CONSTRUCTION.....	19
LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS EN BÉTON.....	21
APPROCHE GÉNÉRALE.....	21
MESURES DE CONSERVATION.....	21
Nettoyage des éléments en béton.....	21
Réparation des éléments en béton.....	23
LES MÉTAUX DANS LES CÉNOTAPHES/MONUMENTS.....	27
LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS EN MÉTAL.....	29
APPROCHE GÉNÉRALE.....	29
MESURES DE CONSERVATION.....	29
Nettoyage des éléments en métal.....	29
Réparation des éléments en métal.....	30
LE BOIS COMME MATÉRIAU DE CONSTRUCTION.....	33
LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS EN BOIS.....	37
APPROCHE GÉNÉRALE.....	37
MESURES DE CONSERVATION.....	37
Nettoyage des éléments en bois.....	37
Réfection des revêtements en bois.....	38
Élimination des infestations d'insectes.....	39
Traitement des éléments détériorés.....	39
GLOSSAIRE.....	41



INTRODUCTION AUX LIGNES DIRECTRICES

Les objectifs de la ‘conservation’ sont la sauvegarde d’un objet ayant une valeur culturelle et l’allongement de sa durée matérielle pour le bénéfice des générations futures. Dans le contexte du programme de restauration des cénotaphes et des monuments, les objets ayant une valeur culturelle sont les cénotaphes et les monuments militaires tels que définis par le Programme. Le principe d’intervention minimale est un principe fondamental en conservation. Ce principe permet de sauvegarder des objets de valeurs tout en minimisant les modifications physiques sur ceux-ci.

Les présentes lignes directrices visent principalement à fournir des conseils de conservation pratiques et avisés qui soient appropriés à la réfection et à la restauration des cénotaphes et des monuments au Canada. Elles ne visent pas à se substituer aux techniciens et aux professionnels de la conservation non plus qu’à fournir des exigences techniques détaillées appropriées à toutes les situations. Les présentes lignes directrices ont pour but de procurer un encadrement et une orientation pour aider à étudier, planifier et réaliser la conservation d’un cénotaphe/monument.

L’objectif secondaire des présentes lignes directrices consiste à aider les autorités responsables des cénotaphes et des monuments qui ont l’intention de présenter une demande d’aide au financement par l’entremise du Programme de restauration des cénotaphes/monuments du ministère des Anciens Combattants du Canada à déterminer l’étendue des travaux tant nécessaires qu’appropriés. Les lignes directrices sont appelées à constituer le fondement des critères techniques par rapport auxquels les demandes de financement par l’entremise de ce programme seront évaluées.

Les Lignes directrices sont divisées en cinq sections. La première section porte sur le traitement des cénotaphes/monuments dans son ensemble. Les autres sections présentent les lignes directrices relatives au traitement des matériaux les plus courants utilisés dans la construction des cénotaphes/monuments : la maçonnerie, le béton, le métal et le bois. Des renseignements de base, y compris le mode de fabrication ou de formation du matériau visé et une brève discussion des types de détérioration les plus usuels, sont fournis au début de chaque section. Un glossaire de termes spécifiques est également inclus à la fin des lignes directrices.

Les lignes directrices suivent le principe de l’*intervention minimale*, un principe de conservation accepté internationalement selon lequel la conservation d’un cénotaphe/monument devrait, dans la mesure du possible, être réalisée au moyen d’approches exigeant le moins de modification, d’altération ou de retrait du matériau d’origine. Par exemple, il est bien préférable de réparer une pierre fissurée que de la remplacer. Les recommandations faites dans le cadre des lignes directrices sont présentées en allant du plus faible niveau d’intervention au plus élevé.

L’élaboration des présentes lignes directrices s’est faite en partie à partir de la *Politique sur la gestion des ressources culturelles* et des *Normes et lignes directrices pour la conservation*

des lieux patrimoniaux au Canada de Parcs Canada, de façon à assurer la pertinence et le caractère adéquat de l'encadrement fourni si un cénotaphe/monument venait à être inscrit au *Répertoire canadien des lieux patrimoniaux*.

La conservation est un processus essentiellement interdisciplinaire qui appelle de nombreux individus possédant de nombreux types différents de savoir-faire à collaborer ensemble à un but commun qui est la protection des cénotaphes/monuments. Ces lignes directrices devraient être partagées et consultées par l'ensemble des intervenants dans le projet de conservation, à savoir, les autorités responsables, les consultants et les entrepreneurs, pour permettre d'assurer la réussite des travaux.

LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX CÉNOTAPHES/MONUMENTS DANS LEUR ENSEMBLE

APPROCHE GÉNÉRALE

Recommandé

Préserver les caractéristiques existantes importantes du cénotaphe/monument.

Documenter la forme et l'état du cénotaphe/monument et de ses matériaux avant le début des travaux.

Évaluer l'état général du cénotaphe/monument par investigation, analyse, surveillance ou essai pour déterminer les mesures de conservation appropriées.

Évaluer si des problèmes reliés à une partie ou un matériau du cénotaphe/monument contribuent à des problèmes reliés à d'autres parties ou matériaux.

S'assurer que toutes les mesures de conservation proposées correspondent aux interventions minimales requises pour régler les problèmes relevés.

Consigner toutes les mesures de conservation entreprises, sur un cénotaphe/monument, ainsi que les dates des interventions. Conserver le registre dans un lieu sûr et accessible à l'intention des responsables et des restaurateurs futurs.

Non recommandé

Éliminer ou changer radicalement les caractéristiques existantes du cénotaphe/monument.

Entreprendre les travaux sur le cénotaphe/monument sans documentation préalable de son caractère et son état existants.

Entreprendre des travaux de réparation sans compréhension préalable de la cause du problème que l'on cherche à corriger.

Exécuter une réparation qui ne règle pas la cause du problème.

Proposer des travaux excessifs ou injustifiés sur le cénotaphe/monument en raison de la disponibilité des fonds.

MESURES DE CONSERVATION

Recommandé

Aucune mesure de conservation ne devrait gêner l'éloignement des eaux de la base du cénotaphe/monument.

Nettoyer le cénotaphe/monument à l'aide des méthodes les plus douces possibles et seulement lorsque cela est nécessaire pour stopper la détérioration ou éliminer les grosses taches ou les graffitis.

Non recommandé

Mettre en oeuvre des mesures de conservation qui causent une accumulation des eaux d'évacuation à la base du cénotaphe/monument.

Nettoyer le cénotaphe/monument lorsqu'il n'est pas très sale pour créer une apparence de « neuf », provoquant ainsi inutilement l'introduction de produits chimiques ou d'humidité dans les matériaux.

Recommandé

Nettoyer le cénotaphe/monument de bas en haut pour éviter les traces. Voir les lignes directrices applicables au matériau visé pour des directives spécifiques.

Prendre soin d'évaluer les cénotaphes/monuments élevés ou élancés afin de déterminer leur capacité de résister à des charges de vents, sismiques et autres charges dues à des vibrations du sol. Cette évaluation doit être effectuée par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs dans la province où le cénotaphe/monument est situé. L'estimation de la charge appliquée au cénotaphe/monument devrait être faite conformément au Code national du bâtiment du Canada, même si ce dernier ne s'applique pas directement aux monuments.

Prendre en considération la possibilité que certaines personnes pourraient grimper sur le cénotaphe/monument. Cela pourrait entraîner des effets sur la stabilité et la résistance de celui-ci.

Élaborer un plan d'entretien continu du cénotaphe/monument.

Non recommandé

Nettoyer le cénotaphe/monument plus qu'il n'est nécessaire.

Ne pas tenir compte des effets possibles de l'activité sismique locale sur les cénotaphes/monuments élevés ou élancés.

Entreprendre l'entretien du cénotaphe/monument seulement lorsqu'un problème est manifeste.

LA MAÇONNERIE DES CÉNOTAPHES/MONUMENTS

La maçonnerie utilisée pour la construction des cénotaphes/monuments est généralement faite de pierre, même si la brique peut également être utilisée. Le granite est le type de pierre utilisé le plus couramment, mais le grès, le calcaire et le marbre sont également utilisés. Les types de brique peuvent inclure l'argile, la terre cuite ou, à l'occasion, le ciment. Chacun de ces différents types de maçonnerie possède des propriétés physiques uniques, se comporte différemment et exige des techniques de conservation spécifiques.

Le *granite*, une roche ignée formée par cristallisation du magma, est relativement étanche à l'humidité et résiste hautement à l'altération atmosphérique. Dans les environnements très pollués, le granite peut être endommagé par le ruissellement en provenance de pierres calcaires. Des petites inclusions naturelles dans le granite, comme la pyrite ou le sulfure de fer, sont fréquemment présentes. Celles-ci peuvent également réagir avec les précipitations, causant des taches sur la pierre et occasionnellement la dégradation de celle-ci. Des fissures ou micro-fissures dans la pierre peuvent accélérer grandement la détérioration.

Le *grès* est une roche sédimentaire composée de grains de sable agglomérés par des liants naturels. Le grès se détériore graduellement s'il est exposé aux éléments parce que les liants ont tendance à s'altérer plus rapidement que les grains de sable, ce qui crée de l'érosion. Le grès est également vulnérable à l'exfoliation de sa surface et au gonflement de ses couches lorsqu'il est exposé à l'humidité et à des températures sous le point de congélation. Si ses couches ne sont pas correctement orientées dans un ouvrage de maçonnerie, les problèmes d'exfoliation peuvent être importants. Si du calcaire ou du marbre sont placés au-dessus du grès, le ruissellement en provenance des composants chimiques présents dans ces pierres peut réagir avec la pluie acide et causer la détérioration du grès. Les inclusions naturelles, comme les dépôts de minéraux ou l'argile, peuvent également affaiblir la pierre et produire des taches. L'écaillage des contours est une autre forme courante de détérioration dans laquelle une croûte relativement imperméable, dense et friable se forme à la surface de la pierre par suite de réactions chimiques avec les polluants aéroportés. L'humidité prisonnière derrière cette couche se dilate sous l'action du gel, formant des boursouflures et causant de l'effritement. Le cycle se répète ensuite sur les surfaces fraîchement exposées et peut mener à une perte importante de détails.

Le *calcaire*, comme le grès, est une roche sédimentaire relativement perméable qui est vulnérable à l'endommagement par la pollution et à l'érosion subséquente des détails de la surface. Le calcaire peut comporter des inclusions qui affaiblissent la pierre. Il peut être vulnérable à une altération atmosphérique différentielle de ses plans de litage, ce qui peut entraîner la rupture ou le fendillement de la pierre.

Le *marbre* peut inclure une grande variété de compositions minérales. C'est une pierre relativement tendre qui peut être taillée facilement. Il est soluble dans les acides et non durable lorsqu'il est exposé à l'humidité. Les réactions avec les acides sulfuriques en provenance de l'atmosphère peuvent transformer les surfaces de marbre en gypse, qui peut se combiner à du carbone ou de la suie pour former des croûtes foncées qui s'agrandiront, transformant plus de marbre en gypse pour finalement causer l'érosion de la surface et de tout détail ou toute inscription sculptés dans la pierre.

La *brique* et la *terre cuite* sont similaires en ce qu'elles sont toutes deux des produits d'argile cuite. Chaque matériau a toutefois ses propres caractéristiques et usages. La brique est une unité de maçonnerie pleine ou creuse, faite d'argile à laquelle du sable et d'autres matériaux sont ajoutés comme liants avant le moulage, le séchage et la cuisson dans un four. La brique est utilisée aussi bien comme revêtement que pour les ouvrages de charpente. La terre cuite est également faite d'argile mélangée à du sable et moulée, mais elle est cuite à une température plus élevée qui la rend plus dure et plus compacte que la brique. La terre cuite est utilisée pour la décoration et pour la fabrication des tuiles et des carreaux de plancher, et n'est pas un matériau porteur.

La détérioration de la maçonnerie de brique peut résulter d'une exposition prolongée à l'humidité et à des cycles gel-dégel, de la cristallisation des sels solubles à l'eau qui causent un effritement des surfaces, aux pluies acides qui entraînent la dissolution des carbonates de chaux ou de calcium dans la brique, à la corrosion et à la défaillance des agrafes à maçonnerie, et à une défaillance du mortier résultant dans des infiltrations d'eau qui, lorsqu'elle est gelée, déplace les briques.

La défaillance de la terre cuite peut être attribuée à des problèmes de fabrication des unités, à la corrosion du métal adjacent causant une perte d'oxydes et aux infiltrations d'eau. Les problèmes résultants incluent le fendillement du glacis, l'accumulation de substances organiques causant la détérioration du glacis, et la fissuration et l'éclatement des unités de terre cuite elles-mêmes.

Les systèmes de maçonnerie les plus courants, pour les cénotaphes/monuments, utilisent une pierre massive ou un assemblage de plusieurs grosses pierres. Les assemblages de petites pierres ou de briques sont moins fréquents. Dans les assemblages de grosses pierres, un mortier est généralement placé entre les pierres pour en répartir uniformément le poids parfois avec des cales de nivellement. Les assemblages de petites pierres ou de briques utilisent un mortier à base de chaux ou de ciment servant à tenir les unités ensemble et à en répartir uniformément le poids. Le jointoiement superficiel est presque toujours fait de mortier. Il est possible que certains assemblages soient posés à sec, c'est-à-dire sans mortier d'assise. Un mortier de jointoiement superficiel peut parfois être appliqué à un assemblage de maçonnerie posé à sec. Le jointoiement superficiel se fait parfois avec du mastic, de l'étoupe ou du plomb.

Le mortier est un mélange, composé d'un liant (chaux et/ou ciment), d'un granulat (sable) et d'eau, qui sert à lier les unités de maçonnerie ensemble et à répartir uniformément les forces dans l'assemblage. Le mortier devrait toujours être un peu plus faible que les unités de maçonnerie pour permettre à celles-ci de se dilater ou de se contracter sans endommagement en réponse aux variations d'humidité et de température. Le mortier doit être généralement plus perméable que la pierre de façon à ce que l'eau s'infiltrant dans les assemblages de maçonnerie puisse s'évaporer par les joints. Les mortiers à base de ciment Portland sont généralement trop durs et imperméables pour les maçonneries anciennes. Le profil d'un joint de mortier est également un facteur important dans le comportement du mortier. Le joint devrait être conçu de manière à évacuer l'eau loin de la maçonnerie.

Pour des renseignements complémentaires sur la conservation des ouvrages de maçonnerie, le lecteur peut consulter les sources suivantes.

Weaver, Martin E., 1993. *Conserving Buildings: A Guide to Techniques and Materials*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

De Teel, Paterson, and Tiller, 1979. *Preservation Briefs 7: The Preservation of Historic Glazed Architectural Terra Cotta*. U.S. Department of the Interior, National Park Service.

Ashurst, Nicola, 1994. *Cleaning Historic Buildings, Volumes 1 and 2*. London: Donhead Publishing.

Ashurst, John, and Ashurst, Nicola, 1988. *Brick, Terracotta and Earth (Practical Building Conservation, English Heritage Technical Handbook, Vol. 2)*. UK: Gower Technical Press.

LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS DE MAÇONNERIE

APPROCHE GÉNÉRALE

Recommandé

Suivant les besoins, déterminer par investigation, analyse, surveillance et essai la cause des dégâts importants, de l'endommagement ou de la détérioration présentés par l'élément de maçonnerie qui nécessite des réparations.

Surveiller l'activité des fissures, renflements, inclinaison ou autres déformations importantes dans les ensembles de maçonnerie qui aideront à déterminer si des réparations sont nécessaires, y compris vérifier le comportement des fissures avec les saisons, l'accroissement de longueur des fissures ou le déplacement vers l'extérieur des renflements avec le temps, l'apparence des nouvelles fissures ou déformations, et la vitesse accrue de formation des renflements ou déformations.

Empêcher l'accumulation d'eau dans les ensembles de maçonnerie en maintenant le drainage à la base de la maçonnerie et en reprenant les joints au mortier détériorés.

Non recommandé

Entreprendre des travaux de réparation sans compréhension préalable de la cause du problème que l'on cherche à corriger.

Exécuter une réparation qui ne règle pas la cause du problème.

Réparer les fissures ou déformations dans les ensembles de maçonnerie sans d'abord déterminer la cause ou l'importance du symptôme.

Appliquer aux surfaces de maçonnerie des enduits étanches qui risquent d'emprisonner l'humidité à l'intérieur de l'ensemble.

MESURES DE CONSERVATION

Nettoyage de la maçonnerie

Recommandé

Nettoyer en utilisant les méthodes les plus douces possibles et seulement lorsque nécessaire pour freiner la détérioration ou pour enlever de fortes taches ou des graffitis. Enlever toute végétation ou substance organique poussant dans ou sur la maçonnerie au moyen des méthodes les plus douces possibles, comme un trempage au moyen d'eau sous basse pression (moins de 350 kPa [50 psi]) suivi d'un nettoyage doux à l'aide de brosses en soies naturelles ou d'un raclage au moyen de spatules souples en plastique ou en bois.

Non recommandé

Utiliser des outils qui pourraient endommager la maçonnerie pour enlever les substances organiques, y compris des brosses métalliques, des spatules en métal, des couteaux ou des tourne-vis, des tampons abrasifs comme de la laine d'acier, des meules ou ponceuses rotatives.

Utiliser des biocides pour tuer les plantes comme les lichens, car les produits chimiques contenus dans les biocides peuvent réagir négativement avec les matériaux du cénotaphe/monument, ou être dangereux pour les animaux et les végétaux non nuisibles.

Recommandé

Enlever les taches ou la saleté accumulée sur la maçonnerie au moyen d'un trempage dans de l'eau (à moins de 350 kPa [50 psi]) suivi d'un nettoyage doux au moyen de brosses en soies naturelles.

Nettoyer le granite au moyen d'eau sous une pression modérée (maximum de 2700 kPa [400 psi]) si le trempage dans de l'eau et le nettoyage au moyen de brosses en soies naturelles ne permettent pas d'obtenir un résultat acceptable. Utiliser un embout de type éventail assurant un étalement minimal de 375 mm [15 pouces]. Ne pas tenir la buse à moins de 450 mm [18 pouces] de la surface nettoyée. Tenir la buse perpendiculairement à la surface.

Procéder à des essais de nettoyage pour déterminer d'autres techniques appropriées, si le nettoyage au moyen d'eau sous faible pression et de brosses ou d'eau sous pression modérée ne donne pas des résultats suffisants. Le résultat des essais de nettoyage devrait être observé sur

Non recommandé

Utiliser le nettoyage à la flamme pour brûler les plantes comme les lichens, car la chaleur excessive peut endommager la maçonnerie ou les autres matériaux du cénotaphe/monument, comme le bois, le plomb, les pâtes de calfeutrage synthétiques.

Nettoyer à l'eau en cas de possibilité de températures sous le point de congélation.

Utiliser des détergents ou des nettoyeurs domestiques contenant de l'hydroxyde de sodium (NaOH) pour enlever les taches, car ces produits peuvent réagir négativement avec la maçonnerie ou être dangereux pour les animaux et les végétaux.

Utiliser des techniques abrasives de sablage au jet peut endommager la maçonnerie en érodant sa surface, et peut endommager les matériaux fragiles ou délicats environnants des cénotaphes/monuments.

Utiliser des méthodes de nettoyage à l'eau sous haute pression (plus de 2700 kPa [400 psi]) qui pourraient endommager la maçonnerie, les joints de mortier, et d'autres éléments fragiles ou délicats des cénotaphes/monuments.

Utiliser des techniques de nettoyage au moyen d'eau sous pression modérée sur du granite qui comporte des inscriptions avec du plomb.

Utiliser des techniques de nettoyage à l'eau sous pression modérée sur le granite des ensembles de maçonnerie construits au moyen de mortiers tendres ou médiocres.

Utiliser des techniques de nettoyage à l'eau sous pression modérée sur les pierres tendres moins durables, comme le grès, le marbre ou le calcaire, et sur la brique.

Ajouter des détergents, des acides ou d'autres additifs à l'eau de nettoyage sous pression.

Nettoyer les surfaces de maçonnerie au moyen de méthodes plus agressives sans faire d'essais ou sans laisser le temps d'évaluer les résultats et les effets des essais.

Recommandé

une période suffisante pour permettre de déterminer les effets immédiats et à long terme du nettoyage. Retenir la méthode la plus douce possible pour un niveau de propreté approprié.

Protéger les matériaux adjacents pendant le nettoyage pour éviter tout dommage par abrasion ou infiltration d'eau.

Autres traitements de la surface

Recommandé

Enlever la peinture ou les autres revêtements endommagés ou détériorés seulement jusqu'à la prochaine couche saine au moyen de la méthode la plus douce possible, comme le raclage manuel, avant de refaire le revêtement.

Appliquer une peinture compatible ou du stuc après une préparation appropriée des surfaces.

Repeindre ou refaire le stuc dans des couleurs historiquement appropriées.

Non recommandé

Nettoyer la maçonnerie sans protéger les matériaux environnants.

Non recommandé

Enlever la peinture ou d'autres revêtements qui adhèrent bien aux surfaces de maçonnerie et les protègent.

Utiliser des méthodes d'élimination des revêtements qui sont destructrices pour la maçonnerie, comme le ponçage au jet de sable, l'application de solutions caustiques ou le ponçage à l'eau sous haute pression.

Utiliser des outils qui pourraient endommager la maçonnerie, comme des meules ou des ponces rotatives.

Ne pas respecter les instructions d'application et d'utilisation du fabricant pour la réfection de la peinture de la maçonnerie.

Appliquer de la peinture ou du stuc à de la maçonnerie historiquement sans peinture ni revêtement.

Enlever la peinture sur une maçonnerie historiquement peinte, à moins que la peinture endommage la maçonnerie sous-jacente.

Enlever le stuc d'une maçonnerie historiquement jamais à nu ou changer complètement le type de peinture ou de revêtement ou sa couleur.

Utiliser de nouvelles couleurs de peinture ou de stuc qui ne sont pas appropriées au cénotaphe/monument.

Recommandé

Non recommandé

Réparation des éléments de maçonnerie

Réparer les éléments de maçonnerie au moyen de la méthode d'intervention minimale la plus appropriée qui soit disponible, y compris :

- la réfection des joints;
- la remise en place des unités de maçonnerie non adhérents;
- les réparations par chevillage et collage;
- les réparations par morceau rapporté;
- la consolidation des pierres;
- le remplacement local des unités de maçonnerie;
- ou
- le démantèlement et la reconstruction.

Créer une maquette de chaque type de réparation de la maçonnerie prévu par le projet de conservation dans le cadre du contrat de réparation pour perfectionner les techniques de réparation, les mélanges de mortier et les matériaux de remplacement, et établir le degré acceptable de qualité d'exécution pour chaque type de réparation. Il est important de préparer les maquettes suffisamment longtemps à l'avance pour qu'elles aient le temps de sécher avant leur évaluation.

Rejointoiement

Recommandé

Rejointoyer la maçonnerie en cas de signes de détérioration comme une désintégration du mortier, des fissures dans les joints de mortier ou des unités de maçonnerie non adhérents.

Créer de nouveaux orifices de drainage ou chantepleures à la base d'un ensemble de maçonnerie pour favoriser le drainage et l'assèchement de l'ensemble de maçonnerie lorsque les infiltrations d'humidité sont un problème.

Enlever le mortier détérioré en ratissant avec soin les joints au moyen d'outils manuels de la

Non recommandé

Enlever le mortier non détérioré ou acceptable et refaire les joints de la totalité du cénotaphe/monument pour assurer une apparence uniforme.

Endommager la pierre ou les briques pour créer les orifices de drainage en perçant des trous plus larges que les joints de mortier.

Utiliser des meules rotatives ou des scies électriques pour enlever le mortier des joints.

Recommandé

taille qui convient pour éviter d'endommager la maçonnerie.

Assortir les propriétés esthétiques des nouveaux mortiers de jointement au mortier original, y compris : la couleur, la texture, le type d'agrégat, la largeur et le profil de joint.

Utiliser des mortiers qui assureront la préservation à long terme de l'ensemble de maçonnerie. Le mortier devrait être compatible avec les propriétés des unités de maçonnerie existantes, y compris : la résistance, la porosité, l'absorption et la perméabilité aux gaz.

Effectuer une comparaison des mélanges de mortier existants et proposés pour en déterminer les propriétés mécaniques et esthétiques.

Effectuer la comparaison suffisamment longtemps à l'avance des travaux de réparation pour avoir le temps de trouver et se procurer les matériaux de remplacement appropriés.

Remplacer les produits d'obturation de joint défectueux ou détériorés, y compris l'étaupe, le mastic et le plomb, par des produits de même nature à moins que le type de matériau utilisé ait un effet négatif sur les matériaux environnants du cénotaphe/monument. Les produits de remplacement devraient correspondre aux produits originaux en couleur, texture et finition.

Reconsolidation des unités de maçonnerie non adhérents

Recommandé

Reconsolider les unités de maçonnerie non adhérents ou déplacées en enlevant tout le mortier détérioré autour de l'unité et en mettant l'unité bien en place dans du nouveau mortier.

Non recommandé

Ne pas enlever le mortier détérioré avant de refaire les joints ou ne pas enlever suffisamment de mortier pour faire un nouveau joint de la profondeur appropriée. La profondeur du nouveau joint de mortier devrait être égale au moins à deux fois la largeur du joint refait.

Utiliser une technique d'étalement à la brosse pour refaire les joints, au lieu des méthodes traditionnelles.

Refaire les joints de mortier avec un produit synthétique.

Refaire les joints avec du mortier à teneur trop élevée en ciment Portland, car on risque de créer un liant plus fort que les unités de maçonnerie, et causer ainsi des dommages en raison de la différence des coefficients d'expansion et de porosité des matériaux.

Ne pas respecter les instructions d'application et d'utilisation du fabricant pour l'application des produits d'obturation.

Utiliser des produits qui peuvent se décolorer par suite de l'absorption des particules de saleté ou de poussière présentes dans les polluants atmosphériques.

Utiliser des bouche-pores ou de l'étaupe dans des joints d'origine au mortier.

Non recommandé

Réparations à l'aide de colle et d'agrafe

Recommandé

Fixer les fragments de pierre qui se sont brisés en les agrafant et collant là où le fragment est intact et doit être retenu. Utiliser des adhésifs compatibles avec le coefficient d'expansion thermique des pierres pour lier le fragment à la pierre. La liaison de gros fragments peut nécessiter un renforcement au moyen de matériaux à l'épreuve de la corrosion pour les agrafes, comme de l'acier inoxydable, pour rattacher mécaniquement le fragment à la pierre. Les propriétés importantes de l'adhésif devraient inclure la capacité de durcir sans retrait, une bonne capacité d'adhérence à la pierre, l'absence de réaction chimique avec la pierre, la réversibilité ou l'amovibilité, la stabilité dans le temps, la résistance aux craquelures sous l'action des rayons ultraviolets, par exemple, et la résistance à l'humidité. Ne pas étendre l'adhésif à moins de 6mm [1/4 pouce] à 12mm [1/2 pouce] des faces visibles de la pierre afin que le reste de la fissure puisse être rempli au moyen d'un matériau à base de ciment.

Non recommandé

Remplacer la pierre alors qu'il est possible de conserver un fragment brisé.

Utiliser des adhésifs durs ou rigides sur des matériaux ayant un coefficient d'expansion important, comme l'ardoise ou le grès.

Permettre que l'adhésif coule, s'étale ou soit exposé de toute autre façon à la surface de la pierre, ce qui peut faire changer la couleur de la pierre et provoquer une réaction aux rayons ultraviolets qui rendra la pierre cassante et très foncée.

Réparation par morceau rapporté

Recommandé

Réparer les parties écaillées ou détériorées localement de grosses pierres en effectuant une réparation par morceau rapporté lorsque la pièce fracturée est perdue. Les réparations par morceau rapporté consistent à ajuster avec soin un nouveau morceau de pierre dans une cavité découpée dans la pierre existante et à finir la pièce de façon qu'elle soit assortie à la pierre existante.

Lorsqu'on fait une réparation par morceau rapporté, on doit faire correspondre avec soin les propriétés physiques, mécaniques et esthétiques de la pierre de remplacement et de la pierre existante. Utiliser des matériaux résistants à la corrosion pour les agrafes, comme de l'acier inoxydable, pour améliorer l'adhérence de la pierre de réparation à la pierre originelle.

Non recommandé

Remplacer une pierre lorsqu'une réparation partielle au moyen d'un morceau rapporté est possible.

Recommandé

Utiliser des adhésifs compatibles avec le coefficient d'expansion thermique des pierres pour lier la pierre de réparation à la pierre d'origine. Voir les lignes directrices sur l'agrafage et le collage des fragments de pierre pour d'autres propriétés recommandées de l'adhésif. Ne pas étendre l'adhésif à moins de 6mm [1/4 pouce] à 12mm [1/2 pouce] des faces visibles de la pierre afin que le joint entre la pierre de réparation et la pierre d'origine puisse être rempli au moyen d'un matériau à base de ciment. Faire correspondre la couleur de ce matériau avec celle de la pierre d'origine.

Consolidation de la pierre

Recommandé

Utiliser des produits de consolidation synthétiques pour rétablir l'intégrité structurale d'une sculpture ou d'une statue lorsque les liants et ciments d'origine ont été perdus et que la pierre commence à se désintégrer.

Déterminer si la consolidation est la méthode de traitement la plus appropriée en évaluant cette méthode par rapport à toute autre méthode de conservation, comme la réparation par morceau rapporté, la réparation au plastique ou le remplacement.

Les produits de consolidation devraient pénétrer la pierre, durcir sans retrait et bien adhérer à la pierre. Ils devraient en outre ne pas réagir chimiquement avec la pierre, être réversibles ou amovibles, demeurer stables avec le temps, ne pas changer de couleur ni devenir cassants sous l'action des rayons ultraviolets. Ils devraient résister à l'humidité, ne pas migrer à la surface de la pierre avec le temps et ne pas altérer l'apparence de la pierre.

Non recommandé

Non recommandé

Utiliser du personnel non formé pour rétablir l'intégrité structurale d'une sculpture ou d'une statue, causant ainsi des dommages additionnels à des matériaux anciens fragiles.

Utiliser des consolidants non essayés, causant ainsi des dommages additionnels à des matériaux anciens fragiles.

Remplacement localisé des unités de maçonnerie

Recommandé

Remplacer les parties manquante ou très détériorées des éléments de maçonnerie par l'équivalent en pierres ou briques neuves. Les nouvelles pièces devraient correspondre aux anciennes pour ce qui est de la forme et des détails.

Faire correspondre autant que possible les propriétés physiques et mécaniques de la nouvelle pierre utilisée pour les réparations et les remplacements à celles de la pierre existante :

- type de pierre;
- résistance à la compression (ASTM C170-90, à l'état mouillé et sec);
- module de rupture (ASTM C99-87, à l'état mouillé et sec);
- absorption (ASTM C97-02);
- densité apparente (ASTM C97-02);

Faire correspondre les propriétés esthétiques de la pierre neuve utilisée dans les réparations et les remplacements avec celles de la pierre existante, y compris la couleur, la texture, la densité du grain ou les plans de litage, le nombre et la taille des inclusions et le fini.

Faire correspondre autant que possible les propriétés physiques et mécaniques de la brique neuve utilisée dans les remplacements à celles de la brique existante, y compris :

- type de matériau;
- résistance à la compression;
- module de rupture;
- absorption;
- densité apparente.

Voir la norme ASTM C67-03 pour les méthodes d'essai.

Faire correspondre les propriétés esthétiques de la brique neuve utilisée dans les remplacements avec celles de la brique existante, y compris la taille, la couleur et la texture.

Non recommandé

Remplacer la totalité d'un élément de maçonnerie, comme une colonne, lorsque le remplacement partiel d'un élément détérioré et manquant est approprié.

Utiliser un matériau de remplacement qui ne correspond pas à l'élément de maçonnerie existant.

Recommandé

Comparer et mettre à l'essai les pierres ou briques existantes et de remplacement pour en déterminer les propriétés physiques, mécaniques et esthétiques. Effectuer les essais suffisamment longtemps avant les réparations pour avoir le temps de déterminer et trouver les nouveaux matériaux appropriés. Effectuer les comparaisons à l'état sec et à l'état humide, ainsi qu'à la lumière naturelle sur les lieux du cénotaphe/monument.

Non recommandé

Confier à l'entrepreneur la responsabilité de trouver le matériau de remplacement.

Démantèlement et reconstruction

Recommandé

Démanteler et reconstruire le cénotaphe/monument en entier ou en grande partie lorsque l'ensemble de la maçonnerie ou les fondations sont très détériorés, compromettant ainsi la sécurité du cénotaphe/monument. Décider si le démantèlement et la reconstruction sont la solution appropriée en évaluant celle-ci par rapport à d'autres méthodes moins intrusives.

Au moment du démantèlement, numéroter chaque pierre et en consigner l'emplacement avant son enlèvement pour assurer une reconstruction exacte dans l'ordre et la position d'origine. Consigner l'épaisseur de joints types à des emplacements critiques pour permettre une reconstruction exacte. Au moment de la reconstruction, remplacer les goujons ou attaches en fer par des attaches ou goujons neufs faits de matériau résistant à la corrosion, comme l'acier inoxydable.

Non recommandé

Démanteler un ensemble de maçonnerie qui peut être réparé par des moyens moins intrusifs.

LE BÉTON COMME MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

Le béton est un matériau artificiel composé principalement de sable, de granulats de pierre (gravier), de ciment Portland et d'eau. La proportion de ces matériaux détermine la résistance et le comportement du béton. Parce que le béton n'a pas véritablement de résistance à la traction, une armature, souvent sous la forme d'une cage de barres de métal déformées ou de treillis métallique, est noyée dans la masse du béton pour permettre à celui-ci de soutenir des charges en étant appuyé sur des supports. Cette armature permettra également à la masse de béton de subir des dilatations et des contractions thermiques sans fissuration excessive.

La fissuration du béton, la corrosion de l'armature, l'effritement du béton, et l'écaillage de la surface sont les quatre plus courants et importants types de détérioration du béton armé. La détérioration du béton peut résulter :

- de facteurs environnementaux, y compris le niveau d'humidité, la température, et la présence de chlorures et de bioxyde de carbone;
- des matériaux et l'exécution d'origine, y compris les granulats, le niveau de consolidation du béton pendant la mise en place, l'importance de l'armature, la présence de joints froids, l'emplacement et le nombre de joints de fissuration;
- d'un entretien non approprié, comme une exposition prolongée à l'humidité, l'application de revêtements étanches qui emprisonnent l'humidité par inadvertance, la saturation par les chlorures en raison de l'épandage de sels de déglacage routier sur le béton.

Les ouvrages de béton dont la construction remonte au début du XXe siècle étaient souvent construits selon des normes peu élevées, par rapport aux normes actuelles. Les concepteurs et les fabricants de cette période connaissaient peu les propriétés et les caractéristiques du béton. Les ouvrages en béton de cette période sont souvent en mauvais état et peuvent exiger un travail de conservation considérable.

Presque tous les bétons se fissurent avec le temps. Les fissures peuvent être le résultat d'un retrait naturel du béton pendant son séchage, de la dilatation et de la contraction thermiques, de la flexion ou du cisaillement causés par les surcharges, et des réactions négatives entre les alcalis dans le ciment et certains granulats. Une conception et une mise en place appropriées de l'armature peuvent fournir la résistance à la tension nécessaire pour contrer la fissuration due au retrait, aux réactions thermiques et aux surcharges. Des joints de fissuration peuvent également être prévus à intervalles réguliers pour forcer le béton à se fissurer en des points déterminés et permettre le retrait. Les fissures de retrait sont dormantes et ne changent pas avec le temps. Les fissures thermiques ont tendance à s'élargir et à rétrécir en fonction de la température ambiante. Les fissures structurales sont actives seulement si la surcharge est continue ou si un tassement se produit. La fissuration due à la réactivité alcalis-silice a l'apparence de lignes sur une carte routière et produit avec le temps une croûte blanche sur la surface.

Le béton est un matériau poreux qui absorbe l'eau. Pour protéger l'armature de métal contre la corrosion, on la noie dans la masse de béton et on la recouvre d'une chape de béton d'une épaisseur minimale. L'épaisseur de recouvrement de béton fournit une barrière physique contre l'humidité pour protéger le métal et l'alcalinité élevée du béton assure elle aussi un

degré de protection. La fissuration du béton peut exposer l'armature et entraîner la corrosion prématurée du métal. L'insuffisance de recouvrement du béton est elle aussi une cause fréquente de corrosion prématurée. La corrosion du métal de l'armature par suite de contacts avec l'humidité mènera à une réduction de la résistance de la structure de béton, à une perte de matériau de recouvrement et à une coloration possible du béton. L'exposition du béton au bioxyde de carbone peut également neutraliser l'alcalinité du béton et éliminer ainsi la protection chimique fournie au métal. Ce processus porte le nom de carbonatation.

Dans les années 1970, l'utilisation d'armatures en acier revêtues d'un époxyde destiné à augmenter la résistance à la corrosion des armatures est devenue relativement fréquente dans les cas d'exposition élevée.

Un effritement est une perte de matériau superficiel et est typiquement un symptôme de la corrosion de l'armature métallique sous-jacente. À mesure que le métal se corrode, de la rouille est produite, laquelle occupe beaucoup plus d'espace que le métal et génère des forces de dilatation, dans le recouvrement du béton, qui peuvent produire les effritements. Ceux-ci peuvent réduire la résistance structurale par suite de la perte de béton et de la perte de liant entre le béton et l'armature, et peuvent exposer l'armature à un risque encore plus grand de corrosion.

L'écaillage de la surface peut résulter des cycles de gel-dégel de l'humidité emprisonnée à la surface du béton. Lorsque l'humidité se dilate sous l'action du gel, elle peut briser des épaisseurs de béton et produire une surface piquée inégale. L'écaillage peut également être causé par l'introduction de contraintes élevées dans le béton, engendrées par la dilatation thermique agissant en un point précis du béton.

Pour des renseignements complémentaires, le lecteur peut consulter le document *Preservation of Historic Béton Problems and General Approaches* publié par le United States National Park Service, Technical Preservation Services. Ce document est disponible en ligne à l'adresse :

<http://www.cr.nps.gov/hps/tps/briefs/brief15.htm>

LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS EN BÉTON

APPROCHE GÉNÉRALE

Recommandé

Suivant les besoins, déterminer par investigation, analyse, surveillance et essai la cause des dégâts importants, de l'endommagement ou de la détérioration présentés par l'élément en béton qui nécessite des réparations.

Empêcher l'accumulation d'eau sur ou autour des éléments en béton en assurant un drainage approprié du béton et du cénotaphe/monument dans son ensemble.

Non recommandé

Entreprendre des travaux de réparation sans connaître la cause du problème que l'on cherche à corriger.

Exécuter une réparation qui ne règle pas la cause du problème.

Appliquer des membranes ou des revêtements destinés à « étanchéiser » les éléments en béton, car les revêtements peuvent emprisonner l'eau et mener à la détérioration du béton.

Appliquer des bouche-pores pénétrants ou qui forment une pellicule pour minimiser l'absorption d'humidité, car souvent ces bouchepores ne peuvent pas être enlevés et changent l'apparence de la surface du béton en la rendant plus réfléchissante.

MESURES DE CONSERVATION

Nettoyage des éléments en béton

Recommandé

Nettoyer en utilisant les méthodes les plus douces possibles et seulement lorsque nécessaire pour freiner la détérioration ou pour enlever de fortes taches ou des graffitis.

Nettoyer les éléments en béton au moyen d'un trempage à l'eau sous basse pression (moins de 350 kPa [50 psi]) suivi d'un nettoyage doux à l'aide de brosses en soies naturelles.

Non recommandé

Nettoyer les éléments en béton avec de l'eau en cas de risque de gel.

Utiliser des détergents ou des nettoyeurs domestiques contenant de l'hydroxyde de sodium (NaOH) pour enlever les taches, car ces produits peuvent réagir négativement avec le béton ou être dangereux pour les animaux et les végétaux.

Sabler au jet les éléments de béton avec des abrasifs, car ceci peut endommager le béton en érodant sa surface, et peut endommager les matériaux fragiles ou délicats comme le bois, le plomb, le grès ou le marbre, qui sont près du béton du cénotaphe/monument.

Utiliser des biocides pour tuer les plantes comme les lichens, car les produits chimiques contenus dans les biocides peuvent réagir négativement avec d'autres matériaux du cénotaphe/monument, ou être dangereux pour animaux et les végétaux non nuisibles.

Recommandé

Si le nettoyage par trempage sous basse pression et l'utilisation de brosses ne sont pas suffisants, le trempage à l'eau sous basse pression (moins de 350 kPa [50 psi]) suivi d'un nettoyage au jet d'eau à pression modérée (maximum 2700 kPa [400 psi]) peut généralement être utilisé en toute sécurité sur du béton de bonne qualité seulement.

Procéder à des essais de nettoyage pour déterminer si d'autres techniques sont appropriées, si le nettoyage à l'eau sous basse pression et à la brosse ou à l'eau sous pression modérée ne procure pas un résultat suffisant. Le résultat des essais de nettoyage devrait être observé sur une période suffisante pour permettre de déterminer les effets immédiats et à long terme du nettoyage. La méthode la plus douce possible pour un niveau de propreté approprié devrait être choisie.

Protéger les matériaux adjacents pendant le nettoyage pour éviter tout dommage par abrasion ou infiltration d'eau.

Non recommandé

Utiliser le nettoyage à la flamme pour brûler les plantes comme les lichens, car la chaleur excessive peut endommager d'autres matériaux du cénotaphe/monument, comme le bois, le plomb, les mastics.

Appliquer des revêtements ou de la peinture sur le béton pour lui donner une « apparence de propreté », car ces revêtements peuvent emprisonner l'eau et mener à une défaillance prématurée du revêtement et à la détérioration accélérée du béton.

Laver sous pression un béton de qualité médiocre ou peu résistant.

Laver sous pression du béton à granulats apparents.

Laver le béton sous pression lorsque des matériaux délicats ou fragiles, comme du bois, du plomb, du grès, du marbre, des lettres au plomb ou des sculptures, se trouvent à proximité sur le cénotaphe/monument, car la pression de l'eau peut endommager ces matériaux.

Ajouter des détergents, des acides ou d'autres additifs à l'eau, en cas de lavage sous pression.

Nettoyer les surfaces en béton au moyen de méthodes plus agressives sans faire d'essais ou sans laisser le temps d'évaluer les résultats et les effets des essais.

Réparation des éléments en béton

Recommandé

Surveiller l'activité des fissures importantes dans le béton avant de déterminer si des réparations sont nécessaires, y compris rechercher les signes :

- d'ouverture et de fermeture saisonnières des fissures;
- d'allongement des fentes avec le temps;
- l'apparence des nouvelles fissures.

Faire correspondre autant que possible les propriétés physiques et mécaniques du béton de réparation avec celles du béton existant, y compris :

- le module d'élasticité (ASTM C469-02);
- la proportion ciment-granulats;
- la granulométrie des granulats (ASTM C13605);
- la résistance à la compression et au cisaillement (ASTM C39/C39M-04a);
- le coefficient de dilatation thermique.

ASTM est l'acronyme d'*American Society for Testing and Materials*. L'ASTM publie des normes applicables aux méthodes d'essai et à la qualité des matériaux et de la construction qui sont incorporées par renvoi dans les codes du bâtiment canadiens, y compris le code national et les codes provinciaux.

Lorsque le béton est exposé et qu'il forme un élément visuel important du cénotaphe/monument, faire correspondre l'apparence physique du béton de réparation exposé à celle du béton existant, y compris du point de vue de la couleur, de la texture et du fini. Dans certains cas, il convient de considérer l'utilisation de granulats provenant des sources d'origine et la reproduction des méthodes de construction d'origine, comme les coffrages et les techniques de finition.

Créer une maquette d'une réparation en béton exposé dans le cadre du contrat de réparation pour déterminer le caractère adéquat des matéri-

Non recommandé

Réparer les fissures dans le béton sans déterminer au préalable la cause ou l'importance des fissures..

Utiliser des produits de réparation pré-mélangés.

Utiliser de nouveaux revêtements ou finis qui ne sont pas historiquement exacts pour le cénotaphe/monument, pour couvrir et cacher les réparations de surface. Recréer des éléments architecturaux après le coffrage en sculptant au moyen de béton plastique. Recréer des détails de finition comme les lignes de coffrage, le fil du bois ou des noeuds à la ponceuse ou à la truelle.

Recommandé

taux et des techniques de réparation proposés avec l'apparence physique du béton exposé. Il est important de préparer les maquettes suffisamment longtemps avant les travaux pour permettre un séchage complet avant l'évaluation (p. ex., un minimum de 28 jours) et dans les mêmes conditions que les réparations prévues. Par exemple, si la réparation doit être effectuée sur une surface verticale, la maquette devrait être créée dans le sens vertical.

Nettoyer le béton exposé pour enlever les contaminants, la poussière et la saleté avant d'entreprendre les réparations, afin que les pastilles de béton neuf soient assorties à une surface nettoyée.

Procéder à des essais sur le béton existant pour en déterminer les propriétés physiques et mécaniques, y compris sa teneur en air (pourcentage de vides), la présence de toute impureté ou contamination, et des signes de carbonatation. Effectuer les essais suffisamment longtemps avant les réparations pour permettre de trouver une source de matériaux de remplacement appropriés.

Assurer la résistance aux cycles de gel-dégel du béton de réparation en incluant un niveau approprié d'air entraîné, conformément aux recommandations de la norme *CSA A23.1 Bétons constituants et exécution des travaux*.

Utiliser une armature résistant à la corrosion, comme de l'acier inoxydable, de l'acier revêtu d'époxyde ou des tiges en polymère renforcé de fibre de verre, dans les réparations visant le remplacement ou le renforcement d'une armature existante corrodée.

Faire correspondre l'importance du renforcement à l'armature existante, à moins que la réparation vise à traiter un problème d'endommagement résultant d'une surcharge du béton.

Enlever et remplacer tout le béton endommagé. Il peut être nécessaire de limiter la grosseur du matériel utilisé sur les éléments d'origine pour

Non recommandé

Assurer un renforcement excessif ou insuffisant du point réparé

Remplacer des éléments en béton entier lorsque des remplacements et des réparations sélectifs sont possibles.

Recommandé

mieux maîtriser les quantités enlevées, car la résistance à la compression du béton d'origine peut être beaucoup plus faible que celle du béton moderne.

Débarrasser l'armature exposée existante de toute la corrosion restante au moyen de brosses ou par ponçage.

S'assurer d'utiliser des méthodes de malaxage, de coulage et de séchage appropriées en suivant les recommandations contenues dans la norme *CSA A23.1 Bétons constituants et exécution des travaux*.

Assurer une bonne adhérence chimique et mécanique entre le matériau de réparation et le béton d'origine en :

- sablant au jet le béton exposé dans la région à réparer;
- sablant à l'air la région à réparer pour enlever toute saleté et tout débris ou contaminant;
- mouillant la région à réparer avant d'ajouter le matériau de réparation;
- étendant à la brosse un coulis fait de béton de réparation sur le béton exposé de la région à réparer pour favoriser l'adhérence;
- dégageant les bords des pastilles et en coupant celles-ci à angle droit pour obtenir une bonne adhérence mécanique;
- introduisant des ancrages supplémentaires (p. ex., des goujons en acier inoxydable) pour bien fixer la pastille au béton existant;
- assurant une épaisseur minimale appropriée du matériau de réparation appliqué (c.-à-d. ne pas biseauter les pastilles);
- regarnissant toutes les barres d'armature existantes à une distance au moins égale à la taille du plus gros granulats utilisé dans le béton de réparation.

Colmater les fissures inactives en les jointoyant au moyen de mortier à base de ciment ou en injectant de l'époxyde pour prévenir les infiltrations d'humidité dans la masse de béton.

Non recommandé

Jointoyer les fissures au moyen de mortier ou d'autres matériaux durs sans d'abord déterminer si la fissure est active ou non.

Recommandé

Réduire la propagation des fissures de dilatation/contraction thermiques en découpant à la scie des joints de fissuration dans le béton à des endroits stratégiques pour forcer le béton à se fissurer à cet endroit précis.

Consigner la date et l'étendue des mesures de conservation pour guider la recherche et le traitement futurs.

Non recommandé

Colmater les fissures actives au moyen de mortiers durs ou d'autres matériaux durs, ce qui pourrait empêcher les mouvements aux fissures.

LES MÉTAUX DANS LES CÉNOTAPHES/MONUMENTS

Une variété de métaux ont été utilisés dans la fabrication des cénotaphes/monuments, dont : le fer, l'étain, le cuivre, le zinc, l'aluminium et le plomb, le plus courant étant le bronze. Les métaux sont surtout utilisés pour les éléments décoratifs comme les plaques, les sculptures ou le lettrage. Le bronze est un alliage ou une fusion de minerais d'étain et de cuivre. Le fer forgé, la fonte et l'acier ont tendance à être plus faciles à identifier, mais les alliages posent plus de difficultés et leur identification peut exiger l'aide d'un spécialiste de la restauration ou de la conservation.

La plupart des métaux sont chimiquement instables et réagissent avec l'atmosphère pour former des oxydes sur des périodes diverses. Certains métaux, comme l'aluminium et l'acier inoxydable, forment un revêtement d'oxyde protecteur à leur surface, que les molécules d'oxygène ne peuvent pas pénétrer, ce qui leur permet de retenir leur apparence brillante avec peu ou pas d'entretien pendant des années. La plupart des métaux exigent toutefois un revêtement ou un traitement anodisant pour prévenir la corrosion.

Le comportement à long terme des éléments en métal dépend de leurs propriétés physiques et chimiques, du climat auquel ils sont exposés, des détails de la conception et de leur proximité par rapport à d'autres éléments métalliques et non métalliques. Pour corriger les dommages causés à un élément en métal, il est nécessaire de comprendre la cause de sa détérioration. Si les propriétés du métal ne sont pas comprises, le traitement utilisé peut être non approprié et entraîner une réaction négative causant plus de détérioration. De manière générale, les éléments en métal ont tendance à être durables, mais les éléments qui ne sont pas adaptés à une fonction et à un endroit précis, ou qui ne reçoivent pas un entretien adéquat, peuvent devenir fragiles.

On trouvera ci-dessous des descriptions des formes types de détérioration des métaux.

La *corrosion* se produit dans la plupart des métaux en réaction avec l'oxygène, l'eau et d'autres éléments présents dans l'environnement. Lorsque les métaux se corrodent, un composé chimique se forme à leur surface créant d'abord un film, puis une croûte. L'expansion causée par la formation de cette croûte peut briser la maçonnerie aux points d'attache ou d'enfouissement d'éléments en métal. Lorsque le film de corrosion est stable et uniforme, il forme un fini portant le nom de *patine* qui protège le métal. Les statues en bronze prennent une coloration brun rougeâtre, mais en présence de polluants, les surfaces peuvent virer au vert et/ou au noir. La couleur finale et la période de temps requise pour le changement dépend de l'atmosphère et des polluants chimiques présents. Des patines artificielles peuvent être appliquées aux métaux pour des raisons esthétiques, pour obtenir une couleur donnée.

La *piqûration* se produit lorsqu'une patine a cessé d'être une couche stable et que la corrosion attaque le métal à des niveaux plus profonds, créant des trous en profondeur. Les patines protectrices peuvent être rendues poreuses par les pluies acides, ce qui mène à de la piqûration et de la corrosion sélective.

La *corrosion sélective* se produit lorsque seulement certains des métaux d'un alliage commencent à se corroder. La corrosion du zinc présent dans un alliage de laiton, laisse des traces

blanches à la surface du métal, est un exemple courant de corrosion de ce type.

La *corrosion galvanique* se produit lorsque des métaux différents sont en contact l'un avec l'autre, causant une réaction électrochimique. Le métal qui présente la plus petite résistance à la corrosion se détériorera plus rapidement. Dans le cas d'une porte en aluminium revêtue de bronze, les éléments en aluminium se détérioreront sous l'effet de la corrosion tandis que le bronze demeurera intact.

L'*érosion* ou l'*abrasion* est le processus physique qui cause l'usure lente des métaux. Le phénomène peut être causé par des facteurs naturels comme l'eau, le vent ou le sable transporté par le vent, par des actions humaines répétées comme le fait d'ouvrir des portes ou par des actes de vandalisme.

La *déformation plastique* ou *fluage* touche souvent les éléments en plomb soumis à des charges ou des températures élevées. Ce phénomène peut se produire dans le cas de statues lourdes qui croulent sous leur propre poids. Le lettrage au plomb, qui est l'usage le plus courant du plomb sur les cénotaphes, n'est pas touché par ce problème.

Les *défauts de moulage* dans le fer forgé peuvent être assimilés à tort à de la corrosion. Ces défauts prennent habituellement la forme de bulles, de trous ou de scories. Des fissures peuvent également se former par suite d'un refroidissement inégal ou de défauts dans le métal en fusion versé. Les défauts résultants peuvent devenir des points de corrosion.

Les *fissures* dans le métal peuvent se produire pour un certain nombre de raisons : dilatation de la glace prisonnière entre des sections de métal; défauts dans les moulages ou extrusions; fatigue du métal; dilatation et contraction thermiques du métal non prévues, et choc accidentel ou vandalisme. Le choix de la méthode à utiliser pour réparer ces fissures dépend largement de la cause du dommage et du type de métal. Certains métaux peuvent être soudés ou brasés, tandis que d'autres, comme la fonte, offrent un choix limité d'options.

Pour des renseignements complémentaires, le lecteur peut consulter les sources suivantes.

Gayle, Margot, Look, David W., and Waite, John G. 1992. *Metals in America's Historic Buildings. Uses and Preservation Treatments*. U.S. Department of the Interior, National Park Service, Cultural Resources, Preservation Assistance. Washington, D.C.

Anson-Cartwright, Tamara. 1997. *Landscapes of Memories: a guide for conserving historic cemeteries, repairing tombstones*. Toronto, ministère de la Citoyenneté, de la Culture et de la Récréation. ISBN 0-7778-6339-1

Weaver, Martin E. 1993. *Conserving Buildings: A Guide to Techniques and Materials*. New York, John Wiley and Sons, Inc. ISBN 0-471-50945-0

Ashurst, John, Ashurst, Nicola, Wallis, Geoff, and Toner, Dennis. 1988. *Metals (Practical Building Conservation, English Heritage Technical Handbook, Vol. 4)*. UK, Gower Technical Press. ISBN: 0470211075.

LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS EN MÉTAL

APPROCHE GÉNÉRALE

Recommandé

Identifier les métaux utilisés dans les éléments du cénotaphe/monument à réparer.

Suivant les besoins, déterminer par investigation, analyse, surveillance et essai la cause de la détérioration présentée par les éléments en métal qui nécessitent des réparations.

Documenter la forme, les matériaux et l'état existant du cénotaphe/monument avant et après les travaux de conservation.

Assurer que toutes les mesures de conservation proposées pour les éléments en métal représentent des interventions minimales pour régler les problèmes trouvés.

Conserver autant de matériau d'origine que possible en réparant ou remplaçant seulement les portions détériorées.

Non recommandé

Entreprendre la réparation d'éléments en métal sans connaître le type de métal à traiter.

Entreprendre des travaux de réparation sans connaître la cause du problème que l'on cherche à corriger.

Exécuter une réparation qui ne règle pas la cause du problème.

Entreprendre des travaux qui ont un effet important sur des éléments en métal sans procéder d'abord à une étude des conditions existantes.

Enlever ou changer de façon radicale des éléments et finis en métal importants.

Enlever des portions importantes de l'élément en métal et les remplacer par des répliques.

MESURES DE CONSERVATION

Recommandé

Protéger les métaux de la corrosion par un drainage approprié de façon que l'eau ou les matières organiques ne s'accumulent pas sur les surfaces horizontales ou dans les éléments décoratifs ou des courbes.

Assurer que tous les métaux en contact direct les uns avec les autres sont de types qui ne causeront pas de corrosion galvanique.

Nettoyage des éléments en métal

Recommandé

Nettoyer les métaux, au besoin, de façon à enlever la corrosion avant de refaire la finition.

Non recommandé

Ne pas déterminer, évaluer et traiter les causes de la corrosion.

Placer ensemble des métaux incompatibles sans fournir un matériau de séparation fiable pour prévenir la corrosion galvanique.

Non recommandé

Ne pas reconnaître les cas où le nettoyage n'est pas approprié au métal considéré.

Recommandé

Déterminer le type de métal avant toute opération de nettoyage pour permettre la méthode de nettoyage la plus douce possible et le niveau approprié de nettoyage.

Nettoyer les métaux mous, comme le plomb, l'étain, le cuivre, le fer terne, l'aluminium et le zinc, au moyen de méthodes chimiques appropriées parce que les méthodes de sablage au jet peuvent facilement endommager leur fini.

Utiliser les méthodes de nettoyage les plus douces pour les fers durs : fonte, fer forgé et acier, pour enlever l'accumulation de peinture et la corrosion. Si le raclage à la main et l'utilisation de brosses métalliques se sont montrés inefficaces, le grenailage à sec à basse pression peut être utilisé du moment qu'il n'endommage pas la surface du métal.

Protéger les matériaux adjacents pendant le nettoyage pour éviter les dommages par abrasion ou réaction chimique.

Ré-appliquer une peinture ou un système de revêtement appropriés après le nettoyage pour diminuer la rapidité de corrosion des métaux ou alliages.

Après le nettoyage, laisser sans traitement additionnel les surfaces en métal qui doivent rester nues.

Réparation des éléments en métal

Recommandé

Utiliser seulement du personnel expérimenté pour la réparation du métal.

Essayer tous les produits chimiques et de consolidation pour déterminer leurs interactions avec

Non recommandé

Utiliser des méthodes de nettoyage qui altèrent ou endommagent la patine, la couleur, la texture et le fini d'origine du métal, ou nettoyer un métal lorsqu'il n'est pas approprié de le faire.

Enlever la patine originelle du métal, qui peut servir de revêtement protecteur sur certains métaux, comme le bronze ou le cuivre.

Nettoyer des métaux tendres, comme le plomb, l'étain, le cuivre, le fer terne, l'aluminium et le zinc, par grenailage ou au moyen de méthodes abrasives, ou utiliser des outils comme des brosses métalliques, qui endommageront la surface du métal.

Ne pas utiliser des méthodes douces avant d'employer des méthodes abrasives pour le nettoyage de la fonte, du fer forgé et de l'acier, ou utiliser le grenailage sous haute pression.

Ne pas masquer ou protéger autrement les surfaces adjacentes faites de maçonnerie, de bois ou d'autres métaux pendant le nettoyage du métal.

Ne pas appliquer de systèmes de revêtement protecteurs aux métaux ou alliages qui en ont besoin après le nettoyage, ce qui accélère la corrosion.

Appliquer de la peinture, du vernis ou d'autres revêtements sur des surfaces en métal qui doivent rester nues.

Non recommandé

Utiliser du personnel non formé pour réparer des éléments en métal, causant ainsi des dommages additionnels à des éléments fragiles.

Utiliser des produits chimiques et des consolidants non essayés, causant ainsi des dommages additionnels à des éléments fragiles.

Recommandé

les métaux avec lesquels ils seront en contact, dans le cadre de la planification des réparations.

Conserver les éléments en métal sains ou les éléments en métal détériorés qui peuvent être réparés.

Stabiliser des éléments en métal détériorés en moyen de pièces de renfort, d'une protection contre les intempéries ou en corrigeant les conditions qui causent problème, selon le cas, jusqu'à ce que les réparations définitives soient entreprises. Les réparations devraient être physiquement et visuellement compatibles.

Suivre les méthodes de conservation reconnues pour la réparation des éléments en métal par soudage, rapiécage, raccordement ou une autre méthode.

Les réparations peuvent inclure un remplacement limité par un matériau identique ou un matériau de remplacement compatible, pour les éléments très détériorés ou manquants.

Lorsqu'on remplace dans sa totalité un élément en métal trop détérioré pour être réparé, utiliser les parties restantes comme modèle pour reproduire la partie manquante. Si l'utilisation du même matériau n'est pas techniquement ou économiquement faisable, envisager un matériau de remplacement compatible.

Lorsqu'un élément en métal doit être remplacé, utiliser un élément en métal neuf qui a le même aspect, et est physiquement et visuellement compatible avec les autres parties du cénotaphe/monument.

Repeindre les éléments en métal, s'il y a lieu, au moyen de couleurs appropriées au cénotaphe/monument.

Non recommandé

Remplacer des éléments en métal qui peuvent être réparés..

Enlever des éléments en métal détériorés qui pourraient être stabilisés sur place, ou laisser des éléments en métal dans un état précaire pendant de longues périodes dans l'attente des réparations à effectuer.

Utiliser des techniques de réparation du métal utilisées dans les ateliers de carrosserie ou d'autres usages commerciaux pour traiter les éléments en métal d'un cénotaphe/monument.

Remplacer un élément en métal dans sa totalité lorsque la réparation du métal et le remplacement limité des éléments détériorés ou manquants sont appropriés.

Enlever un élément de métal qui est irréparable et ne pas le remplacer.

Utiliser pour la pièce de remplacement, un matériau de substitution qui n'a pas l'aspect du reste de l'élément en métal ou est physiquement ou chimiquement incompatible.

Utiliser de nouvelles couleurs non appropriées au cénotaphe/monument.

LE BOIS COMME MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

Le bois est un matériau organique. Il possède un large éventail de propriétés physiques qui peuvent varier considérablement d'une espèce à une autre ou même à l'intérieur d'une espèce, en fonction des conditions dans lesquelles s'est effectuée la croissance. Les types de dégradation du bois se subdivisent en deux grandes catégories : la détérioration de type biologique attribuable à la dégénérescence fongique ou aux attaques d'insectes, et la détérioration de type mécanique.

Détérioration biologique

On distingue, en fonction de la nature de la dégradation qu'ils causent, trois catégories de champignons : les moisissures, qui se développent à la surface du bois, ont peu d'effet et peuvent facilement être enlevées; les champignons de la carie, qui pénètrent la structure cellulaire, endommageant ainsi le contenu et les parois des cellules, et réduisant la résistance et la dureté du bois; et les champignons de pourriture, qui peuvent réduire de façon importante la résistance du bois en pénétrant sa structure cellulaire et détruire sa composition chimique en consommant le contenu des cellules.

Pour croître et se propager, les champignons de pourriture ont besoin de sources adéquates d'oxygène, de nourriture et d'humidité, ainsi que de températures entre 20 °C et 30 °C. Les endroits propices à la dégénérescence fongique incluent les points d'accumulation d'eau, comme les surfaces horizontales ou les encoches ou les fentes dans le bois. Le bois qui est en contact direct avec le sol, avec de l'eau ou avec du béton ou de l'asphalte est également vulnérable, tout comme les points où deux éléments en bois ou plus s'aboutent de façon jointive, et où les débris, les excréments d'oiseaux ou d'animaux s'accumulent.

Le bois touché par des champignons de pourriture perdra de sa résistance avant même que la pourriture devienne visiblement manifeste. Il est possible de déceler un problème de pourriture avancée en recherchant les signes d'endommagement du bois, y compris des fissures transversales, une apparence filandreuse et fibreuse, des taches, une détérioration cubique brune, et un changement de couleur et d'odeur. Les symptômes de la pourriture peuvent également inclure des taches sur les revêtements de peinture, un écrasement local du bois et la défaillance de la peinture. La présence de carpophores à la surface du bois est également un indice.

Si les spores des carpophores tombent sur une surface humide et rencontrent d'autres conditions favorables à leur croissance, elles peuvent se développer et produire de nouveaux champignons. Ainsi, la maladie peut se propager d'une pièce de bois à une autre sans contact direct entre le matériau sain et le matériau infecté.

Un certain nombre d'espèces d'insectes (comme les coléoptères, les fourmis charpentières, les termites, les guêpes sylvestres et les abeilles charpentières) peuvent endommager considérablement le bois et en réduire la résistance. Le processus type s'amorce lorsqu'un insecte femelle dépose des oeufs à la surface du bois. Les oeufs se transforment en larves qui s'introduisent dans le bois et s'en nourrissent. À leur maturité, les larves se transforment en insectes adultes, laissant la surface du bois perforée de petits trous ronds ou « piqûres d'insecte ». En se nourrissant, les insectes créent des vides dans le bois et peuvent atteindre gravement l'intégrité structurale de l'élément en bois. Il peut être difficile de déceler une infestation dans le

cas de certains insectes parce que les trous pratiqués sont très petits et qu'il est presque impossible de déterminer si un trou est attribuable à une infestation présente ou passée. La sciure et les excréments, qui ressemblent à du bran de scie fin, peut indiquer une activité.

Les conditions qui sont favorables à une infestation d'insectes (comme la présence de bois humide ou mouillé et les accumulations de débris organiques en décomposition) peuvent être éliminées. Les mesures préventives, comme l'utilisation d'un insecticide et un entretien approprié des éléments en bois dans le but d'empêcher la création d'un habitat et d'un accès adéquats, sont habituellement les approches les plus efficaces en matière de prévention des dommages causés par les insectes. En cas d'infestation, la première étape consiste à trouver l'emplacement de la colonie et à déterminer pourquoi elle se trouve là. Pour éradiquer la colonie, utiliser un appât « empoisonné » que les insectes transporteront et dissémineront, et qui finira par détruire la colonie.

Dégradation mécanique

Les problèmes de dégradation mécanique du bois incluent l'altération atmosphérique, l'usure mécanique et la défaillance structurale. Le processus de dégradation du bois peut être influencé par la présence de défauts de croissance qui se produisent naturellement dans le bois, par les problèmes liés au procédé de conversion des billes en bois d'oeuvre ou par les défauts introduits dans le bois par les procédés de séchage utilisés dans la préparation du bois. L'utilisation d'éléments de charpente en bois présentant un fil tranché spiralé ou diagonal n'est pas souhaitable pour les poteaux, les cadres, les croisillons et les plaques parce que ces types de fil produisent une distorsion du matériau, et réduisent la résistance et la dureté de l'élément en bois le long de son axe longitudinal.

L'altération atmosphérique est un terme générique utilisé pour désigner la dégradation causée par l'exposition aux éléments atmosphériques, y compris les rayons ultraviolets, l'humidité, la température, les gaz chimiques et les poussières transportées par le vent. La fissuration et le fendillement des éléments en bois peuvent être dus à différents processus amorcés par une exposition prolongée aux rayons ultraviolets, à l'humidité, aux changements de température et aux températures extrêmes. Le revêtement protecteur peut être endommagé par les gaz atmosphériques qui accélèrent l'oxydation naturelle. L'altération atmosphérique résulte souvent d'une combinaison de ces facteurs. L'application et l'entretien de la peinture, de la teinture ou d'autres revêtements protecteurs préviendront l'altération atmosphérique.

L'usure mécanique résulte en une perte de matériau. Elle peut être causée par la circulation humaine, les poussières ou le sable transportés par le vent, les coups causés par l'équipement d'entretien, le vandalisme, le balancement de câbles et de cordes dans le vent, et les animaux ou les oiseaux qui mordillent ou piquent le bois. La protection contre l'usure mécanique peut inclure l'application et l'entretien de revêtements protecteurs, et la restriction ou l'élimination des activités qui causent des dommages.

La défaillance structurale se produit lorsque le bois est soumis à des niveaux de contrainte qui dépassent sa résistance. La résistance naturelle du bois peut être réduite par tout processus de dégradation discuté ci-dessus. Les indicateurs de défaillance structurale incluent : le fléchissement, le fendillement ou le tassement des éléments en bois, l'affaissement des structures,

et l'apparence des nouvelles ouvertures ou des interstices entre différentes parties d'une structure.

Pour des renseignements complémentaires, le lecteur peut consulter les sources suivantes.

Digestes de la construction au Canada, publiés par le Conseil national de recherches du Canada. On notera en particulier : le DCC-85, *Caractéristiques fondamentales du bois de construction*, et le DCC-111, *La pourriture du bois*. Ces documents sont disponibles en ligne à l'adresse : www.irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd-e.html

Building Performance Series, publiées par le Conseil canadien du bois. Ces documents sont disponibles en ligne à l'adresse : www.cwc.ca

Durabilité du bois, publié par Forintek Canada Corp. Ce document est disponible en ligne à l'adresse : www.durable-wood.com

LIGNES DIRECTRICES APPLICABLES AUX ÉLÉMENTS EN BOIS

APPROCHE GÉNÉRALE

Recommandé

Inspecter l'élément endommagé pour déterminer le niveau et l'étendue des dommages.

Suivant les besoins, déterminer par investigation, analyse, surveillance et essai la cause du dommage ou de la détérioration nécessitant une réparation.

Consigner l'emplacement existant, la fonction, la forme et le type d'assemblage, les dimensions de l'élément en bois et le type de bois, le type et la couleur du revêtement, et l'état de l'élément en bois avant le début de toute activité de conservation.

Non recommandé

Intervenir sans avoir déterminé de façon appropriée si des réparations sont nécessaires.

Entreprendre une réparation sans comprendre la cause du problème traité.

Effectuer une réparation qui ne règle pas la cause du problème.

Commencer une activité de conservation sans déterminer comme il convient les caractéristiques physiques, les exigences fonctionnelles et l'état de l'élément en bois.

MESURES DE CONSERVATION

Nettoyage des éléments en bois

Recommandé

Nettoyer en utilisant les méthodes les plus douces possibles et seulement lorsque nécessaire pour freiner la détérioration ou pour enlever de fortes taches ou des graffitis.

Nettoyer par trempage dans l'eau sous basse pression (moins de 350 kPa [50 psi]) suivi d'un nettoyage doux au moyen de brosses à soies naturelles.

Non recommandé

Utiliser des détergents ou des nettoyeurs domestiques contenant de l'hydroxyde de sodium (NaOH) pour enlever les taches, car ces produits peuvent réagir négativement avec d'autres matières ou être dangereux pour les animaux et les végétaux.

Utiliser des outils qui pourraient endommager le bois, y compris des brosses à fils d'acier, des outils en métal comme des spatules, des couteaux ou des tourne-vis, des tampons abrasifs comme de la laine d'acier, ou des meules ou ponceuses rotatives.

Utiliser des biocides pour tuer les plantes comme les lichens, car les produits chimiques contenus dans les biocides peuvent réagir négativement avec d'autres matériaux du cénotaphe/monument, ou être dangereux pour les animaux et les végétaux non nuisibles.

Utiliser des méthodes de nettoyage à l'eau sous haute pression qui pourraient endommager le bois.

Réfection des revêtements en bois

Recommandé

Inspecter les surfaces en bois revêtues pour déterminer si un nouveau revêtement ou une nouvelle peinture sont nécessaires, ou si un nettoyage suffit.

Conserver les revêtements, comme la peinture, qui aident à protéger le bois de l'humidité et les rayons ultraviolets. L'enlèvement d'un revêtement devrait être envisagé seulement en cas de détérioration de la surface du revêtement et d'application d'un nouveau revêtement.

Enlever la peinture ou les autres revêtements endommagés ou détériorés seulement jusqu'à la prochaine couche saine au moyen de la méthode la plus douce possible, comme le raclage manuel, avant de refaire le revêtement.

Utiliser avec prudence des pistolets électriques à air chaud sur les éléments en bois décoratifs. Utiliser des fers électriques plats sur les surfaces en bois planes lorsque la peinture est tellement détériorée ou épaisse qu'il est nécessaire de l'enlever au complet avant de repeindre.

Utiliser des décapants chimiques principalement comme supplément à d'autres méthodes comme le raclage à la main, le sablage manuel et l'utilisation des appareils thermiques recommandés ci-dessus. Les éléments en bois détachables peuvent être décapés chimiquement par trempage si les précautions appropriées sont prises.

Appliquer des systèmes de peinture compatibles après une préparation appropriée de la surface, comme un lavage au phosphate trisodique.

Non recommandé

Enlever la peinture ou d'autres revêtements qui adhèrent bien aux surfaces de bois et les protéger.

Refaire le revêtement ou repeindre un élément en bois qui est taché, sans déterminer d'abord si la tache est le résultat d'une pourriture fongique.

Enlever la peinture ou les autres revêtements pour mettre le bois à nu, exposant ainsi des surfaces historiquement revêtues aux effets d'une altération atmosphérique accélérée.

Mettre à nu des surfaces en bois revêtues, puis appliquer des finis transparents ou des teintures pour créer une apparence « naturelle ».

Utiliser des méthodes d'élimination des revêtements qui sont destructrices, comme l'usage de torches au propane ou au butane, ou le ponçage au jet de sable ou à l'eau sous haute pression. Ces méthodes peuvent causer des dommages irréversibles aux boiseries ou à d'autres parties délicates du cénotaphe/monument, ou causer un incendie.

Utiliser des appareils thermiques de façon non appropriée, ce qui cause un roussissement des boiseries.

Ne pas avoir un extincteur portatif à proximité lorsqu'on utilise des appareils thermiques.

Ne pas neutraliser le bois complètement après avoir utilisé des produits chimiques, ce qui empêche l'adhérence de la nouvelle peinture.

Laisser des éléments en bois détachables tremper trop longtemps dans une solution caustique, ce qui fait soulever le grain du bois et rend la surface rugueuse.

Ne pas suivre les instructions d'utilisation et d'application du fabricant lorsqu'on repeint des boiseries.

Appliquer de la peinture sur du bois détérioré.

Recommandé

Utiliser des couleurs historiquement appropriées pour repeindre.

Appliquer un traitement chimique préservateur, au besoin, en utilisant des méthodes de préservation reconnues.

Appliquer des préservateurs chimiques à des éléments en bois traditionnellement non peints exposés à des risques de pourriture.

Non recommandé

Utiliser de nouvelles couleurs historiquement non appropriées.

Utiliser des préservateurs chimiques comme le créosote ou le naphthénate de cuivre parce que s'ils n'ont pas été utilisés à l'origine, ils peuvent changer l'apparence des éléments en bois.

Utiliser des préservateurs qui laissent ou forment des résidus nuisibles, qui sont préjudiciables pour les animaux ou les végétaux non nuisibles, ou corrodent ou endommagent d'autres matériaux du cénotaphe/monument et ses environs.

Élimination des infestations d'insectes

Recommandé

Traiter les infestations actives en identifiant d'abord le type d'insectes, puis en mettant en oeuvre un programme d'élimination approprié à cet insecte. Si des pesticides sont utilisés, confirmer que le produit chimique est enregistré pour l'usage prévu auprès d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, et suivre les instructions d'utilisation et d'application du fabricant.

Non recommandé

Utiliser des pesticides qui laissent ou forment des résidus nuisibles, qui sont préjudiciables pour les animaux ou les végétaux non nuisibles, ou corrodent ou endommagent d'autres matériaux du cénotaphe/monument et ses environs.

Traitement des éléments détériorés

Recommandé

Réparer les éléments en bois détériorés au moyen des interventions minimales les plus appropriées qui soient disponibles, comme : le rebouchage, la reconstitution, la consolidation, le renforcement structurel ou une autre méthode de renforcement du bois.

Choisir le bois de remplacement utilisé pour les réparations de façon qu'il corresponde au bois existant le plus possible du point de vue du classement, de la qualité (première pousse, seconde pousse), de la coupe (débité sur quartier, débité sur dosse, etc.), du sens et de la forme du fil, et de la teneur en humidité.

Utiliser un matériau de remplacement compatible

Non recommandé

Enlever ou remplacer un élément en bois dans sa totalité lorsque la réparation du bois ou un remplacement limité des parties détériorées ou manquantes sont appropriés.

Enlever sans raison du bois sain.

Utiliser un matériau de remplacement qui n'est pas assorti aux éléments en bois existants.

Utiliser un matériau de remplacement qui

Recommandé

s'il n'est pas techniquement ou économiquement faisable d'utiliser un bois identique au bois existant.

La réparation du bois détérioré peut inclure la consolidation, qui consiste à utiliser des résines synthétiques pour lier ensemble les fibres de bois détériorées. Les produits de consolidation devraient pouvoir : pénétrer le bois profondément, durcir sans retrait, offrir une bonne liaison avec le bois, ne pas réagir négativement avec le bois, être réversible ou amovible, demeurer stable avec l'âge, comme ne pas changer de couleur ou devenir cassant sous l'effet des rayons ultraviolets, résister à l'humidité et ne pas altérer l'apparence du bois.

Utiliser des prototypes sur lesquels la conception d'un élément de remplacement peut être basée, en cas de réparation d'éléments en bois gravement détériorés ou manquants.

Créer des transitions entre le bois nouveau et le bois existant, qui permettront le retrait et la dilatation, maintiendront les voies de contrainte et la distribution des contraintes dans la structure d'origine, et seront appropriés aux techniques originelles utilisées.

Concevoir et installer un élément en bois complet lorsque l'élément existant est endommagé dans sa totalité ou manquant. La nouvelle conception devrait être compatible avec le type ou le caractère du cénotaphe/monument, et devrait être basée sur des preuves physiques et documentaires.

Consigner la date et l'étendue des mesures de conservation pour guider la recherche et le traitement futurs.

Non recommandé

n'a pas la même apparence que les autres parties de l'élément en bois et qui n'est compatible ni physiquement ni chimiquement.

Utiliser des produits de consolidation non essayés qui pourraient endommager davantage des matériaux anciens fragiles.

Remplacer des éléments en bois par des formes sans association antérieure avec le cénotaphe/monument.

Créer des transitions entre le bois de remplacement et le bois existant, qui modifient l'apparence de l'élément en bois.

Utiliser des attaches en métal qui réagissent chimiquement avec le bois ou tout traitement préservateur appliqué au bois.

Changer le style et le caractère originels du cénotaphe/monument en ajoutant des éléments de remplacement de conception nouvelle.

GLOSSAIRE

- Anodisation :** Procédé au cours duquel un objet en métal est placé dans un bain acide auquel un courant électrique est appliqué. Le procédé permet de recouvrir le métal d'un film protecteur et brillant. Il est couramment utilisé pour l'aluminium.
- Brasage :** Forme de soudure qui utilise des alliages pour assembler des métaux. Le point de fusion de l'alliage est inférieur à celui du métal.
- Carpophore :** Organe visible du champignon dans lequel les spores sont produits, le plus souvent sous forme de ganoderme aplani croissant en couches sur les arbres, ou moisissure.
- Consolidant :** Produit introduit dans un matériau qui s'effrite ou qui se détériore afin de suppléer à la perte d'agents de consolidation naturels.
- Coulis de ciment :** Mélange aqueux de pâte de ciment appliqué sur une surface en béton pour améliorer l'adhérence entre le béton existant et le nouveau béton.
- Entraînement d'air :** De minuscules bulles d'air sont introduites dans le béton pour en améliorer la durabilité en cas de gel. Les bulles procurent l'espace nécessaire à l'expansion de l'humidité sous l'action du gel, ce qui réduit les contraintes générées dans le béton.
- Exfoliation :** Procédé dans lequel le matériau de surface d'une pierre ou d'une brique se détache en lamelles à la suite d'une détérioration continue de l'intégrité de la pierre ou de la brique.
- Fente de retrait :** Séparation longitudinale qui s'étend habituellement sur l'ensemble des anneaux annuels de croissance et est généralement le résultat des contraintes internes subies par le bois pendant son séchage.
- Fini à granulats apparents :**
Fini spécial pour le béton, dans lequel un granulats est délibérément exposé à la surface du moulage en béton. Le granulats utilisé est le plus souvent du gravier fin ou de la pierre à granulométrie fine.
- Fissure transversale :**
Fissuration dans une direction perpendiculaire au fil du bois.
- Joint de fissuration :** Joint créé dans le moulage en béton, souvent par aménagement d'une rainure dans le béton, pour favoriser la fissuration par retrait à cet endroit précis.
- Joint froid :** Joint ou discontinuité qui se forment lorsqu'une surface en béton durcit avant que la coulée suivante de béton soit versée sur elle. Le joint froid sera un point faible dans le béton.
- Maquette :** Modèle en vraie grandeur d'une réparation ou d'un remplacement utilisé pour les essais et comme référence pendant les travaux, à des

fins d'assurance de la qualité. Les maquettes sont préparées au début des travaux et peuvent souvent faire partie des produits à livrer.

Mortier d'assise : Le mortier sur lequel la pierre ou la brique sont placées. Le mortier d'assise peut être physiquement différent du mortier de jointoiment, en particulier en ce qui a trait à la couleur.

Mortier de jointoiment :

Le mortier qui est utilisé pour la finition de la face du joint en mortier exposé. Le mortier de jointoiment sera souvent de couleur et de texture différentes de celles du mortier d'assise pour des raisons esthétiques.

Oxydation : Réaction d'un métal avec l'oxygène, menant habituellement à la dégradation du métal. L'oxydation peut entraîner la formation d'une couche protectrice, comme une patine ou un ternissement.

Perméabilité : Mesure de la capacité d'un matériau à laisser passer un fluide.

Profil de joint : Forme du joint de mortier. Le profil de joint peut être affleurant ou en retrait et peut varier en fonction de la forme de l'outil utilisé pour la finition. La capacité du joint de mortier à éloigner l'eau de la maçonnerie (au lieu de la diriger vers celle-ci) est une considération importante.