

Partie 1 Généralités

1.1 EXIGENCES GÉNÉRALES se

- .1 Section 03 10 00.02 – Coffrages et accessoires pour béton.
- .2 Section 04 03 07.02 – Ouvrages historiques - Rejointoiement de la maçonnerie.
- .3 Section 04 03 42.02 – Ouvrages historiques - Remplacement de pierres.
- .4 Section 04 03 43.02 – Ouvrages historiques - Démontage d'ouvrages en maçonnerie de pierre.
- .5 Section 04 05 10.02 – Maçonnerie- Exigences générales concernant les résultats des travaux.
- .6 Section 09 97 19.02 – Peinturage de surfaces extérieures en métal - Travaux à neuf.

1.2 RÉFÉRENCES

- .1 Définitions :
 - .1 Fer forgé : Métal à deux composants comprenant du fer très pur et de la silicate de fer, un type particulier de laitier vitreux, en association physique.
 - .2 Fonte ductile : Fonte ductile, fonte nodulaire ou fonte à graphite sphéroïdal pour tous les collets de rechange.
- .2 Références :
 - .1 Association canadienne de normalisation (CSA) :
 - .1 CSA W48-01, Métaux d'apport et matériaux associés pour le soudage à l'arc.
 - .2 CSA W59-M1989 (C2001), Construction soudée en acier (soudage à l'arc).

1.3 DOCUMENTS ET ÉCHANTILLONS À SOUMETTRE

- .1 Soumettre les documents et les échantillons aux fins d'examen conformément à la section 01 33 00 - Documents et échantillons à soumettre.
- .2 Dessins d'atelier
 - .1 Les dessins d'atelier doivent indiquer ou montrer les matériaux, les finis, les assemblages, les joints, le mode d'ancrage et le nombre de dispositifs d'ancrage, les appuis, les éléments de renforcement, les détails et les accessoires.

1.4 DOCUMENTS/ÉLÉMENTS À REMETTRE À L'ACHÈVEMENT DES TRAVAUX

- .1 Dossier de projet
 - .1 Soumettre des documents conformément à la Section 01 78 00 – Documents/Éléments à remettre à l'achèvement des travaux.

- .1 Tous les modèles pour tous les éléments de production en fer forgé et en fonte.
- .2 Dossier photographique de toutes les surfaces du fer, avant, pendant et après la rénovation.
- .3 Dessins du dossier de projet, y compris l'emplacement des remplacements et les interventions en indiquant le type.

1.5 PRIX ET MODALITÉS DE PAIEMENT

- .1 Ordre des travaux : ordonner avec les autres travaux conformément au calendrier d'avancement des travaux de construction. Se conformer aux recommandations écrites du fabricant pour l'ordonnancement des travaux de construction.
- .2 Calendrier : établir le calendrier en fonction des autres travaux conformément au calendrier d'avancement des travaux.
- .3 La restauration et la remise en état de la ferronnerie sont comprises dans le prix de la soumission.

1.6 COORDINATION

- .1 Coordonner les travaux avant et pendant le projet afin que les modifications requises à la ferronnerie soient bien comprises et qu'elles soient approuvées par le Représentant du Ministère avant l'exécution, la peinture et la réinstallation. On ne procédera à aucun découpage sur place.
- .2 Tout conflit réel ou éventuel entre la réinstallation exacte de la ferronnerie restaurée et les travaux de maçonnerie doit être porté à l'attention du Représentant du Ministère dans les 30 jours après que la ferronnerie a été retirée de la maçonnerie.
- .3 Coordonner la dépose et la réinstallation avec les maçons afin que les dommages éventuels aux pierres à double coin aux pierres de chaperon soient maintenus au minimum et pour que les points d'ancrage et de fixation dans la pierre soient situés et préparés avec précision.
- .4 Débuter chaque étape initiale de restauration du fer forgé à partir de l'étiquetage, du démontage et de la préparation superficielle en procédant à la réparation et à la peinture sous la surveillance directe du Représentant du Ministère.
- .5 Coordonner la préparation de modèles en contreplaqué pleine grandeur représentant les pierres à double coin et les pierres de chaperon, à l'aide de la clôture en fer forgé restaurée en fonction des Div 03 et Div 04, en priorité afin de permettre aux Div 03 et Div 04 de préparer les dessins d'atelier et les travaux. Coordonner le tout afin que les bons rayons soient exécutés par rapport au mur. Alouer pour inspection du représentant du département, donner un avis de 72 heures.
- .6 Coordonner avec les Div 03 et Div 04 pour la mise en place du mur au bon endroit, selon les longueurs et les rayons indiqués.
- .7 Coordonner l'installation avec la Div 04 pour le traçage et le perçage des trous dans la pierre afin de recevoir les poteaux de lances.

1.7 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

- .1 Donner au Représentant du Ministère accès aux ateliers pour qu'il inspecte les travaux en cours.
- .2 Qualifications
 - .1 Entrepreneur en ferronnerie :
 - .1 L'entrepreneur en ferronnerie doit posséder une expérience des travaux de fer forgé architectural historiques exécutés sur des projets de dimension et de complexité semblables à ce qui est prévu au présent contrat.
 - .2 Exécuter les travaux conformément aux méthodes établies pour la restauration de la maçonnerie historique et aux Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada, deuxième édition, publiées par parcs Canada.
 - .3 Le personnel de l'entrepreneur doit comprendre un restaurateur de travaux métalliques qui possède une instruction et une formation pertinentes de la restauration des travaux métalliques architecturaux comme principale occupation, y compris les projets de restauration du fer forgé et de la fonte. Le restaurateur doit surveiller tous les aspects de la restauration du fer forgé.
 - .2 Main-d'œuvre :
 - .1 Fournir les services de personnes de métier qui possèdent une spécialisation, des aptitudes et des compétences démontrées et une vaste expérience de tous les types de travaux indiqués. Les compétences des personnes sont assujetties à un examen et à l'acceptation du Représentant du Ministère. L'examen doit comprendre la production de maquettes de base pour tous les types de travaux demandés.
 - .2 Fournir une liste des noms des personnes proposées au moins une semaine après la signature du contrat.
 - .3 Personne ne sera remplacé pendant l'exécution des travaux sans l'acceptation écrite du Représentant du Ministère.
 - .4 Toutes les personnes retenues pour les travaux devront démontrer des niveaux de compétence qui répondent aux exigences du Représentant du Ministère, avant de leur permettre de travailler sur la clôture.
 - .5 Les personnes qui entreprennent des travaux de ferronnerie doivent posséder une vaste expérience des travaux sur de grandes pièces de fer forgé et doivent connaître en profondeur toutes les techniques traditionnelles du forgeron comme l'étirage, le refoulage et le soudage à la forge ainsi que la réparation du fer forgé à l'aide de techniques de soudage autogène et par baguette d'apport pour le fer forgé.
 - .6 Les personnes employées pour ce projet doivent démontrer une aptitude à reproduire des maquettes types.
 - .7 Le Représentant du Ministère a le droit de refuser les personnes qui ne démontrent pas les aptitudes ou l'expérience nécessaires
 - .8 Les personnes employées pour toute la durée du présent projet doivent respecter les exigences qui précèdent. Si, pendant le déroulement du projet, certaines personnes quittent, les personnes qui les remplacent doivent également respecter les exigences indiquées.

- .9 Il faut obtenir l'approbation du Représentant du Ministère pour remplacer des personnes qualifiées.
- .3 Maquettes :
 - .1 Fabriquer les maquettes conformément à la Section 01 45 00 – Contrôle de la qualité.
 - .2 Exécuter les maquettes, y compris les méthodes de démonstration pour chaque type de réparation et chaque type d'article nouvellement forgé et nouvellement coulé, aux fins d'examen à l'endroit désigné par le Représentant du Ministère.
 - .1 Exécuter les maquettes sous la surveillance du Représentant du Ministère afin de démontrer la pleine compréhension des méthodes, des techniques et des formules indiquées avant le début des travaux.
 - .2 Présenter des maquettes de ce qui suit :
 - .1 Réparation de Type A.
 - .2 Réparation de Type B.
 - .3 Réparation de Type C –pour allonger les poteaux de lances.
 - .4 Réparation de Type C –pour allonger les lisses.
 - .5 Réparation de Type D.
 - .6 Réparation de soudures.
 - .7 Réparation de colliers 2 –extrémités ouvertes.
 - .8 Réparation de colliers 1 –extrémités ouvertes.
 - .9 Panneaux avec toutes les étapes de préparation de surface et de peinture.
 - .10 Panneaux installés avec poteaux de lances.
 - .11 Démonstration de mise en place de poteau principal.
- .3 Aviser le Représentant du Ministère au moins 72 heures avant l'exécution d'une maquette. Présenter toutes les maquettes en même temps aux fins d'examen.
- .4 Les maquettes doivent servir à ce qui suit :
 - .1 Juger la qualité de l'exécution, la préparation du substrat, l'utilisation de l'équipement et l'application des matériaux
- .5 Exécuter les maquettes conformément aux directives du Représentant du Ministère.
- .6 Les travaux ne doivent pas commencer tant que les maquettes ne sont pas approuvées. Prévoir 72 heures pour l'inspection des maquettes par le Représentant du Ministère avant de commencer les travaux.
- .7 Reprendre les maquettes jusqu'à ce que le Représentant du Ministère en soit est satisfait.
- .8 Une fois que le Représentant du Ministère les aura acceptées par écrit, les maquettes doivent démontrer que les travaux ont été exécutés conformément à des normes minimales. Les maquettes peuvent demeurer en place comme éléments de travaux terminés.

1.8 TRANSPORT, ENTREPOSAGE ET MANUTENTION

- .1 Emballage, expédition, manutention et déchargement :
 - .1 Le matériel et les matériaux doivent être transportés, entreposés, manutentionnés et protégés conformément à la section 01 61 00 - Exigences générales concernant les produits.
 - .2 Déposer avec soin chaque section sur un camion plate-forme et les mettre à plat sur des cales de 38 x 92 mm espacées de 600 mm.
 - .3 Ne pas empiler les sections. Évitez de glisser ou de tirer les sections s'il y a un contact métal sur métal.
 - .4 Immobiliser les sections à l'aide de sangles en nylon serrées par des cliquets lorsqu'elles sont soutenues par des cales. Éviter de trop serrer.
- .2 Entreposage et protection :
 - .1 Séparer les sections démontées selon l'approbation de Représentant du Ministère pour éviter qu'elles ne se touchent pas avant l'expédition vers l'atelier.
 - .2 Prévoir un lieu d'entreposage temporaire pour les sections démontées.
 - .3 Transporter et entreposer les sections de fer forgé à l'emplacement d'entreposage, conformément à l'approbation du Représentant du Ministère.
 - .4 Envelopper la ferronnerie restaurée dans de la mousse ou dans un film à bulles d'air avant de l'expédier de l'atelier et pendant qu'on la met en place.
- .3 Ramasser et livrer tous les matériaux fournis par le Représentant du Ministère et les entreposer dans un endroit à l'extérieur du site. Assumer tous les coûts connexes.

1.9 GESTION ET ÉLIMINATION DES DÉCHETS

- .1 Évacuer du chantier tous les matériaux d'emballage et les acheminer vers des installations appropriées de recyclage.
- .2 Acheminer les éléments métalliques inutilisés vers une installation de recyclage du métal.
- .3 Éviter d'expédier la peinture inutilisée vers un site d'enfouissement. L'expédier plutôt vers un site de collecte de produits dangereux.
- .4 Il est interdit de déverser des produits de peinture inutilisés dans les égouts, dans un cours d'eau, dans un lac, sur le sol ou à tout autre endroit où cela pourrait présenter un risque pour la santé ou pour l'environnement.

Partie 2 PRODUITS

2.1 MATÉRIAUX

- .1 Les matériaux utilisés pour la restauration ne doivent pas avoir été contaminés par les travaux précédents.
- .2 Les éléments qui composent la clôture sont fabriqués en fer forgé et comportent des colliers en acier coulé. Ils doivent être reproduits en fer forgé avec des colliers en

fonte ductile. Des essais métallurgiques indépendants des nouveaux matériaux seront payés par le Représentant du Ministère selon le besoin.

- .3 Tout le fer forgé doit être de la meilleure qualité possible, résistant, ductile, de caractère nerveux et de texture uniforme.
- .1 Matériau composite comportant des fibres de silicate de fer (laitier) dans une matrice en ferrite.
- .2 Les fibres de laitier doivent être fines et également réparties.
- .3 Composition
 - .1 98% de fer ou plus.
 - .2 0.02 à 0.03% de carbone
 - .3 0.02% maximum de soufre
 - .4 0.15% maximum de phosphore.
- .4 Essais d'acceptation sur le terrain : marteler à chaud une barre carrée de 25 mm de côté jusqu'à une épaisseur de 3 mm sans la fendre le long des fibres de laitier.
- .4 Fondant de soudage à la forge : borax anhydre.
- .5 Baguettes de soudage : conformes à la norme CSA W48-01.
 - .1 Baguettes d'apport pour la réparation du fer forgé.
- .6 Fonte :
 - .1 Fabriquer les colliers de rechange en fonte ductile.
 - .2 Aucun fer recyclé ne doit être ajouté au mélange de fonte.
- .7 Médium pour le jet abrasif : oxyde d'aluminium, granulométrie 100, billes de verre, granulométrie 60/10.
- .8 Huile pénétrante.
- .9 Toutes les vis mécaniques doivent être fabriquées en acier inoxydable, de série 300 avec têtes fendues.
- .10 Graisse blanche au lithium.
- .11 Décapant à peinture au chlorure de méthylène.
- .12 Plomb fondu pour mise en place des poteaux de lances dans les mortaises pratiquées dans les pierres à double coin et les pierres de chaperon. Alliage » 98% plombe et 2% étain.
- .13 Fixations et goujons filetés : acier inoxydable de série 300.
- .14 Espaceur en Néoprène : noirs.
- .15 Tige de sertissage en acier inoxydable, alliage 304.
- .16 Film à bulles d'air.

2.2 FABRICATION

- .1 Endroits où les sections de réparation ou de remplacement doivent être combinées aux éléments d'origine :
 - .1 Poser les éléments d'équerre, dans le même plan, bien alignés et avec exactitude selon les dimensions requises, parfaitement ajustés et solidement fixés.
 - .2 Fabriquer les éléments en métal de la même façon que ceux d'origine à moins d'indication contraire.
 - .3 Dans la mesure du possible, ajuster et assembler les éléments en atelier, prêts à être mis en place.

2.3 FINITION

- .1 Section 09 97 19.02 – Peinture de surfaces extérieures en métal - Travaux à neuf.

2.4 ÉQUIPEMENT ET INSTALLATIONS

- .1 Prévoir des installations intérieures à l'extérieur du site (ateliers) pour tous les aspects des travaux, y compris, sans toutefois s'y limiter, la préparation superficielle et tous les travaux de forge.
- .2 Prévoir des ateliers d'usinage, des cabines de peinture et toute autre installation nécessaire pour l'exécution des travaux à l'extérieur du site.
- .3 Pour l'atelier, prévoir les outils et l'équipement suivants :
 - .1 Système de réduction électrolytique pour l'élimination de la peinture et de la corrosion :
 - .1 Cuves en acier de dimensions et en nombre suffisant pour qu'on puisse y déposer les éléments de clôture.
 - .2 Les cuves en acier doivent servir d'anode. (+)
 - .3 Les objets à traiter sont les cathodes.
 - .4 Un électrolyte composé d'une solution saturée d'hydroxyde de sodium (NaOH).
 - .5 Un système d'alimentation à courant continu (CC) de 100 A et 6 V.
 - .2 Tournevis comportant les dimensions exactes pour les fixations.
 - .1 Prévoir des tournevis d'armurier avec lame rectifiée en creux et embouts fixes ou amovibles.
 - .3 Étiquettes d'éléments : étiquette en acier inoxydable avec trou à une extrémité comportant les renseignements nécessaires emboutis à même et fixées à l'aide d'un fil d'attache pour barres d'armature.
 - .4 Tire-câbles : nylon, diverses longueurs.
 - .5 Sangles et élingues : nylon, 75 mm de largeur nominale.
 - .6 Rembourrage : feuilles d'ethafoam, tapis de déménageurs.
 - .7 Camion transporteur : plateau en aluminium avec sangles d'immobilisation en nylon.
 - .8 Forge au charbon pour chauffer les sections de fer forgé qui peuvent mesurer près de 50 mm² jusqu'à la température de travail, elles doivent être chauffées à

blanc (bonne température pour le soudage à la forge). Forge au gaz naturel inacceptable.

- .4 Autre équipement et outils traditionnels de forgeron nécessaires pour exécuter les travaux traditionnels de forge comme le soudage, l'étirage et le refouillage.

2.5 MARQUAGE

- .1 Estamper l'année en cours sur chaque élément de remplacement dans un endroit dissimulé selon les indications du Représentant du Ministère.
- .2 Pour les colliers de remplacement en fonte, la date doit être coulée à même sur le dessous.
- .3 Pour les éléments de reproduction en fonte, la date doit être estampée sur le dessous.
- .4 Les caractères doivent mesurer environ 3 mm de hauteur sur 2 mm de profondeur.

Partie 3 EXÉCUTION

3.1 Sécurité

- .1 Se conformer à tous les règlements et recommandations pour la manipulation et l'élimination des peintures qui contiennent du plomb.
- .2 Se conformer à tous les règlements et recommandations pour la manipulation du plomb à l'état liquide et à l'état solide.

3.2 EXAMEN

- .1 Signaler par écrit au Représentant du Ministère les endroits qu'on n'avait pas vus auparavant où la ferronnerie est détériorée.
 - .1 Sur les dessins, marquer tous les problèmes qu'on n'avait pas notés auparavant et les signaler immédiatement au Représentant du Ministère.
- .2 Obtenir l'approbation et les instructions du Représentant du Ministère pour la réparation et le remplacement des éléments de ferronnerie avant de procéder.
- .3 On doit présumer que la peinture actuelle contient du plomb et il faut suivre les règlements concernant le décapage et l'élimination de la peinture au plomb.
- .4 Les poteaux de lances de la clôture sont mis en place dans le plomb. Suivre les règlements pour la manipulation du plomb.

3.3 PRÉPARATION

- .1 À l'aide de fils pour barre d'armature, poser deux étiquettes en acier inoxydable (une à chaque extrémité) de dimensions minimales de 10 mm sur 100 mm de longueur, portant l'estampe d'un numéro d'identification unique de pièce, pour chacun des éléments démontés. Ne pas utiliser d'aluminium.

- .2 Vérifier que chaque panneau, chaque lance et tous les autres détails sont numérotés et inventoriés aux fins de réinstallation.
- .3 Utiliser les désignations d'éléments indiqués dans les dessins et inscrire suffisamment de renseignements supplémentaires pour que la configuration et l'orientation des éléments soit comprise pendant la remise en place. Consulter les dessins pour obtenir la nomenclature d'assemblage. Inscrire sur les dessins les renseignements qui se trouvent sur les étiquettes. Chaque étiquette doit porter le libellé « Propriété du gouvernement du Canada ». Modifier le système d'étiquetage selon les directives du Représentant du Ministère.
- .4 À l'aide d'un appareil numérique, photographier la façon dont les éléments en fonte s'assemblent et se rapportent aux pierres et annoter en conséquence des dessins comportant les mesures appropriées.
- .5 Conserver des dossiers à jour et exacts des dessins fournis par le Représentant du Ministère, de toutes les conditions non découvertes ou des réparations nécessaires au-delà de ce qui est déjà noté dans les dessins. Présenter ces dessins à chaque réunion sur place aux fins d'examen et ajuster et mettre à jour selon les directives du Représentant du Ministère.
- .1 Présenter une copie de ces dessins au Représentant du Ministère une fois les travaux terminés.

3.4

ENREGISTREMENT

- .1 Avant de démonter les murs et la ferronnerie, retenir les services d'un arpenteur homologué qui doit :
 - .1 Consigner la forme du mur et de la clôture.
 - .2 Indiquer l'emplacement des socles.
 - .3 Indiquer la longueur de chaque élément de clôture d'un socle à l'autre.
 - .4 Indiquer l'élévation jusqu'en haut des pierres à double coin et des pierres de chaperon.
 - .5 Indiquer d'autres renseignements nécessaires afin de reconstruire le mur et la clôture aux mêmes endroits, ainsi que les ajustements pour la mise en place de la ferronnerie restaurée.
 - .6 Établir des points de contrôle des structures permanentes qui ne changeront pas pendant toute la durée du projet.
 - .7 Fournir des dossiers électroniques en Autocad, pdf et imprimés.
 - .8 Fournir des copies au Représentant du Ministère.
 - .9 Faire appel à un arpenteur général pour les travaux de ce projet et le projet de la pente Ouest.
- .2 Poser des chaise d'implantation et d'autres marqueurs pour localiser le centre et la forme des murs.
- .3 À l'aide des renseignements fournis par l'arpenteur, établir la disposition de la clôture restaurée et fabriquer des modèles en contreplaqué pour la mise en place des pierres de chaperon, établir l'emplacement des poteaux de lances et la forme du mur.

3.5 DÉPOSE

- .1 Il faut prendre des soins extrêmes tout au long des travaux de dépose de la ferronnerie sur la maçonnerie. Défaire uniquement les raccords existants. Il est interdit de découper les matériaux patrimoniaux sauf pour le perçage pour les broches de fixation près du bas des poteaux de lances et pour le découpage des colliers qui ont déjà été fendus, conformément à l'approbation du Représentant du Ministère.
- .2 La dépose des poteaux de lances et de l'extrémité des lisses de la pierre doit être effectuée sous la surveillance d'un maçon. Il faut prendre des précautions extrêmes lorsqu'on démonte la ferronnerie afin d'empêcher qu'elle soit cassée ou endommagée. On peut casser la pierre pour retirer les poteaux de lances d'un mur désigné pour la démolition. Tout élément brisé pendant le démontage doit être porté à l'attention du Représentant du Ministère.
- .3 À noter que les poteaux de lances et les lisses actuels sont mis en place dans les pierres à double coin et les pierres de chaperon et peuvent être retirés sans briser la pierre en inclinant les pierres à double coin et les pierres de chaperon sur le côté pour chauffer et faire fondre le plomb et le faire s'écouler de la cavité.
- .4 Protéger la maçonnerie, les sentiers et la végétation adjacents.
- .5 Démontez la clôture en tronçons faciles à manipuler selon les indications du Représentant du Ministère. Il est interdit de démonter les tronçons de clôture à moins que ce soit nécessaire pour les réparations. Ainsi, le démontage est limité à la séparation des lances, des colliers et des panneaux.
- .6 Immobiliser, coussiner et protéger des éléments.

3.6 TRAVAIL D'ATELIER - DÉMONTAGE

- .1 Les grands éléments doivent être complètement démontés à l'atelier.
- .2 Ajouter d'autres étiquettes et y inscrire des indications qui se rapportent au dessin à mesure que les travaux progressent.

3.7 ÉLIMINATION DE LA PEINTURE ET DE LA CORROSION

- .1 Éliminer toute la peinture et la corrosion par réduction électrolytique.
- .2 Éliminer la saleté, la peinture et autres qui se trouvent sur les surfaces à l'aide d'un jet d'eau potable au moyen d'un pulvérisateur à grande pression.
- .3 Au besoin, éliminer la peinture à l'aide d'un décapant au chlorure de méthylène pour accélérer les travaux. La peinture ainsi ramollie doit être enlevée à l'aide de grattoirs en bois ou en plastique et non en métal. Suivre les instructions imprimées du fabricant pour assurer la bonne conduite des travaux et la sécurité.
- .4 Charger les éléments en fonte dans la cuve, fixer de petits fils pour assurer une bonne conductivité à chaque élément en fonte et au conducteur négatif. Brancher le conducteur positif à la cuve.
- .5 Vérifier que les éléments en fonte ne touchent pas directement la cuve (anode).

- .6 Verser la solution d'hydroxyde dans la cuve jusqu'à ce que tous les éléments soient submergés.
- .7 Établir le courant et vérifier à l'aide d'un voltmètre qu'il y a une différence de tension entre l'anode (cuve) et la cathode (éléments en fonte). Si aucune tension n'est indiquée, c'est qu'il y a un court-circuit et il faut y remédier.
- .8 Couper le courant et retirer les éléments de la cuve et les laver sous pression. Si les surfaces présentent un aspect gris mat avec des taches noires ou brunes, elles sont suffisamment propres.
- .9 Laver à l'aide d'un pulvérisateur sous pression et de l'eau uniquement pour enlever tous les sels et sécher immédiatement à l'air comprimé.
- .10 Tous les éléments qui présentent encore des produits de corrosion doivent être traités une autre fois de la façon décrite ci dessus.
- .11 Avant de peindre les éléments, souffler légèrement un abrasif sur les surfaces pour enlever toute corrosion légère qui a pu se produire entre-temps. Le métal doit être propre et gris sans aucune corrosion. Ne pas sabler les surfaces au jet jusqu'à ce qu'elles soient « blanches », étant donné que cette méthode est très agressive et peut provoquer une perte de détails de surface et d'acuité des bordures.

3.8 FER FORGÉ NEUF - GÉNÉRALITÉS

- .1 Pour les travaux en fer forgé des éléments de reproduction ou de remplacement, tout le soudage doit être fait à la forge. L'utilisation de soudage autogène doit se limiter aux réparations selon les indications.
- .2 À moins d'indication contraire, tous les travaux au fer forgé doivent faire appel aux techniques traditionnelles d'étirage, de refoulage, de soudage à la forge, de tenonnage, etc.
- .3 Si on n'arrive pas à effectuer des travaux de forgeage de très haute qualité, le Représentant du Ministère les rejettera.
- .4 La qualité des travaux sera jugée par la texture de finition, c'est-à-dire l'absence de marques de marteau, l'intégrité structurale des assemblages comme le soudage à la forge, le matage des tenons, etc., de même que l'imitation des anciens éléments par les nouvelles pièces.

3.9 REMISE EN PLACE DES BEOCHES DE FIXATION

- .1 Remplacer les broches de fixation actuelles par des broches en acier inoxydable de 13 mm de diamètre (confirmer après décapage) enfoncées dans un trou peint dans les poteaux de lances. La broche de fixation doit dépasser du poteau de 18 mm de chaque côté. Les broches sont insérées par ajustement serré, déformer au besoin pour assurer un tel ajustement.
- .2 Couper et percer avec soin les broches de fixation actuelles. Réparer le poteau de lance s'il est endommagé lorsqu'on retire les broches.

- .3 Passer légèrement au jet de sable les têtes en acier inoxydable pour produire une surface mouchetée.
- .4 Apprêter et peindre les surfaces exposées après installation.
- .5 Consulter les dessins pour connaître l'emplacement des fixations.

3.10 RÉPARATION DES SOUDURES

- .1 Réparer les éléments en fer forgé à l'aide d'un poste de soudage à oxyacétylène (autogène).
- .2 Préchauffer le métal environnant.
- .3 Soudures à pleine pénétration seulement.
- .4 Les soudures profondes doivent être exécutées en plusieurs passes.
- .5 Souder et des deux côtés lorsque c'est possible sur le plan géométrique.
- .6 Utiliser uniquement des baguettes d'apport pour fer forgé.
- .7 Pour le métal de base à haute impureté ou épais, souder en plusieurs passes. Maintenir le bain de fusion liquide jusqu'à ce que les impuretés montent à la surface. Laisser le métal se figer puis brosser les impuretés avant d'effectuer une autre passe ou d'adoucir la surface par meulage (passe finale).
- .8 Adoucir à la lime.

3.11 COLLIERS DE REMPLACEMENT

- .1 Fabriquer des colliers de remplacement en fonte comme l'indiquent les dessins d'atelier approuvés. Tous les nouveaux éléments en fonte doivent être exempts de trous de soufflage ou d'autres imperfections.
- .2 Usiner, ébarber et dresser les pièces moulées de remplacement selon le besoin pour qu'elles soient propres.
- .3 Le Représentant du Ministère doit examiner les pièces moulées pour voir s'il y a des défauts (porosité, reprises, etc.) et doit vérifier la précision de l'usinage et du moulage. Les éléments doivent aussi s'emboîter les uns dans les autres comme les pièces d'origine. Si les pièces ne s'ajustent pas correctement, elles doivent être traitées afin de s'ajuster, soit en réglant le patron ou en usinant les pièces finies, selon les indications du Représentant du Ministère.
- .4 Dès que le Représentant du Ministère les aura acceptés, les prototypes deviendront l'étalon de qualité en fonction duquel les autres moulages devront être mesurés.
- .5 Procéder au moulage et à l'usinage du reste des éléments requis selon les indications du Représentant du Ministère.
- .6 Demander au Représentant du Ministère de procéder aux inspections finales de l'ensemble des moulages avant d'y appliquer l'apprêt. Les moulages qui ne répondent

pas aux exigences du Représentant du Ministère doivent être moulés et usinés à nouveau.

- .7 Les boulons mécaniques doivent avoir un diamètre de 10 mm et une tête plate fendue. Sabler légèrement au jet chaque tête mais ne pas la peindre.
- .8 Peindre les surfaces des colliers avant de les installer.
- .9 Verser un peu de graisse au lithium dans les trous filetés immédiatement avant d'installer les boulons.
- .10 À noter que les tolérances finales de dimensions et d'ajustement des colliers doivent être établies en fonction de l'épaisseur finale de la peinture et de la gamme des dimensions en coupe des lances. Ces données doivent être indiquées dans les dessins d'atelier et sur les maquettes. Idéalement, le trou pour la lance doit être légèrement plus grand afin qu'une petite pièce en feuille de plomb, sur le côté incliné vers le bas du mur, le cas échéant, puisse servir de cale au moment du serrage. Les trous pour les lisses doivent également être légèrement surdimensionnés pour tenir compte de l'épaisseur de la peinture et les légers écarts d'ajustement par rapport au plan du mur. Les poches à l'intérieur des colliers, pour les lances et les lisses, doivent être usinées pour tenir compte des variations de géométrie du mur, mais l'enduit de peinture doit être restauré.
- .11 En général, les colliers doivent être conformes aux dessins standard pour une ou deux lisses et doivent permettre les changements de direction ou les coudes dans le plan du mur. La forme des extrémités des lisses doit être modifiée.
- .12 Mouler les colliers pour les pierres à double coin 48 et 51 avec une extrémité fermée et une ouverte.

3.12 COLLIERS D'ORIGINE

- .1 Les 10 % de colliers qui sont dans le meilleur état doivent être retirés avec soin, nettoyés par conduction électrolytique et remis au Représentant du Ministère.
- .2 À deux endroits indiqués par le Représentant du Ministère où se trouvent les poteaux de lances, les colliers d'origine peuvent être réutilisés. Toutefois, il faut commander un nombre suffisant de colliers neufs pour ces deux endroits au cas où les originaux ne seraient pas réutilisés pendant cette étape. À noter que les trous pour les extrémités de lisses dans les poteaux de lances doivent être agrandis par meulage pour tenir compte de l'épaisseur de la peinture.
- .3 Retoucher la peinture endommagée après avoir mis les colliers en place.
- .4 Consulter les dessins pour obtenir les quantités et les emplacements.

3.13 RÉPARATION DE TYPE A - RETIRER L'ANCIENNE MODIFICATION, REMPLIR ET ADOUCIR PAR MEULAGE

- .1 Retirer le vieux métal de réparation et le métal excédentaire à l'aide d'une meule à rectifier les matrices, par remplissage et selon les directives.

- .2 Remplir les cavités ou les zones évidées en chauffant jusqu'à température de soudage et en incorporant du fer forgé dans le bain de soudure.
- .3 Adoucir à la lime.
- .4 Prévoir quatre emplacements aux poteaux de lances 548.01 et 551.01 et ailleurs selon les indications.

3.14 RÉPARATION DE TYPE B - REMPLIR ET ADOUCIR PAR MEULAGE

- .1 Cette réparation se limite surtout à remplir les zones évidées par la corrosion. Chauffer jusqu'à température de soudage et incorporer du fer forgé dans le bain de soudure.
- .2 Adoucir à la lime.
- .3 Pour les emplacements des colliers, des extrémités des lisses et le bas des poteaux de lances selon les indications.

3.15 RÉPARATION DE TYPE C - RACCORDEMENT DE MATÉRIAU NEUF

- .1 Cette étape se limite surtout au rechargement ou au prolongement du bas des poteaux de lances et au prolongement des extrémités des lisses. Découper jusqu'au métal sain.
- .2 Raccorder et souder des matériaux neufs, de la bonne dimension, aux éléments de base.
- .3 Adoucir à la lime.
- .4 Découper à la longueur et aux angles corrects.
- .5 Pour prolonger le bas des poteaux de lances, prévoir deux emplacements aux poteaux de lances 548.01 et 551.01 et deux autres endroits selon les indications.
- .6 Afin de tenir compte du caractère particulier du mur reconstruit, il faut prolonger les extrémités des lisses et les panneaux qui commencent et terminent chaque tronçon de clôture (un tronçon est défini par chacun des rangs vers le haut et vers le bas dans le couronnement de la maçonnerie). Ces éléments doivent être mis en place en dernier lieu et les extrémités des lisses doivent être ajustées correctement.
- .7 Emplacements selon les indications.

3.16 RÉPARATION DE TYPE D - REDRESSEMENT DES LISSES

- .1 Cette étape se limite surtout à la nécessité de redresser les lisses qui ont été déformées en s'adaptant aux murs.
- .2 Chauffer les lisses au chalumeau en déplaçant celui-ci sur la zone qui doit être redressée.
- .3 Maintenir la température à moins de 648° C.

- .4 À l'aide d'équipement mécanique ou d'outils à main, déplacer les lisses faussées pour les redresser.
- .5 Refroidir avec de l'eau, des chiffons humides ou l'air comprimé.
- .6 Il faudra peut-être chauffer les lisses plusieurs fois pour les redresser.
- .7 Emplacements selon les indications.

3.17 RACCOURCIR LES LISSES

- .1 Pour toutes les extrémités des lisses qu'on ne prolonge pas, présumer qu'il faut les raccourcir pour qu'elles s'insèrent correctement dans les colliers de remplacement ou pour dégager les pierres à double coin.

3.18 PEINTURE

- .1 La coordination avec les travaux de peinture est un aspect crucial de la remise en place.
- .2 Une fois tous les éléments restaurés, reproduits ou modifiés, toutes les surfaces doivent être légèrement nettoyées au jet abrasif immédiatement avant l'application de l'apprêt.
- .3 Avant l'installation, appliquer un apprêt riche en zinc, deux couches de fond d'époxy et deux couches de finition de polyuréthane à toutes les surfaces de tous les éléments, sauf les trous filetés.
- .4 Toute la peinture doit être appliquée conformément aux instructions imprimées du fabricant, et doit être exempte d'affaissements, de coulures, de gouttues ou d'autres imperfections.
- .5 La première couche de polyuréthane doit être appliquée au pistolet.
- .6 La dernière couche de polyuréthane doit être appliquée au pinceau après installation du fer forgé, pour lui donner l'aspect d'un fini traditionnel appliqué à la main.
- .7 Voir la Section 09 70 19.02 – Peinturage de surfaces extérieures en métal - Travaux à neuf, pour obtenir d'autres renseignements.

3.19 PRÉPARATION ET UTILISATION DES MODÈLES EN CONTREPLAQUÉ

- .1 Coordonner avec les Div 03 et Div 04 pour obtenir de l'aide afin de préparer les modèles en contreplaqué et aider à la mise en place des éléments du mur et de la ferronnerie.
 - .2 Examiner le mur afin d'établir l'emplacement, la longueur et la forme des pierres à double coin.
-

- .3 À l'aide d'une règle métrique, et des pierres à double coin et les pierres de chaperon à l'aide marquées d'un numéro d'identification, prendre une photo de chaque joint de mortier sur le côté sentier du mur, afin de consigner la largeur des joints.
- .4 À mesure qu'on retire les pierres de chaperon et les pierres à double coin, déposer chacune sur un panneau de contreplaqué de 19 mm d'épaisseur et tracer la forme de chacune des pierres. Marquer le dessin à l'aide du numéro d'identification de la pierre sur le dessus et sur le côté sentier du modèle et découper la forme le long de la ligne tracée.
- .5 Conserver les modèles en contreplaqué pour la mise en place des coffrages.
- .6 Une fois la semelle en béton coulée, mettre en place les modèles en contreplaqué sur la semelle et ajuster l'espacement pour la largeur des joints de mortier, jusqu'à obtenir le bon rayon du mur. Confirmer la longueur axiale du modèle d'une pierre à double coin à l'autre à l'aide des mesures prises pour la longueur des tronçons de ferronnerie mesurés au moment de l'arpentage. Examiner avec le Représentant du Ministère.
- .7 Une fois confirmée la disposition du modèle en contreplaqué, marquer l'emplacement afin d'ériger les coffrages pour la coulée de la partie supérieure du mur au rayon correct et au bon emplacement.

3.20 RÉINSTALLATION

- .1 Restaurer la ferronnerie en priorité afin de vérifier la longueur de la clôture, et coordonner avec les travaux des Div 03 et Div 04 en prévoyant assez de temps pour que ces corps de métiers puissent préparer les dessins d'atelier et leurs travaux. Utiliser la clôture en ferronnerie restaurée pour ériger à nouveau le mur dans le but d'établir le rayon final des murs, l'emplacement des chaperons et des pierres à double coin de même que l'emplacement des trous dans les chaperons pour recevoir les poteaux de lances.
- .2 La remise en place de la clôture en fer forgé doit être coordonnée de près avec la mise en place des pierres à double coin et des chaperons par les maçons, à commencer par la pierre à double coin 48.
- .3 Réinstaller la ferronnerie en même temps que les maçons posent les pierres à double coin et les chaperons.
- .4 Chaque fois qu'il faut modifier les colliers en fonte ou les extrémités des lisses par usinage, par découpage ou par meulage, la ferronnerie doit être retournée à l'atelier où on doit restaurer les trois enduits de peinture. Prévoir d'autres ajustements à la longueur des panneaux le long des tronçons 49 et 50.
- .5 Utiliser le tronçon de fer forgé réparé comme guide afin de disposer les prochains poteaux de lances et répéter le processus.
- .6 Remettre en place la ferronnerie restaurée comme l'indiquent les dessins.
- .7 Prendre soin de ne pas endommager la peinture sur la ferronnerie.
- .8 Retoucher la peinture selon le besoin ou selon les indications du Représentant du Ministère.

- .9 Une fois les travaux terminés, entreposer la ferronnerie inutilisée dans un endroit désigné par le Représentant du Ministère pour qu'elle soit réutilisée au besoin.

3.21 POSE DU PLOMB

- .1 Éviter d'entreprendre ces travaux si les chaperons sont humides ou si la température de l'air est inférieure à 10° C.
- .2 Lorsqu'il faut mettre en place les colliers d'origine, les glisser jusqu'au sommet des poteaux de lances en attendant.
- .3 Mettre les poteaux de lances au niveau et d'aplomb et les caler à l'aide de serre-joints, de coins et/ou de supports en bois.
- .4 En général, couler le plomb en épaisseurs ne dépassant pas 50 mm.
- .5 Pour la coulée finale, couler le plomb jusqu'à 10 mm de la partie supérieure.
- .6 Après chaque coulée, permettre au plomb de refroidir jusqu'à ce qu'il ait durci et rétréci et qu'il puisse être damé à la main.
- .7 Tous les éléments raccordés aux poteaux de lances doivent être retirés pour permettre un accès libre au joint de plomb autour du poteau.
- .8 Damer chaque coulée de plomb à l'aide d'un poinçon à extrémité plate ou d'un fer à calfeutrer carré pour resserrer le joint qui pourrait être légèrement lâche après que le plomb a refroidi et rétréci.
- .9 Déposer un moule carré, en bois ou en métal, autour du trou et couler la dernière épaisseur de plomb, à environ 6 m au-dessus la surface de la pierre. Permettre au plomb de refroidir avant de retirer le moule.
- .10 Damer la dernière coulée de plomb pour resserrer le joint. La surface de cette dernière coulée doit être inclinée positivement pour évacuer l'eau de la pièce en fer, l'éloigner du plomb et la laisser s'écouler sur la pierre de chaperon plate. La bordure extérieure du joint en plomb doit être à fleur de la pierre ou légèrement plus élevée, pour qu'il n'y ait pas de place où l'eau puisse s'accumuler sur le joint en plomb et s'infiltrer à l'intérieur du joint.
- .11 Retoucher la peinture.
- .12 Les panneaux et les colliers connexes doivent être installés en permanence une fois les travaux de plomb terminés.

FIN DE LA SECTION