B8-1

ÉVALUATION DE LA CORROSION D'UNE ARMATURE D'UN REMBLAI RENFORCÉ PAR ÉLÉMENTS MÉTALLIQUES
(à partir du prélèvement d'une armature dans une fouille)

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Détermination de la perte d'épaisseur de métal et de la perte de résistance d'une armature prélevée dans une fouille réalisée dans un mur en remblai renforcé par éléments métalliques (massif de type Terre Armée).
PRINCIPE	Il s'agit de réaliser une fouille à l'intérieur du massif de façon à mettre à jour partiellement les armatures de renforcement. On distingue les petites fouilles d'une profondeur de 2 m permettant d'accéder à environ 3 niveaux de renforcement et les grandes fouilles dont l'objectif est d'observer le plus grand nombre possible de lits de renforcement. Ces fouilles sont positionnées contre le parement. L'état des armatures dégagées est évalué par une note (quantification de la corrosion) ; des premières mesures indicatives d'épaisseur résiduelle de zinc (par une méthode électromagnétique) et d'acier (par une méthode ultrasonore) peuvent être effectuées après nettoyage des armatures. Puis l'on prélève des tronçons d'armatures (qui sont remplacés) à différents niveaux. La longueur du prélèvement doit être suffisamment importante pour être représentative de l'état de corrosion et de la perte de résistance : on recommande une longueur minimale de 50 cm. On essaye également dans la mesure du possible de prélever un échantillon sain de façon à disposer d'une référence. Après prélèvement et repérage, ces tronçons font l'objet d'essais en laboratoire de chimie visant à déterminer la perte moyenne d'épaisseur de zinc, la perte moyenne d'acier et la résistance résiduelle à la traction. En parallèle, des prélèvements de sols sont réalisés pour déterminer les caractéristiques chimiques et électrochimiques du remblai.  Vue d'ensemble d'une grande fouille (CEREMA)  Exemple d'armature corrodée (on note la perforation de l'armature) observée dans une fouille (CEREMA)
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Destructif, mais imposant le remplacement des tronçons prélevés.
MATURITÉ	Méthode éprouvée dont le principe est décrit dans l'ouvrage « Les ouvrages en Terre Armée - Guide pour la surveillance spécialisée et le renforcement » - SETRA – décembre 1994. De nombreux ouvrages ont déjà fait l'objet de diagnostic de corrosion des armatures.

MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	La réalisation d'une fouille nécessite : – des moyens mécaniques pour enlever le remblai (par exemple pelleteuse, voire véhicule à très haute aspiration) puis le remettre en place ; – un système de blindage (important pour les grandes fouilles) ; – un système d'étaiement du parement pour les grandes fouilles. Le prélèvement et la reconstitution d'armatures nécessitent : – une disqueuse et une perceuse ; – les éléments d'armatures et la boulonnerie nécessaires pour la reconstitution ; L'évaluation de la corrosion nécessite : – du matériel classique de chimie ; – un mesureur d'épaisseur à ultrasons ; – un mesureur d'épaisseur électromagnétique ; Les essais de traction nécessitent une presse de traction (échelle 200 à 500 kN).
Modalités d'Applications	
DOMAINE D'APPLICATION	La méthode s'applique aux ouvrages de remblais renforcés par éléments métalliques pour évaluer l'état de leurs armatures. Elle peut également s'appliquer à l'examen visuel des premiers lits de clous de renforcement dans le cas d'ouvrages renforcés par clouage.
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Dans la mesure du possible, on implante les fouilles dans les zones où le risque de corrosion des armatures paraît le plus élevé. Il est préférable d'intervenir par temps sec. Les petites fouilles peuvent être réalisées avec des moyens relativement légers. Elles perturbent peu l'exploitation de l'ouvrage surtout si elles sont réalisées sur un mur Amont (protégeant une voie). Les grandes fouilles sont beaucoup plus contraignantes. Elles nécessitent des restrictions d'exploitation tant sur le dessus du mur (écarter les voies de circulation éventuelles de la zone d'emprise de la fouille) qu'en pied de mur (emprise du système d'étaiement du parement).
LIMITES D'UTILISATION	L'utilisation de cette méthode nécessite un accès au dessus du mur. La fouille est difficilement envisageable pour certaines conceptions de murs : murs avec dalle de frottement assurant l'ancrage des dispositifs de retenue, murs de front de culées, murs avec géomembrane (on souhaite éviter la dégradation de cette étanchéité).
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	La méconnaissance des caractéristiques initiales des armatures (épaisseur de zinc, masse, résistance initiale, etc.) induit des erreurs sur les pertes d'épaisseur et de résistance estimées à partir des tronçons d'armatures prélevés.
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Chargé d'investigation pour l'organisation de l'intervention, le prélèvement des armatures et l'interprétation des résultats Chimiste pour la réalisation des essais en laboratoire Chargé d'essais pour la réalisation de l'essai de traction Les fouilles sont réalisées par une entreprise qualifiée
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès nécessaire par le dessus du mur.
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Dépend du type de murs (s'il porte ou non une voie circulée).
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Nécessite de l'ordre de 2 jours pour une petite fouille implantée dans une zone circulée. Nécessite de l'ordre d'une semaine pour une grande fouille. Le délai pour le constat et le prélèvement de tronçons est faible par rapport au délai d'ouverture et de fermeture de la fouille.
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	De l'ordre de un mois entre la réalisation de la fouille et l'interprétation.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Aucune

PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Aucune
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Pas de problème de sécurité spécifique pour le public hormis la circulation sous signalisation temporaire. Précautions liées à la manutention de disqueuses et perceuses électriques sur site, à l'intervention dans une fouille blindée, à l'utilisation des engins d'extraction et de remise en place du remblai.
ENCOMBREMENT – POIDS	Sur site : Perceuses et disqueuses portables : 5 kg Tronçons extraits : 1 kg Échantillons de sols : 10 kg

AVANTAGES – INCONVéNIENTS

AVANTAGES	Les fouilles et notamment les grandes fouilles permettent d'observer beaucoup d'armatures et donc d'avoir une bonne vision de l'état de l'ouvrage vis à vis du phénomène de corrosion. Des prélèvements de sol peuvent être réalisés en parallèle des prélèvements d'armatures. Les tronçons prélevés peuvent être facilement reconstitués.
INCONVÉNIENTS	Les grandes fouilles sont relativement contraignantes pour l'exploitation de l'ouvrage et il n'est pas toujours possible de les implanter dans les zones qui présentent le plus grand risque de corrosion. En l'absence de valeurs de référence d'origines, l'estimation des pertes d'épaisseur et de résistance peut être entachée d'erreur.

DISPONIBILITÉ – COÛT

DISPONIBILITÉ	Courante
COÛT	Modéré pour les petites fouilles Élevé pour les grandes fouilles

RÉFÉRENCES

NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	Les Ouvrages en Terre Armée – Guide pour la surveillance spécialisée et le renforcement – SETRA – Décembre 1994. Ouvrages de soutènement : Recommandations pour l'inspection détaillée, le suivi et le diagnostic des ouvrages de soutènement en remblai renforcé par des éléments métalliques – Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Guide technique SOUTMET – 102p – 2003. Pathologie, diagnostic et réparation des ouvrages en remblai renforcé par éléments métalliques atteints de corrosion – Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et Chaussées, Guide technique REMBMET – 247p - 2012.