

ESSAI D'ARRACHEMENT PAR TRACTION DIRECTE D'UN RENFORT PRF COLLÉ, ENDUIT OU MORTIER « MINCE »

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

<p>OBJECTIF</p>	<p>Cet essai permet d'évaluer l'adhérence au support béton d'un renfort composite (PRF : Polymère Renforcé de Fibres) collé, d'un enduit ou mortier « mince » (épaisseur inférieure ou égale à 50 mm) et d'observer le mode de rupture.</p> <p>Il peut s'agir par exemple de vérifier que la contrainte à rupture excède la contrainte d'adhérence minimale spécifiée, que la rupture d'un renfort PRF collé est de mode « cohésive dans le support béton ».</p> <p>Cet essai permet également de s'assurer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - que le renfort PRF collé, l'enduit ou le mortier a été correctement appliqué sur son support ; - de la conformité aux plans d'exécution du nombre de couches de renforts PRF, de l'épaisseur de plats PRF ; - que la mise en œuvre de plats PRF s'est bien faite par double encollage, avec une épaisseur « normale » des joints de colle, etc.
<p>PRINCIPE</p>	<p>Le principe de l'essai consiste à exercer une traction directe perpendiculaire sur une pastille circulaire rigide en acier de 50 mm de diamètre, collée à la surface du renfort PRF collé, de l'enduit ou du mortier, la surface d'essai ayant été définie par carottage.</p> <p>Les opérations successives sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repérage préalable par sondages sonores au maillet voire par thermographie infrarouge active d'éventuels défauts de collage ou d'adhérence du matériau rapporté, qui pourraient fausser les mesures ; <p>nettoyage et préparation de la surface adaptée du matériau rapporté, par exemple dépolissage, nettoyage et dégraissage de la surface d'un renfort PRF collé à l'aide d'un solvant adapté ; il peut également être nécessaire de sécher la surface pour la rendre compatible avec la mise en œuvre d'un adhésif à base de liant polymère ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - collage de la pastille métallique circulaire, équipée d'un dispositif de fixation (normalement logement sphérique) à l'appareil de traction permettant l'application de la charge perpendiculairement à la surface sans composante parasite, au moyen d'une colle à prise rapide, rigide et de performances mécaniques élevées et de viscosité adaptée (généralement un adhésif époxy bi-composant) ; - après durcissement de la colle, montage du trépan de carottage diamanté et creux sur la pastille métallique circulaire, installation et fixation du carottier pour empêcher son déplacement. Carottage de préférence à sec du matériau rapporté au moyen du trépan en pénétrant dans le support béton sur une profondeur minimale de 3 ou 4 mm. Dépose du carottier et du trépan sans endommager la pastille métallique collée ; <p>Note : il est possible de réaliser le carottage du matériau rapporté et du support béton avant le collage de la pastille métallique; dans ce cas, il faut veiller à bien nettoyer la surface avant le collage de la pastille métallique, à centrer la pastille lors de son collage et à ce que l'adhésif ne pénètre pas dans la rainure produite par le trépan de carottage ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - mise en place de l'appareil de traction et fixation de l'appareil sur la pastille métallique ; - mise en charge de l'appareil de traction avec une vitesse de 0,05 +/- 0,01 MPa/s jusqu'à la rupture ; - détermination du type de rupture (pour les renforts PRF collés, on vise une rupture de type A, cohésive dans le support béton) ; - mesure du diamètre moyen au niveau de la face de rupture et calcul de la contrainte à rupture (contrainte d'adhérence « par défaut » dans le cas d'une rupture cohésive ou partiellement adhésive).

CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	<p>Faiblement destructif pour les enduits ou mortiers « minces » (les ruptures cohésives dans le support béton se produisent à une faible profondeur), mais nécessité d'une réparation locale au moyen d'un mortier de réparation adapté.</p> <p>Destructif pour les renforts PRF collés si les essais ne sont pas réalisés sur une zone test mais sur les renforts définitifs (nécessité d'une réparation des renforts PRF).</p>
MATURITÉ	Méthode éprouvée depuis longtemps.
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	<p>Maillet ou caméra thermique infrarouge avec système de chauffage.</p> <p>Thermohygromètre et thermomètre de contact (vérification des conditions météorologiques adéquates pour le collage et de l'absence de risque de condensation).</p> <p>Matériel de préparation de surface adapté au matériau rapporté à tester.</p> <p>Pastilles circulaires rigides en acier. Suivant le cas, dispositif de maintien des pastilles pendant la polymérisation de l'adhésif (collage en intrados de tablier de pont par exemple).</p> <p>Appareil de mesure de la dureté Shore D (suivi d'évolution de la dureté de la colle).</p> <p>Carottier avec trépan de carottage diamanté et creux de 50 mm de diamètre intérieur ; dispositif de positionnement et de maintien du carottier ; éventuel système de pulvérisation d'eau.</p> <p>Appareil de mesure d'adhérence par traction directe motorisé, conforme à la norme NF EN ISO 24624 (pilotage en force ; précision de +/-2 %).</p> <p>Appareil photo (faciès des ruptures).</p>

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	Contrôle de l'adhérence au support béton des renforts PRF collés, des enduits et mortiers minces.
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	<p>Nécessite un accès direct aux parties d'ouvrage concernées par les essais. Peut donc nécessiter des moyens d'accès particuliers, imposant la mise en place d'une signalisation voire d'une restriction d'exploitation de l'ouvrage.</p> <p>Nécessite la plupart du temps (incidence des conditions météorologiques sur la vitesse de polymérisation de la colle) deux interventions : une première pour la préparation des essais (collage des pastilles métalliques) et la seconde pour l'exécution des essais (couramment 24 à 48 heures après).</p> <p>Les conditions d'application et de durcissement de la colle doivent être respectées (températures mini et maxi, absence de risque de condensation du support : température du support > température du point de rosée + 3 °C).</p> <p>Hors cas d'une zone test, la zone d'essais nécessite une réparation après essais.</p>
LIMITES D'UTILISATION	<p>Zones exiguës (encombrement du matériel de carottage, voire du matériel de traction).</p> <p>Parements ruisselants et conditions ambiantes non appropriées (températures froides et/ou humidité relative élevée).</p> <p>Difficulté pour exécuter cet essai en plafond. Il faut utiliser un carottier particulier (risques électriques si carottage à l'eau).</p>
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	<p>La précision sur la contrainte à rupture est liée à la qualité de la préparation de l'essai, au type de matériel de traction employé, à la précision de mesure du diamètre moyen au niveau de la face de rupture.</p> <p>Pour les ruptures considérées « normales », les contraintes à rupture sont calculées à 0,1 MPa près.</p>
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Chargé d'essai et agent d'essai

CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES

ACCÈS À 1 OU 2 FACES	1 face
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Possibles en fonction des éventuels moyens d'accès particuliers nécessaires.

RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	<p>Une première intervention est nécessaire à la préparation du support et au collage des pastilles métalliques. Plusieurs zones de mesure (5 pastilles minimum) peuvent être préparées en une intervention.</p> <p>Il est ensuite nécessaire d'attendre le durcissement complet de l'adhésif utilisé pour le collage des pastilles métalliques, qui dépend de la nature de l'adhésif utilisé et des conditions météorologiques (adhésifs thermodurcissables). Ainsi la seconde intervention pour l'exécution des essais d'arrachement a généralement lieu dans les 24 à 48 heures après le collage des pastilles métalliques.</p> <p>Échantillonnage : on réalise un minimum de cinq essais par zone de mesure.</p> <p>Une valeur moyenne initiale par zone est obtenue sur au moins cinq valeurs individuelles. Les valeurs individuelles écartées de plus de +/-20 % de cette valeur moyenne sont exclues. La contrainte à rupture moyenne se calcule sur les valeurs conservées, avec un minimum de trois valeurs devant correspondre à des ruptures considérées "normales" (ie ne mettant pas en cause la couche de l'adhésif des pastilles métalliques). Le cas échéant, il peut donc être nécessaire de refaire un voire plusieurs essais.</p>
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Le jour des essais
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	<p>Normalement aucune</p> <p>Il peut être réalisé une fixation provisoire des pastilles métalliques au support pendant la durée de la polymérisation de l'adhésif</p>
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	<p>Le support ne doit pas présenter d'humidité non compatible avec la mise en œuvre d'un adhésif à base de liant polymère (absence de ruissellement).</p> <p>Certaines conditions climatiques (températures froides et/ou humidité relative élevée) empêchent de réaliser l'essai.</p> <p>La surface d'essai ne doit pas présenter de risque de condensation (température > température du point de rosée + 3°C).</p> <p>Les températures froides ralentissent la polymérisation de l'adhésif et repoussent ainsi l'échéance des essais.</p>
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	<p>Utilisation d'un carottier : risques spécifiques pour les opérateurs dont risque électrique si carottage à l'eau, a fortiori en cas de carottages en plafond.</p> <p>Carottage de renforts PRF collés : poussières de carbone fortement irritantes (EPI adaptés nécessaires).</p>
ENCOMBREMENT - POIDS	Utilisation d'un carottier pour le prélèvement : matériel lourd et encombrant.
AVANTAGES - INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	<p>Essai relativement simple à mettre en œuvre.</p> <p>Rapidité de disponibilité des résultats (en temps réel).</p>
INCONVÉNIENTS	<p>Essai partiellement destructif.</p> <p>Ne permet souvent pas de mesurer la contrainte d'adhérence souhaitée (par exemple en cas de rupture cohésive dans le support) ; on détermine alors seulement une contrainte d'adhérence « par défaut ».</p> <p>Lorsque la rupture est cohésive dans le support béton, les résultats d'essais sont souvent dispersés.</p> <p>Cet essai ne reflète pas la résistance au cisaillement des renforts PRF collés.</p>
DISPONIBILITÉ - COÛT	
DISPONIBILITÉ	Courante
COÛT	Faible
RÉFÉRENCES	

NORMES – MODES
OPÉRATOIRES – ARTICLES

NF EN 1542 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Méthodes d’essais – Mesurage de l’adhérence par traction directe (juillet 1999)

NF P95-101 : Ouvrages d’art – Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Réparation de surface du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés (novembre 1993)

NF P95-102 : Ouvrages d’art – Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Béton projeté – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés (avril 2002)

NF P95-103 : Ouvrages d’art – Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés (juin 2014)

Recommandations provisoires de l’AFGC « Réparation et renforcement des structures en béton au moyen des matériaux composites » (février 2011)

NF EN 1504-4 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton - Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité - Partie 4 : collage structural (mars 2005)