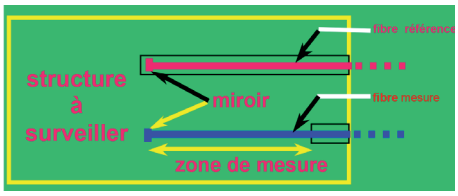
C3-10

MESURE DE DÉFORMATION PAR FIBRE OPTIQUE (extensomètre à interférométrie de Michelson)

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Mesurer la déformation locale ou globale d'un élément de structure à l'aide d'un capteur à fibre optique.
PRINCIPE	Une diode électroluminescente envoie dans une fibre optique monomode un rayonnement infrarouge qui est divisé et envoyé à travers un coupleur dans deux fibres parallèles installées dans le même capteur. La première, dite fibre de mesure, est liée mécaniquement au corps du capteur et subit donc les déformations de l'élément de structure. La seconde, dite fibre de référence, est placée librement à l'intérieur du capteur et se trouve donc être découplée des sollicitations mécaniques s'exerçant sur le corps du capteur. Un miroir situé à l'extrémité de chaque fibre renvoie la lumière vers le coupleur qui re-combine les deux faisceaux lumineux et les dirige vers un interféromètre de Michelson contenu dans le poste de lecture.  Schéma de principe (IFSTTAR) Le poste de lecture contient lui-même une fibre de référence qui est contrôlé avec précision par un miroir mobile. Ce type de technologie est plutôt adapté aux mesures de déformation (et de déplacement) à base longue. Les mesures sont multiplexables. L'étendue de mesure est égale à 1 % de la base de mesure en élongation et à 0,5 % en raccourcissement. La base varie selon le type de capteur entre 25 cm et plusieurs dizaines de mètres (50 m). Les longueurs courantes des parties actives du capteur sont de : 0,5 – 1 – 2 – 3 – 4 – 6 – 8 – 10 m. L'appareil incorporant une fibre de référence permet de fournir des mesures auto-compensées en température.
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif
MATURITÉ	Méthode de mesure éprouvée depuis une décennie.
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Les capteurs sont constitués de fibres optiques standards de communication (avec revêtement primaire en polyimide) qui sont fixées par collage à des ancrages métalliques. Les deux fibres optiques d'un même capteur (fibres de mesure et de référence) sont protégées du milieu extérieur par un revêtement en polyimide solidaire des ancrages, servant aussi de corps d'épreuve du capteur et n'étant pas en contact avec les fibres optiques. Les capteurs actuels ont besoin d'être connectés à un conditionneur de signal adapté à la technologie du capteur. Ces matériels sont vendus par des fournisseurs comme SMARTEC (sous le nom de capteur SOFO).  Capteur SOFO fixé sur un acier passif (D. Inaudi, Smartec)

MODALITÉS D'APPLICATIONS	
DOMAINE D'APPLICATION	Ces capteurs peuvent être noyés dans le béton, ou fixés sur le parement de structures en béton, en maçonnerie, en bois, en métal (dans ce dernier cas, le soudage est souvent interdit et il convient d'utiliser des boulons ou éventuellement de la colle, etc.). Ils permettent de : – mesurer le comportement sous chargement et de surveiller les structures ; – déterminer le diagramme des déformations ; – vérifier le fonctionnement de sections critiques (sous charges contrôlées ou sous trafic).
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Lors de son installation, une légère pré-tension de la fibre de mesure est exercée ; elle est de l'ordre de 0,5 % de la partie active du capteur. Ils peuvent être mis à l'intérieur des coffrages, en prenant les précautions nécessaires pour qu'ils ne bougent pas lors du bétonnage et qu'ils ne soient pas endommagés par la vibration du béton.
LIMITES D'UTILISATION	Sans
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	Résolution égale à 2 microns (SOFO) Précision égale à 0,2 % de la déformation mesurée, soit une précision de 20 µdef pour une étendue de mesure en déformation de traction de 10^{-2}, et une précision de 10 µdef pour une étendue de mesure en déformation de compression de 0,5 10^{-2} (SOFO).
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	L'équipe d'intervention est constituée de personnel ayant reçu une formation sur l'instrumentation des ouvrages d'art.
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Dépend du type d'ouvrage
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Non
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Dépend du nombre de voies d'acquisition de la centrale d'acquisition.
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Immédiat sur l'écran de l'ordinateur portable relié à la centrale d'acquisition, ou sur l'écran d'un poste à lecture manuelle.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Néant
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	La température a une influence sur la mesure qui peut être corrigée.
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Aucune précaution particulière
ENCOMBREMENT – POIDS	Dépend essentiellement du câblage et du convertisseur Poids du capteur très faible
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Robuste, étanche à l'eau, et a priori fiable sur le long terme. Insensible aux perturbations électromagnétiques Insensible à la corrosion, à l'humidité, aux vibrations. Auto-compensé en température. Possibilité de déconnecter l'optoélectronique du capteur et de la reconnecter sans perdre le zéro et permettre ainsi un suivi de la déformation à long terme.
INCONVÉNIENTS	Leur temps de réponse ne permet pas de faire de mesures dynamiques. Taille trop importante pour mesurer des contraintes locales dans des structures métalliques.

DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Courante (mais il existe très peu de fabricant)
COÛT	Élevé (surtout à cause du conditionneur opto-électronique)
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	Dupont J. – Comportements de Capteurs à Fibres Optiques, noyés ou fixés en surface d'ouvrages en béton. – Thèse ENPC, 27 mars 2002. Inaudi D., Vurpillot S. (1995), SOFO : Surveillance d'ouvrages par senseurs à fibres optiques, Ingénieurs et architectes suisses – N° 26, 6 Décembre, 8 p. Inaudi D., Vurpillot S., Casanova N., Osa-Wyser A. (1996), Development and field test of deformation sensors for concrete embedding, SPIE – Volume 2721, pp. 138-148.

Nota : Il s'agit de fiches informatives dont le contenu relève d'éléments recueillis auprès des constructeurs de matériel. L'Ifsttar dégage donc toute responsabilité sur la validité ou non de ces informations.