

## MESURE DE DÉFORMATION PAR FIBRE OPTIQUE (extensomètre à micro-courbures)

### PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF

Mesurer la déformation globale d'un élément de structure à l'aide d'un capteur à fibre optique.

PRINCIPE

Un rayonnement infrarouge est envoyé dans une fibre qui est entourée par un fil en hélice. Lorsque la fibre subit une déformation axiale, des micro-courbures apparaissent ; à chacune de ces micro-courbures une partie de la lumière est perdue par rayonnement et il se produit un affaiblissement du signal optique. La mesure de l'atténuation de l'intensité lumineuse permet d'évaluer la déformation à laquelle est soumise la fibre optique.

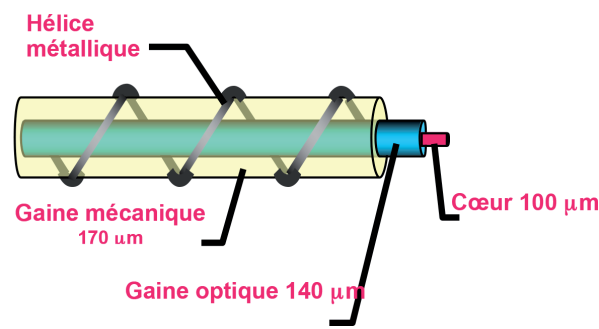


Schéma de principe  
(OSMOS)

La même fibre optique effectue les mesures de déformation et assure la liaison avec le système d'acquisition.

Ce type de technologie est adapté aux mesures de déformations à base longue. Elle n'offre pas de multiplexage de points de mesure sur une même fibre (il faut autant de câble de raccordement en fibre optique que de capteur).

Les capteurs ont une longueur comprise entre 1 et 10 m. Les longueurs courantes sont de 2,5 et 10 m avec des étendues de mesure respectives de 10, 25 et 50 mm.

Leur domaine courant de fonctionnement en température est compris entre -20°C et + 60°C.

L'appareil ne peut pas être compensé en température. Il convient de se référer au fournisseur pour obtenir le coefficient de sensibilité thermique (à titre d'exemple, OSMOS donne un coefficient de  $0,6 \cdot 10^{-6} / K$  pour sa corde optique).

CARACTÈRE DESTRUCTIF  
DE LA MÉTHODE

Non destructif

MATURITÉ	Méthode de mesure éprouvée depuis une décennie et employée sur de nombreux ouvrages.
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	<p>Les capteurs actuels ont besoin d'être connectés à un conditionneur de signal adapté à la technologie du capteur.</p> <p>Le câble de raccordement entre le capteur et la station de monitoring peut avoir une longueur de 1 km.</p>  <p>Corde optique de la société (OSMOS)</p>

### MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	<p>Ces capteurs peuvent être noyés dans le béton (gaine extérieure flexible en métal), ou fixés sur le parement de structures (gaine extérieure en silicone) en béton, en maçonnerie, en bois, en métal (dans ce dernier cas, le soudage est souvent interdit et il convient d'utiliser du boulonnage ou du collage, etc.).</p> <p>Ils permettent de mesurer le comportement sous chargement et de surveiller les structures.</p> <p>Ils permettent des mesures de déformation en statique et en dynamique (fréquence d'acquisition jusqu'à 100 Hz).</p>
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	<p>La fixation de ces capteurs optiques se fait par les extrémités, mais il est possible d'ajouter des points de fixation intermédiaires.</p> <p>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.</p>
LIMITES D'UTILISATION	Ne permet pas des mesures de déformations très locales et ponctuelles.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	<p>La résolution est de 0,001 mm.</p> <p>La précision de mesure annoncée est de +/- 0,002 mm.</p> <p>Une courbe d'étalonnage est établie pour chaque corde optique lors de la fabrication en usine et intègre le câble optique d'amenée de la lumière de la station de monitoring au capteur. Elle permet l'étalonnage sur site en réglant la tension entre points d'ancrage par contrôle de l'atténuation, de manière à fonctionner dans la plage de déformation prévue.</p>
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. Exploitation en temps différé, notamment en raison des corrections thermiques à effectuer.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Néant
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Il faut tenir compte des corrections thermiques.
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. Adapté à des mesures de déformations globales. Insensible aux perturbations électromagnétiques. L'opto-électronique permet des mesures en dynamique (cadence d'échantillonnage par voie de l'ordre de 100 Hz.
INCONVÉNIENTS	Manque de recul sur la longévité. Sensible à la perte de lumière causée par la flexion de la fibre, par la variation de longueur du câble optique de raccordement, ou les fluctuations de la source de lumière. Taille du capteur trop importante pour mesurer des contraintes locales dans des structures métalliques. Problème de recalage de 0 lorsque l'électronique est déconnectée entre deux séries de mesures.

### DISPONIBILITÉ - COÛT

DISPONIBILITÉ	Courante (mais il existe 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. Dieleman L., Martin D. - Surveillance par instrumentation des ponts métalliques ferroviaires, un exemple de système opérationnel. - GC'2009, Cycle de vie des ouvrages, une approche globale, AFGC, 18 et 19 Mars 2009.
---------------------------------------	--

**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.**