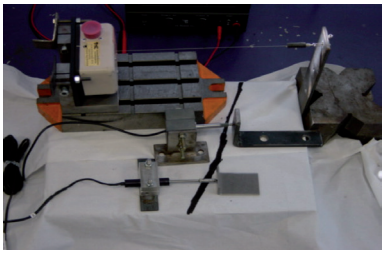
MESURES DE DÉPLACEMENT – CAPTEUR ÉLECTRIQUE

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE	
OBJECTIF	Détermination de mesures d'un déplacement à l'aide de capteur électrique.
PRINCIPE	Le Les capteurs comportent généralement une partie fixe liée au solide de référence et une partie mobile liée au solide dont on veut suivre le déplacement. Les principaux types sont les suivants : – **capteur de déplacement LVDT (Linear Variable Differential Transformer)** est constitué d'un noyau ferromagnétique généralement mobile à l'intérieur du corps du capteur (transformateur) constitué de bobines électriques coaxiales reliées à un conditionneur. La variation de champ électrique provoquée par le mouvement du noyau lié à l'ouvrage provoque une variation de tension proportionnelle au déplacement et enregistrable au moyen d'un enregistreur à tracé continu ou d'une centrale d'acquisition ; – **capteur de déplacement sans contact à courant de Foucault,** est utilisé pour des mesures sans contact effectuées sur des matériaux électriquement conductibles (ferromagnétiques ou non). Une bobine scellée dans le boîtier du capteur, est parcourue par un courant alternatif à haute fréquence. Le champ électromagnétique de la bobine induit des courants de Foucault dans l'objet à mesurer, ce qui modifie la résistance obtenue de la bobine. Cette variation d'impédance délivre un signal électrique proportionnel à la distance qui sépare l'objet à mesurer de la bobine du capteur ; – **capteurs potentiomètriques,** dont certains sont des capteurs à fil qui sont constitués d'un câble de mesure calibré qui s'enroule autour d'un tambour de mesure de grande précision – **capteur inductif** est constitué d'un noyau palpeur et d'un tube. Le principe de mesure est basé sur le principe des bobines différentielles. L'intérieur du tube contient deux enroulements et un amplificateur à fréquence porteuse, qui forment un pont complet. En déplaçant le palpeur, les valeurs d'inductance des deux enroulements varient. La différence d'inductance correspond à la mesure du déplacement ; – **capteur à jauge** est constitué d'un élément déformable sur lequel sont fixées une ou plusieurs jauges de déformation. Le principe consiste à traduire le déplacement d'un corps d'épreuve en termes de déformation de l'élément sensible du capteur, cette dernière étant elle-même traduite en variation de résistance électrique. Cette variation de résistance est donc proportionnelle au déplacement du corps d'épreuve ; – **capteur linéaire magnétostrictif** travaille selon le principe d'une mesure de temps de parcours d'une impulsion entre deux points dans un conducteur magnétostrictif. Le premier point correspond à un aimant mobile, l'autre à un point de référence du capteur. La position est déterminée grâce à la mesure du temps nécessaire à une impulsion électrique envoyée dans le conducteur magnétostrictif pour aller d'un point à l'autre. Le conducteur magnétostrictif est monté à l'intérieur d'un profilé aluminium étanche. L'aimant de positionnement est soit guidé le long du profilé par une liaison mécanique avec la partie mobile du capteur via une rotule, soit libre de mouvement (sans guidage).
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Non destructif
MATURITÉ	Variable selon les techniques (de 10 ans à plusieurs décennies).
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Capteurs électriques décrits ci-dessus. Supports de capteur. Centrale de mesure et/ou afficheur et/ou carte d'acquisition pour PC et/ou enregistreur. Certains capteurs nécessitent une alimentation stabilisée voire un conditionneur (signal sinusoïdal). Nécessité de câblage pour alimentation/réception du signal (sauf pour les nouveaux capteurs sans fils).

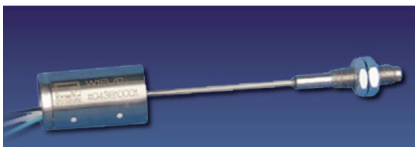
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ



Différents types de capteurs, de haut en bas :
Capteur à fil, capteur LVDT et capteur potentiométrique.
(CEREMA)



Exemple de capteur linéaire magnétostrictif.
(CEREMA)



Exemple de capteur inductif.
(CEREMA)

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION

- suivi d'ouverture / fermeture de fissure, de joints de voussoir, etc. et de manière générale tout mouvement relatif entre deux parties de structure ;
- suivi de basculement / déversement de mur en aile, et de manière générale tout mouvement d'ensemble d'un élément de structure ;
- mesure de la déformée d'éléments de structure ;
- opérations de vérinage.

À noter que les capteurs les plus précis peuvent servir à mesurer des déformations moyennes entre les supports.

SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION

Il est nécessaire de fixer (généralement par perçage) le bâti du capteur sur la structure. Des passerelles et des nacelles d'accès peuvent être nécessaires suivant la structure étudiée.

LIMITES D'UTILISATION

Capteur	Limites d'utilisation
Capteur LVDT	1 à 2 mm
Le capteur de déplacement sans contact à courant de Foucault	0,5 à 15 mm
Les capteurs potentiomètriques	50 mm à 1 m
Le capteur inductif	+/- 1 mm
Le capteur à jauge	de 0,5 à 100 mm
Le capteur linéaire magnétostrictif	10 à 1 500 mm

PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ

Capteur	Précision	Sensibilité
Capteur LVDT	0,1 %	de l'ordre du µm
Le capteur de déplacement sans contact à courant de Foucault	0,25 %	0,05 µm à 1,5 µm suivant les modèles
Les capteurs potentiomètriques	0,1 %	à partir de 0,1 mm
Le capteur inductif	0,2 %	de l'ordre du µm
Le capteur à jauge	0,1 %	de l'ordre du µm
Le capteur linéaire magnétostrictif	0,02 %	de l'ordre du µm

PERSONNEL ET COMPÉTENCES

Agent d'investigation sous le contrôle d'un chargé d'investigation ayant reçu une formation qualifiante pour les grandeurs mesurables.

CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	L'accès à une seule face est suffisant
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Non
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Sans objet
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Immédiat sur la centrale d'acquisition
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Le trafic sur un ouvrage peut influencer les mesures.
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Les mesures sont influencées par les conditions de température.
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Pas de problème de sécurité
ENCOMBREMENT – POIDS	Matériel portable
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Centralisation et surveillance en temps réel, etc. Capteurs robustes et légers
INCONVÉNIENTS	Certains capteurs (résistifs) peuvent dériver en fonction de fortes variations de température. Nécessite souvent une alimentation stabilisée voire un conditionneur. La longueur de câble dans certains cas peut influencer la mesure.
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Courante
COÛT	Faible
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	§ 3.2.2.3 du guide technique du LCPC – La télésurveillance des ouvrages d'art sous haute surveillance – Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées – Guide technique GTTEL - 70p - 2005