INCLINOMÉTRIE EN FORAGE

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Mesure de déplacements horizontaux en profondeur le long d'un tube scellé dans le sol ou dans un élément de fondation profonde.
PRINCIPE	Après réalisation d'un forage dans lequel on scelle un tube spécifique, le principe consiste à déterminer sur toute sa longueur la position déformée du tube qui est liée aux déplacements horizontaux du sol ou de la fondation qui l'environne. Cette déformée est obtenue en mesurant à l'aide d'une sonde (que l'on déplace dans ce forage à partir de la base) les angles d'inclinaison du tube par rapport à la verticale pour différentes positions de la sonde. Cette méthode de mesure nécessite d'avoir un point fixe qui est généralement la base du forage. La sonde circule dans le tube axialement mais est bloquée latéralement par un système de ressorts. Elle comprend deux accéléromètres verticaux disposés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre. Elle doit être étanche à l'eau et insensible aux pressions d'eau existant dans le forage. Pour éliminer les erreurs, on réalise deux mesures successives en effectuant un premier aller retour de la sonde dans son tube avec une orientation fixée, puis en la tournant de 90° autour de son axe pour un second aller retour. Les mesures sont réalisées à des profondeurs fixées qui sont généralement tous les 50 cm.
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Partiellement destructif (en raison du forage)
MATURITÉ	Méthode éprouvée (depuis les années 1970)
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Matériel nécessaire au forage préalable (machine et atelier de forage du type de ceux employés pour les reconnaissances de sols) Coulis d'injection, malaxeur et pompe d'injection Pour la mesure : – Sonde inclinométrique – Touret – Poste de mesure

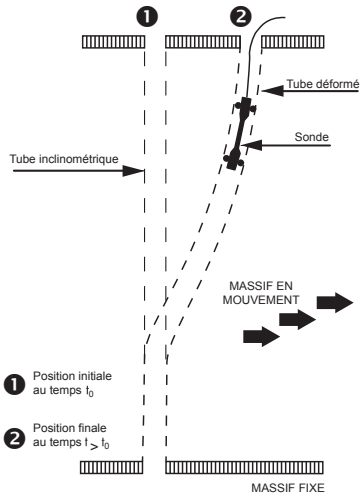


Schéma de principe d'une mesure inclinométrique : Exemple pour un massif de sol en mouvement (CEREMA)

MODALITÉS D'APPLICATIONS

DOMAINE D'APPLICATION	Permet de détecter l'évolution des déplacements horizontaux, des glissements ou basculements d'une structure ou d'un terrain en place.

SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Dans le cas de sols peu consistants, on peut être amené à mettre en œuvre un tubage provisoire pour pouvoir mettre en place le tube inclinométrique jusqu'au fond du forage. Dans le cas d'un forage en sol, le coulis doit avoir des caractéristiques proches de celles du sol environnant et ne doit pas faire l'objet de pertes dans le sol au cours du temps. Dans le cas d'un forage en fondation, Il faut être vigilant sur la composition du coulis qui doit être stable et à faible retrait. Dans certains cas où le tube inclinométrique est déjà fortement déformé, il est recommandé de passer une « fausse sonde » au même gabarit que la sonde inclinométrique, avant d'envoyer celle-ci, et cela pour éviter de perdre cette dernière par blocage
LIMITES D'UTILISATION	En cas de fortes déformations du tube, la courbure locale prise par le tube peut empêcher le passage de la sonde. L'inclinaison du forage est limitée par l'inclinaison nécessaire au bon fonctionnement des accéléromètres. La mesure nécessite un accès à la tête de la fondation et un tirant d'air suffisant au dessus du sol ou de la fondation pour pratiquer le forage et engager les éléments du tube inclinométrique dans le forage.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	+/- 0.02 mm sur les déplacements Mesures effectuées tous les 0.5 m résolution de 2.10^{-5} rad
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Un chargé d'investigation possédant une compétence pour l'interprétation d'un dépouillement inclinométrique
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Accès à une face (partie supérieure)
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Sans objet
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Mesure manuelle qui demande environ 1 heure par forage.(le forage étant déjà équipé)
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Le temps du dépouillement des mesures
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Non
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Sensibilité à l'humidité et aux basses températures
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Néant
ENCOMBREMENT – POIDS	Poids de la sonde : 4,1kg
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Détection de faible déplacement Souplesse d'utilisation de l'appareillage Suivi des ouvrages sur le long terme
INCONVÉNIENTS	Coût de la réalisation d'un forage Pas de mesure en continu Pas de mesure en dynamique

DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Courante
COÛT	Élevé (lié au forage)
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	NF P94 -156 (Octobre 1995) Sols : reconnaissance et essais – Mesures à l'inclinomètre. Bigot G. – Les mesures à l'inclinomètre – Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées n°210, Juillet-Août 1997, NIT 4152, pp 127-131.