



Des dislocations orthogonales au forage sont mesurées à l'aide des sondes d'inclinaison (inclinomètres) ou des chaînes de mesure de déplacements transversaux permanentement installées (déflectomètres). Pour faire des mesures par l'inclinomètre il faut tuber les forages. On remplit le passage annulaire entre le tube et le mur du forage avec du mortier au ciment ou du matériau isolant. L'inclinomètre, qui est mis en place à une ligne de mesure, se compose d'une sonde de 0,5 ou 1 m de longueur avec des pendules installés sur les deux plans mutuellement verticaux. Des bascules à ressorts, chacune avec deux roues de guidage, sont aménagées à chaque bout de la sonde, ainsi que la piste de la roue de guidage est bien juste dans les rainures du tube. Les rainures garantissent que la position de mesure de l'inclinomètre est la même pour chaque mesure lors d'un cycle de mesure en passant par le forage aux niveaux d'un mètre ou d'un demi-mètre. Le principe de mesure d'une pendule est indiqué dans la fig 1.

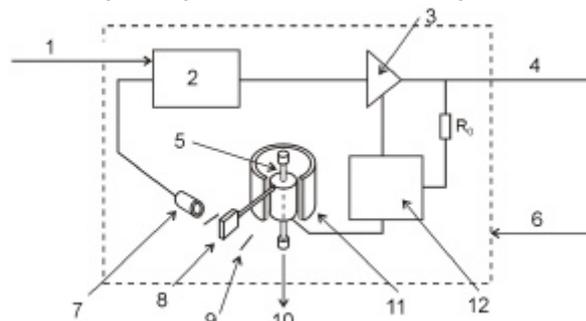


Fig 1 Pendule d'inclinomètre avec palpeur de positionnement optique

1 Tension	2 Module électro
3 Amplificateur	4 Sortie courant continu
5 Collier de fixation	6 Boîtier étanche
7 Palpeur de positionnement optique	8 Pendule
9 Arrêt	10 Axe vertical
11 Moteur	12 Filtre

Des dislocations entre deux mesures causent une modification de l'inclinaison du tube. Le résultat de cette modification est un angle d'inclinaison différent entre le pendule (verticale) et l'axe de mesure. La valeur mesurée est indiquée analogiquement comme le sinus de l'angle d'inclinaison ou comme une dislocation en millimètres. Pour l'évaluation les valeurs individuelles sont mises à la file comme un tracé polygonal. En cas de mesure soignée la précision des mesures fait  $\pm 2 \times 10^{-4}$  du pas de mesure ( $\pm 0,2 \text{ mm}/1 \text{ m}$ ). Des tubes de mesure de l'inclinaison peuvent être installés avec des extensomètres dans le même forage, pour mesurer des dislocations parallèles et transversales à l'axe de forage.



L'inclinomètre du type Glötzl NMG est une sonde qui sert aux mesures manuelles d'angles d'inclinaisons dans un tube-guide. Ces mesures donnent des enseignements sur les mouvements dans les sols, p. ex. barrages, remblais pour voirie et murs de soutien, glissements de terrain et de roches.

La torpille est descendue à l'intérieur du tube-guide, lui-même mis en place dans un forage ou un remblai. Il est ainsi possible de saisir techniquement par des mesures les variations d'inclinaison dans les ouvrages ou les mouvements des couches.

## 1 Torpille NMG

Le corps de la torpille est traité contre la corrosion et l'acide. Pour le guidage dans le tube de mesure, il est équipé de deux bascules à ressorts, chacune avec deux roues.

Selon le modèle elle est équipée d'un ou deux accéléromètres placés alternativement à 90 °.

La torpille est un accéléromètre qui répond à la gravité. Dans ce cas,  $\pm 1$  g correspond à un angle de  $\pm 90$  °. Car la tension de sortie suit sinusoidalement à l'angle, une adaptation est nécessaire pour des angles plus grands.

### 1.1 Modèles disponibles

Type NMG 30/1	Gamme de mesure $\pm 30$ °	Axe de mesure A-A
Type NMG 30/2	Gamme de mesure $\pm 30$ °	Axe de mesure A-A et B-B
Type NMG H 30/0,5	Gamme de mesure $\pm 30$ °	Inclinomètre horizontal 0,5 m
Type NMG H 30/1	Gamme de mesure $\pm 30$ °	Inclinomètre horizontal 1,0 m

### 1.2 Caractéristiques techniques

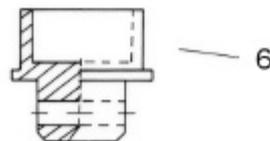
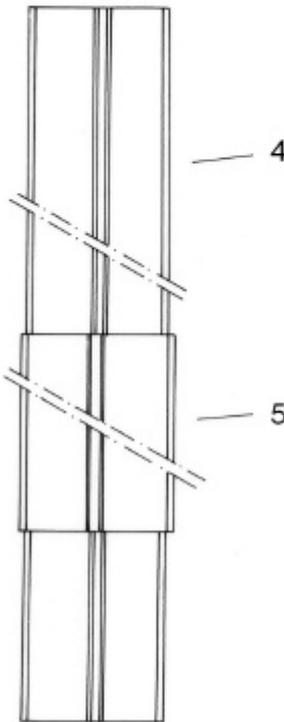
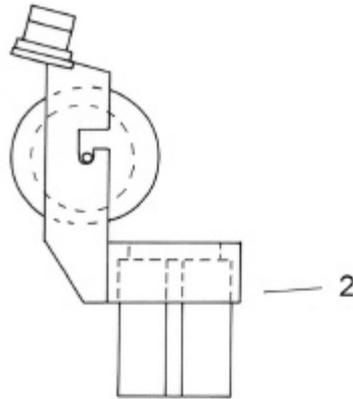
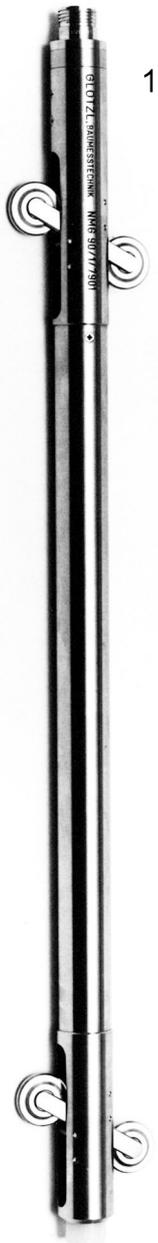
Poids 2,2 ou 3,2 kg	Longueur de mesure 0,5 ou 1,0 m
Linéarité $\pm 0,05$ % de la valeur	Longueur totale 0,7 ou 1,2 m
Hystérésis $\pm 0,001$ % de la valeur	Température d'utilisation $-5$ ° C à $+60$ ° C
Influence de la temp. $\pm 0,005$ %	Résistance aux chocs 1500 g, 6 ms de la valeur /° C
Diamètre du tube de guidage	max. 70 mm min. 35 mm

**2 Câbles et accessoires**

- 2.1 Câble en PUR/PVG, 10 mm de diamètre, avec noyau Kevlar, 6 contacts. Marquage tous les 0,5 m, poids par m = 0,15 kg
- 2.2 Touret type NMK 2 pour max. 100 m de câble avec contact tournant pour 2 axes de mesure, poids 7,0 kg
- 2.3 Adaptateur pour tube gradué d'inclinaison NMF 48, avec dispositif d'arrêt de câble et rouleau de guidage, poids 1,5 kg
- 2.4 Caisse de transport pour palpeur, appareil indicateur et guidage. Dimensions: L = 680 mm, P = 460 mm, H = 200 mm.

**3 Tube-guide de l'inclinomètre**

- 3.1 Tube-guide avec 4 rails de guidage pour l'inclinomètre en plastique ou aluminium
  - Longueur 3000 mm
  - Diamètre total 55 mm
  - Diamètre intérieur 48 mm
  - Poids/mètre 1 kg
- 3.2 Connecteur pour le tube-guide, en plastique ou aluminium
  - Longueur 300 mm
  - Diamètre total 65 mm
  - Poids 0,3 kg
- 3.3 Bouchon d'extrémité encastrable type SV 48 avec vis d'arrêt
- 3.4 Bouchon d'extrémité encastrable type KV 48 avec vis d'arrêt
- 3.5 Bouchon d'extrémité à enfoncer type PV 48, en plastique ou aluminium



- 1 Sonde d'inclinaison
- 2 Adaptateur pour tube gradué d'inclinaison avec rouleau de guidage et dispositif d'arrêt de câble
- 3 Bouchon d'extrémité encastrable
- 4 Tubage avec 4 rails de guidage, 3 m de longueur
- 5 Boîte de jonction, 0,3 m de longueur
- 6 Bouchon d'extrémité



#### 4 Coffret VMG 14-1

Ce multiplexeur sert à mesurer presque tous les palpeurs individuels standards, mais peut aussi être utilisé pour des méthodes de mesure linéaire (p. ex. inclinomètres). Il possède un chargeur et des piles NiCd rechargeables et sans service d'entretien, il peut ainsi être commandé indépendant du réseau. On le peut recharger soit par le réseau 230 V ou par la batterie d'automobile. L'appareil est programmable par le clavier ou par l'interface V24. Toutes les données sont mémorisées et peuvent être lues par l'interface série.

Pour les méthodes de mesure linéaire des programmes variables, facile à commander pour l'utilisateur, sont disponibles avec lesquels la longueur des niveaux de mesure, la longueur de mesure totale et le mode de mesure sont définis.

L'appareil peut être additionnellement utilisé comme système de saisie de données temporaire (collecteur de données). Un programme de temps appelle automatiquement les données par le multiplexeur raccordé et les mémorise dans un fichier relié.

#### Alimentation du palpeur

Deux canaux, particulièrement raccordables et interruptibles,

- Tension bipolaire réglée :  $\pm 2,5$  -  $\pm 5,0$  -  $\pm 10,0$  -  $\pm 12,0$  V
- Tension bipolaire pas réglée :  $\pm 15,0$  V
- Tension unipolaire réglée :  $\pm 12$  V
- Courant réglé : 0,1 à 4,0 mA

#### Ports digitaux

- RS484 (bus de palpeur)
- V24 (modem DFÜ)



### Platine avant et affectation du clavier

#### *Témoin de charge*

*Charge : vert*

*Panne. rouge*

#### *Prises*



#### (1) Affichage

Résolution (240 x 160) Pixels, facteur de remplissage  $\approx 92\%$  à une trame de pixel de 0,35 mm, surface de l'affichage effective (88 x 60) mm<sup>2</sup>, direction de visée 10 ° du dessous, fenêtres dans écran antireflet, monochromatique, présentation normale noir sur fond blanc, éclairage du fond CFL (tube fluorescent à cathode froide), luminosité typ. 120 cd/m<sup>2</sup>, contrôle automatique de luminosité et de contraste, rajustage manuel de la courbe de luminosité.

#### (2) Clavier

18 touches d'entrée, une touche de mise en circuit et une de mise hors circuit, clavier à effleurement avec surfaces de touches convexes, hauteur env. 2,5 mm.

**Entrées analogiques**

Deux canaux placés en parallèle pour une entrée ADC, env. 10 Hz quote-part de balayage sur tous les canaux ensemble, résolution de digitalisation 16 Bit, à calibrage automatique, canaux réversibles entre courant ( $RE \approx 68 \Omega$ ) et tension ( $RE \approx 1M\Omega$ ).

Gammes de mesure de courant : 0,5 – 1,0 – 2,0 – 5,0 – 10,0 – 25,0 mA

Gammes de mesure de tension : 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 2,0 – 5,0 V

**Alimentation en énergie**

- externe : tension de réseau 240 V<sub>AC</sub>
- externe : tension continue 12 . . 24 V<sub>DC</sub>
- interne: accumulateurs NiMH 6,2 V / capacité 7 Ah / formate R14

**Dimensions et poids**

Poids : 3,3 kg sans câble de réseau

Dimensions : Largeur 190 mm, hauteur 120 mm, profondeur 210 mm

**Logiciel et grandeur de la mémoire d'informations**

Logiciel de lecture standard pour la communication PC – VMG 14-1

- 30.000 valeurs de mesure particulières
- 250 projets
- 449 palpeurs
- 299 types

**Boîtier**

Profil en aluminium stable avec poignée de manutention, type de protection IP67 (protégé contre projections d'eau) ;

comme accessoire additionnelle un sac en cuir artificiel est disponible.



## Chargeur

Le chargeur Delta-U est équipé d'un contrôle de charge automatique (processeur de charge intégré), d'un contrôle de charge finale et d'une surveillance d'élévation de température.

Le contrôle détecte l'état actuel de l'accu et empêche une surcharge.

## Accu et attente

L'appareil doit être rechargé tous les 6 à 8 semaines en cas de non-utilisation.

Etat de charge min. 5,2 V, max. 6,9 V. L'état actuel de charge peut être lu dans le menu « Réglage de l'instrument » sous « Etat de pile ».

A 4,6 V mise hors circuit automatique à cause de décharge profonde.

Temps de fonctionnement : En moyenne 18 heures (13 – 15 heures en cas de tube inclinométrique), dépendant du palpeur, sans éclairage du fond de l'affichage.

## 5 Matériel de montage et outils

- 5.1 Perceuse électrique avec accu et chargeur
- 5.2 Rivets pour la fixation des manchons, livrés par 100 pièces
- 5.3 Pince à rivets
- 5.4 Adhésif d'étanchéité, largeur 50 mm, longueur 10 m

## 6 Fausse torpille (souris) pour la vérification du tube de guidage

- 6.1 Type NMB 50 avec 50 m de câble acier et tambour d'enroulement, 7,5 kg
- 6.2 Type NMB 100 avec 100 m de câble acier et tambour d'enroulement, 8,5 kg

**Informations Commerciales**

- 2.6.1.1 Torpille NMG
- 2.6.1.1.1 Inclinomètre NMG 30/1,  
gamme de mesure +/- 30 °, 1 axe de mesure,  
longueur de la sonde 0,5 m
- 2.6.1.1.2 Inclinomètre NMG 30/2,  
gamme de mesure +/- 30 °, 2 axes de mesure,  
longueur de la sonde 0,5 m
- 2.6.1.1.3 Inclinomètre horizontal NMG H 30/0,5  
gamme de mesure +/- 30 °, 1 axe de mesure,  
longueur de la sonde 0,5 m
- 2.6.1.1.4 Inclinomètre horizontal NMG H 30/1  
gamme de mesure +/- 30 °, 1 axe de mesure,  
longueur de la sonde 1 m
- 2.6.1.2 Câbles et accessoires
- 2.6.1.2.1 Câble en PUR/PVG, d = 10 mm,  
avec noyau Kevlar,  
marquage tous les 0,5 m
- 2.6.1.2.2 Touret NMK 2 pour max 100 m de câble,  
avec contacts tournants pour 2 axes de mesure
- 2.6.1.2.3 Adaptateur pour tube gradué d'inclinaison  
NMF 48 avec dispositif d'arrêt de câble  
et rouleau de guidage
- 2.6.1.2.4 Caisse de transport pour palpeur  
(680 x 460 x 200)
- 2.6.1.3 Tube-guide de l'inclinomètre



- 2.6.1.3.1 Tube-guide en ABS avec 4 rails de guidage,  
d = 55 mm, l = 3000 mm
- 2.6.1.3.2 Connecteur pour le tube-guide en ABS,  
d = 65 mm, l = 300 mm
- 2.6.1.3.3 Bouchon d'extrémité encastrable SV 48  
avec vis d'arrêt
- 2.6.1.3.4 Bouchon d'extrémité encastrable KV 51  
avec vis d'arrêt
- 2.6.1.3.5 Bouchon d'extrémité à enfoncer PV 48 pour pied
- 2.6.1.5 Contrôleur universel VMG 14.1  
avec mémoire d'informations  
et programme de mesure
- 2.6.1.6 Matériel de montage
  - 2.6.1.6.1 Perceuse électrique  
avec accu et chargeur
  - 2.6.1.6.2 Rivets d = 3 mm
  - 2.6.1.6.3 Pince à rivets
  - 2.6.1.6.4 Adhésif d'étanchéité,  
largeur 50 mm, longueur 10 m
- 2.6.1.7 Fausse torpille (souris) NMB 50  
longueur 0,5 m avec 50 m de  
câble acier et tambour d'enroulement



Pendant l'exécution des mesures inclinométriques les séries de mesures sont automatiquement mémorisées par l'instrument de mesure.

Généralement on fait toujours deux séries de mesures dans un sens de mesure, dénommées „mesure standard“ et „mesure reverse“. Pour pouvoir distinguer ces deux séries, la marque A+ est gravée sur la sonde d'inclinomètre. Pour les mesures standard cette marque est alignée à la direction A+ précédemment déterminée sur chantier. Pour les mesures reverse la sonde de mesure est tournée de 180 °. Le résultat devrait être le même en ce qui concerne les valeurs mais avec le signe opposé. Cette procédure permet premièrement le calcul de l'erreur moyenne de chaque pas de mesure et une mesure de correction si l'erreur moyenne dépasse une certaine valeur. Deuxièmement des erreurs systématiques, p. ex. de l'enregistreur des données, sont éliminées en formant une valeur moyenne de deux mesures avec des signes opposés.

La plupart des mesures inclinométriques sont commencées dans le fond du trou, supposant que le forage descend au sous-sol où il n'y a plus de dislocations. Si ce n'est pas le cas, on peut aussi commencer la mesure au bord supérieur du forage, mais maintenant la valeur absolue de dislocation peut seulement être déterminée si le point de départ du forage est déterminé géodésiquement. Dépendant de la longueur de la sonde la mesure est faite aux pas de 0,5 m ou de 1 m, graphiquement indiquée sous la forme d'un tracé polygonal sur la profondeur du forage et comparée avec la série de mesures précédente. Une autre forme d'indication montre les changements d'inclinaison en fonction du temps aux profondeurs du forage sélectionnées (voir les illustrations suivantes).

Nous pouvons vous fournir le programme de calcul INCAL, fonctionnant sur ordinateurs compatibles pour IBM, pour l'évaluation de mesures inclinométriques.

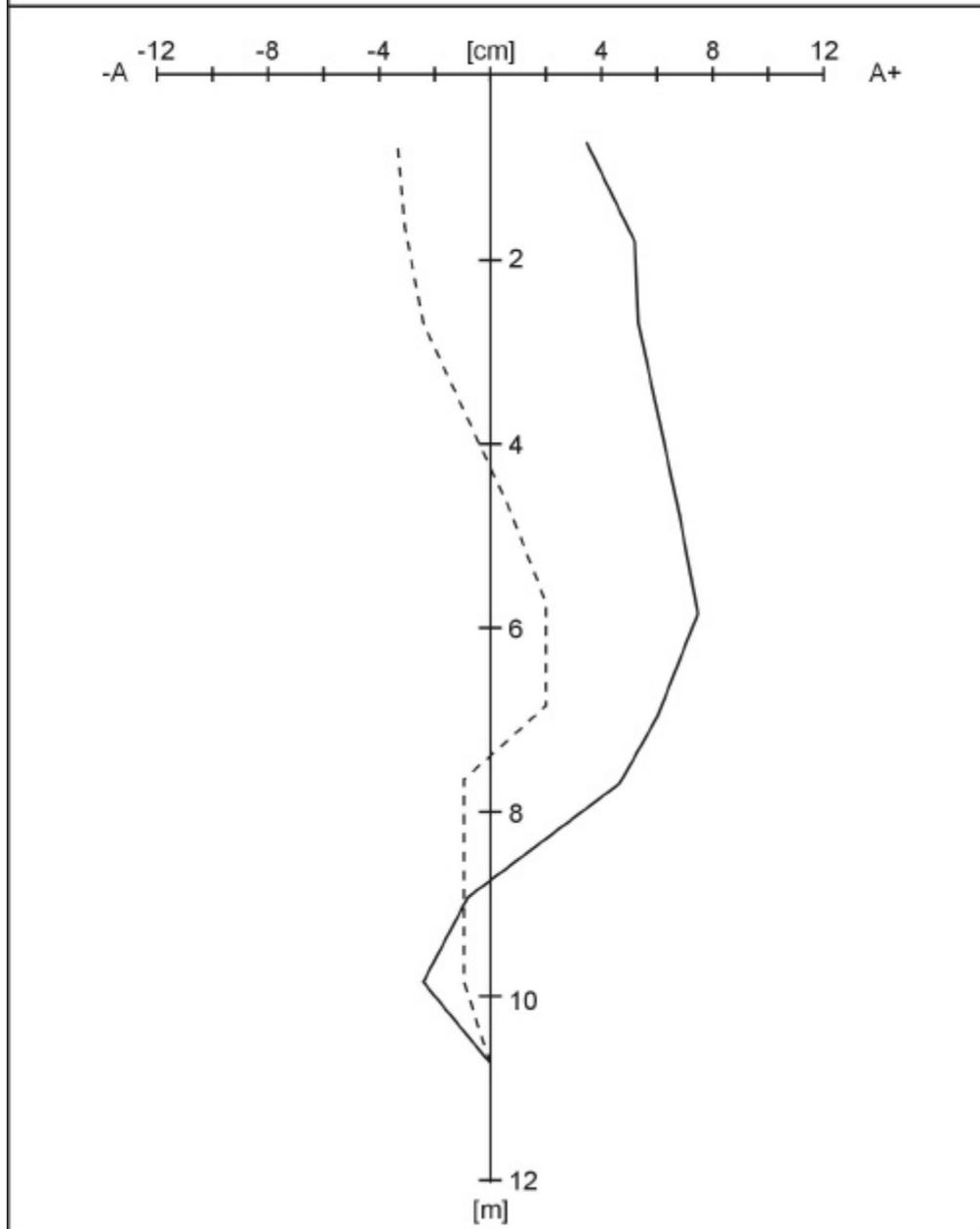


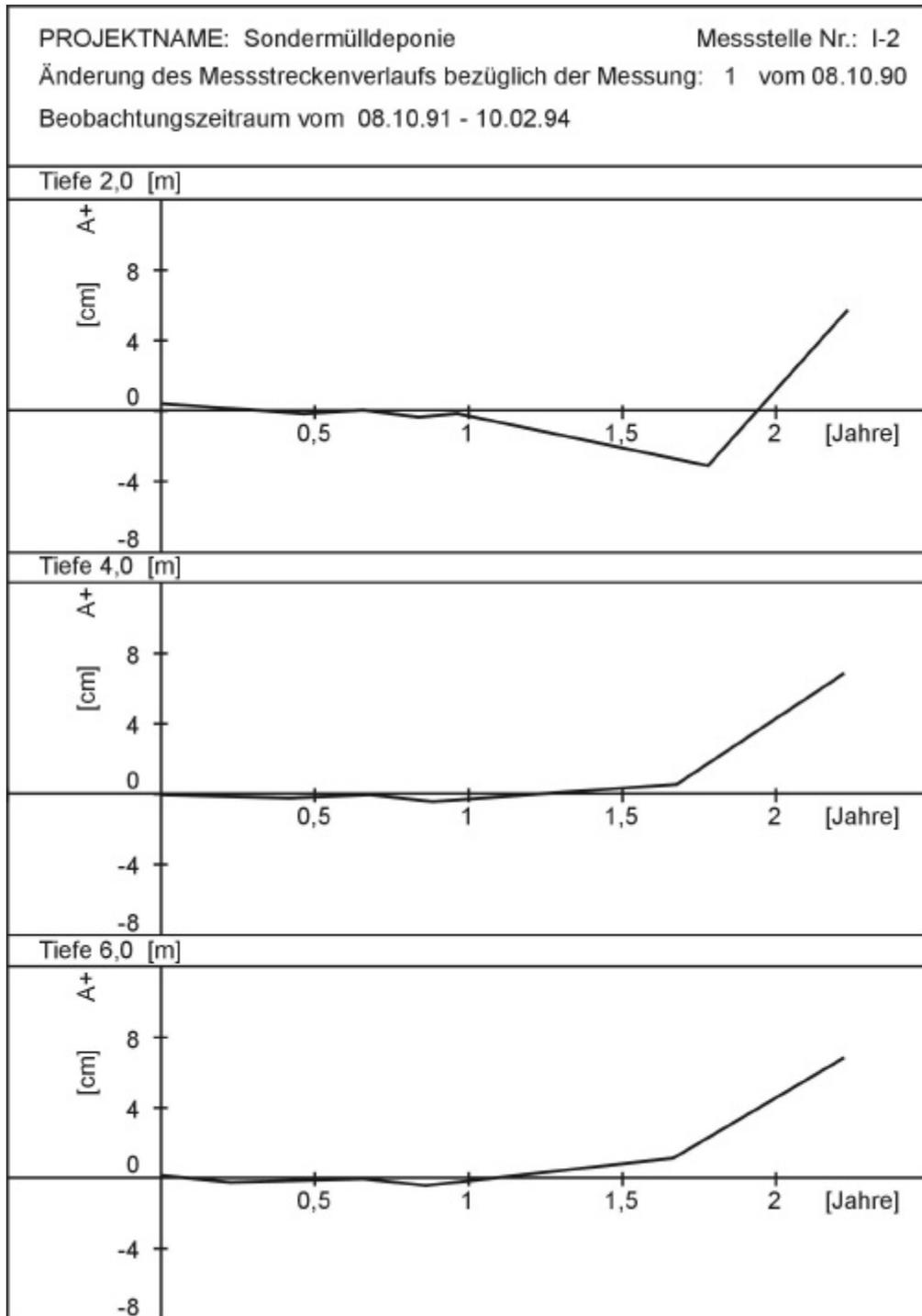
PROJEKTNAME: Sondermülldeponie

Messstelle Nr.: I-2

Änderung des Messstreckenverlaufs bezüglich der Messung: 1 vom 08.10.90

——— Messung: 19 vom: 09.02.94 - - - - - Messung: 18 vom: 02.07.93







La sonde Trivec permet d'exécuter en même temps des mesures d'inclinomètre et d'extensomètre à sonde. On peut déterminer très précisément les trois composants orthogonaux (x, y et z) du vecteur de dislocation des axes de mesure verticaux jusqu'à subverticaux. La sonde Trivec est un perfectionnement technique du micromètre de cisaillement ISETH. Elle est additionnellement équipée de deux capteurs d'inclinomètre (voir fig 1) et développée à l'institut pour constructions routières, de chemins de fer et de roches à l'université Zurich, Suisse (ISETH). La base de la haute précision est le gauchissement de la sonde avec ses têtes sphériques dans des marques de mesure métalliques côniques.

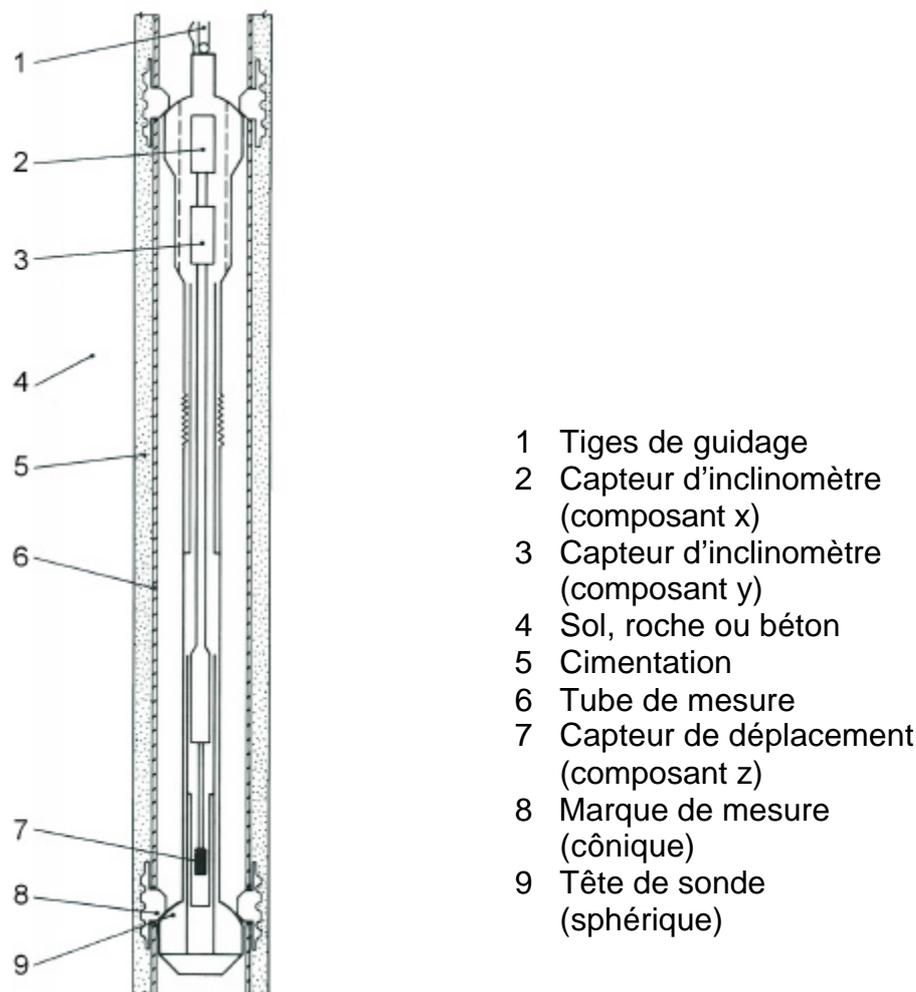


Fig 1 Section longitudinale par forage, tube de mesure et sonde



Les marques de mesure sont installées dans le forage aux intervalles de 1 m à l'aide d'un tube protecteur en plastique. Le diamètre du forage ne doit pas être inférieur à 100 mm.

Le tube de mesure est placé dans le forage de manière à ce que les axes x et y de l'instrument à position de mesure soient adaptés au but de la mesure. Ensuite le passage annulaire entre le flanc du forage et le tube protecteur est rempli de mortier au ciment pour bien relier les marques de mesure aux roches.

La sonde d'un poids d'env. 3 kg est descendue pas à pas dans le tube protecteur par des tiges de commande aux marques de mesure éloignées de 1 m l'une de l'autre. Après chaque mètre les deux têtes de mesure sphériques placées aux extrémités de la sonde et munies d'évidements passent les marques de mesure munies aussi d'évidements (position de cisaillement). En tournant de 45 ° et en tirant les tiges de commande la sonde avec les deux têtes est gauchie dans deux marques voisines (position de mesure). Ensuite la sonde est tournée de 180 ° à l'aide des tiges de commande et on y prend aussi une mesure.

La très haute précision de  $\pm 1 \mu\text{m}$  en direction z dans le dispositif de calibrage et de  $\pm 3 \mu\text{m}$  dans le tube de mesure in situ est atteinte par le principe boule - cône très précis à la définition de position des deux têtes de mesure. Exprimé en allongement l'instrument a une sensibilité de mesure de  $1 \cdot 10^{-6}$  pour le composant z, la gamme de mesure est de 20 mm. La sonde et le dispositif de calibrage sont munis d'un élément de mesure de température pour pouvoir compenser les changements de longueur de la distance mesurée influencés par la température.

Le positionnement précis de la sonde permet aussi une très haute précision en mesurant les composants x et y par les deux inclinomètres installés. Cette précision du système est - une mesure soignée supposée - de  $\pm 0,05 \text{ mm/m}$  à une température de fonctionnement entre 0 et 40 ° C.

**Informations Commerciales**

- 2.6.3.1 Tube de mesure Trivec  
longueur de base 1,0 m,  
en HPVC,  
diamètre extérieur 60 mm,  
diamètre intérieur 50 mm,  
avec dispositif d'accouplement  
télescopique et arrêt de  
précision conique
- 2.6.3.2 Fermeture de tube de mesure  
en HPVC en bas avec dispositif  
d'accouplement télescopique  
et 0,5 m tube de mesure
- 2.6.3.3 Fermeture de tube de mesure  
en HPVC en haut avec bride  $d = 150$  mm  
pour la fixation du treuil de câble  
et 0,5 m tube de mesure