

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 85 (1987)

**Heft:** 3

**Artikel:** Surveillance de zones de glissements et de modifications tectoniques : le système tachéométrique GEOROBOT à visée automatique

**Autor:** Kahmen, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-233440>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 20.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Surveillance de zones de glissements et de modifications tectoniques

## Le système tachéométrique GEOROBOT à visée automatique

H. Kahmen

On décrit un système topographique intelligent qui, sans observateur, c'est à dire de lui-même, observe un semis de points et interprète les étapes du processus d'observation et les résultats. On présente l'organisation technique du système modulaire, les développements du logiciel pour la commande et le contrôle du système et les résultats.

*Es wird ein intelligentes Tachymetersystem beschrieben, das selbstätig ohne Beobachter einen Punkthafen überwacht und die Beobachtungsepochen und ihre Resultate integriert. Die technische Organisation des modularen Systems, die Entwicklung der Logik für die Systemsteuerung und -kontrolle sowie die Resultate werden präsent.*

### 1. Introduction

Dans les massifs montagneux, on rencontre souvent des problèmes de sécurité lorsque de grandes zones commencent à se mouvoir ou lorsque des rochers se détachent. On peut parer aux dangers si on connaît la cinématique de la zone, c'est-à-dire si on peut saisir les mouvements dans l'espace et dans le temps. Les mesures géodésiques peuvent apporter une aide importante pour cela. Pour la surveillance de zones de grande étendue, on peut en général avoir recours, à l'observation de variations de longueurs par-dessus la zone à surveiller à partir d'un point de station stable. Comme les mesures doivent être répétées, on utilise avec profit un système électronique de mesures tachéométriques qui, commandé par un calculateur, travaille automatiquement.

Un processus automatique de mesure et de traitement des données présente les avantages suivants:

- en terrain dangereux les cycles de mesure peuvent être choisis pour se succéder à des intervalles de temps très courts
- plus l'intervalle des mesures est court, plus précise est la prédiction des moments de danger
- un système d'alerte automatique peut être ajouté
- un changement de l'intervalle des cycles de mesures n'a pas d'influence sur les frais de personnel.

### 2. Disposition des mesures

Bien souvent on doit observer des zones assez étendues dont le diamètre peut atteindre quelques kilomètres. Pour des raisons économiques, le nombre de points doit être maintenu aussi faible que possible. La forme de l'objet à observer doit être généralisée par des points objet individuels. Le choix judicieux des points objet est du ressort d'une équipe de spécialistes de différentes sciences de la terre.

La figure 1 montre une disposition de mesure pour l'observation des gradins d'exploitation à ciel ouvert qui peuvent atteindre 600 m de hauteur et 3 km de long. Les points à observer se déplacent en moyenne de 20 cm par an. Pour saisir la cinématique des gradins on utilise la mesure de longueur par dessus la fosse d'exploitation (2 à 4 km). On ne détermine cependant que le vecteur déplacement dans la direction de la visée, mais on obtient très rapidement un indicateur important de mouvement. Avec le système de mesure Georobot, décrit ci-après, on peut déceler des mouvements dans la direction de la visée et dans les trois dimensions de l'espace. Lors d'observations tridimension-

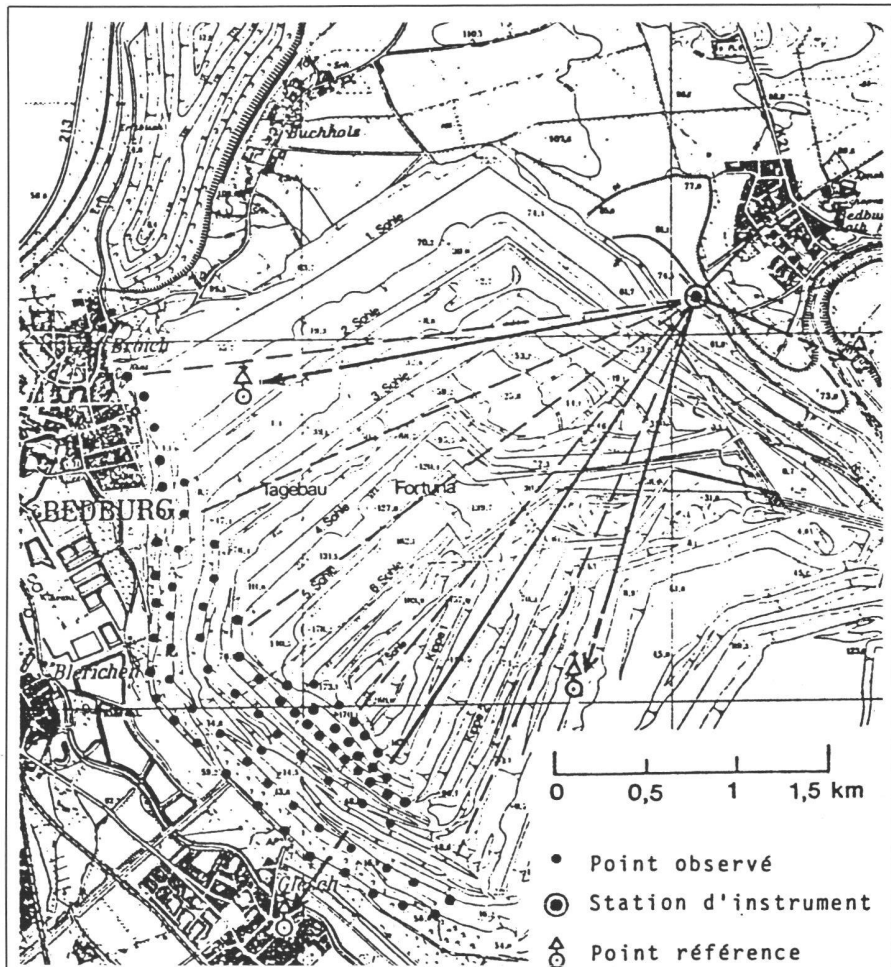


Fig. 1: Observation des gradins de mine à ciel ouvert par mesure de distances (Nehring 1983).

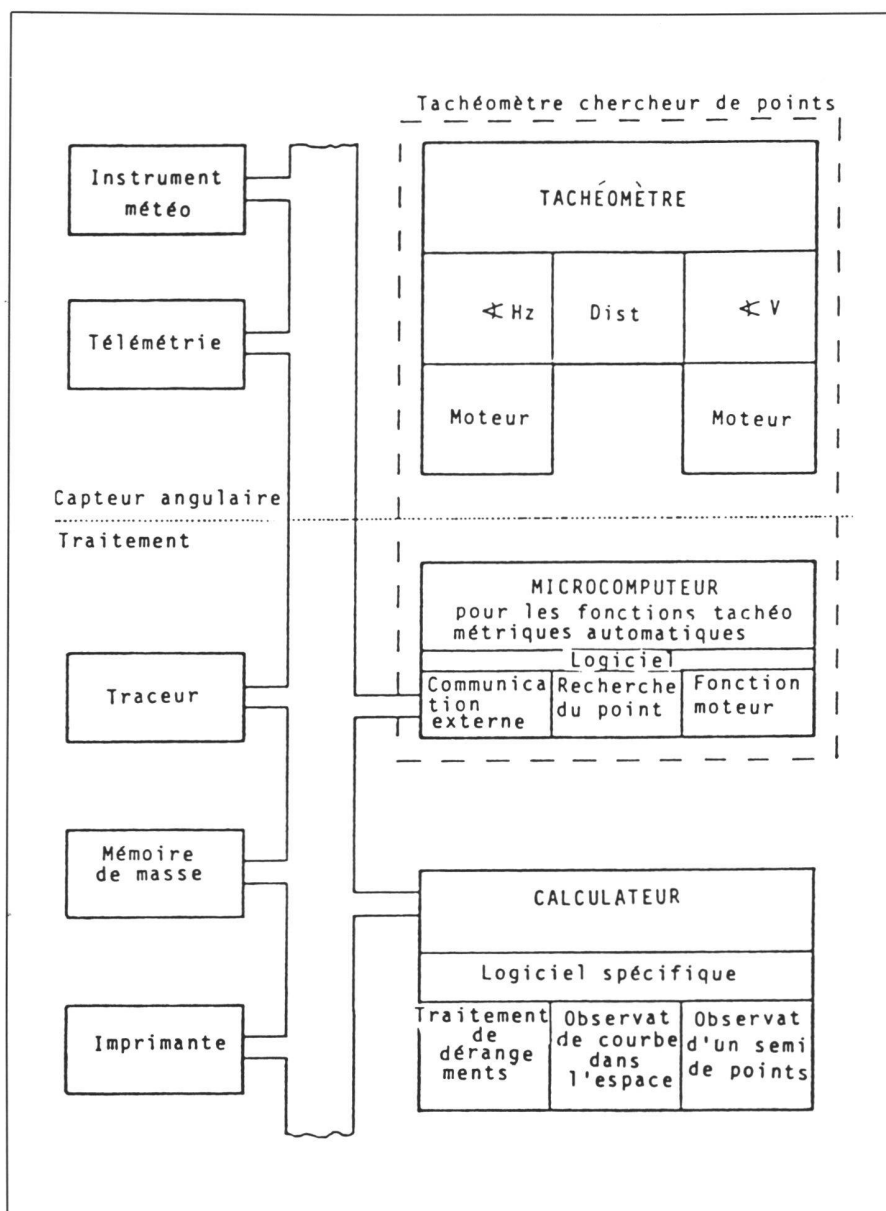


Fig. 2: Diagramme de structure du système tachéométrique GEOROBOT.

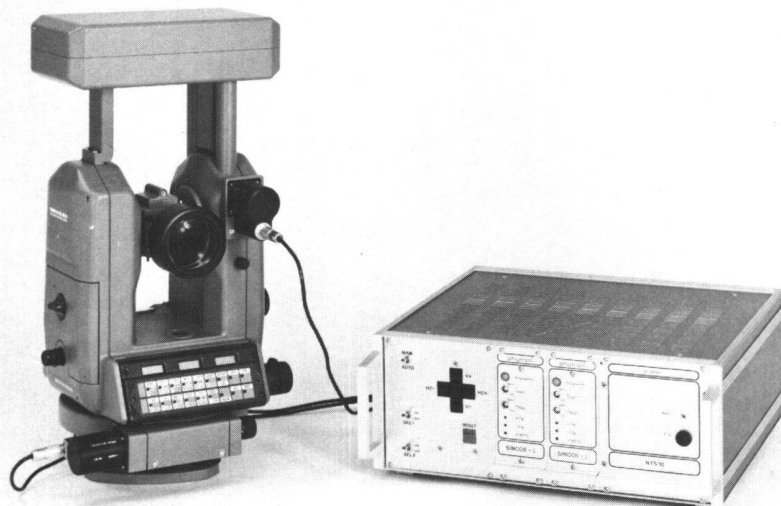


Fig. 3: Tachéomètre à mouvements motorisés de Wild Heerbrugg.

nelles, on fait alors entrer dans les calculs l'azimut et l'angle vertical qui sont aussi enregistrés automatiquement.

### 3. Le système de mesure tachéométrique Georobot

La figure 2 montre le diagramme de structure du système de mesure tachéométrique Georobot.

L'instrument de base est un tachéomètre électronique, dont les vis de fins mouvements horizontal et vertical sont équipées de moteurs pas à pas (fig. 3). La commande du système de mesure et le calcul du processus de mouvement sont exécutés par un ordinateur du groupe PC (par exemple IBM-PC.XT) utilisé comme un ordinateur processeur et un système microprocesseur réalisé spécialement.

Les opérations suivantes sont à automatiser:

- choix de l'heure de la mesure
- choix des points objets à relever
- orientation de la lunette du tachéomètre sur le points objet
- déclenchement du processus de mesure (angles horizontal et vertical, distance, température, pression atmosphérique)
- enregistrement des valeurs mesurées
- interprétation du processus de mesure
- détermination d'autres cycles de mesure

L'axe des moteurs pas à pas tournent chaque fois d'un petit angle (un pas) de grandeur constante quand les parties bobinées du moteur sont traversées par du courant dans une succession et une direction déterminées. Le nombre de pas est donné par le calculateur de commande. Pour le calcul du nombre de pas pour viser un point, le calculateur a besoin de connaître l'angle horizontal et l'angle vertical entre la direction vers ce point et une direction origine (référence). Pour chaque point à viser automatiquement, il faut que ces angles soient déterminés manuellement lors d'une mesure zéro au début de la campagne de mesure ou qu'ils soient calculés à partir des coordonnées.

Lors du déroulement automatique du cycle de mesure, il faut tout d'abord que le système de mesure de l'angle horizontal du tachéomètre soit orienté. Pour cela, on vise un point de référence. Pour les visées suivantes vers les points objet, on indique d'abord au microprocesseur le nombre de pas. Celui-ci commande les moteurs en fonction du nombre de pas. Le calculateur de commande demande alors aux capteurs angulaires la lecture des cercles, compare celles-ci aux valeurs à obtenir et donne, si nécessaire, d'autres valeurs de pas pour corriger. Si l'écart angulaire constaté se trouve dans la fourchette prescrite, le calculateur passe à l'étape suivante de la visée automatique qui est basée sur l'analyse de la force du signal retour du distancemètre. On suppose pour

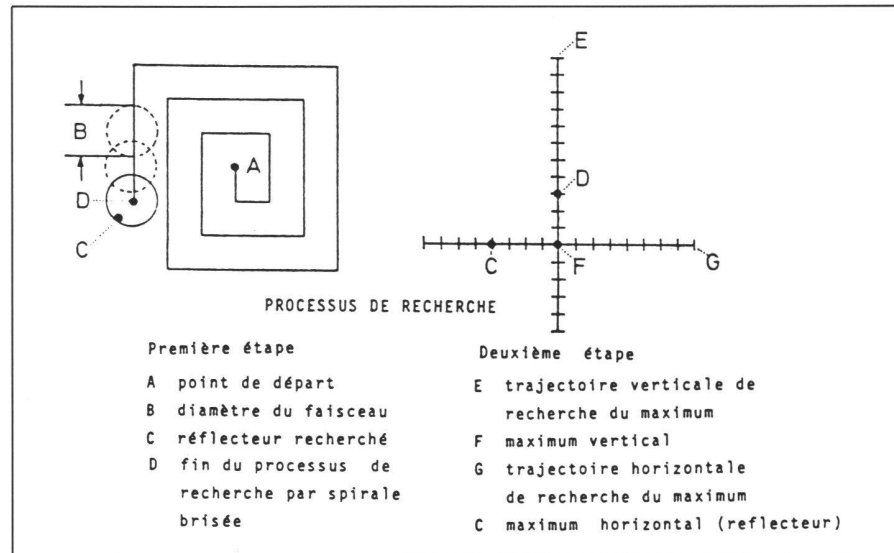
cela que la visée est optimale quand l'axe central du faisceau émis par le distancemètre tombe sur le voyant du point objet. Le voyant est représenté par le centre d'un système réflecteur. Un tel cycle de pointé complémentaire est par exemple nécessaire lorsque le point visé s'est déplacé ou si une modification des conditions de réfraction a fait dévier le faisceau de pointé de sa direction d'origine.

Le système microprocesseur commande alors le cycle de recherche déclenché. En agissant sur les moteurs pas à pas il fait déplacer l'axe optique du distancemètre de façon à ce que l'axe d'intensité maximum du signal décrive une spirale de forme brisée aux abords du système de prismes (fig. 4).

On explore ainsi la région autour du point à viser jusqu'à ce que le distancemètre reçoive un signal suffisamment fort. Le cycle de recherche en forme de spirale est alors interrompu et un fin pointé est déclenché. Celui-ci se déroule par une recherche de maximum dans deux directions perpendiculaires et se termine avec un message de fin au calculateur. Si la recherche est couronnée de succès, un ordre du calculateur déclenche alors la mesure de distance. Si le cycle de recherche n'a pas donné de résultat positif, le processeur envoie au calculateur un message d'erreur approprié et commence à rechercher le point suivant.

Plus de 100 points équipés de prismes peuvent être observés à intervalles de temps prédéterminés. Des circonstances particulières à l'intérieur de la zone à surveiller peuvent nécessiter que seuls des points objet d'une partie de celle-ci soient observés en un cycle de mesure modifié. Ceci peut par exemple être le cas pour un groupe de points ayant une accélération particulière. La délimitation de cette zone de points peut se faire soit automatiquement avec le calculateur à l'aide d'informations introduites au préalable ou manuellement avec le clavier. Le cycle de mesure pour l'observation de zones partielles peut aussi être modifié en cas de besoin, soit automatiquement soit à l'aide du clavier du calculateur.

La solution purement technique de la recherche et du pointé automatique du point n'est cependant pas suffisante pour l'utilisation automatique d'un système topographique polaire. Elle représente seulement la première étape du développement. Des perturbations externes, comme par ex-



**Fig. 4: Procédé additionnel de recherche lors de déplacement lent du point.**

emple interruptions courtes ou prolongées du faisceau de mesure, effets de conditions météorologiques changeantes, disparition soudaine de voyants de visée, interruption de courant etc. mettraient rapidement le système hors service. Celui-ci devrait donc en plus être capable d'apprendre. Dans une seconde étape de développement, toute cette expérience, dont normalement un opérateur à l'instrument dispose pour éliminer les cas de dérangement, devrait donc être introduite dans le système à l'aide de logiciels. Cette étape de développement confère au système de mesure un genre d'«intelligence». Une troisième étape de développement comprend la réalisation d'un logiciel spécifique au travail envisagé comme: programmes pour le filtrage des données ainsi que programmes pour analyses des déformations et déclenchement de signaux d'alerte appropriés (Kahmen, Suhre 1983; Kahmen, Schwäble, Suhre 1984).

### 3. Expérience acquise

Un prototype du système Georobot est en fonction depuis environ deux ans dans une grande exploitation minière. On y contrôle des escarpements d'environ 500 m de haut et d'environ 3 km de long. Des déplacements de points objet distants jusqu'à 3 km peuvent être observés avec une précision de 5 mm (écart type). Les résultats positifs obtenus ont permis entretemps une fabrication industrielle du système

Georobot. Il se compose des éléments suivants: Théodolite Wild T2000 à mouvements motorisés, distancemètre Wild D15, calculateur IBM-PC-XT.

#### Bibliographie:

- Kahmen, H., H. Suhre: Ein lernfähiges tachymétrisches Vermessungssystem zur Überwachung kinematischer Vorgänge ohne Beobachter. Un système de mesure tachéométrique «pouvant apprendre» pour la surveillance d'événements cinématiques sans observateur. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 108 / 1983, p. 345 - 351.
- Kahmen, H., R. Schwäble, H. Suhre: Ein «intelligentes» polares Vermessungssystem für die Beobachtung statischer Punktfelder und kinematischer Vorgänge. Un système «intelligent» de mesures topographiques polaires pour l'observation d'un semi de points statiques et d'événements cinématiques. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 109 / 1984, p. 553 - 563.
- Nehring, H.: Markscheiderische Deformationsmessungen an Tagebauböschungen. Mesures de déformations sur les flancs des excavations des mines à ciel ouvert. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 109 / 1983, p. 339 - 345.

#### Adresse de l'auteur:

O. Univ. Professor Dr.-Ing. H. Kahmen  
Technische Universität Wien  
Institut für Landesvermessung und  
Ingenieurgeodäsie,  
Abt. Ingenieurgeodäsie  
Gusshausstrasse 27 - 29, A-1040 Wien