

**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:** 95 (1997)

**Heft:** 7

**Artikel:** Levé en milieu forestier : une géomatique au service de l'environnement

**Autor:** Favre, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235356>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.07.2025

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

# Levé en milieu forestier

## Une géomatique au service de l'environnement

La demande en informations géoréférencées s'accroît de jours en jours. Le milieu forestier n'échappe pas à ce constat. Le terrain y est généralement de faible valeur économique, mais représente une part de marché importante. Ce travail de diplôme analyse dans quelle mesure le système GPS, un ordinateur de terrain et un tachéomètre laser fonctionnant sans réflecteur peuvent s'adapter à ce contexte. L'adéquation des instruments proposés est testée dans des conditions réelles. Enfin, une saisie intégrale en temps réel offre des perspectives intéressantes.

*Der Bedarf an raumbezogenen Daten wächst täglich. Dies gilt auch für das Forstwesen. Zwar sind Waldgebiete üblicherweise von geringem finanziellem Bodenwert, doch macht sie ihre grosse Ausdehnung zu einem wichtigen Bestandteil des Vermessungsmarktes. Diese Diplomarbeit untersucht den Einsatz von GPS, Feldrechner (elektronischem Messtisch) und reflektorlosem Laser-Tachymeter zur topographischen Aufnahme in Forstgebieten. Im Rahmen eines konkreten Auftrages werden die Instrumente auf ihre Praxistauglichkeit hin geprüft. Zudem werden Besonderheiten und Möglichkeiten einer Aufnahme in Echtzeit aufgezeigt.*

Il bisogno di informazioni georeferenziate aumenta giornalmente. Il settore forestale non sfugge a questa constatazione. Il terreno ha generalmente scarso valore economico, ma rappresenta una fetta di mercato importante. Questo lavoro di diploma analizza in quale misura il sistema GPS, un computer da campo e un tacheometro laser che funziona senza riflettore, possono adattarsi a questo contesto. Il mandato è quello di testare l'adeguamento degli strumenti alle condizioni reali. Infine, vengono presentate le implicazioni del rilievo di dati in tempo reale.

C. Favre

### 1. Contexte forestier

Le rôle de la forêt est primordial au plan écologique, économique et politique. A l'échelle mondiale, elle couvre près de 32% de la surface des terres émergées, soit près de 41 mio. de km<sup>2</sup>. En Suisse, la surface forestière représente 29% du territoire [1]. Cette proportion a été préservée depuis plus d'un siècle grâce à une stricte législation de conservation. En témoigne l'article 24 de la Constitution fédérale, qui donne à la Confédération «le droit de haute surveillance sur la police des endiguements et des forêts». Au cours des dernières décennies, la législation fédérale en la matière a subi de profondes mutations. Actuellement, la loi

fédérale sur les forêts vise une conservation à la fois quantitative et qualitative de l'écosystème.

Dans ce contexte, les travaux topométriques liés à la problématique forestière représentent une part de marché importante. En outre, les récents moyens d'acquisition et de gestion des informations numérisées laissent entrevoir de nouvelles alternatives aux procédés traditionnels de levé, pour lesquels les frais de mise en œuvre sont souvent jugés prohibitifs.

### 2. Outils proposés

Dès le début du travail pratique, on a voulu élaborer une méthode de levé basée sur l'intégration de différents produits topométriques plus ou moins novateurs.

#### Positionnement par GPS

Ce procédé de positionnement par satellites permet de déterminer les coordonnées d'un certain nombre de points de base, lesquels servent ensuite de rattachement pour le levé de détails. Actuellement, il existe sur le marché une grande diversité d'équipement à différents degrés de sophistication. Lorsque le praticien veut choisir un équipement, celui-ci est confronté à de nombreux facteurs: poids et autonomie de la batterie, capacité et type de stockage des données, simplicité d'utilisation de l'appareil et aptitudes de terrain. Le prix et la précision sont généralement les éléments décisifs. Une précision centimétrique s'obtient uniquement par la mesure de la phase. La résolution des ambiguïtés bi-fréquence est nettement plus rapide que la résolution monofréquence, ce qui constitue un avantage à proximité d'arbres, où les signaux sont fréquemment interrompus. Une précision d'environ un demi-mètre peut être obtenue encore plus rapidement par code différentiel, sous réserve de conditions favorables: bon GDOP, faibles réverbérations (multipath), etc.

#### Planchette numérique

Le penpad est un ordinateur portable qui se commande à l'aide d'un crayon: une simple pression de ce dernier sur l'écran sensible remplace les boutons d'une souris [2]. Etant donné sa robustesse et son faible poids, ce type d'ordinateur est particulièrement adapté aux conditions de terrain. Il permet de visualiser l'avancement du travail en cours, tout en servant de support physique pour le stockage des données. Un port sériel et un port parallèle permettent de connecter l'ordinateur à différents instruments topométriques ou à un autre ordinateur, en vue du transfert des données. Le choix d'un penpad est essentiellement dicté par des facteurs pratiques (robustesse, facilité de transport, etc.) et techniques (capacité de stockage, rapidité du processeur, etc.). Le logiciel topométrique constitue l'interface entre la méthode GPS et la méthode terrestre. Il devrait échanger les fichiers dans les formats les plus courants: DXF,



Fig. 1: Le Criterion.

DGN, etc. Différentes méthodes de levé devraient être disponibles, notamment la trilatération, le cheminement orthogonal, l'intersection, le relèvement ou encore la station libre. Les objets levés sont stockés dans des couches prédéfinies et un certain nombre d'attributs peuvent être liés à chaque objet par l'intermédiaire d'une base de donnée. Enfin, la visualisation du travail permet de construire directement la topologie, ce qui réduit considérablement le travail de bureau.

## Criterion

Par opposition au positionnement global par GPS, le levé de détails s'effectue selon une méthode de positionnement local. Le Criterion (cf. fig. 1) a été choisi comme instrument de levé. Celui-ci comporte 3 capteurs internes. Une boussole électronique mesure des azimuts magnétiques, un inclinomètre à fluide détermine des angles verticaux et un distancemètre calcule des distances. Une lunette avec un grossissement de 2.5 et un réticule facilite les pointés. Le panneau arrière de l'instrument sert d'interface utilisateur. Il se compose d'un écran à cristaux liquides et d'un clavier. Par rapport à un instrument de levé tel qu'un tachéomètre, cet appareil présente essentiellement trois avantages:

- le distancemètre fonctionne sans réflecteur;

- il ne requiert pas d'orientation préalable;
- la mise en station est rapide.

Toutefois, l'emploi de la boussole est délicat. Par exemple, il convient d'éviter les sites perturbés magnétiquement. De même, il importe de tenir compte de la déclinaison magnétique [3].

## 3. Tests du Criterion

Cet instrument a subi toute une série de tests, car le fabricant ne donne que les indications suivantes sur la précision de chacun des capteurs:

- inclinaisons:  $\pm 0.1^\circ$  entre  $\pm 45^\circ$ ;  
 $\pm 0.2^\circ$  jusqu'à  $\pm 60^\circ$ ;
- distances:  $\pm 9.1$  cm;
- azimuts:  $\pm 0.5^\circ$ .

### Alignement lunette – laser

Avant de débuter les tests à proprement parler, il est indispensable de vérifier le parallélisme entre l'axe de visée de la lunette et l'axe du faisceau laser. Ce contrôle s'effectue selon un procédé analogue à celui d'un tachéomètre, sauf que l'intensité du signal retour n'est pas déterminée numériquement, mais à partir d'une intensité acoustique.

### Contrôle de l'inclinomètre

Plusieurs angles de hauteur ont été mesurés avec le Criterion, puis avec un théodolite Kern E2 (lectures directes et inverses). Le test indique que la précision donnée correspond à l'erreur moyenne à craindre sur une observation. Cette précision est meilleure pour des visées peu inclinées et, pour les visées plus inclinées, elle peut être améliorée par une régression linéaire.

### Contrôle du distancemètre

Un premier test a été réalisé sur réflecteur, à la base d'étalonnage de Gland. Une compensation avec LTOP a montré qu'il faut soustraire 5 cm aux distances mesurées. Dans ce cas, l'erreur moyenne sur une distance n'est alors plus que de 2 cm. Un second test s'est intéressé à la distance mesurée sur des troncs d'arbres, sans réflecteur. Lorsque le Criterion est placé

près de ceux-ci, la distance mesurée correspond à la distance sur l'écorce en son point le plus proche et l'erreur moyenne correspond à peu près à la valeur donnée par le fabricant. Par contre, lorsque l'instrument s'éloigne du végétal, la distance mesurée est comprise entre la portée la plus courte et celle correspondant au milieu du tronc. Il n'est alors plus possible de quantifier la précision de la mesure.

### Contrôle de la boussole

Le résultat brut d'un premier test a indiqué une erreur moyenne sur une lecture d'azimut d'un demi-degré. En corrigeant cet azimut par une régression sinusoidale, l'erreur moyenne n'atteint plus qu'un sixième de degré.

Un second test a montré que l'ordinateur de terrain et le trépied utilisés ne perturbent pas les azimuts mesurés. Leur influence n'est pas nulle, mais indécélable au vu de la précision du Criterion.

Un troisième test a confirmé que la boussole est inutilisable à moins de 50 m d'une ligne à haute tension, car la répétabilité des mesures est insuffisante.

### Levé surabondant

Le dernier test a estimé globalement la précision d'un levé en milieu forestier. Au total, 32 points ont été levés 106 fois à l'aide du Criterion et d'un réflecteur, depuis des points de base différents. Les visées atteignent en moyenne une trentaine de mètres. Les calculs indiquent une précision planimétrique de 20 cm et une précision altimétrique d'environ 2 cm.

## 4. Mandat pédologique

Ce mandat a mis à l'épreuve l'instrumentation proposée. Il s'est inscrit dans le cadre d'une thèse de doctorat actuellement en cours au sein de l'Ecole et portant sur l'intégration du temps dans un SIRS pour la modélisation spatio-temporelle de l'évolution des sols alluviaux (Mendonça Santos Brefin).

Le site d'étude longe la Sarine entre le barrage de Lessoc et le pont de Grandvillard (Haute-Gruyère) [4]. Il se caractérise par

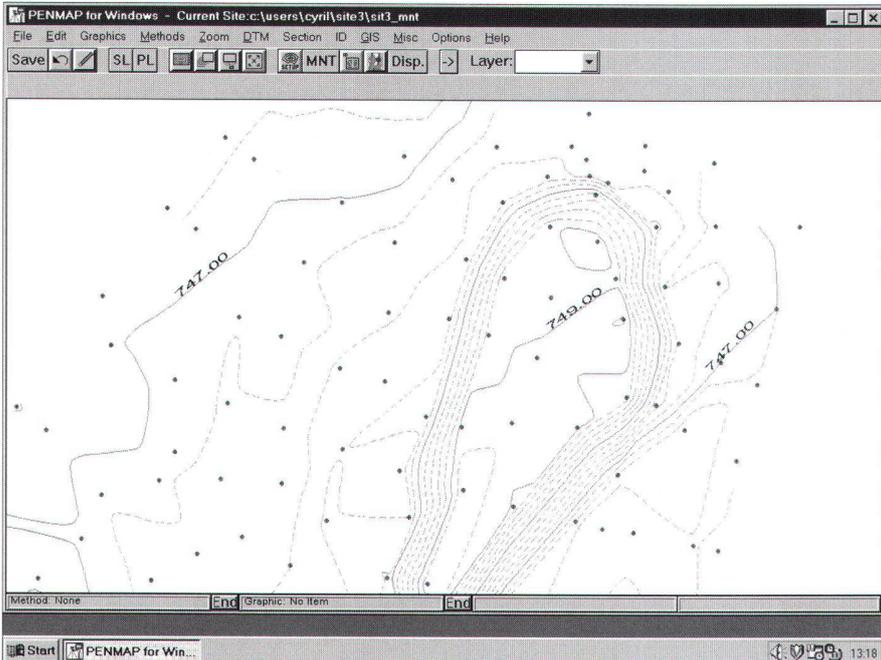


Fig. 2: Levé des points du modèle numérique d'altitude et construction des courbes de niveau avec PenMap.

une grande richesse arbustive. Des sondages à la tarière ont été pratiqués le long de transecs perpendiculaires au cours d'eau et il s'agit de les géoréférencer avec une précision planimétrique de 50 cm et altimétrique de 20 cm. En outre, un modèle numérique d'altitude est à lever sur une partie du site.

### Points de base

Les périodes favorables aux observations satellitaires ont été planifiées avec le logiciel SKI et les points de base ont été déterminés avec le système 200 de Leica. Ces points ont été mesurés par deux modes GPS différents. Le mode stop and go est utilisé pour les points de base en lisière de forêt. Les points dans les clairières sont déterminés en mode statique rapide. En complément, certains points ne pouvant être déterminés par GPS (obstructions trop importantes), l'ont été par des mesures de réseau ou, dans certains cas, par des polygonales.

Le calcul des observations GPS s'est déroulé en deux phases successives. La première vérification consistait à contrôler la précision relative des points fixes planimétriques utilisés directement comme stations de référence. Une fois ce contrôle

effectué, les calculs suivants ont donné les coordonnées de la majorité des points de base.

### Levé de détail

Le levé de détail s'est effectué avec un

Kalidor K2100 (penpad) et avec le logiciel PenMap. Les travaux de terrain ont immédiatement montré que le Criterion n'est pas adapté au mandat proposé. En effet, de par la nature des objets à lever, il faut employer un réflecteur et, même avec celui-ci, le distancemètre calcule la distance sur des branches intermédiaires. En définitive, l'utilisation d'un tachéomètre s'est avérée plus productive et surtout plus fiable.

Sur certains transecs, un sondage sur deux avait déjà été référencé lors d'une campagne ultérieure. Ayant constaté que les transecs sont quasiment rectilignes et que les sondages sont régulièrement espacés le long de ceux-ci, les coordonnées planimétriques sont obtenues par interpolation. Les altitudes sont déterminées par un nivellement simplifié, à l'aide d'un clinomètre et d'un jalon.

### Modèle numérique d'altitude

La deuxième partie du mandat consistait à lever un modèle numérique d'altitude sur un secteur à proximité de la Sarine. En deux journées, l'utilisation combinée d'un tachéomètre avec réflecteur et de la planchette numérique a permis de couvrir une

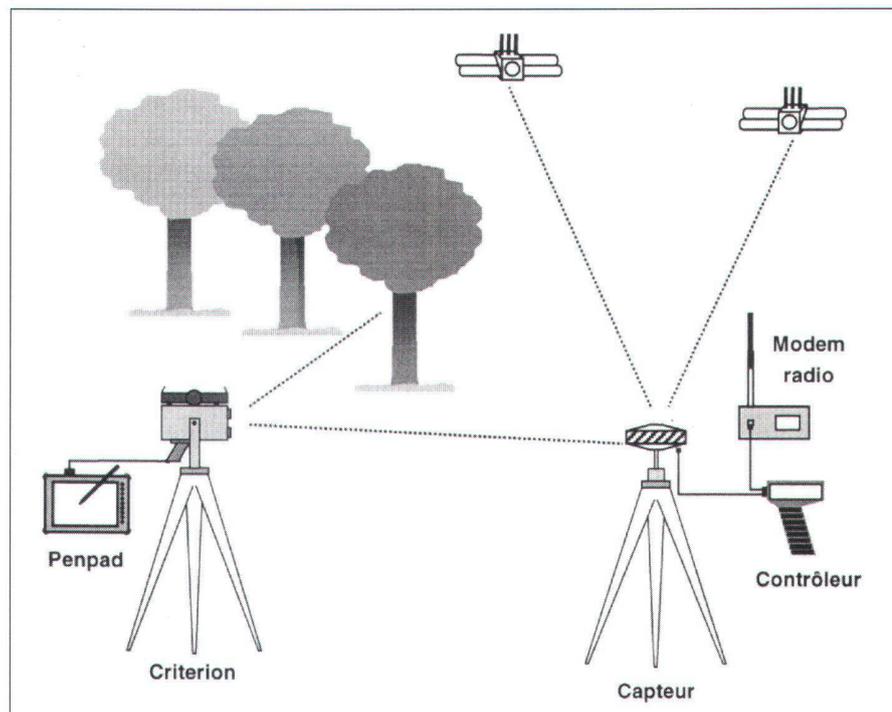


Fig. 3: Saisie complète en temps réel.

surface d'environ 1 hectare. L'espace entre les points servant à construire le modèle correspond à celui entre les sondages pédologiques, soit près de 5 mètres. Les courbes de niveau ont été construites avec PenMap (cf. fig. 2). Le fichier des points a également été importé en format DXF dans MicroStation, afin de faciliter la visualisation de la morphologie du terrain.

### 5. Conclusion et perspectives

Le système présenté illustre la complémentarité des instruments proposés. Une mise en œuvre efficace et précise de la méthode GPS est envisageable à condition de disposer de clairières suffisamment étendues ou de lisières de forêts.

L'ordinateur de terrain constitue une interface graphique conviviale et présente de nombreux avantages pour le levé. Le Criterion n'a pas convenu à la spécificité du mandat proposé. Son application semble néanmoins très avantageuse dans certains cas:

- levé de carrière ou de falaise;
- levé d'arbres dégagés (allées);
- cubature d'arbres (volume, hauteur, etc.);
- mesure de la hauteur de bâtiments.

L'évolution des procédés topométriques porte de plus en plus sur des applications en temps réel. En intégrant divers instruments complémentaires (cf. fig. 3), les possibilités de saisie entièrement en temps réel offriront des perspectives intéressantes, notamment pour la mise à jour d'une base de données.

#### Bibliographie:

- [1] Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (1993): La forêt suisse: un portrait. Berne.
- [2] Studer, B. (1996): Le croquis de terrain électronique. Unité de topométrie, DGR, travail de diplôme EPF-Lausanne.
- [3] Fischer, G et Schnegg, P.-A. (1996): Updating the geomagnetic survey of Switzerland. Observatoire cantonal, CH-2000 Neuchâtel.
- [4] Mendonça, L (1995): L'impact des endiguements sur l'évolution des sols alluviaux, l'apport d'un SIG pour l'étude des changements du paysage. Mémoire de recherche en 3<sup>e</sup> cycle à l'EPFL.

Cyril Favre  
Rue des Moulins 119  
CH-1400 Yverdon-les-Bains

## GEONIS

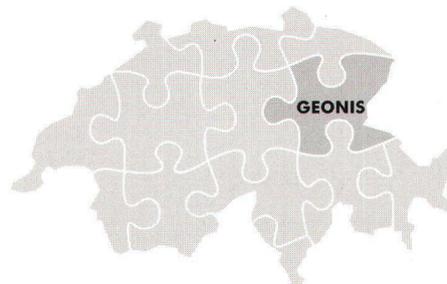
**Das Netz-Informationssystem für die Schweiz - modular und hybrid**

GEONIS ist ein offenes Informationssystem auf Windows NT für kleine und grosse Leitungsnetze. Mit GEONIS kann der Benutzer schnell und unkompliziert ein Netzinformationssystem (NIS) nach den Empfehlungen von SIA, VSE und anderen Fachverbänden aufbauen.

GEONIS besteht aus einem Basismodul für Projektverwaltung und Grundanwendungen sowie den spezifischen Modulen für die einzelnen Medien. Im Moment stehen folgende Medien zur Verfügung: Abwasser, Wasser, Elektro, Gas, Fernmeldeanlagen, Kabelfernsehen, Fernwärme, Zivilschutz und Zonenplan. Der Benutzer kann eigene Medien entwerfen und bestehende Definitionen erweitern sowie auf seine Arbeitsabläufe anpassen.

GEONIS baut auf dem geographischen Informationssystem **MGE** von Intergraph auf, welches über eine Vielzahl von Funktionen zur Abfrage und Analyse von GIS-Daten verfügt.

Zusammen mit **GRICAL** (Punktberechnungsprogramm für Vermesser und Bauingenieure) und **GRIVIS** (Amtliche Vermessung) bildet GEONIS eine umfassende GIS-Lösung. MGE erlaubt zudem die Verwendung von Rasterplänen und digitalen Orthofotos zur hybriden Verarbeitung.



Wir bieten auch eine leistungsfähige Bürolösung für moderne Ingenieurbüros an: **Dalb für Windows** beinhaltet eine Auftragsbearbeitung, Zeiterfassung, Aufwandberechnung, Fakturierung usw. Verlangen Sie unseren aktuellen Produktkatalog!

### Die GEOCOM Informatik AG - Ihr Partner für:

- Geographische Informationssysteme
- Entwicklung massgeschneiderter Applikationen
- Netzwerke: Analysen, Planungen, Installationen, Messungen
- Hardware und Software, CAD

### Wir bieten Ihnen:

- Kompetente Beratung und Hilfe bei der Entscheidungsfindung
- Installationen von Ort
- Wartung
- Schulung und Support

Unser Team von Informatikern erarbeitet für Sie professionelle Informatiklösungen zu vernünftigen Preisen.



## GEOCOM INFORMATIK AG

GEOCOM Informatik AG Telefon 034 428 30 30  
Bernstrasse 21 Hotline 034 428 30 40  
3400 Burgdorf Fax 034 428 30 32

<http://www.geocom.ch/geocom>