Etablissement d'un réseau géodésique de premier ordre par mesures Doppler sur satellites en Côte d'Ivore

Autor(en): **Geiger, A. / Kahle, H.-G. / Reinhart, E.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **82 (1984)**

Heft 10

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-232119

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Etablissement d'un réseau géodésique de premier ordre par mesures Doppler sur satellites en Côte d'Ivoire

A. Geiger, H.-G. Kahle, E. Reinhart, K. Rösch, A. Schödlbauer, H. Seeger

Un réseau géodésique de 1er ordre de 17 points a été établi dans le cadre d'un projet-pilote à l'aide des mesures Doppler sur satellites. Cet article donne un résumé du déroulement des observations et de l'évaluation des mesures. La précision atteinte des coordonnées en trois dimensions est estimée à ± 0,5 m.

Im Rahmen eines Pilot-Projektes wurde in der Elfenbeinküste ein geodätisches Netz 1. Ordnung von 17 Punkten mit Hilfe von Dopplermessungen an Transitsatelliten errichtet. Dieser Artikel soll die Abwicklung der Messungen und die Auswertung der Daten zusammenfassen. Die erreichte Genauigkeit der dreidimensionalen Punktkoordinaten ist besser als ± 0,5 m.

1. Généralités

Depuis la constitution de la République de la Côte d'Ivoire, l'Institut Géographique de la Côte d'Ivoire (IGCI) a déployé de fortes activités dans les domaines de la géodésie, de la photogrammétrie et de la cartographie. 150 points fixes ont été déterminés par cheminement polygonométrique d'une longueur totale de 3000 km. Ces polygonales sont positionnées et orientées en général par des moyens astronomiques. Dans quelques régions en voie de développement, des réseaux de triangulation régionaux et des nivellements ont été ajoutés aux polygonales.

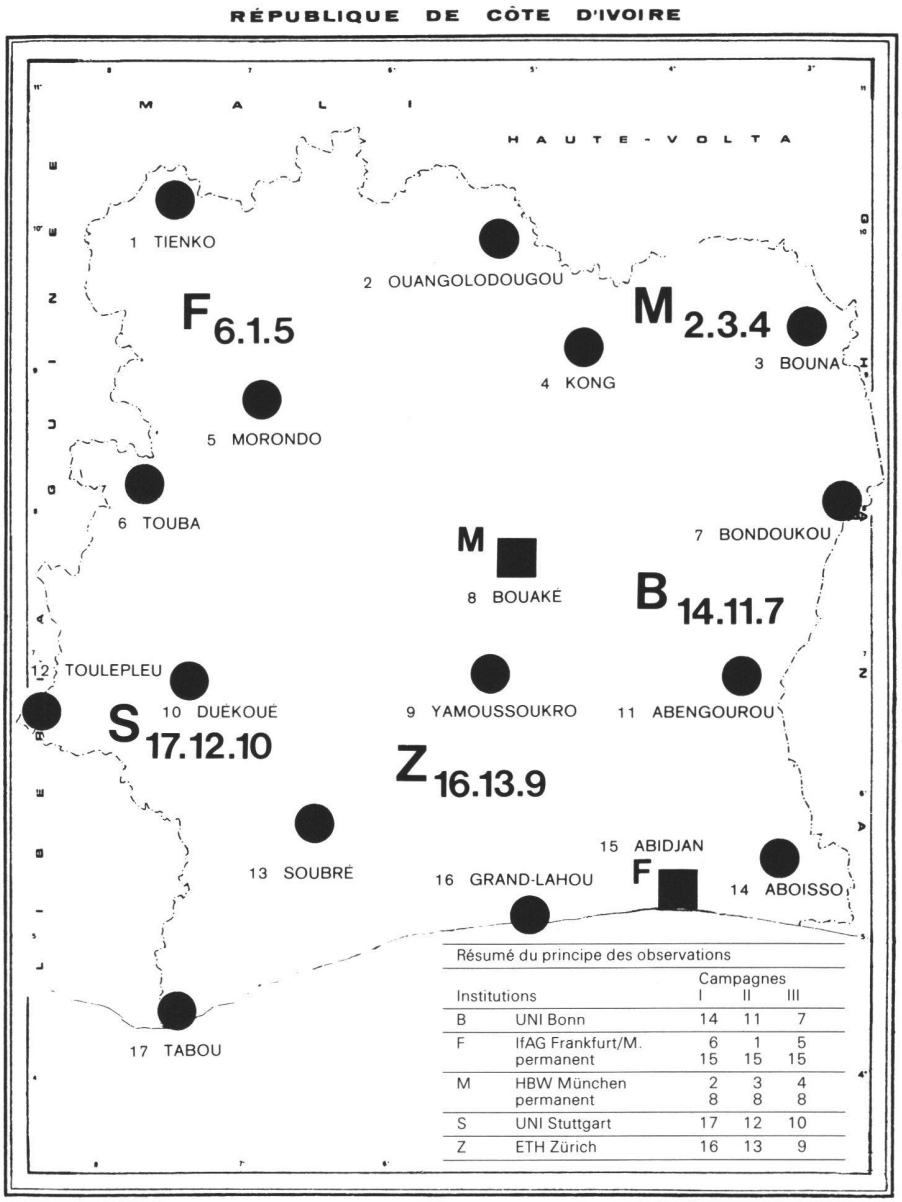
Un remarquable travail a été effectué dans le domaine de la photogrammétrie et de la cartographie. 256 feuilles à l'échelle de 1 : 50 000 recouvrent environ la moitié de la superficie totale (322 000 km^2) de la Côte d'Ivoire. De grandes priorités ont été accordées à des projets de caractère local et régional. L'établissement d'un système de référence homogène ne semblait pas être d'une urgence éminente, d'autant plus que les méthodes classiques de la trilatération et de la triangulation sont pratiquement inapplicables dans un pays plus ou moins plat, au climat tropique et recouvert en grande partie de forêt vierge.

De telles circonstances favorisent l'application du positionnement par la méthode des mesures Doppler sur satellites.

Cette méthode, éprouvée aussi bien scientifiquement que pratiquement, permet la détermination des coordonnées par tous les temps, indépendamment de la visibilité et à un niveau très économique. Les coordonnées résultant des mesures sont données directement dans un système de référence global.

Convaincu par les résultats et par les expériences que l'Allemagne fédérale a pu élaborer et démontrer depuis 1975 dans le domaine des mesures Doppler, l'IGCI a eu recours au gouvernement allemand en 1980 pour l'établissement d'un réseau géodésique fondamental de 17 points dispersés sur tout le territoire de la Côte d'Ivoire. Le second but était de transmettre la connaissance de cette nouvelle technique de telle manière, que l'IGCI puisse employer la méthode pour la densification du réseau et pour des travaux de mensuration ultérieurs (Fig. 1).

A la suite d'expertises, livrées par l'IFAG (Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt) et par la GTZ (Gesellschaft für



Résumé du principe des observations

Institutions		Campagnes I	II	III
B	UNI Bonn	14	11	7
F	IfAG Frankfurt/M.	6	1	5
	permanent	15	15	15
M	HBW München	2	3	4
	permanent	8	8	8
S	UNI Stuttgart	17	12	10
Z	ETH Zürich	16	13	9

Fig. 1 Répartition des stations CIDOC

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich
Separata Nr. 77

Technische Zusammenarbeit), le Ministre fédéral de la coopération en matière de technologie (BMZ, Bundesminister für Technische Zusammenarbeit) a assuré tout support nécessaire. La GTZ, dirigeant ce projet, a confié la réalisation des observations au groupe CIDOC (Côte d'Ivoire Doppler Campagne), constitué par les institutions scientifiques suivantes:

- Institut für Angewandte Geodäsie (Abt. II, DGFI), Frankfurt a. M.
- Geodätisches Institut der Hochschule der Bundeswehr, München
- Geodätisches Institut der Universität, Bonn
- Geodätisches Institut der Universität, Stuttgart
- Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich

En outre, le bureau d'ingénieurs Haumann & Zülsdorf, Munich, a participé aux travaux préparatoires et aux observations.

2. Déroulement des observations

Sept récepteurs ont été mis à disposition par le groupe CIDOC. En plus, deux appareils MX 1502 ont été procurés dans le cadre du projet et remis à l'IGCI pour des travaux subséquents. La campagne a été divisée en trois phases d'observation pendant lesquelles sept points ont été observés simultanément. Pour assurer le raccord entre les trois phases, deux points (Abidjan et Bouaké) ont été observés continuellement.

L'IFAG a choisi les points, tout en se concertant avec l'IGCI sur le plan des critères suivants:

1. répartition homogène
2. accessibilité
3. inclusion des stations géodésiques et astronomiques existantes
4. inclusion des mesures Doppler effectuées par le ‹Directorate of Military Survey› (DMS), Grande-Bretagne, au cours des années 1980/81.

Deux collaborateurs de l'IFAG ont accompli la reconnaissance en novembre 1981. La plupart des points ont pu être matérialisés sur des châteaux-d'eau, quatre points ont été assurés par des piliers et un point se trouve sur un gratte-ciel. L'IGCI s'est chargé du repérage des points.

Pour la campagne, sept équipes d'observation ont été formées dont chacune était constituée d'un expert-CIDOC, d'un ingénieur et de deux aides de l'IGCI. Le point Bouaké, où se trouvait un expert en cas d'imprévus, ainsi que le point Abidjan, d'où les mesures ont été coordonnées et dirigées, représentaient les deux points de raccordement et devaient, par conséquent, être observés pendant toute la campagne. Les cinq autres équipes changeaient leurs emplacements après 9 jours d'observation. Ainsi, les trois phases de mesures ont pu être accomplies du 27 janvier au 27 février 1982. Cette durée d'observation assure en moyenne 60 passages de satellites à une élévation supérieure à 15°. Pour 30 passages, les éphémérides précises ont été mises à disposition par la U. S. Defense Mapping Agency (DMA) (Fig. 2).

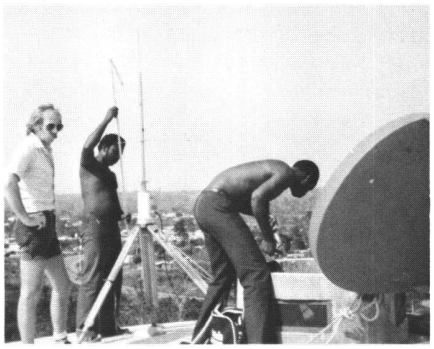


Fig. 2 Pendant la durée de la campagne, les ingénieurs indigènes ont eu l'occasion d'apprendre la mise en place et le maniement de l'appareil Doppler.

3. Evaluation des données et précision des résultats

L'évaluation des données de la campagne CIDOC a été mise en œuvre à l'IFAG. Les programmes utilisés – GEODOP et ORBDOP – sont intégrés dans un ordinateur du type Siemens 7.541 de la société ‹Mathematik und Datenverarbeitung› à Darmstadt.

Le programme GEODOP est basé sur la méthode par ‹semi-arcs courts›, alors que le programme ORBDOP est du type ‹arcs courts›. Dans les techniques par arcs courts et semi-arcs courts, en plus des erreurs de réfractions troposphériques et des erreurs de fréquences et de synchronisation, des corrections orbitales sont introduites dans les modèles. Si un modèle orbital précis est utilisé, ce qui demande un intégrateur numérique ou analytique, la méthode est appelée ‹par arcs courts›. Dans ce cas, il est possible de se dispenser de l'usage d'éphémérides préliminaires. Dans les techniques par ‹semi-arcs courts›, une orbite préliminaire est nécessaire.

L'Université de Bonn a copié les données, enregistrées sur cassettes, sur bandes magnétiques normales, afin de pouvoir les lire au moyen de l'ordinateur. Les trajectoires de tous les satellites-transit sont connues de 10 à 20 m près par les éphémérides radio-diffusées (Broadcast Satellite). En plus, la DMA a fourni les éphémérides précises qui atteignent une précision de 1 à 2 m pour les deux satellites 30190 et 30140.

Les observations simultanées permettent l'évaluation par point isolé et par points multiples (translocation) aussi bien que le calcul aux arcs courts. La comparaison des résultats tirés des divers modes de traitement procurent un contrôle des coordonnées entre elles. Cinq jeux de coordonnées ont été calculés:

- Points isolés (BE–SP): pour tous les points par l'intermédiaire des éphémérides émises (BE) de tous les satellites-transit.
- Points isolés (PE–SP): pour tous les points, avec les éphémérides précises (PE) pour les deux satellites 30190 et 30140.
- Points multiples (BE–MP): avec les éphémérides émises (BE) pour les trois satellites 30480, 30130 et 30120.
- Points multiples (PE–MP): avec les éphémérides précises (PE) des satellites 30190 et 30140.
- Arc court (SA): le programme calcule la trajectoire automatiquement; ainsi, les positions relatives des points sont déterminées à une haute précision.

Pour qualifier les divers modes de calcul, il convient de transformer les différents jeux de coordonnées entre eux par l'opération connue sous le nom de ‹transformation de Helmert›. Ensuite, les écarts résiduels peuvent être analysés.

Fig. 3 montre les écarts-type des quatre transformations de jeux de coordonnées suivantes:

Transformations	r_N (m)	r_E (m)	r_H (m)
1. (BE-SP) - (PE-MP)	±2.23	±0.81	±1.10
2. (PE-SP) - (PE-MP)	±0.82	±0.63	±0.41
3. (BE-MP) - (PE-MP)	±0.45	±0.76	±0.71
4. (SA) - (PE-MP)	±0.19	±0.25	±0.25

Fig. 3 Ecart-type, calculé des écarts résiduels après les transformations.

Les chiffres se rapportent aux trois directions nord (r_N), est (r_E) et verticale (r_H). On trouve de petits résidus et, par extension, donc une bonne concordance des deux solutions (BE–MP) et (PE–MP).

En postulant une qualité équivalente et une indépendance des deux solutions, on peut estimer les erreurs moyennes des coordonnées.

$m_N = \pm 0{,}32$ m, $m_E = \pm 0{,}54$ m,
$m_H = \pm 0{,}50$ m.

Ces résultats déduits externement des écarts résiduels de transformation sont en très bon accord avec les déviations standard de la compensation.

Un écart-type estimé à $m = \pm 0{,}50$ m peut finalement être accordé à toutes les trois composantes des coordonnées.
Il existe deux raisons décisives d'accepter la solution (PE–MP) définitive: d'une part, elle fournit des coordonnées de grande précision, d'autre part, les points sont très bien calés dans un système de référence géocentrique matérialisé par les deux satellites aux éphémérides précises à 1 à 2 m près. Les petits résidus qui apparaissent après les transformations (PE–SP) – (PE–MP) et (SA) – (PE–MP) sont dus aux corrélations provoquées par l'utilisation de matériel d'observation identique.
La campagne de calibration, réalisée par l'Université de Bonn, n'a pas révélé de différences significatives aux solutions. Les résultats obtenus par la campagne CIDOC correspondent à la précision attendue pour un canevas aux mailles de 150 à 200 km et ils satisfont tout à fait les conditions posées par la mensuration nationale.

Il reste à mentionner qu'il n'a fallu que trois ans pour accomplir le projet entier, commencé lors des premiers contacts de l'IFAG avec l'IGCI à l'Assemblée Générale de l'UIGG à Canberra en décembre 1979 et terminé avec la remise des coordonnées définitives.

Remarques:

Cet article est basé sur la publication AVN (Allgemeine Vermessungs-Nachrichten), 1/1984. Auteurs de cet article: Cissé et al.
Pour de plus amples informations au sujet de la *Côte d'Ivoire Doppler Campagne (CIDOC),* veuillez consulter les documents suivants:

(1) Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen; Heft Nr. 91, Reihe 1: Originalbeiträge, IFAG Verlag, Frankfurt a. M. 1983.

(2) Abschlussbericht über die Dopplermesskampagne in der Republik Elfenbeinküste; Côte d'Ivoire Doppler Campagne; IFAG Verlag, Frankfurt a. M. 1982.

(3) Berichte aus Forschung und Praxis: Einrichtung eines geodätischen Festpunktfeldes erster Ordnung in der Republik Elfenbeinküste mit Hilfe des Navy Navigation Satellite Systems. A. Schödlbauer, ZfV 108, Heft Nr. 7, 1983.

Adressen der Verfasser:

Dipl. Phys. A. Geiger, Prof. Dr. H.-G. Kahle
Institut f. Geodäsie und Photogrammetrie
ETH-Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Prof. Dr. E. Reinhart
Institut f. Angewandte Geodäsie
Richard-Strauss-Allee
D-6000 Frankfurt a. M. 70

K. Rösch
Universität Stuttgart
Geodätisches Institut
Keplerstrasse 11
D-7000 Stuttgart 1

Prof. Dr.-Ing. A. Schödlbauer
Hochschule der Bundeswehr München
Allgemeine Geodäsie
Werner Heisenberg-Weg
D-8014 Neubiberg

Prof. Dr. H. Seeger
Geodätisches Institut
Universität Bonn
Nussallee 17
D-5300 Bonn 1

PMS 2 – ein automatisches Untertage-Profilaufnahmesystem hoher Geschwindigkeit

T. Celio, H. J. Matthias

PMS 2 ist ein elektro-optisches Messsystem für polare Profilaufnahmen von stationären Stationspunkten aus. Der Messbereich umfasst Distanzen von 1–10 m, die Genauigkeit der Distanzmessungen wird mit $\sigma \leqq 0{,}5$ cm gekennzeichnet, die Auflösung der polaren Winkeleinstellung ist 1 gon, die Messdauer für einen Punkt beträgt 40 ms und für 400 Punkte eines Profils rund 30 s.
Es werden das Messprinzip, das funktionale Modell, die Systemkomponenten, der Messvorgang, die Datenausgabe, Genauigkeit und systematische Fehler und die Anwendungen dargestellt.

PMS 2 est un système électro-optique pour le levé de profils avec coordonnées polaires et stationnement statique. La portée est de 1 à 10 m, la précision des distances est caractérisée par $\sigma \leqq 0{,}5$ cm, la résolution angulaire est de 1 gon, la mesure pour un point dure 40 ms et pour 400 points d'un profil environ 30 s.
Sont expliqués le principe de mesure, le modèle fonctionnel, les composantes du système, le processus de mesure, l'édition des données et des résultats, la précision, les erreurs systématiques instrumentales, ainsi que les applications pratiques.

1. Einleitung

PMS 2 basiert auf einem Patent von T. Celio und wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes realisiert als Gemeinschaftsarbeit des Ingenieurbüros für Elektrooptik und Elektronik Dr. T. Celio und des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Prof. Dr. H. J. Matthias.
Die Arbeit soll fortgesetzt werden. Das Ziel ist es, die Messgeschwindigkeit noch ganz wesentlich zu steigern, damit PMS 2 von einem fahrenden, vorwiegend schienengebundenen, Messwagen aus eingesetzt werden kann.
Bei der gewählten technischen Lösung ist diese Erhöhung der Messgeschwindigkeit grundsätzlich möglich.

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich, Separata Nr. 74

2. Das Messprinzip

(siehe Abbildungen 1, 2)
PMS 2 basiert auf dem Prinzip der parallaktischen Distanzmessung mit fester Basis B im Instrument. Der veränderliche Parallaxwinkel ε wird, ähnlich wie bei der terrestrischen Photogrammetrie, als lineare Parallaxe in der Bildebene eines Messobjektives gemessen. Das Licht des Lasers (1) beleuchtet auf dem zu vermessenden Objekt (3) den Objektpunkt (P_2). Das Objektiv (10) bildet den Objektpunkt (P_2) auf dem Photodioden array (8) ab. Wenn sich die Distanz L zum Objekt (3) ändert, werden z. B. die Objektpunkte (P_4), (P_5) beleuchtet, und es entstehen auf dem Photodiodenarray die Bildpunkte (P'_4), P'_5). Die Verschiebungsbeträge $+x$, $-x$ der Bildpunkte sind ein Mass für die Veränderung des parallaktischen Winkels ε und damit für die zu messenden Distanzen $+L$, $-L$ gegenüber der Bezugsdistanz L_0.
Die Überbrückung des ganzen Messbereiches von 1–10 m wird mit der selben Basis, aber mit zwei verschiedenen Kamerakonstanten des Varioobjektives (10) erreicht. Der linearen Ausdehnung