

Institut Royal Colonial Belge

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Mémoires. — Collection in-4°
Tome III. — Fascicule 1.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

AFDEELING DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling in-4°
Boek III. — Aflevering 1.

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES

effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la

CARTE MAGNÉTIQUE DU CONGO BELGE

PAR

L. HERMANS,

Docteur en Sciences physiques et mathématiques.

AVEC UNE INTRODUCTION

PAR

M. DEHALU,

Administrateur-Inspecteur de l'Université de Liège,
Membre titulaire de l'Académie Royale de Belgique
et de l'Institut Royal Colonial Belge.

FASCICULE PRÉLIMINAIRE

Aperçu des méthodes et Nomenclature des stations



BRUXELLES

Librairie Falk fils,

GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,
22, Rue des Paroissiens, 22.

1939

LISTE DES MÉMOIRES PUBLIÉS

COLLECTION IN-8°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

- PAGES, le R. P., *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu (Congo Belge). Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (703 pages, 29 planches, 1 carte, 1933) . . . fr. 125 »

Tome II.

- LAMAN, K.-E., *Dictionnaire kikongo-français* (XCIV-1183 pages, 1 carte, 1936) . . . fr. 300 »

Tome III.

1. PLANCQUAERT, le R. P. M., *Les Jaga et les Bayaka du Kwango* (184 pages, 18 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 45 »
2. LOUWERS, O., *Le problème financier et le problème économique au Congo Belge en 1932* (69 pages, 1933) . . . 12 »
3. MOITTOULE, le Dr L., *Contribution à l'étude du déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais* (48 pages, 16 planches, 1934) . . . 30 »

Tome IV.

- MERTENS, le R. P. J., *Les Ba dzing de la Kamtsha :*
1. Première partie : *Ethnographie* (381 pages, 3 cartes, 42 figures, 10 planches, 1935) . . . fr. 60 »
 2. Deuxième partie : *Grammaire de l'Idzing de la Kamtsha* (xxxv-388 pages, 1938) . . . 115 »
 3. Troisième partie : *Dictionnaire Idzing-Français suivi d'un aide-mémoire Français-Idzing* (240 pages, 1 carte, 1939) . . . 70 »

Tome V.

1. VAN REETH, de E. P., *De Rol van den moederlijken oom in de inlandsche familie* (Verhandeling bekroond in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935) (35 bl., 1935) . . . 5 »
2. LOUWERS, O., *Le problème colonial du point de vue international* (130 pages, 1936) . . . 20 »
3. BITTREMIEUX, le R. P. L., *La Société secrète des Bakhimba au Mayombe* (327 pages, 1 carte, 8 planches, 1936) . . . 55 »

Tome VI.

- MOELLER, A., *Les grandes lignes des migrations des Bantous de la Province Orientale du Congo belge* (578 pages, 2 cartes, 6 planches, 1936) . . . 100 »

Tome VII.

1. STRUYF, le R. P. I., *Les Bakongo dans leurs légendes* (280 pages, 1936) . . . 55 »
2. LOTAR, le R. P. L., *La grande chronique de l'Ubangi* (99 pages, 1 figure, 1937) . . . 15 »
3. VAN CAENEGHEM, de E. P. R., *Studie over de gewoontelijke strafbepalingen tegen het overspel bij de Baluba en Ba Lulua van Kasai* (Verhandeling welke in den Jaarlijkschen Wedstrijd voor 1937, den tweeden prijs bekomen heeft) (56 bl., 1938) . . . 10 »
4. HULSTAERT, le R. P. G., *Les sanctions coutumières contre l'adultère chez les Nkundó* (mémoire couronné au concours annuel de 1937) (53 pages, 1938) . . . 10 »

Tome VIII.

- HULSTAERT, le R. P. G., *Le mariage des Nkundó* (520 pages, 1 carte, 1938) . . . 100 »

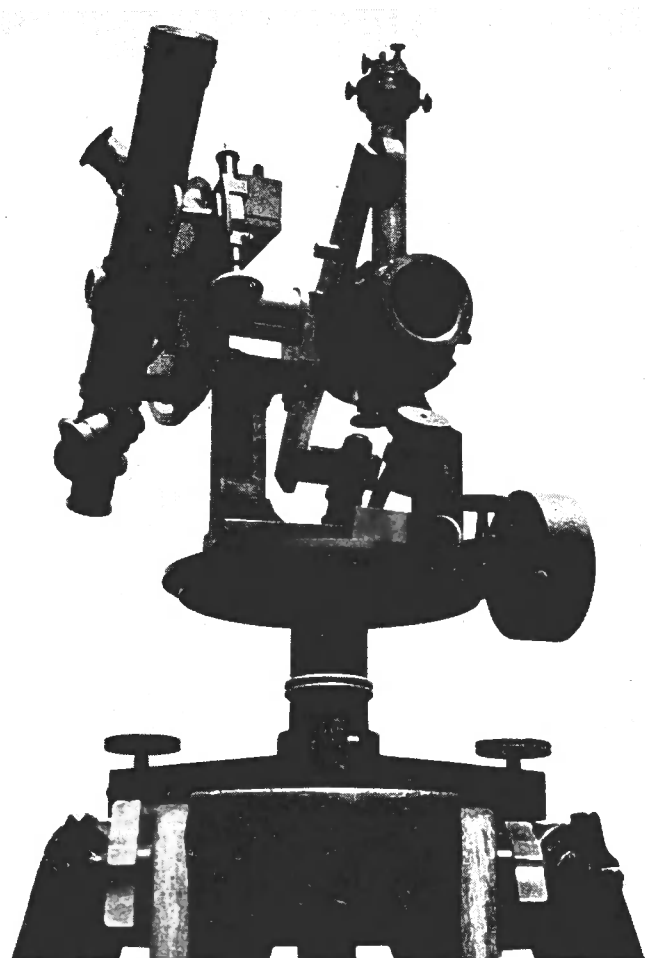
Tome IX.

1. VAN WING, le R. P. J., *Études Bakongo. — II. Religion et Magie* (301 pages, 2 figures, 1 carte, 8 planches, 1938) . . . 60 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Tome I.

1. ROBYS, W., *La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka (laves de Kateruzi)* (33 pages, 10 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 15 »
2. DUBOIS, le Dr A., *La lèpre dans la région de Wamba-Pawa (Uele-Nepoko)* (87 pages, 1932) . . . 13 »
3. LEPLAE, E., *La crise agricole coloniale et les phases du développement de l'agriculture dans le Congo central* (31 pages, 1932) . . . 5 »
4. DE WILDEMAN, E., *Le port suffrutescent de certains végétaux tropicaux dépend de facteurs de l'ambiance !* (51 pages, 2 planches, 1933) . . . 10 »
5. ADRIAENS, L., CASTAGNE, E. et VLASSOV, S., *Contribution à l'étude histologique et chimique du Sterculia Bequaerti De Wild.* (112 pages, 2 planches, 28 fig., 1933) . . . 24 »
6. VAN NITSSEN, le Dr R., *L'hygiène des travailleurs noirs dans les camps industriels du Haut-Katanga* (248 pages, 4 planches, carte et diagrammes, 1933) . . . 45 »
7. STEYAERT, R. et VRYDAGH, J., *Étude sur une maladie grave du cotonnier provoquée par les piqûres d'Helopeltis* (55 pages, 32 figures, 1933) . . . 20 »
8. DELEVOY, G., *Contribution à l'étude de la végétation forestière de la vallée de la Lukuga (Katanga septentrional)* (124 pages, 5 planches, 2 diag., 1 carte, 1933) . . . 40 »



Le théodolite magnétique de Chasselon.

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES
effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la
CARTE MAGNÉTIQUE DU CONGO BELGE

PAR

L. HERMANS,
Docteur en Sciences physiques et mathématiques,

AVEC UNE INTRODUCTION

PAR

M. DEHALU,
Administrateur-Inspecteur de l'Université de Liège,
Membre titulaire de l'Académie Royale de Belgique
et de l'Institut Royal Colonial Belge.

FASCICULE PRÉLIMINAIRE
Aperçu des méthodes et Nomenclature des stations

Mémoire présenté à la séance du 31 mars 1939.

INTRODUCTION

Le travail qui fait l'objet de ce mémoire est le résultat d'une longue et rude campagne africaine, poursuivie avec autant d'endurance que de désintéressement par M. L. Hermans, docteur en sciences physiques et mathématiques. Pendant quatre ans, il a parcouru les territoires du Katanga, du Tanganika, du Sankuru, du Maniéma, du Kivu, du Ruanda-Urundi, de l'Ituri, de l'Uele et de Stanleyville, compris approximativement entre les méridiens $22^{\circ}5$ et 30° de longitude Est de Greenwich et les parallèles de 5° Nord à 11° ou 12° Sud, couvrant ainsi une étendue de plus d'un million et demi de kilomètres carrés, soit sensiblement les deux tiers de notre Colonie, cinquante fois la Belgique. Ses itinéraires totalisent près de 70.000 kilomètres, et des observations des trois éléments magnétiques : déclinaison, composante horizontale et inclinaison, ont été effectuées par ses soins en 500 stations, généralement distantes les unes des autres d'environ 50 kilomètres. Il n'a pas dépendu de lui qu'il achève le levé magnétique de toute notre Colonie. Seul le manque de ressources l'obligea à mettre un terme à sa prodigieuse randonnée.

M. Hermans s'embarqua à Anvers le 23 février 1934 et arriva le 15 mars à Elisabethville. Grâce à un subside du Fonds National de la Recherche Scientifique (F.N.R.S.), il put entreprendre la première partie de son levé magnétique dans la Province du Katanga. La Fondation pour l'Etude Scientifique des Parcs Nationaux lui ayant accordé un subside pour établir la carte magnétique du Parc Albert,

il se mit en route le 15 octobre 1934, mesurant tout le long de l'itinéraire qui le conduisait aux Parcs Nationaux du Kivu et du Ruanda, où il séjourna de février 1935 à avril 1936. Ses investigations purent se poursuivre vers le Nord, grâce à une généreuse invitation de la Société des Mines d'Or de Kilo-Moto, qui lui demandait d'établir dans la région des Mines un canevas de base permettant d'entreprendre ensuite la prospection magnétique. Ce travail l'occupa du 1^{er} mai au 31 octobre 1936. Comprenant tout l'intérêt qu'il y avait à le continuer, au point où les circonstances l'avaient amené, il décida d'entreprendre le levé magnétique de l'Uele tout entier et d'y ajouter une série de mesures dans les régions avoisinant le fleuve. Il avait épuisé ses ressources, lorsqu'il apprit qu'un dernier subside, sollicité du F.N.R.S. et sur lequel il comptait, lui était refusé. Heureusement, le F.N.R.S. et l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge vinrent finalement à son secours pour lui permettre d'assurer son retour.

Une telle abnégation ne se rencontre que chez ceux qui sont guidés par un idéal élevé. M. L. Hermans appartient à cette élite dont nous pouvons être fiers. Grâce à sa ténacité et à son endurance, il a accompli une œuvre scientifique de haute portée, qui le classe dans la lignée de nos meilleurs pionniers coloniaux. Les données importantes qu'il a recueillies contribueront à maintenir à l'étranger le renom des savants belges qui ont consacré une partie de leur activité scientifique à notre Colonie africaine.

Je n'entrerai pas dans le détail des observations faites par M. Hermans. Le lecteur pourra se rendre compte lui-même du soin méticuleux qu'il a apporté à ses mesures. Je voudrais cependant signaler le procédé nouveau et précis qu'il a appliqué à la détermination des latitudes géographiques. Cette donnée est essentielle pour le calcul de la déclinaison magnétique, car toute erreur sur la latitude influe sur la détermination de la méridienne déduite des mesures de distances zénithales des astres, les seules réellement applicables dans un voyage d'exploration.

Or, en dehors des réseaux géodésiques existants, la connaissance de la latitude ne pouvait être tirée que des observations astronomiques. A cet effet, M. L. Hermans fit usage du théodolite magnétique (modèle

moyen) de Chasselon. Cet excellent instrument n'est cependant pourvu que de verniers donnant directement la minute. La finesse des traits permet de lire à l'estime le quart de minute, donc de mesurer un angle à 15'' près. Mais une incertitude de cet ordre conduit à des écarts souvent plus importants dans la détermination du méridien. La valeur de la déclinaison s'en trouve ainsi altérée.

Pour éviter cette erreur, M. Hermans détermine la direction du méridien, le même jour, avant et après midi, par des mesures de distances zénithales du soleil, en partant d'une valeur seulement approchée de la latitude. La différence entre les deux méridiennes, provenant ici uniquement de l'incertitude sur la valeur de la latitude, lui sert à corriger celle-ci et à trouver une valeur exacte pour la direction du méridien.

Ce procédé est si précis, aux environs de l'équateur, que l'auteur l'a appliqué à la détermination de la déviation de la verticale, ce qui peut, à première vue, paraître présomptueux, si l'on songe aux précautions minutieuses dont les géodésiens s'entourent pour fixer les coordonnées astronomiques des points fondamentaux d'une triangulation géodésique.

On trouvera au paragraphe 2 de ce mémoire le détail des observations et des calculs que M. Hermans a effectués en un des points de la chaîne triangulée du 30° méridien (Isura). La latitude obtenue par le procédé indiqué diffère d'environ 2'' de celle que j'ai moi-même déterminée en 1908, à l'aide du télescope zénithal.

M. Hermans a donné sa préférence aux observations du soleil. Celles-ci sont sans nul doute plus commodes que celles des étoiles, qui exigent le concours d'un aide, et qui sont difficiles, voire impossibles en bien des endroits, en raison de la présence des moustiques, qu'attire la lumière des lampes nécessaires aux lectures. Je partage entièrement son avis, et au cours d'un voyage en Afrique en 1908-1909, j'ai eu uniquement recours aux observations du soleil, en dehors des points géodésiques de la chaîne triangulée du 30° méridien.

Grâce à ce perfectionnement apporté par M. L. Hermans, on peut dire que les observations du soleil peuvent suffire pour fixer les éléments astronomiques d'une chaîne triangulée ou les positions des points

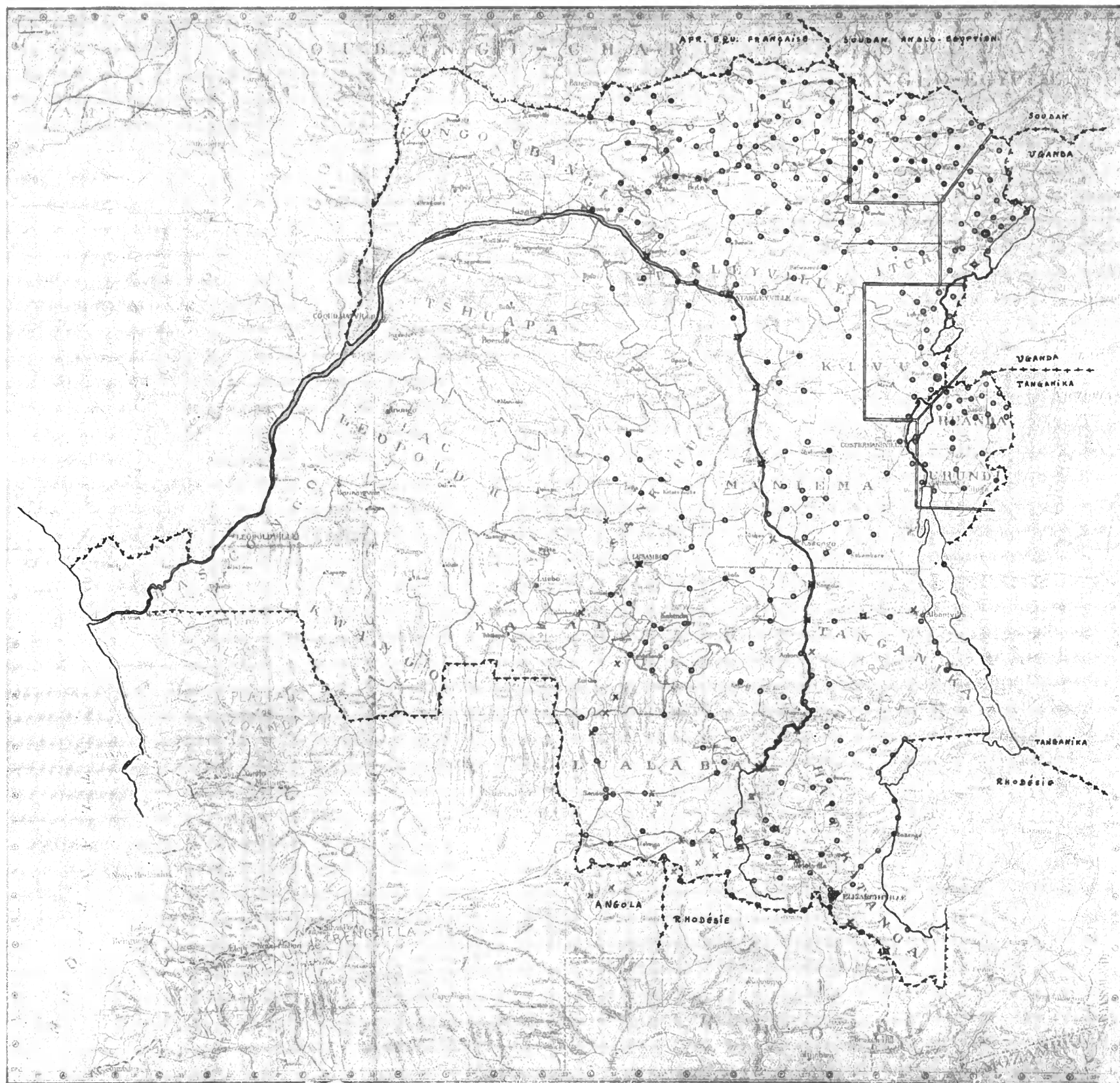
fondamentaux d'un itinéraire, exception faite pour les opérations géodésiques du premier ordre.

Ainsi, en dehors du prix qu'il faut attacher aux observations magnétiques recueillies par l'auteur, nous lui sommes encore redevables d'un perfectionnement important, bien que partant d'une idée très simple, dans les observations astronomiques et leur réduction par le calcul : nos topographes coloniaux pourront dans l'avenir en tirer le meilleur parti.

En ce qui concerne les observations magnétiques, celles-ci comportent, comme nous l'avons dit au début, la détermination des trois éléments : déclinaison, composante horizontale et inclinaison, en 500 stations. Elles permettront de dresser la carte magnétique des régions parcourues et de calculer les anomalies magnétiques locales aux diverses stations. Ce sont là des résultats de grande valeur, et il serait hautement désirable que ce travail puisse être poursuivi dans le reste de notre Colonie.

On ne saurait d'ailleurs assez insister sur la nécessité d'y encourager la recherche scientifique. Si celle-ci ne paie pas directement, elle contribue puissamment au prestige de la Belgique à l'étranger. Souhaitons qu'une parfaite compréhension de nos devoirs nous conduise à encourager au Congo des travaux analogues à ceux qu'y a accomplis M. L. Hermans. Notre Colonie est assez vaste pour que toutes les bonnes volontés y soient appelées à concourir à l'enrichissement du patrimoine commun à tous les Belges.

M. DEHALU.



Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la Carte magnétique du Congo belge

Notre levé s'est étendu aux provinces d'Elisabethville, de Costermansville, du Ruanda-Urundi, de Stanleyville, et pour moitié de Lusambo. La nomenclature par districts, suivant l'appellation ancienne, en donne une idée plus claire. Ce travail se divise ainsi en cinq fascicules, qui sont, outre le présent contenant les renseignements relatifs à l'ensemble :

Fasc. 1. *Le Katanga* (1934) : Haut-Katanga et Luapula, Lulua, Lomami, le fleuve jusqu'à Kongolo, Tanganika.

Fasc. 2. *La région des Parcs Nationaux* (1935) : Kivu, Ruanda, Urundi, Parc National Albert, Parc de la Kagera.

Fasc. 3. *La région des Mines d'Or de Kilo-Moto* (1936) : Ituri, Haut-Uele.

Fasc. 4. *L'Uele* (1936-1937) : Haut-Uele, Bas-Uele, Aruwimi, le fleuve vers Stanleyville.

Fasc. 5. *Maniéma et Sankuru* (1937) : le fleuve de Ponthierville à Kongolo, Maniéma, Sankuru.

La règle était d'établir une station environ tous les cinquante kilomètres, sans pourtant s'y astreindre d'une façon absolue, en profitant

toujours des possibilités qui se présenteraient et sans s'attarder où les facilités viendraient à manquer ou seraient lentes à obtenir.

Cinq cents stations ont ainsi été établies d'avril 1934 à novembre 1937, à un rythme qu'indique le diagramme suivant.

Si une telle extension a pu être donnée à notre travail, c'est que l'aide ne nous a pas manqué.

C'est sur la proposition de M. Dehalu, administrateur-inspecteur à l'Université de Liège, et de M. Lagrange, professeur émérite à l'Ecole royale militaire, que nous fûmes chargé au début de l'année 1934 de poser les bases pour l'établissement de la carte magnétique du Katanga, profitant de l'existence à Elisabethville d'une station magnétique permanente aux résultats de laquelle pourraient être comparées les mesures faites en campagne.

Le *Comité Spécial du Katanga* accepta de nous loger dans une maison lui appartenant, pendant notre séjour au Katanga, tant en 1934 que lorsque nous y rentrâmes fin 1937, et nous donna, en outre, l'équipement nécessaire dans nos déplacements.

Le *Fonds National de la Recherche Scientifique* nous accorda un subside qui nous permit de séjourner dans cette province jusqu'au 15 octobre 1934. A ce moment, la proposition nous fut faite de continuer nos mesures pour un levé analogue dans le Kivu et le Ruanda, principalement dans les Parcs Nationaux. Un nouveau subside fut voté à cet effet, à notre profit, par la *Fondation pour l'Étude Scientifique des Parcs Nationaux*. Lorsque ce travail serait achevé, nous devions regagner Elisabethville pour y refaire les dernières mesures avant de rentrer avec tous les appareils. Mais notre retour fut différé par la proposition que nous fit la *Société des Mines d'Or de Kilo-Moto*, qui nous demandait d'établir, dans la région des Mines, un levé analogue à ce qui était fait ailleurs.

Comme il nous était signalé que la Société Forestière et Minière du Congo attachait également un grand intérêt à ce travail, nous décidâmes de notre propre gré d'étendre notre levé aux régions de l'Uele, de Stanleyville et aux districts avoisinant le haut fleuve, avant de prendre définitivement la route de retour vers le Katanga. C'est ce qui nous mena au Maniéma et au Sankuru.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à ces divers organismes qui nous ont soutenu de leur appui financier.

Pour nos déplacements, nous sommes bien aise de pouvoir adresser ici les remerciements les plus vifs :

à la *Compagnie Maritime Belge*, qui nous a accordé, tant à l'aller qu'au retour, la gratuité du transport pour notre matériel et nos bagages;

à la *Compagnie du Chemin de Fer du Bas-Congo au Katanga*;

à la *Compagnie des Chemins de Fer du Congo Supérieur aux Grands Lacs Africains*;

à la *Société des Chemins de Fer au Kivu*;

à la *Société des Chemins de Fer Vicinaux du Congo Belge*

et à l'*Office National des Transports Fluviaux au Congo Belge*, qui nous ont donné libre parcours sur toute l'étendue de leur réseau, pour nous, notre personnel, notre matériel et nos bagages;

à la *Société des Mines d'Or de Kilo-Moto*, qui a mis une camionnette à notre disposition exclusive pendant les six mois que dura notre séjour dans ces régions;

au *Gouvernement Général de la Colonie*, qui a bien voulu nous permettre de faire porter sur son budget nos dépenses pour déplacements automobiles et par porteurs, notamment dans les provinces de Costermansville, du Ruanda-Urundi, de Stanleyville, de Lusambo et, plus tard, d'Elisabethville.

On reconnaîtra que nous avons reçu là une aide appréciable, si l'on jette un coup d'œil sur le tableau du chemin parcouru, que nous donnons ci-après. Il montre, pour 45 mois de voyage, une moyenne de 50 kilomètres par jour.

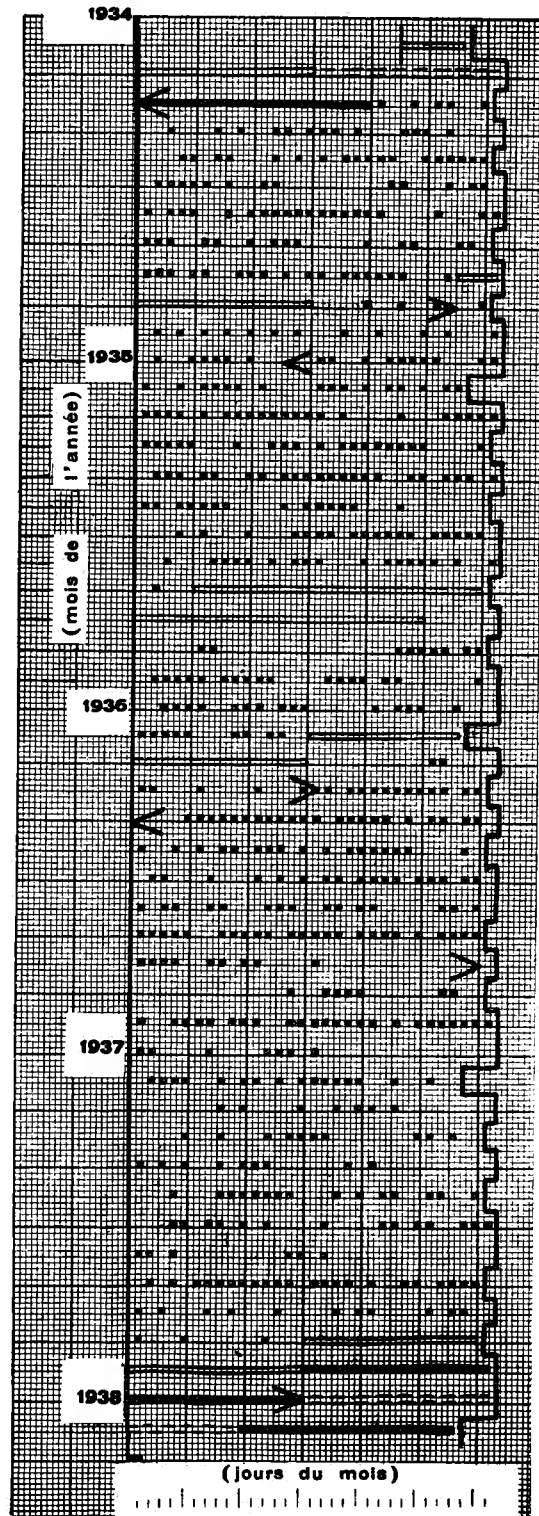
**RELEVÉ EN KILOMETRES DU CHEMIN PARCOURU
DANS LES REGIONS VISITEES.**

Les cinq sections dont il est question dans ce tableau s'entendent :

- 1^o depuis l'arrivée à Elisabethville jusqu'à Kigoma 10 mois.
 2^o depuis le départ de Kigoma jusqu'au départ de Beni . . 15 mois.
 3^o depuis le départ de Beni jusqu'à l'arrivée à Paulis . . . 7 mois.
 4^o depuis l'arrivée à Paulis jusqu'au départ de Stanleyville . 7 mois.
 5^o depuis Stanleyville jusqu'au retour à Elisabethville . . . 6 mois.

	en auto	par chemin de fer	par bateau	en baleinière	en pirogue	à pied	Total
Katanga	9.750	10.150	800	225	—	200	21.125
Kivu-Ruanda	14.250	—	400	175	50	1.825	16.700
Kilo-Moto.	8.700	—	—	25	—	325	9.050
Uele-Stanleyville	8.200	575	400	50	250	125	9.600
Fleuve, Maniéma-Sankuru.	9.900	950	825	550	250	225	12.700
	50.800	11.675	2.425	1.025	550	2.700	69.175

JOURS OU L'OBSERVATION A ÉTÉ POSSIBLE



Départ. Anvers. 23 février 1934.

KATANGA.

Premières mesures à Elisabethville.

(Maladie.)

KIVU-RUANDA.

(Parcs Nationaux.)

(Les mesures de cette période nous ont été volées.)

(Maladie.)

KILO-MOTO.

UELE-STANLEYVILLE.

MANIEMA.

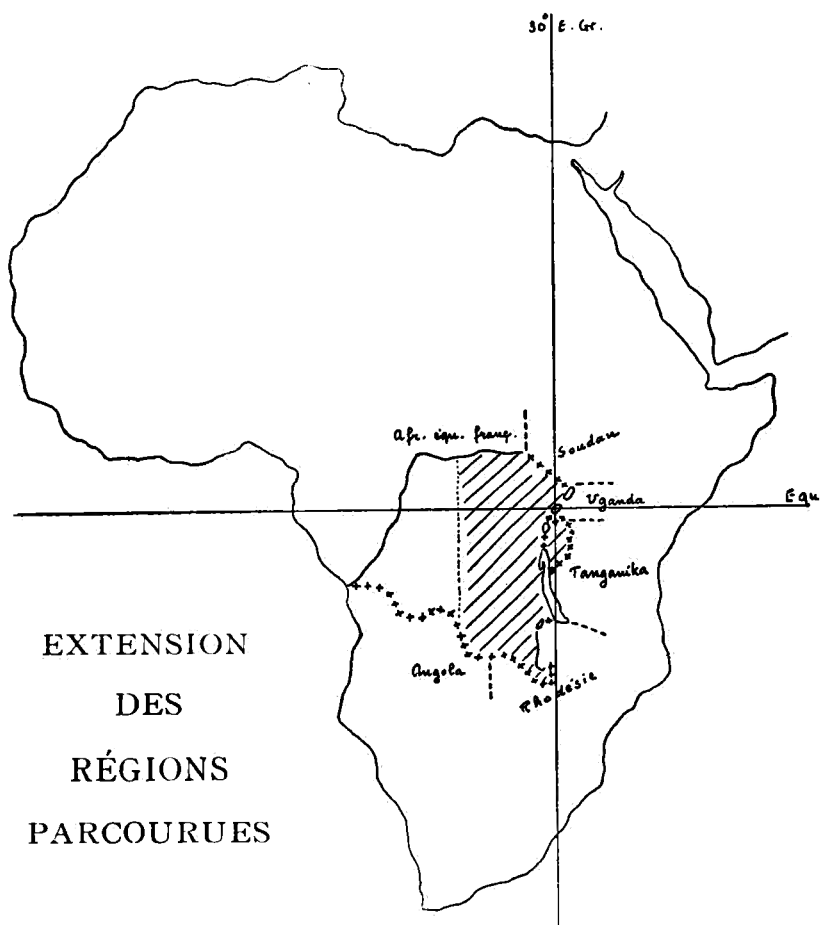
SANKURU.

(Maladie.)

Dernières mesures à Elisabethville.

Voyage de retour (par Matadi).

Anvers. 1^{er} mars 1938.



CHAPITRE PREMIER.

**POSITIONS GÉOGRAPHIQUES DES STATIONS CHOISIES
ET APERÇU DES MÉTHODES EMPLOYÉES**

Ce chapitre comprend les paragraphes suivants :

- § 1. Mesure astronomique de la latitude.
- § 2. Latitude géodésique. Déviations de la verticale.
- § 3. Détermination du méridien astronomique.
- § 4. Mesure de la déclinaison magnétique.
- § 5. Détermination de l'heure. Marche du chronomètre.
- § 6. Mesure de la composante horizontale.
- § 7. Mesure de l'inclinaison magnétique.
- § 8. Appréciation de l'altitude.
- § 9. Variations des éléments magnétiques.

En chaque station, il a été, en effet, fait des mesures :

- de déclinaison, à deux reprises, matin et après-midi;
- de composante horizontale, à l'aide de deux barreaux aimantés;
- d'inclinaison, à l'aide de deux aiguilles.

Le nom choisi pour la station est le mieux possible le nom admis par les indigènes pour la montagne où s'est faite l'observation (Kivu, Ruanda, Ituri), ou pour le village où l'on s'est arrêté (Katanga, Uele, où le nom du village n'est que le nom du chef), ou pour la rivière la plus proche. Semangole, par exemple, est bien le nom de la montagne où s'est faite la mesure. Baburu est le nom du chef de son village. Tshopo est le nom de la rivière au bord de laquelle est située la station.

Pour la situation géographique des stations, la latitude a partout été observée, sauf en de très rares occasions. Elle est d'ailleurs indispensable au calcul de la méridienne. La longitude est toujours plus douteuse. Mais une incertitude est ici moins préjudiciable.

Partout où c'était possible, nous nous sommes rattaché aux divers réseaux triangulés de la Colonie, et nous avons fait usage des bonnes cartes existantes :

Au Katanga : Réseau triangulé de la Mission de délimitation Katanga-Rhodésie (rattaché à l'arc du 30° méridien de Rhodésie); Mission de triangulation du C.S.K.; Mission cartographique de Dilolo; Cartes au 200.000° du C.S.K. et de la Mission de Dilolo. (Cf. J. MAURY, *Triangulation du Katanga*.)

Au Kivu et au Ruanda : Réseau triangulé de la Mission de délimitation de frontière (rattaché à l'arc du 30° méridien de l'Uganda); Mission cartographique du Ruanda-Urundi et du Kivu; Cartes au 200.000° de la Mission cartographique. (Cf. J. MAURY, *Triangulation du Congo Oriental*.)

Dans l'Ituri : Réseau triangulé de la région de Kilo-Moto (rattaché également à l'arc du 30° méridien de l'Uganda); De bons levés des prospecteurs de la Mine ⁽¹⁾. (Cf. J. MAURY, *Réseau fondamental de la région de Kilo-Moto*.)

Au Maniéma : Réseau triangulé de la Mission de triangulation de la zone des Grands Lacs (non encore rattaché) ⁽²⁾; Une carte de précision suffisante de cette zone.

APPAREILS UTILISÉS.

1. Le théodolite magnétique de Chasselon (appartenant à l'Observatoire de Cointe).

Il est à la fois *théodolite* pour les observations astronomiques et éventuellement les rattachements à la triangulation, et *magnétomètre* pour les mesures magnétiques.

Pour les mesures astronomiques, en trois points seulement, ayant vainement attendu toute une journée que le soleil voulût bien se montrer, nous avons profité de la présence avec nous d'un autre Européen

⁽¹⁾ En dehors de ces levés, les cartes publiées manquent de précision. Nous ne serons pas toujours d'accord avec elles. Tous nos emprunts à la carte seront contrôlés par les mesures astronomiques.

⁽²⁾ Les résultats relatifs à ce réseau nous ont été aimablement communiqués par le chef de mission, capitaine Dumont, rencontré en route.

pour faire quelques pointés, le soir, sur une étoile. Cette observation n'est pas possible en Afrique à un observateur isolé, même s'il disposait de l'équipement électrique souvent prévu pour l'éclairage de l'appareil, ou s'il était muni d'un chronographe pour l'inscription des heures.

Partout ailleurs, c'est donc le soleil qui a été observé. Le pointé se fait aux fils milieux horizontal et vertical du réticule, par le procédé de visée « Bord Supérieur » et « Bord Inférieur », bien préférable — l'œil ne sachant pointer avec précision qu'un point à la fois — à celui qui consisterait à amener l'image de l'astre successivement tangente aux quatre quadrants formés par les fils du réticule.

Ces fils étaient originairement au nombre de trois horizontaux et trois verticaux. Un jour, pendant que nous appliquions la méthode des déviations, à la station de Luabo (258, I. 49, Katanga, 23 octobre 1934), nous avons soudain été entouré d'une nuée de petites abeilles sans dard, dont l'une s'introduisit à l'intérieur du corps de la lunette, par l'ouverture du tourillon, qui, comme on sait, doit être laissée libre pour l'introduction partielle de l'aimant des déviations. La mouchette se posa sur les fils du réticule. Son poids n'était pas suffisant pour rompre les fils. Mais, un moment plus tard, nous devions observer le soleil pour la latitude. Les fils, qui sont au foyer de l'objectif, ne s'enflamment pas parce que leur masse est insuffisante. Mais la mouchette avait une masse suffisante. Elle fut en un instant carbonisée et communiqua le feu à tous les fils du réticule.

Notre campagne aurait pu s'achever là. Passant quelques heures après à la Mission des PP. Franciscains de Luabo, nous eûmes le plaisir d'apprendre de ces Pères, qui connaissent bien toutes les ressources de la Colonie, qu'il existe dans la forêt une grosse araignée qui ne tisse pas une toile, mais tout un réseau de fils autour d'elle (d'où son nom *tanda kumbidji* = qui tisse — autour de son corps). Ces fils sont extrêmement solides, au point que les bengalis, petits oiseaux de la forêt, se font parfois prendre dans ce réseau enchevêtré. En même temps que résistant très bien à une traction déjà sérieuse, ces fils sont extrêmement fins. Ils sont plus fins et plus solides que ceux que l'on emploie dans nos pays pour le même usage, et si ce n'était leur couleur jaune foncé, ils seraient tout à fait invisibles sans loupe. Nous étions sauvé. Un élève de l'école

normale fut envoyé à la découverte et revint avec l'objet désiré, après deux heures de recherches. Les fils, bien nettoyés, nous servirent à la réparation du réticule. Mais, en raison de la difficulté de l'opération, nous ne plaçâmes qu'un fil horizontal et un fil vertical.

C'est dans cet état que le théodolite a été employé ensuite jusqu'à la fin de la campagne de mesures.

Les observations astronomiques exigent l'emploi d'un *baromètre* et de *thermomètres*, pour le calcul des coefficients de pression et de température de la réfraction atmosphérique.

Le baromètre que nous avons utilisé est un anéroïde de Fuess, de la meilleure qualité, dont l'erreur d'index a été déterminée comme il sera expliqué plus loin.

Les thermomètres servaient également aux prises de température nécessaires pour la correction des mesures de déviations et d'oscillations. Il en faut alors deux, l'un s'introduisant par l'extrémité dans la boîte qui contient l'aimant oscillant, pendant que l'autre prend la température extérieure.

Pour les observations magnétiques, on dispose de deux *barreaux aimantés* qui sont marqués • et ••, et que nous désignerons toujours de cette façon. Ces aimants sont suspendus successivement dans un petit étrier attaché à l'extrémité d'un long fil de soie très fine, dont il faut au préalable annuler la torsion : un barreau en laiton, qui prend la place de l'aimant et qui pèse à peu près le même poids, est prévu à cet effet.

Le fil de soie prend, la nuit, une humidité excessive, qui nuirait absolument à l'observation, la torsion variant ensuite, le jour, pendant l'observation, à mesure que le fil perd cette humidité, ou qui ferait perdre à attendre un temps appréciable. Pour cette raison, nous avons toujours fait l'installation complète de l'appareil (sauf évidemment les aimants eux-mêmes) dès l'observation du soleil, par laquelle commençait généralement la journée de mesures. Le fil de suspension, soumis à la chaleur du soleil pendant ce temps, pouvait ainsi de lui-même rentrer dans son état normal pour le moment où allaient commencer nos mesures de déclinaison. Dès que, après les quelques premiers jours, nous eûmes adopté cette façon de procéder, nous y gagnâmes un temps précieux.

Un jour, après l'ascension de la haute montagne d'Aboro (2, III.2,

Ituri, 2 juillet 1936), où il n'y avait plus tout à fait 10° C de température (on peut alors, à l'équateur, dire qu'il fait extrêmement froid) et où nous restâmes d'ailleurs la journée entière dans les nuages (le soleil ne s'est montré, pendant quelques minutes, que vers 5 heures du soir), le fil de suspension des aimants était tellement imbibé d'humidité que, aussitôt les mesures commencées, il se rompit. Heureusement, la caisse du théodolite possède un petit rouleau de fil de soie de rechange. Sans rien pour se mettre à l'abri, sur cette immense roche nue, dans le vent et sous une pluie fine et froide, on n'est pas étonné que la réparation ait duré près de deux heures. C'est la première fois, depuis le début de notre campagne, que pareil accident se produisait.

Le même accident devait se reproduire sans raison apparente à la station de Djondou (91, V.9, Sankuru, 7 septembre 1937). Par près de 30° C, la réparation dura moins longtemps.

Dans les mesures de déviations intervient un troisième barreau aimanté, aimant plus court, mais barreau dont la longueur est ramenée à celle des autres barreaux par adjonction de deux bouts en laiton qui portent les repères, de façon qu'on n'ait pas à modifier la mise au point de l'oculaire en cours d'opération. L'*aimant témoin* est alors suspendu librement à l'équipage de suspension, pendant que celui des autres barreaux qui sert à la mesure prend place sur des tringles additionnelles successivement et symétriquement à 15 cm. et à 20 cm. de part et d'autre du premier.

Les inscriptions des durées d'oscillation se sont faites, à la station de base d'Elisabethville, à un *chronographe à pointes basculantes* de Hipp, en même temps que celles des secondes d'une pendule électrique Leroy-Brillié, dont la marche, toujours très faible, était connue.

Partout ailleurs, les durées d'oscillation étaient lues à un *compte-secondes à aiguille rattrapante* de Leroy, dont la marche très régulière est restée constamment voisine de 5^s par minute, ce qui n'offre aucun inconvénient, à condition qu'on la détermine par comparaison avec le *chronomètre* qui sert aux observations astronomiques.

Nous n'avons jamais disposé que d'un chronomètre de poche, qu'il est bien difficile de conserver en Afrique à l'abri des influences atmosphériques. Nous avons utilisé successivement :

Un chronomètre Solvil, du constructeur Ditisheim;

Un chronomètre Longines, qui nous fut aimablement prêté par le colonel Hoier, conservateur des Parcs Nationaux, et qu'on nous vola;

Un chronomètre Cervus, à trotteuse additionnelle.

Nous indiquons dans chaque partie du travail quel est le chronomètre qui a été utilisé. Et son état est déduit des observations astronomiques journalières.

2. La boussole d'inclinaison de Dover (appartenant également à l'Observatoire de Cointe).

L'aiguille y est suspendue, son pivot simplement posé sur deux plans d'agate horizontaux. Nous avons eu soin de nettoyer toujours les plans de roulement de l'aiguille à l'aide d'un morceau de peau de chamois et ensuite avec un bout de papier bien propre (à défaut de buis), et le pivot de l'aiguille, en en piquant chaque extrémité dans du sureau (on en trouve à la Colonie).

On dispose, pour la mesure de l'inclinaison, de deux aiguilles aimantées, marquées 1 et 2. C'est aussi de cette façon que nous les désignons.

Au début de notre troisième année de campagne, à la station de Nyakonde (391, III.60, Ituri, 29 avril 1936), la première aiguille devint inutilisable. Heureusement, l'appareil est accompagné de deux autres aiguilles, marquées 3 et 4, qui doivent servir à la mesure de l'intensité magnétique totale, par la méthode des aiguilles défectrices de Lloyd, et qui pour cette raison devraient toujours conserver leur aimantation de même sens et constante. Mais, outre que cette constance est bien problématique pour un long voyage par tous moyens et dans tous genres de régions, nous ne comptons pas utiliser cette méthode, peu sensible aux environs de l'équateur magnétique. Nous n'avons donc pas hésité à faire servir pour nos mesures de l'inclinaison généralement l'aiguille 4, plus robuste, et la mieux équilibrée.

L'appareil se plaçait sur le même trépied que le théodolite magnétique : un trépied à six branches réunies deux à deux et serrées par des vis de pression. Ce pied est très stable. Mais, alors que le théodolite se place sur le plateau du trépied dans trois rainures convergentes et s'y fixe à l'aide d'une vis munie d'une pompe à ressort, la boussole

d'inclinaison se pose simplement dans les trois mêmes rainures, son poids seul suffisant à assurer sa stabilité.

De cette façon, si l'inclinaison se mesurait, comme c'était généralement le cas, dans l'intervalle de deux mesures au théodolite, jamais cependant le support n'était enlevé.

BIBLIOGRAPHIE.

- M. DEHALU, *Leçons sur le Magnétisme terrestre* (cours autographié) données à l'Université de Liège (Doct. en Sc. phys. et math.) durant l'année 1932-1933.
- E. MASCART, *Traité de Magnétisme terrestre*, Paris, 1900.
- D. L. HAZARD, *Directions for Magnetic Measurements*, Washington, 1911.
- J. MAURY, *Triangulation du Katanga* (MÉM. INST. ROY. COL. BELGE, I, 1, 1930).
- *Triangulation du Congo Oriental* (IBID., I, 3, 1934).
- *Le Réseau fondamental de la Région de Kilo-Moto* (BULL. INST. ROY. COL. BELGE, VI, 3, 1935).
- *Emploi du nivellement barométrique pour les besoins de la cartographie dans les régions tropicales* (IBID., II, 2, 1931).
- Connaissance des temps pour 1934, 1935, 1936, 1937.
- CH. LEMAIRE, *Mission scientifique du Katanga*, observations astronomiques, magnétiques et altimétriques (1898-1900). Seize mémoires. Bruxelles, 1901.
- M. DEHALU et G. WANGERMÉE, *Résultats préliminaires des observations magnétiques effectuées en Afrique* à l'occasion de la mesure d'un arc du 30° méridien dans le voisinage de l'Équateur, en 1908 et 1909 (BULL. ACAD. ROY. BELG., n° 7, 1909).
- D. M. WISE et F. BROWN, *Land Magnetic Observations during the years 1914-1920*, Africa, Belgian Congo (RESEARCHES OF THE DEPARTMENT OF TERRESTRAL MAGNETISM OF THE CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON, vol. III).
- A. MOLLE et L. KOENIGSFELD, *Observations magnétiques faites à Elisabethville pendant l'année polaire internationale 1932-1933*, résultats des observations (MÉM. INST. ROY. COL. BELGE, II, 1936).
- A. D. LEWIS, *Magnetic Declination in South Africa* (1936), published in connection with the Isogonic Magnetic Map of South Africa. Pretoria, 1937.
-

§ 1. Mesure astronomique de la latitude.

La détermination de la latitude est très aisée par observation de la plus petite distance zénithale atteinte par le soleil à midi vrai.

Un groupe de pointés aux environs de midi donne une suite de valeurs de la distance zénithale, qui vont d'abord en diminuant avant midi, pour croître ensuite petit à petit une fois le midi dépassé. On n'aurait ainsi qu'une valeur de la quantité cherchée, et elle serait sujette à l'erreur de mesure en toute grandeur, si la formule de Delambre pour la réduction au méridien des observations extra-méridiennes ne permettait de ramener chacun des pointés au midi vrai, pour faire ensuite la moyenne des résultats obtenus. (Cf., par exemple, l'ouvrage classique de F. Close.)

Nous avons préféré, comme plus expéditif, et d'ailleurs plus précis pour les régions équatoriales, faire le graphique des distances zénithales obtenues. La courbe devant être régulière, aux environs de midi voisine d'une parabole, et symétrique de part et d'autre du midi vrai qui peut toujours être calculé (l'état du chronomètre étant, d'autre part, connu approximativement), l'ensemble des mesures faites permet d'obtenir une très bonne valeur de la distance zénithale minimum, éventuellement de corriger la mesure directe. La déclinaison du soleil étant connue par la Connaissance des Temps, on obtient immédiatement la valeur de la latitude. Il va sans dire que la distance zénithale apparente doit être corrigée de la réfraction et de la parallaxe. Pour l'application des formules de la réfraction, il est nécessaire de connaître la température et la pression barométrique, celle-ci corrigée de l'erreur d'index du baromètre, conformément à ce qui sera indiqué au § 8.

Voici comment se présente une mesure de la latitude :

Nous choisissons la station de Semangole $\triangle$, qui est un point géodésique principal de la triangulation de Kilo-Moto.

*Exemple de calcul de la latitude.*STATION DE SEMANGOLE Δ (442, III.71, Ituri).

L. 8 juin 1936. (Observation incomplète.)

Tempér. 24°8.		Pression 637 ^{mm} 0.	
Soleil CD. BS.	11 ^h 46 ^m 50 ^s	C. V.	211° 17' 45"
CG. Bi.	48 02		169 00 30
. . . . nuage			
CD. BS.	51 58		211 15 15
. . . . nuage			
CD. BS.	55 21		211 16 30
CG. Bi.	56 37		169 00 00
. . . . nuage			
CD. BS.	12 00 17		211 21 15
CG. Bi.	01 40		168 53 45
Tempér. 23°8.		Pression 636 ^{mm} 6.	

Nous avons à dessein choisi cet exemple incomplet, où l'observation fut constamment gênée par les nuages passant devant le soleil.

On verra d'ailleurs que, lorsque deux méridiennes ont pu être faites le même jour, avant et après midi, la valeur adoptée provisoirement pour la latitude peut être améliorée par la concordance de ces deux méridiennes. Et alors le résultat adopté a toute la précision désirable.

Déterminons d'abord le midi vrai :

Heure civile à midi vrai de Gr.	 11 ^h 58 ^m 51 ^s (C. des T.)
	corr. . . . — 1
id.	local 11 58 50
	longitude . . 2 00 24 (valeur géodésique)
Heure civile de Gr. à midi vrai local . .	9 58 26
État approché du chronomètre (avance) .	<u>1 53 15</u>
Heure de la montre au moment du passage.	11 51 41

Les trois pointés complets

11 ^h 47 ^m 26 ^s	2 s appar. 42 17 15
11 55 59	42 16 30
12 00 58.5	42 27 30

permettent immédiatement de deviner l'allure de la courbe, puisque l'on connaît en outre l'heure du chronomètre au moment du passage, qui définit l'axe de la courbe.

On peut ensuite déduire les distances zénithales des lectures isolées CD.BS et CG.BI par les formules

$$z \text{ appar.} = \text{lect. CD. BS.} - 190^{\circ}08'37''$$

$$z \text{ appar.} = 190^{\circ}08'37'' - \text{lect. CG. BI.}$$

qui donnent six points encadrant les précédents et un point isolé voisin du minimum cherché.

11 ^h 46 ^m 50 ^s	CD. BS.	211°17'45''	190°08'37''	21°09'07''	2 z appar.	42°18'15''
48 02		169 00 30		21 08 07		42 16 15
51 58		211 15 15		21 06 37		42 13 15
55 21		211 16 30		21 07 52		42 15 45
56 37		169 00 00		21 08 37		42 17 15
12 00 17		211 21 15		21 12 37		42 25 15
01 40		168 53 45		21 14 52		42 29 45

Ces nouveaux points fixent la courbe et donnent le minimum cherché.

$$\text{Temp. } 24^{\circ}3 \quad A = -0.09$$

$$\text{Press. } 636^{\text{mm}}8 \quad B = -0.16$$

$$A + B = -0.25$$

$$R_{\text{norm}} \quad 23''$$

$$\text{corr.} \quad -6$$

$$\text{réfr.} \quad 17$$

z_{min}	21°06'37''5	δ_{min}	22°51'32''
réfr.	+ 17	var. hor.	13.5
parall.	- 3	pour 2 ^h 01 ^m 5	- 27.5
z	<u>21°06'51''5</u>	δ à 9 ^h 58 ^m 5	<u>22°51'04''5</u>

d'où latitude **1°44'13''**

La latitude géodésique étant $1^{\circ}44'27''$ et la valeur que l'on vient d'obtenir $1^{\circ}44'13''$, on adopte pour le calcul des méridiennes $\varphi = 1^{\circ}44'20''$.

La méthode est indiquée au § 3.

Le calcul a donné :

le matin	azimut-repère	$158^{\circ}00'03''$
l'après-midi		$157^{\circ}59'22''$
	écart	$41''$

Dans le calcul de la formule

$$\sin \delta = \sin \varphi \cos z - \cos \varphi \sin z \cos A,$$

une erreur $\Delta\varphi$ sur la latitude ⁽¹⁾ a sur l'azimut A du soleil, donc sur celui du repère que l'on en déduit, une influence ΔA donnée par

$$(\cos \varphi \cos z + \sin \varphi \sin z \cos A) \Delta \varphi + \cos \varphi \sin z \sin A \cdot \Delta A = 0.$$

Pour les régions qui nous intéressent (du moins pour autant que φ ne dépasse pas 5° de part ou d'autre de l'équateur), cette formule se réduit avec une approximation suffisante à

$$\Delta \varphi = -\sin A \operatorname{tg} z \cdot \Delta A.$$

Une erreur de $15''$ sur φ peut amener une erreur dépassant $60''$ sur A . Mais l'erreur est en sens inverse pour les méridiennes du matin et de l'après-midi. En amenant les résultats à la concordance, on peut corriger la valeur admise pour la latitude.

Si, en effet, le matin, l'azimut et la distance zénithale du soleil sont A_1 et z_1 , l'après-midi, A_2 et z_2 , et si ε est l'écart des résultats obtenus pour les azimuts du repère, on a

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta A_2} = \frac{\sin A_2 \operatorname{tg} z_2}{\sin A_1 \operatorname{tg} z_1} \quad \text{et} \quad \Delta A_1 + \Delta A_2 = \varepsilon.$$

Ces deux équations permettent de déterminer isolément les corrections de sens contraires ΔA_1 et ΔA_2 , et par suite $\Delta\varphi$.

⁽¹⁾ Étant en assez grand nombre, les angles horizontaux et verticaux peuvent être supposés, en moyenne, mesurés sans erreur appréciable. Et la déclinaison δ est connue avec toute la précision désirable.

Dans l'exemple choisi on avait

A_1	229° 28' 30''	$\sin A_1$	$\overline{1.881}$
z_1	33 59 30	$\operatorname{tg} z_1$	$\overline{1.829}$
		P_1	$\overline{1.710}$
A_2	126 51 30	$\sin A_2$	$\overline{1.903}$
z_2	37 25 30	$\operatorname{tg} z_2$	$\overline{1.884}$
		P_2	$\overline{1.787}$
		$\frac{P_1}{P_2}$	$\overline{1.923}$

D'où

$$\frac{\Delta A_2}{\Delta A_1} = 0.837,$$

ce qui donne, à cause de $\Delta A_1 + \Delta A_2 = 41''$,

$$\Delta A_1 = 22''3 \qquad \Delta A_2 = 18''7.$$

Ensuite

P	$\overline{1.710}$	$\overline{1.787}$
ΔA	1.348	1.272
P. ΔA	1.058	1.059.

D'où

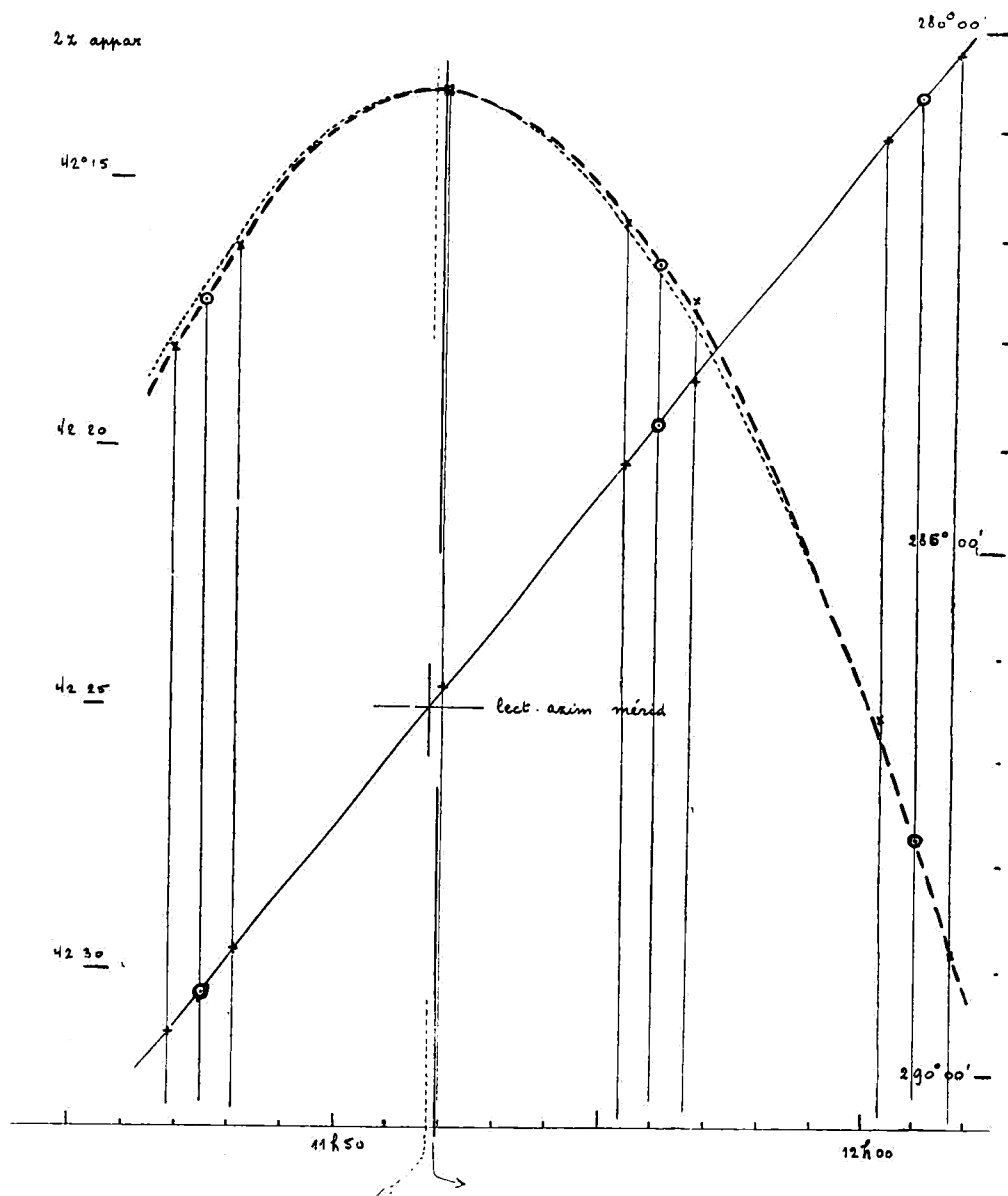
$$\Delta \varphi = 11''5.$$

Et, enfin,

$$\varphi = 1^{\circ}44'08''5 \quad (\text{Semangole}).$$

Sur le diagramme qui suit, construit au moyen des valeurs de la page 20, on voit comme la courbe s'améliore par la connaissance de l'état du chronomètre qui fixe l'axe de la courbe, en même temps que par la connaissance de la lecture $286^{\circ}34'$ que donne le cercle horizontal (C. H.) dans le méridien. Le résultat obtenu pour la distance zénithale minimum n'en est pas altéré.

C'est une vérification obtenue, tous calculs achevés.



Axe de la courbe, que donne la connaissance de l'heure du passage et de la lecture azimutale méridienne.

Axe de la courbe — — — — — donnée par les observations directes.

§ 2. Latitude géodésique. Déviations de la verticale.

Nous appelons indifféremment latitude géodésique celle qui est donnée par les points principaux $\triangle$ ou secondaires $\odot$ de la triangulation, celle que nous en déduisons par les divers recoupements obtenus par pointés au théodolite, ou celle que nous prélevons sur une carte bien établie.

Elle présente généralement une divergence avec la mesure astronomique.

Nos mesures n'ont pas la prétention de corriger les données de la triangulation même secondaire. Une observation astronomique ne se fait pas en campagne avec une précision qui permettrait une simple vérification. Mais les observations se sont montrées partout suffisamment précises pour faire ressortir les anomalies locales de la gravité dans leur influence sur les mesures de latitude.

Nous en donnerons un exemple, montrant le degré de précision de la méthode qui consiste à déduire la meilleure valeur de la latitude de la concordance des mesures de méridiennes.

C'est celui de la station d'Isura $\triangle$, où, la mesure directe n'étant pas excellente, et le calcul des méridiennes entrepris avec la valeur géodésique de la latitude accusant un écart de plus d'une minute d'arc entre les deux azimuts du repère, matin et après-midi, la méthode montre que la concordance s'obtient en diminuant sérieusement la valeur adoptée pour la latitude, ce qui reproduit d'ailleurs la valeur obtenue pour la latitude astronomique par la Commission du 30° méridien ⁽¹⁾.

Le point d'Isura est de tous les points de la chaîne du 30° méridien celui où la déviation de la verticale dans le méridien est la plus forte.

⁽¹⁾ Cf. *Report of the Measurement of an arc of meridian in Uganda*, et M. DEHALU, *Observations astronomiques faites à l'occasion de la mesure d'un arc équatorial de méridien*.

*Exemple de calcul de la déviation de la verticale dans le méridien.*STATION D'ISURA $\triangle$ (127, III.35, Ituri).

J. 31 mai 1936.

En adoptant pour le calcul la valeur de la latitude géodésique $1^{\circ}10'46''$, on a obtenu pour l'azimut du repère :

le matin,	167°51' 02''
l'après-midi,	167 49 53
écart	69

Appliquons la formule

$$\Delta\varphi = \sin A \operatorname{tg} = \Delta A = P. \Delta A :$$

matin	A_1	237°03' 22''	$\sin A_1$	$\bar{1}^{\cdot}924$
	z_1	37 00 56	$\operatorname{tg} z_1$	$\bar{1}^{\cdot}877$
			P_1	$\bar{1}^{\cdot}801$
	A_2	117 46 01	$\sin A_2$	$\bar{1}^{\cdot}949$
	z_2	46 20 40	$\operatorname{tg} z_2$	0.020
			P_2	$\bar{1}^{\cdot}969$

$$\frac{P_2}{P_1} 0.168.$$

D'où

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta A_2} = 1.48 \quad \text{et} \quad \Delta A_1 + \Delta A_2 = 69''$$

$$\Delta A_1 = 41'' \quad \Delta A_2 = 28''.$$

Ensuite,

P	$\bar{1}^{\cdot}801$	$\bar{1}^{\cdot}969$
ΔA	1.612	1.446
$\Delta\varphi$	1.413	1.415

D'où

$$\Delta\varphi = 26'' \quad \text{et} \quad \varphi = 1^{\circ}10'20''.$$

On retrouve approximativement la valeur de la latitude astronomique. (Cf. J. MAURY, *Triangulation du Congo Oriental*.)

La station magnétique était à 30 mètres au N.30°E. du point géodésique.

§ 3. Détermination du méridien astronomique.

Le calcul de l'azimut du soleil se fait le plus aisément en campagne par la mesure de la distance zénithale de l'astre et l'emploi de la formule

$$\sin \delta = \sin \varphi \cos z - \cos \varphi \sin z \cos A.$$

Si alors L est la lecture du cercle horizontal du théodolite pour chaque position observée du soleil, d'azimut A , et L_0 la moyenne des lectures correspondant à la direction-repère, l'azimut de la direction-repère est donné par

$$\text{az. repère} = L_0 - \text{moy. } (L - A).$$

Si l'azimut et la distance zénithale du soleil sont

$$\text{le matin } A_1 \text{ et } z_1, \quad \text{l'après-midi } A_2 \text{ et } z_2,$$

les deux équations

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta A_2} = \frac{\sin A_2 \operatorname{tg} z_2}{\sin A_1 \operatorname{tg} z_1} \quad \text{et} \quad \Delta A_1 + \Delta A_2 = \epsilon,$$

où ϵ est l'écart entre les azimuts de la direction-repère du matin et de l'après-midi, permettent de calculer les corrections ΔA_1 et ΔA_2 à apporter en sens contraires aux azimuts calculés (cf. p. 23).

Nous donnons ci-après, comme exemple, le calcul pour la station de Kilima.

D'après la carte effectuée par la Mission cartographique du Kivu, la latitude de ce point est $0^\circ 59' 07'' 5$; d'autre part, la mesure astronomique directe a donné $0^\circ 59' 18''$. Le calcul se fera donc en adoptant la valeur provisoire

$$\varphi = 0^\circ 59' 15''.$$

Exemple de calcul de la méridienne.

STATION DE KILIMA (212, II.71, P.N.A.).

L. 6 avril 1936.

OBSERVATION DU MATIN.

Repère CD. 108°37' 00" 37' 15"

CG. 36 30 36 15

Tempér. 23°6. Pression 663^{mm}

Soleil	CD. BS.	9 ^h 03 ^m 12 ^s 5	C. H.	187°50' 15"	C. V.	230°29' 15"
	CG. BI.	04 30,5		45 15		150 06 45
	CD. BS.	05 33		41 30		229 54 30
	CG. BI.	06 33,5		37 45		150 36 45
	CD. BS.	07 34		33 45		229 25 00
	CG. BI.	08 47		28 30		151 10 15
	CD. BS.	09 58		24 45		228 50 00
	CG. BI.	11 00,5		19 45		151 42 30
	CD. BS.	12 03,5		16 00		228 18 45
	CG. BI.	13 05		10 45		152 13 15
	CD. BS.	14 02		07 45		227 49 45
	CG. BI.	15 04		02 45		152 42 15

Tempér. 24°8 Pression 663^{mm}

Repère CD. 108°37' 00" 37' 15"

CG. 36 30 36 15

OBSERVATION DE L'APRÈS-MIDI.

Repère CD. 108°38' 00" 38' 15"

CG. 37 30 37 30

Tempér. 30°2 Pression 659^{mm}

Soleil	CD. BS.	13 ^h 51 ^m 08 ^s	C. H.	32°29' 00"	C. V.	223°16' 15"
	CG. BI.	53 39		15 45		156 23 45
	CD. BS.	54 36		10 00		224 07 00
	CG. BI.	55 35		05 30		155 55 00
	CD. DS.	56 50		31 58 45		224 39 30
	CG. BI.	57 55		53 30		155 21 15
	CD. BS.	58 50		48 30		225 08 30
	CG. BI.	59 50		44 00		154 53 00

Tempér. 29°6 Pression 659^{mm}

Repère CD. 108°38' 30" 38' 15"

CG. 37 30 37 30

OBSERVATION DU MATIN.

Kilima (P.N.A.).

l _{cd}	230°29' 15"	229°54' 30"	229°25' 00"	228°50' 00"	228°18' 45"	227°49' 45"
l _{CG}	150 06 45	150 36 45	151 10 15	151 42 30	152 13 15	152 42 15
	80 22 30	79 17 45	78 14 45	77 07 30	76 05 30	75 07 30
z appar.	40 11 15	39 38 52	39 07 22	38 33 45	38 02 45	37 33 45
R	+ 40	+ 40	+ 39	+ 38	+ 38	+ 37
π	— 6	— 6	— 6	— 5	— 5	— 5
z	40 11 49	39 39 26	39 07 55	38 34 18	38 03 18	37 34 17
α	1 ^h 00 ^m 09 ^s	09.5	10	10.5	11	11.5
δ	6°25' 18"	20	22	24	26	28
sin δ	1.04862	1.04866	1.04869	1.04873	1.04876	1.04880
cos φ	1.99994	—	—	—	—	—
sin z	1.80981	1.80495	1.80011	1.79483	1.78988	1.78515
cos φ sin z	1.80978	1.80489	1.80005	1.79477	1.78982	1.78509
a	1.23884	1.24377	1.24864	1.25396	1.25894	1.26371
tg φ	2.23646	—	—	—	—	—
cotg z	0.07316	0.08147	0.08959	0.09828	0.10633	0.11390
b	2.30962	2.31793	2.32605	2.33474	2.34279	2.35036
b/a	1.07073	1.07416	1.07741	1.08078	1.08385	1.08665
log add.	0.04833	0.04869	0.04903	0.04940	0.04972	0.05002
	1.28717	1.29246	1.29767	1.30336	1.30866	1.31373
A - 180°	78 49 50	78 41 30	78 33 12.5	78 24 00	78 15 20	78 06 57.5
+ 180						
L	187 47 45	187 39 37.5	187 31 07.5	187 22 15	187 13 22.5	187 05 15
L - A	288 57 55	288 58 07.5	288 57 55	288 58 15	288 58 02.5	288 58 17.5
				288 58 05		
				108 36 45		
				178°38' 40"		

OBSERVATION DE L'APRÈS-MIDI.

Kilima (P.N.A.).

l _{CD}	223° 46' 15"	224° 07' 00"	224° 39' 30"	225° 08' 30"
l _{CG}	156 23 45	155 55 00	155 21 15	154 53 00
	66 52 30	68 42 00	69 18 15	70 15 30
z appar.	33 26 15	34 06 00	34 39 07	35 07 45
R	+ 30	+ 31	+ 31	+ 32
π	— 5	— 5	— 5	— 5
z	33 26 40	34 06 26	34 39 33	35 08 12
α	1 ^h 00 ^m 53 ^s .5	54	54.5	54.5
δ	6° 29' 51"	53	55	57

sin δ	1̄.05369	1̄.05373	1̄.05376	1̄.05380
cos φ	1̄.99994	—	—	—
sin z	1̄.74126	1̄.74876	1̄.75488	1̄.76007
cos φ sin z	1̄.74120	1̄.74870	1̄.75482	1̄.76001
a	1̄.31249	1̄.30503	1̄.29894	1̄.29379
tg φ	2̄.23646			
cotg z	0.48013	0.46926	0.46028	0.45257
b	2̄.41659	2̄.40572	2̄.39674	2̄.38903
b/a	1̄.40410	1̄.40069	1̄.09780	1̄.09524
log add.	0.05196	0.05158	0.05125	0.05097
	1̄.36445	1̄.35661	1̄.35019	1̄.34476
180° — A	76 37 05	76 51 40	77 03 27.5	77 13 17.5
	103 22 55	103 08 20	102 56 32.5	102 46 42.5
L	32 22 22.5	32 07 45	31 57 07.5	31 46 15
L — A	288 59 27.5	288 59 25	288 59 35	288 59 32.5

moyenne 288 59 30

L₀ 108 37 49az.-repère **179° 38' 19"**.

CORRECTION DE L'AZIMUT ET DE LA LATITUDE.

	matin	179° 38' 40"
	après-midi	179 38 19
	écart	21"
A ₁	258° 28' 5	sin A ₁ 1.991
z ₁	38 50' 5	tg z ₁ 1.9055
		P ₁ 1.8965
A ₂	103 02' 5	sin A ₂ 1.9885
z ₂	34 22' 5	tg z ₂ 1.835
		P ₂ 1.8235
$\frac{P_2}{P_1} 1.927$	$\frac{\Delta A_1}{\Delta A_2} = 0.845$	et $\Delta A_1 + \Delta A_2 = 21''$
	d'où $\Delta A_1 = 9''.5$	$\Delta A_2 = 11''.5$

L'azimut du repère est ainsi

$$\text{Az.-repère} = 179^\circ 38' 30''.5$$

Comme nous l'avons vu, cette méthode de calcul permet d'obtenir une meilleure valeur de la latitude.

P	1.8965	1.8235
ΔA	0.9775	1.0605
	0.874	0.884
moy.	0.879;	d'où $\Delta \varphi = 7''.5$

Et la meilleure valeur de la latitude est

$$(\text{Kilima}) \quad \varphi = 0^\circ 59' 22''.5.$$

Enfin, par comparaison avec la valeur géodésique, on obtient la déviation de la verticale dans le méridien :

$$g. - a. = - 15''$$

§ 4. Mesure de la déclinaison magnétique.

La mesure de la déclinaison se fait par comparaison de la direction du plan méridien magnétique avec le plan du Nord géographique, le dièdre de ces deux plans constituant la *déclinaison magnétique*.

L'observation de la méridienne astronomique donne le Nord géographique. Elle a fait l'objet du paragraphe précédent.

La détermination du Nord magnétique se fait, au théodolite magnétique, au moyen d'un barreau aimanté observé dans toutes les positions de l'appareil et de l'aimant, la torsion du fil de suspension étant annulée au préalable, les repères gravés aux deux extrémités de l'aimant étant pointés tous deux (p. n. et p. s.) (pour l'élimination de l'erreur de gravure des repères), la goupille de l'aimant étant tournée successivement vers l'Est et vers l'Ouest (g.E. et g.W.) (pour l'élimination de l'erreur de non-coïncidence de l'axe magnétique et de l'axe géométrique du barreau aimanté), l'appareil étant tourné dans deux positions successives symétriques à 180° (C.W. et C.E.) (retournement symétrique qui élimine l'erreur d'azimut de suspension de l'aimant et les erreurs instrumentales habituelles d'un théodolite). Les deux verniers doivent évidemment être lus, mais on réduit sans inconvénient les lectures de moitié en lisant le vernier *a* pour le pointé de l'extrémité Nord et le vernier *b* pour le pointé de l'extrémité Sud de l'aimant.

Enfin, la mesure se fait successivement à l'aide de deux barreaux aimantés, marqués • et ••.

Appelons A_0 l'azimut de la direction-repère, cet azimut se comptant à partir du Sud vers l'Ouest, tel qu'il a été obtenu par l'observation astronomique. Si L_0 est la moyenne des lectures du théodolite correspondant à cette direction-repère et L_m la moyenne des lectures correspondant aux différentes positions du barreau aimanté en équilibre, la déclinaison, toujours Ouest à la Colonie, s'obtient par la formule

$$D = (180^\circ - A_0) + L_0 - L_m.$$

ELISABETHVILLE, STATION DE BASE.

L. 30 juillet 1934. (Le chronomètre a une avance d'environ 8 min.)

moyenne 1°37' 00''

moyenne **37° 17' 15"**

moyenne **1°37'00''**

D. 9° 26' 40''

moyenne **37° 17' 24''**

moienne 1° 37' 07"

D. 9° 26' 35''

16^h56^m temp. 26°9

A titre d'exemple, nous donnerons ici l'ensemble des valeurs de la déclinaison magnétique obtenues à la station de base d'Elisabethville en 1934 et 1937.

ELISABETHVILLE, STATION DE BASE (98, I.9, Katanga).

1934

13 avril	12 ^h 46	—	• 9°24'52"
	14 54	—	•• 9 25 06
	15 34	—	•• 9 24 53
	16 12	—	• 9 24 49
21 avril	14 46	30°4	• 9 28 08
	15 16	30 2	•• 9 28 01
26 avril	14 52	29 3	• 9 26 29
	15 20	27 3	• 9 27 06
30 avril	15 32	24 4	• 9 25 32
	15 55	25 2	•• 9 25 57
	16 19	25 2	•• 9 26 14
	16 44	25 2	• 9 26 34
12 mai	13 58	27 0	• 9 26 57
	14 23	26 3	•• 9 26 47
	15 17	27 3	•• 9 25 30
	15 53	25 5	• 9 25 10
13 mai	12 49	27 0	• 9 26 43
	13 14	28 4	•• 9 26 29
19 mai	11 20	26 3	• 9 29 30
	13 50	27 5	•• 9 29 10
5 juin	14 48	27 0	• 9 27 25
	15 12	27 0	•• 9 28 01
11 juillet	11 04	25 8	• 9 30 06
	11 27	26 2	•• 9 29 55
12 juillet	10 20	—	• 9 29 37
	10 36	—	•• 9 29 52
27 juillet	14 33	26 7	• 9 27 44
	14 52	26 9	•• 9 27 20
30 juillet	16 30	27 3	• 9 26 40
	16 48	26 9	•• 9 26 35
8 août	10 40	24 0	• 9 29 37
	10 58	24 3	•• 9 29 41

1934

	11 30	26 8	•• 9 29 42
	11 54	26 8	• 9 29 48
6 septembre . . .	14 58	—	• 9 24 40
	15 18	—	•• 9 24 43
7 septembre . . .	9 32	22 8	• 9 28 12
	9 57	24 2	•• 9 28 42
24 septembre . . .	14 30	32 4	• 9 22 38
	14 50	32 2	• 9 23 03
	16 56	28 8	•• 9 24 55
27 octobre	9 33	23 7	• 9 27 47
	9 56	24 8	•• 9 27 44
20 novembre . . .	15 24	21 4	• 9 25 06
	15 43	21 0	•• 9 26 32
	16 04	21 5	•• 9 27 04
	16 25	21 8	• 9 27 07
23 novembre . . .	10 54	24 7	• 9 25 25
	11 14	25 0	•• 9 24 42
26 novembre . . .	14 38	27 4	• 9 21 45
	14 58	27 5	•• 9 22 10
27 novembre . . .	8 08	18 0	• 9 28 53
	8 26	18 4	•• 9 28 47

Les heures sont données en temps civil officiel du Congo Oriental, c'est-à-dire en temps civil de Greenwich augmenté de deux heures. Les heures en temps civil local s'obtiendraient en en retranchant 10 minutes.

1937

2 décembre. . . .	11 ^h 03	22°5	• 9°21'08"
	14 33	24 3	• 9 16 55
	14 51	25 5	• 9 17 55
	15 34	25 8	• 9 17 21
3 décembre. . . .	10 55	25 4	• 9 20 29
	11 37	25 2	•• 9 16 53
	12 00	25 8	•• 9 16 42
	17 07	26 1	• 9 17 02
4 décembre. . . .	11 15	22 3	• 9 18 46
	11 48	22 7	•• 9 17 01

1937

8 décembre.	9 10	22 7	• 9 18 14
	9 35	22 5	• 9 18 12
	10 07	24 5	•• 9 17 09
	10 27	25 8	•• 9 17 41
	14 09	28 6	• 9 13 36
16 décembre.	16 51	24 5	• 9 16 30
	10 17	26 0	• 9 21 36
	12 03	28 8	•• 9 19 21
28 décembre.	8 55	22 5	• 9 24 47 ⁽¹⁾
	9 32	23 6	•• 9 26 06
	10 06	22 3	•• 9 26 36
	10 33	22 5	• 9 25 21
30 décembre.	8 50	20 9	• 9 30 30
	9 07	21 4	• 9 32 38
	9 30	22 1	• 9 30 22
	11 39	23 0	•• 9 26 57
	11 52	22 5	•• 9 27 21

1938

7 janvier	14 16	27 8	• 9 19 20
	14 50	29 5	•• 9 18 56
8 janvier	9 52	22 7	• 9 20 01
	10 22	23 8	• 9 19 32
	10 58	24 9	•• 9 19 42
	11 32	25 8	•• 9 16 57
10 janvier	10 50	25 3	• 9 16 54
	11 12	24 5	•• 9 16 55
	11 30	24 8	•• 9 16 25
	11 48	23 5	• 9 16 28
15 janvier	9 20	24 3	• 9 17 44
	9 40	24 9	• 9 16 46
	10 05	26 4	•• 9 16 02
	10 24	25 8	•• 9 15 19

(¹) Les 28 et 30 décembre furent des jours exceptionnellement troublés. On nous signala qu'au poste de T.S.F. d'Elisabethville, aucune communication ne put être reçue, même des stations proches.

Si l'on fait la moyenne de ces résultats, sans autre considération, on trouve d'une façon approchée les éléments suivants :

1^{er} août 1934 13^h15 9°26'30"
mi-décembre 1937 11^h30 9°17'15" (en négligeant les deux jours troublés).

On avait obtenu auparavant

mi-juin 1933 12^h00 9°32'45"

(Cf. *Observations magnétiques de l'année polaire internationale*. Station d'Elisabethville. Moyenne des tableaux des pp. 47-48.)

D'autres observations ont été faites à Elisabethville en 1914 et 1920 par la Mission magnétique américaine de la Carnegie Institution. La station était différente, mais proche de la nôtre.

fin juillet 1914 10^h30 12°16'00"
fin juin 1920 14^h45 11°02'30"

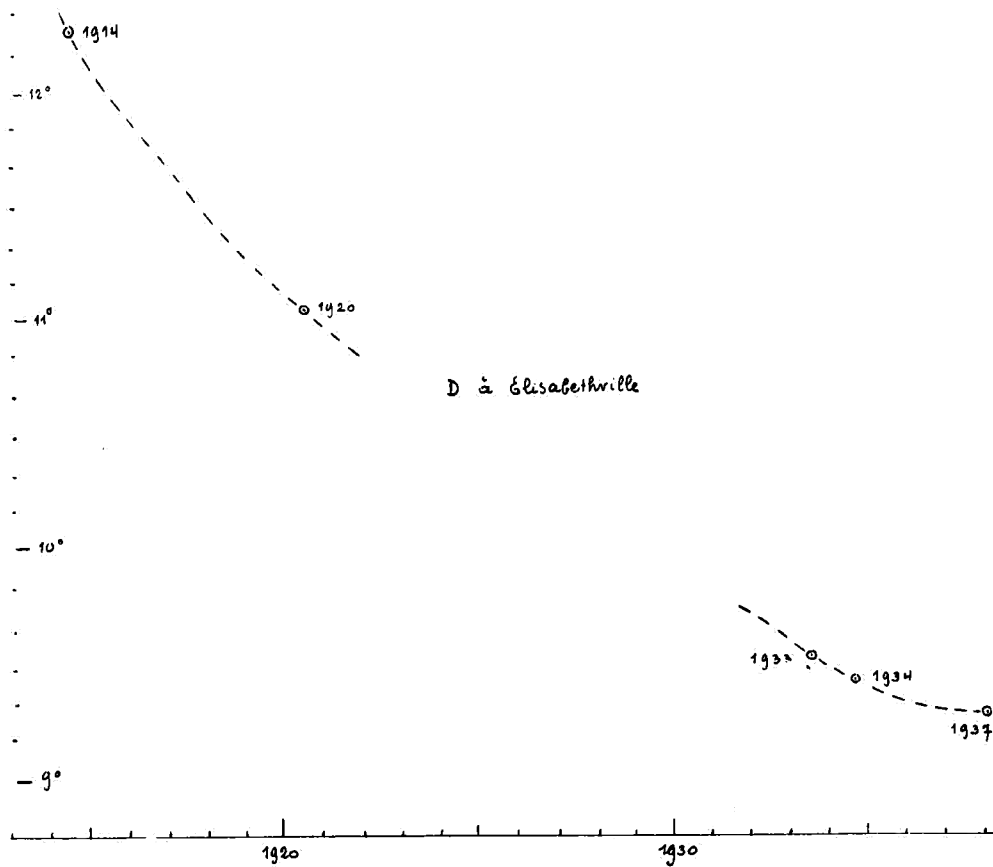
(Cf. *Land magnetic observations during years 1914-1920*, Contribut. Carnegie Institut, pp. 231-235.)

Ces résultats montrent que la *variation séculaire* va constamment en diminuant depuis 1914. Elle est en moyenne

de 12' 25"	par an	de 1914 à 1920
8 36	—	— à 1933
8 28	—	— à 1934
7 40	—	— à 1937
6 55	—	de 1920 à 1933
6 49	—	— à 1934
6 02	—	— à 1937
5 29	—	de 1933 à 1934
3 27	—	— à 1937
2 44	—	de 1934 à 1937

DIAGRAMME I.

VARIATION DE LA DECLINAISON MAGNETIQUE
DE 1914 A 1937
A ELISABETHVILLE.



§ 5. Détermination de l'heure. Marche du chronomètre.

Le calcul de l'heure se fait par les mêmes observations qui ont déjà servi au calcul du méridien astronomique. Ici seulement les lectures du cercle horizontal du théodolite n'entrent plus en considération. Mais il faut connaître de façon précise l'indication du chronomètre au moment de chaque pointé du soleil.

La moyenne de deux pointés consécutifs « cercle à droite » et « cercle à gauche » suppose en réalité que la marche du soleil est, dans l'intervalle, rectiligne. Il est pour cette raison indispensable que les observations se succèdent le plus rapidement possible.

Toutes ces conditions réunies font que l'observateur isolé réussit difficilement à lire le chronomètre mieux qu'à la demi-seconde. C'est à cette précision que nous nous sommes arrêté.

La formule de réduction

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \eta$$

donne l'angle horaire du soleil, dont on déduit aisément l'heure sidérale ou l'heure civile locale. La connaissance de la longitude permet ensuite la détermination de l'heure correspondante de Greenwich, et, inversement, la connaissance de l'heure de Greenwich (obtenue par exemple par T.S.F.) permet de calculer la longitude.

Si les calculs ont été entrepris d'abord avec une valeur défectueuse de la latitude, lorsque la correction $\Delta\varphi$ est connue, il n'est pas nécessaire de reprendre les calculs en détail. Il suffit de corriger l'état obtenu pour le chronomètre de la quantité $\Delta\eta$ donnée par

$$\Delta\varphi = \sin \eta \cotg \delta \Delta\eta.$$

La correction $\Delta\eta$ est en réalité une correction de temps sidéral. Ce n'est que si elle était importante qu'il y aurait lieu de la transformer au préalable en temps moyen.

Voici un exemple de calcul. La station choisie est la même que pour le calcul de la méridienne. Les observations se trouvent page 29.

$\cos \varpi$	1.88300	1.88642	1.83967	1.89313	1.89621	1.39905
$\cos \varphi$	1.99994					
$\cos \delta$	1.99727					
$\cos \varphi \cos \delta$	1.99721					
a	1.88579	1.88921	1.89246	1.89592	1.89900	1.90184
$\lg \varphi$	2.23728					
$\lg \delta$	1.05135	139	143	146	150	154
b	3.28863	3.28867	3.28871	3.28874	3.28878	3.28882
b/a	3.40284	3.39946	3.39625	3.39282	3.38978	3.38698
log add.	0.00110	0.00109	0.00108	0.00107	0.00106	0.00105
$\cos \eta$	1.88689	1.89030	1.89354	1.89699	1.90006	1.90289
24 h — η	39° 34' 52''	30 02 00	38 30 00	37 55 22	37 23 52	36 54 15
360° — η	2 ^h 38 ^m 19 ^s .5	2 36 08	2 34 00	2 31 41.5	2 29 35.5	2 27 37
η	20 21 40.5	21 23 52	21 26 00	21 28 18.5	21 30 24.5	21 32 23
α	1 00 09	09.5	10	10.5	11	11.5
t	22 21 49.5	22 24 01.5	22 26 10	22 28 29	22 30 35.5	22 32 34.5
λ	1 56 47.5					
t Gr	20 25 02	20 27 14	20 29 22.5	20 31 41.5	20 33 48	20 35 47
t_0	12 56 24.5					
	7 28 37.5	7 30 49.5	7 32 58	7 35 17	7 37 23.5	7 39 22.5
	1 13.5	1 14	1 14	1 14.5	1 15	1 15.5
	7 27 24	7 29 35.5	7 31 44	7 34 02.5	7 36 08.5	7 38 07
	9 03 51.5	06 03	08 10.5	10 29	12 34.5	14 33
	1 36 27.5	1 36 27.5	1 36 26.5	1 36 26.5	1 36 26	1 36 26
		moy	avance	1 ^h 36 ^m 26 ^s .5	(à 9 ^h 09 ^m 5)	

OBSERVATION DE L'APRÈS-MIDI.

$\cos \varepsilon$	$\bar{1} \cdot 92139$	$\bar{1} \cdot 91803$	$\bar{1} \cdot 91506$	$\bar{1} \cdot 91264$
$\cos \varphi$	$\bar{1} \cdot 99994$			
$\cos \delta$	$\bar{1} \cdot 99720$			
$\cos \varphi \cos \delta$	$\bar{1} \cdot 99714$			
a	$\bar{1} \cdot 92425$	$\bar{1} \cdot 92089$	$\bar{1} \cdot 91802$	$\bar{1} \cdot 91550$
$\operatorname{tg} \varphi$	$\bar{2} \cdot 23728$			
$\operatorname{tg} \delta$	$\bar{1} \cdot 05649$	653	656	650
b	$\bar{3} \cdot 29377$	$\bar{3} \cdot 29381$	$\bar{3} \cdot 29384$	$\bar{1} \cdot 29388$
b/a	$\bar{3} \cdot 36952$	$\bar{3} \cdot 37292$	$\bar{3} \cdot 37582$	$\bar{3} \cdot 37838$
log add.	0·00102	0·00103	0·00103	0·00104
$\cos \eta$	$\bar{1} \cdot 92527$	$\bar{1} \cdot 92192$	$\bar{1} \cdot 91905$	$\bar{1} \cdot 91654$
η	32° 29' 22"	33 20 15	33 54 22	34 23 37
	2 ^h 40 ^m 37 ^s ·5	2 43 21	2 45 37·5	2 47 34·5
α	1 00 53·5	54	54·5	54·5
t	3 11 31	3 14 15	3 16 32	3 18 29
λ	4 56 47·5			
t Gr	1 14 43·5	1 17 27·5	1 19 44·5	1 21 41·5
t ₀	12 56 24·5			
	12 48 19	12 21 03	12 23 20	12 25 17
	2 01	2 01·5	2 02	2 02
	12 46 18	12 19 01·5	12 21 18	12 23 15
	13 52 23 5	13 55 05·5	13 57 22·5	13 59 20
	1 36 05·5	1 36 04	1 36 04·5	1 36 05

moy. avance **1^h36^m04·5** (à 13^h56^m)

1 36 26 5 à 9^h09·5

1 36 04·5 à 13^h56

La marche du chronomètre
est donc un *retard* de . . . 22^s en 4^h46·5 soit 4·6075 par heure.

§ 6. Mesure de la composante horizontale.

La mesure de la composante horizontale de l'intensité magnétique du champ terrestre se fait par deux méthodes distinctes, qui se contrôlent ou se complètent l'une l'autre. L'une et l'autre, en effet, donnent l'élément recherché en fonction du moment magnétique de l'aimant utilisé. Or, celui-ci, supposé connu originairement, peut changer de valeur, l'aimant étant toujours à la merci d'un choc dans les nombreux transports par toute espèce de chemins et soumis à l'influence de températures constamment variables et d'une humidité atmosphérique parfois très grande, le magnétisme se dégradant d'ailleurs simplement avec le temps. Les deux mesures sont donc nécessaires pour l'élimination ou la détermination de cet autre élément.

a) La méthode des *oscillations* permet de calculer la composante horizontale par ce fait que la durée des petites oscillations d'un aimant est liée à l'intensité magnétique terrestre par la même formule que la durée des petites oscillations d'un pendule à l'intensité gravifique terrestre, le moment d'inertie du pendule étant seulement remplacé par le moment magnétique de l'aimant, qui dépend lui-même du moment d'inertie du barreau et de sa quantité d'aimantation.

Pendant la majeure partie de notre mission, les mesures des durées d'oscillation ont pu être faites au moyen d'un compte-secondes à aiguille rattrapante. Avant, pendant et après les observations d'oscillation, la marche de ce compte-secondes était comparée à celle du chronomètre servant aux observations astronomiques.

D'autre part, la détermination de l'heure s'est faite en chaque station, sauf de rares exceptions, le matin et l'après-midi. Le calcul de la marche du chronomètre était ensuite facile pour l'intervalle dans lequel ont pris place les mesures des durées d'oscillation.

Une seconde lue au compte-secondes est transformée en seconde

du chronomètre en ajoutant $\frac{\alpha}{1-\alpha}$, ce qui revient à diviser par $1-\alpha$, si α est le retard du compte-secondes par rapport au chronomètre.

Une seconde lue au chronomètre est transformée en seconde réelle, en ajoutant β , ce qui revient à multiplier par $1+\beta$, si β est le retard du chronomètre par rapport à la réalité.

Les durées mesurées au compte-secondes subissent donc une correction de $\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha}$ par seconde lue, ce qui revient à multiplier par $\frac{1+\beta}{1-\alpha}$. Il faudrait que α soit petit (de l'ordre du millième de seconde par seconde pour un calcul à 5 décimales) pour qu'il revienne au même d'ajouter $\alpha + \beta + \alpha\beta$, c'est-à-dire de multiplier par $(1+\alpha)(1+\beta)$. Ce n'était pas le cas pour le compte-secondes utilisé.

La durée d'une oscillation étant connue, on obtient la composante horizontale H du magnétisme terrestre par la formule

$$MH = \pi^2 K : T^2 \left(1 + \mu \frac{H}{M} \right) [1 + (t_e - t_i) \alpha],$$

où T est la durée d'oscillation corrigée comme il vient d'être dit, et où t_e et t_i sont les températures prises extérieurement et intérieurement à l'appareil.

K est le *moment d'inertie* du système oscillant. Pour la température de 20° C, il a été déterminé égal à

	34·64835 gr. cm ² pour le barreau ●	34·64000 gr. cm ² pour le barreau ●●
D'où	log $\pi^2 K_{20^\circ} = 2·53398$	2·53388
	(+ $1·11 \times 10^{-5}$ par °C. de t_i)	

μ est le *coefficient d'induction* de l'aimant, $\mu=2$,

log $(1 + \mu \frac{H}{M}) =$	·00173	·00180.
-------------------------------	--------	---------

α est le *coefficient de température* de l'aimant

log $[1 + (t_e - t_i) \alpha] =$	$13·8 \times 10^{-5}$ (par °C)	$15·9 \times 10^{-5}$
----------------------------------	--------------------------------	-----------------------

Exemple de mesure de la composante horizontale par les oscillations.

STATION DE TALAKWA (474, III.76, Ituri).

29 mai 1936.

Barreau ●●	H. 10 ^b 10 ^m	Tempér _i 27°6	Tempér _e 26°8	Chron.	Compte-sec.
0 2 ^m 06 ^s 4	100	6 ^m 49 ^s 2		09 ^m 00 ^s	0 ^m 57 ^s 4
				10	1 06.7
5 20.5	105	03.4		20	15.9
				30	25.0
10 34.6		17.3		40	34.4
				50	43.4
15 48.8		31.6		10 00	52.5
20 3 03.0		45.7		14 00	5 32.0
				10	41.4
25 17.0		59.8		20	50.5
				30	59.8
30 31.2		14.0		40	6 08.9
				50	18.2
35 45.3		28.2		15 00	27.2
40 59.5		42.4		19 00	10 06.6
				10	16.0
45 4 13.6		56.4		20	25.3
				30	34.4
50 27.8		10.5		40	43.8
				50	52.7
55 41.9		24.7		20 00	11 01.8
	H. 10 ^b 18 ^m	Tempér _i 28°0	Tempér _e 27°4		
Barreau ●	H. 11 ^b 14 ^m	Tempér _i 29°2	Tempér _e 28°2	Chron.	Compte-sec.
0 2 ^m 06 ^s 2	100	6 ^m 42 ^s 4		13 ^m 00 ^s	0 ^m 48 ^s 2
				10	57.4
5 20.0	105	56.1		20	1 06.7
				30	15.8
10 33.8		10.1		40	24.8
				50	34.1
15 47.5		23.9		14 00	43.4
20 01.5		37.7		18 00	5 22.8
				10	32.1
25 15.2		51.5		20	41.4
				30	50.6
30 29.0		05.2		40	59.6
				50	6 08.7
35 42.8		19.2		19 00	17.9
40 56.6		32.8		23 00	9 57.6
				10	10 06.8
45 10.4		46.7		20	16.0
				30	25.2
50 24.4		00.5		40	34.4
				50	43.4
55 38.2		14.5		24 00	52.6
	H. 11 ^b 22 ^m	Tempér _i 28°6	Tempér _e 27°4		

On en déduit que la durée d'une oscillation simple déduite des observations est en secondes du compte-secondes de

$$2^s 82793 \text{ (pour } \bullet\bullet) \qquad 2^s 76272 \text{ (pour } \bullet)$$

et que le compte-secondes retarde par minute sur le chronomètre

$$\text{de } 5^s 067 \text{ (}\bullet\bullet) \qquad \text{de } 5^s 063 \text{ (}\bullet);$$

d'où

$$\alpha = 0.08445 \qquad \alpha = 0.08439$$

D'autre part, la détermination de l'heure, avant et après midi, a donné pour le chronomètre un retard de 17^s en 5 h. 06 m.; d'où

$$\beta = 0.00092.$$

La correction à appliquer par seconde est de

$$\frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha} = 0.09325 \text{ (}\bullet\bullet) \qquad = 0.09317 \text{ (}\bullet)$$

Finalement, on obtient les éléments

Barreau $\bullet\bullet$	3 ^s 09163	(10 ^h 14 ^m	$t_1 = 27^s 8$	$t_e = 27^s 4$)
Barreau $\bullet$	3 ^s 02012	(11 ^h 18 ^m	$t_1 = 28^s 9$	$t_e = 27^s 8$).

Et le calcul donne

	$\bullet\bullet$	$\bullet$
T	3.09163	3.02012
log T	0.49019	0.48003
log T ²	0.98038	0.96006
$\log \left(1 + \mu \frac{H}{M} \right)$	180	173
$\log [1 + (t_e - t_1) \alpha]$	— 11	— 15
	0.98207	0.96164
$\pi^2 K_{20^\circ}$	2.53388	2.53398
corr.	+ 9	+ 10
	2.53397	2.53408
$\pi^2 K$		
log M H	1.55190	1.57244

Les moments magnétiques valant, à 20° C, $M^{\bullet\bullet} 112.55$ et $M^\bullet 117.85$,

log $M_{20^\circ \text{ C}}$	2.05134	2.07133
corr.	— 119	— 117
log M	2.05015	2.07016

on trouve, enfin,

$$\log H \qquad \overline{1.50175} \qquad \overline{1.50228}$$

$$H = 0.31751. \qquad H = 0.31789.$$

b) La méthode des *déviations* appliquée au théodolite magnétique utilise, pour le calcul de la composante horizontale, les déviations que subit un aimant témoin lorsqu'on en approche, à 15 et à 20 cm., de part et d'autre, les aimants qui servent à la mesure. Huit lectures sont ainsi obtenues, pour les huit positions suivantes :

Aimant à l'Est, son pôle Nord à l'Est, à 15 cm.	Aim E. pn E.
à 20 cm.	
son pôle Nord à l'Ouest, à 20 cm.	Aim E. pn W.
à 15 cm.	
Aimant à l'Ouest, son pôle Nord à l'Ouest, à 15 cm.	Aim W. pn W.
à 20 cm.	
son pôle Nord à l'Est, à 20 cm.	Aim W pn E.
à 15 cm.	

Les distances sont, en réalité, à 20° C,

20·356 cm. et 15·558 cm.

On appelle déviations α_1 et α_2 aux distances respectives 15 et 20 cm. les moyennes entre les différences

Aim E. pn E. — Aim E. pn W. et Aim W. pn E. — Aim W. pn W.,

respectivement aux distances 15 et 20 cm.

La formule des déviations est alors

$$\frac{M}{H} = \frac{R^3}{2} \sin \alpha \left(1 + \frac{\mu}{R^3} \right) \left(1 - \frac{P}{R^2} \right),$$

où R est la distance de déviation,

μ est le coefficient d'induction,

P est le coefficient de répartition du magnétisme ⁽¹⁾ de l'aimant considéré.

⁽¹⁾ Pour le calcul du coefficient de répartition du magnétisme, cf. A. MOLLE, *Observations magnétiques à Elisabethville pendant l'année polaire internationale* (MÉM. INST. ROY. COL. BELGE, t. II, 1936, pp. 32 et sqq.).

Pour chacun des barreaux • et ••, on a ainsi

	à 15 cm.		à 20 cm.
$\log \frac{R^3}{2}$	3.27484	à 20° C	3.62506
	(+ 2.4×10^{-5} par °C de t_0)		
$\log \left(1 + \frac{2\mu}{R^3} \right)$	.00046		.00018

Si l'on appelle ensuite l_1 et l_2 les résultats obtenus à ce moment (c'est-à-dire en négligeant le facteur de répartition $1 - \frac{P}{R^2}$) aux deux distances 15 et 20 cm., le facteur de répartition du magnétisme est donné en fonction de $l_1 - l_2$ dans la table suivante :

	$\log \left(1 - \frac{P}{R_{15}^2} \right)$	$l_1 - l_2$	$\log \left(1 - \frac{P}{R_{20}^2} \right)$	
239	1.99760	0.00100	1.99860	139
	521	200	721	
238	283	300	583	138
238	045	400	446	137
237	1.98808	500	310	136
236	572	600	175	135
235	337	700	040	135
234	103	800	1.98906	134
233	1.97870	900	773	133

Le moment magnétique des aimants varie avec la température, diminuant lorsque la température augmente. Les constantes sont

$$\Delta \log M_{\bullet} = 13.8 \times 10^{-5} \text{ par } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta \log M_{\bullet\bullet} = 15.9 \times 10^{-5} \text{ par } ^\circ\text{C}.$$

Pour faire intervenir la valeur du moment magnétique dans un calcul, il faut au préalable ramener la valeur supposée connue pour 20° C à la température du moment d'observation. Inversement, si elle est obtenue par le calcul, on la ramènera à la température de 20° C.

Exemple de mesure de la composante horizontale par les déviations.

STATION DE TALAKWA (474, III.76, Ituri).

29 mai 1936.

Barreau ●●	H.	10 ^h 24 ^m	Tempér _e	27°8
Aim E	pn E	15 cm.	228°27' 15"	27°15'
		20 cm.	222 00 30	00 15
	pn W	20 cm.	212 04 00	04 00
		15 cm.	205 41 15	41 15
Aim W	pn W	15 cm.	205 54 45	54 45
		20 cm.	212 10 30	10 00
	pn E	20 cm.	221 52 15	52 00
		15 cm.	228 03 00	03 00

H. 10^h46^m Tempér_e 27°4

différences à 15 cm. 22°46' 00"

22 08 15

moy. 22 27 07

 $\alpha_1 = 11^\circ 13' 34''$

différences à 20 cm. 9 56 22

9 41 52

moy. 9 49 07

 $\alpha_2 = 4^\circ 54' 34''$

Barreau ●	H.	10 ^h 50 ^m	Tempér _e	28°8
Aim E	pn E	15 cm.	228°58' 15	58°00'
		20 cm.	222 13 15	13 00
	pn W	20 cm.	211 47 15	47 15
		15 cm.	205 01 00	01 00
Aim W	pn W	15 cm.	205 27 45	27 45
		20 cm.	211 58 30	58 14
	pn E	20 cm.	222 08 00	07 45
		15 cm.	228 41 15	41 00

H. 11^h08^m Tempér_e 28°4

différences à 15 cm 23°57' 07"

23 13 22

moy. 23 35 15

 $\alpha_1 = 11^\circ 47' 37''$

différences à 20 cm. 10 25 52

10 09 30

moy. 10 17 41

 $\alpha_2 = 5^\circ 08' 51''$

Le calcul se présente comme suit :

	à 15 cm. ••	à 20 cm.	à 15 cm. •	à 20 cm.
$\log \frac{R^3}{2}$	3·27484	3·62506	3·27484	3·62506
var.	18	18	21	21
$\log \left(1 + \frac{2\mu}{R^3}\right)$	46	18	46	18
$\log \sin \alpha$	1·28932	2·93237	1·31045	2·95289
l	2·56480	2·55779	2·58596	2·57834
$l_1 - l_2$	0·00701		0·00762	
$\log \left(1 - \frac{P}{R^2}\right)$	1·98335	1·99039	1·98192	1·98957
$\log \frac{M}{H}$	2·54815	2·54818	2·56788	2·56791
	$\log \text{ moy. } \frac{M}{H}$ 2·54816		$\log \text{ moy. } \frac{M}{H}$ 2·56790	

Les moments magnétiques ayant pour valeur à 20° C, $M^{\bullet\bullet}$ 112·55
et $M^{\bullet}$ 117·85,

$\log M_{20^\circ \text{C}}$	2·05134	2·07133
corr.	— 119	— 117
$\log M$	2·05015	2·07016

on trouve, enfin,

$\log H$	1·50199	1·50226
	H = 0·31768	H = 0·31788

En réalité, on n'utilise pas comme nous l'avons fait la valeur supposée connue de M . Ce procédé ne sera employé qu'aux très rares stations où les deux méthodes n'ont pu être appliquées. Partout ailleurs, les deux méthodes concourent à donner une meilleure valeur de la composante horizontale en éliminant la valeur de M , toujours sujette à variations.

Dans notre cas, on écrirait :

par les oscillations :	$\log MH$	1·55190	1·57244
par les déviations :	$\log \frac{M}{H}$	2·54816	2·56790
	$\log H^2$	1·00374	1·00454
	$\log H$	1·50187	1·50227
		H = 0·31760	H = 0·31789

Nous donnons, ci-après, les valeurs obtenues pour la composante horizontale à la station de base d'Elisabethville en 1934 et 1937.

ELISABETHVILLE, STATION DE BASE.

1934

14 avril	15 ^h 20	t _i 26°2 t _e 25°8	O . 3°48328	H . 0°23763	M . 118°39
	16 ^h 00 - 16 ^h 30	t _e 26°2	d . 15°52'56". 6°54'43"		
17 avril	13 ^h 48	t _i 28°4 t _e 28°0	O . 3°48497		
	14 ^h 04 - 14 ^h 34	t _e 27°8	d . 15°52'30". 6°54'26"	H . 0°23761	M . 118°33
	14 ^h 49	t _i 28°0 t _e 27°6	O . 3°48609		
	15 ^h 34	t _i 27°2 t _e 26°8	O .. 3°54869	H .. 0°23764	M .. 114°06
	15 ^h 48 - 16 ^h 18	t _e 26°7	d .. 15°15'30". 6°39'02"		
	16 ^h 36	t _i 27°5 t _e 26°7	O .. 3°54941		
18 avril	12 ^h 56	t _i 26°3 t _e 26°2	O . 3°48314	H . 0°23771	M . 118°34
	13 ^h 08 - 13 ^h 44	t _e 27°5	d . 15°52'36". 6°54'37"		
	13 ^h 56	t _i 28°5 t _e 27°4	O . 3°48539		
21 avril	11 ^h 02	t _i 26°4 t _e 26°0	O . 3°48384	H . 0°23781	M . 118°31
	11 ^h 13 - 11 ^h 41	t _e 27°0	d . 15°44'24". 6°54'15"		
	11 ^h 47 - 12 ^h 13	t _e 26°1	d .. 15°15'06". 6°38'39"	H .. 0°23770	M .. 113°90
	12 ^h 25	t _i 27°4 t _e 27°0	O .. 3°55124		
26 avril	15 ^h 44	t _i 29°2 t _e 28°2	O .. 3°55577	H .. 0°23739	M .. 113°86
	16 ^h 02 - 16 ^h 34	t _e 27°4	d .. 15°15'34". 6°38'49"		
	16 ^h 42 - 17 ^h 16	t _e 26°6	d . 15°53'25". 6°54'45"	H . 0°23741	M . 118°16
	17 ^h 32	t _i 25°4 t _e 24°7	O . 3°48820		
13 mai	13 ^h 46	t _i 29°1 t _e 28°4	O .. 3°56127	H .. 0°23751	M .. 113°42
	14 ^h 00 - 14 ^h 30	t _e 26°6	d .. 15°11'24". 6°37'04"		
	14 ^h 40 - 15 ^h 06	t _e 27°7	d . 15°51'45". 6°54'06"	H . 0°23747	M . 118°12
	15 ^h 22	t _i 28°4 t _e 27°3	O . 3°49005		
19 mai	11 ^h 42	t _i 26°4 t _e 25°9	O . 3°48950	H . 0°23756	M . 118°03
	11 ^h 57 - 12 ^h 29	t _e 26°9	d . 15°52'00". 6°54'02"		
	12 ^h 44 - 13 ^h 14	t _e 27°8	d .. 15°10'39". 6°36'41"	H .. 0°23766	M .. 113°36
	13 ^h 30	t _i 29°0 t _e 27°3	O .. 3°56160		
5 juin	15 ^h 36	t _i 27°4 t _e 26°6	O .. 3°56126	H .. 0°23737	M .. 113°43
	15 ^h 58 - 16 ^h 28	t _e 26°0	d .. 15°14'06". 6°37'56"		
	16 ^h 34 - 17 ^h 00	t _e 25°0	d . 15°56'28". 6°55'49"	H . 0°23703	M . 118°15
	17 ^h 12	t _i 25°1 t _e 24°4	O . 3°49080		
11 juillet.	11 ^h 52	t _i 27°2 t _e 26°6	O .. 3°55885	H .. 0°23776	M .. 113°40
	12 ^h 06 - 12 ^h 38	t _e 26°8	d .. 15°11'07". 6°36'52"		
	12 ^h 46 - 13 ^h 14	t _e 28°0	d . 15°50'30". 6°53'22"	H . 0°23788	M . 118°05
	13 ^h 28	t _i 28°6 t _e 27°8	O . 3°48803		
27 juillet.	15 ^h 48	t _i 26°2 t _e 25°7	O .. 3°55813	H .. 0°23772	M .. 113°41
	16 ^h 00 - 16 ^h 36	t _e 26°2	d .. 15°11'13". 6°37'00"		
	16 ^h 45 - 17 ^h 17	t _e 26°0	d . 15°51'30". 6°53'45"	H . 0°23783	M . 118°01
	17 ^h 29	t _i 25°6 t _e 25°0	O . 3°48713		

8 août	12 ^h 15	t_i 26°9 t_o 26°6	O • 3°48798	H • 0°23776 M • 118°04
	12 ^h 30 - 12 ^h 54	t_o 27°2	d • 15°51'04". 6°53'09"	
	13 ^h 03 - 13 ^h 25	t_o 28°0	d • 15°09'30". 6°36'13"	H • 0°23789 M • 113°33
	13 ^h 40	t_i 27°4 t_o 26°8	O • 3°55926	
6 septembre . . .	15 ^h 33	t_i 26°4 t_o 25°8	O • 3°56233	H • 0°23746 M • 113°28
	15 ^h 46 - 16 ^h 18	t_o 25°2	d • 15°12'15". 6°37'15"	
	16 ^h 24 - 16 ^h 54	t_o 24°2	d • 15°52'45". 6°54'22"	H • 0°23747 M • 117°97
	17 ^h 05	t_i 24°2 t_o 23°6	O • 3°48962	
24 septembre . . .	15 ^h 09	t_i 32°4 t_o 31°1	O • 3°49457	H • 0°23745 M • 177°99
	15 ^h 20 - 15 ^h 52	t_o 30°3	d • 15°50'52". 6°53'30"	
	16 ^h 00 - 16 ^h 28	t_o 30°1	d • 15°10'45". 6°36'37"	H • 0°23737 M • 113°27
	16 ^h 39	t_i 31°0 t_o 30°1	O • 3°56644	
26 novembre . . .	15 ^h 09 - 15 ^h 35	t_o 27°1	d • 15°09'07". 6°36'04"	H • 0°23797 M • 113°30
	15 ^h 41 - 16 ^h 05	t_o 26°3	d • 15°51'00". 6°53'30"	H • 0°23793 M • 118°00

Les valeurs M• 113°30 et M• 118°00 adoptées pour le 26 novembre sont celles obtenues en campagne dans les observations de fin novembre et début décembre (stations de Kyakubwa et lac Tshinene (244, I.47 et 474, I.94).

1937

3 décembre . .	15 ^h 56	t_i 28°0 t_o 27°3	O • 3°50830	H • 0°23648 M • 117°34
	16 ^h 16 - 17 ^h 00	t_o 26°1	d • 15°53'47". 6°54'13"	
8 décembre . . .	10 ^h 44	t_i 27°5 t_o 26°9	O • 3°58227	H • 0°23648 M • 112°53
	11 ^h 14 - 11 ^h 52	t_o 27°7	d • 15°12'07". 6°36'41"	
	15 ^h 18	t_i 27°2 t_o 26°5	O • 3°50880	H • 0°23608 M • 117°47
	15 ^h 33 - 16 ^h 10	t_o 25°4	d • 15°54'58". 6°55'04"	
16 décembre . . .	10 ^h 30	t_i 27°0 t_o 26°6	O • 3°50544	H • 0°23670 M • 117°40
	10 ^h 56 - 11 ^h 04	t_o 27°3	d • 15°51'41". 6°53'37"	
	11 ^h 10 - 11 ^h 26	t_o 28°0	d • 15°10'36". 6°36'11"	H • 0°23687 M • 112°69
	11 ^h 42	t_i 29°2 t_o 29°0	O • 3°57750	
29 décembre . .	10 ^h 44	t_i 24°9 t_o 24°8	O • 3°50441	H • 0°23647 M • 117°50
	10 ^h 54 - 11 ^h 12	t_o 24°4	d • 15°53'39". 6°54'36"	
	11 ^h 16 - 11 ^h 34	t_o 24°0	d • 15°13'02". 6°37'26"	H • 0°23648 M • 112°74
	11 ^h 46	t_i 25°2 t_o 25°2	O • 3°57693	
30 décembre . . .	9 ^h 48	t_i 23°8 t_o 23°0	O • 3°50466	H • 0°23632 M • 117°50
	10 ^h 06 - 10 ^h 36	t_o 22°6	d • 15°54'09". 6°54'56"	
	10 ^h 40 - 10 ^h 58	t_o 22°6	d • 15°12'30". 6°37'13"	H • 0°23653 M • 112°64
	11 ^h 14	t_i 23°8 t_o 23°2	O • 3°57783	

1938

10 janvier	15 ^h 14 - 15 ^h 32	t_o 24°8	d • 15°52'15". 6°53'58"	H • 0°23684 (M • 117°45
	15 ^h 36 - 16 ^h 02	t_o 24°5	d • 15°12'52". 6°37'26"	H • 0°23677 (M • 112°65

Si l'on fait simplement la moyenne de tous ces résultats, on obtient:

fin juin 1934	14 ^h 45 ^m	H = 0.23760
mi-décembre 1937	12 30	H = 0.23660

On avait obtenu auparavant :

mi-juin 1933	13 ^h 00 ^m	H = 0.23820
--------------	---------------------------------	-------------

Et les mesures de la Mission magnétique de l'Institution Carnegie donnent pour Elisabethville (station très proche) :

fin juillet 1914	10 ^h 30 ^m	H = 0.24790
fin juin 1920	14 45	H = 0.24530

La *variation séculaire* varie donc constamment et irrégulièrement. Elle est en moyenne

de 44 γ par an	de 1914 à 1920
51 —	— à 1933
42 —	— à 1934
48.5 —	— à 1937
55.5 —	de 1920 à 1933
55 —	— à 1934
50 —	— à 1937
58 —	de 1933 à 1934
35.5 —	— à 1937
29 —	de 1934 à 1937

Les diagrammes suivants montrent les variations des moments magnétiques des barreaux aimantés pendant les années 1933 et 1934.

Ces résultats seront complétés et continués pour les années suivantes, lorsque seront achevés les calculs relatifs à toutes les mesures en campagne.

DIAGRAMME II.

VARIATIONS DE LA COMPOSANTE HORIZONTALE
DE 1914 A 1937
A ELISABETHVILLE.

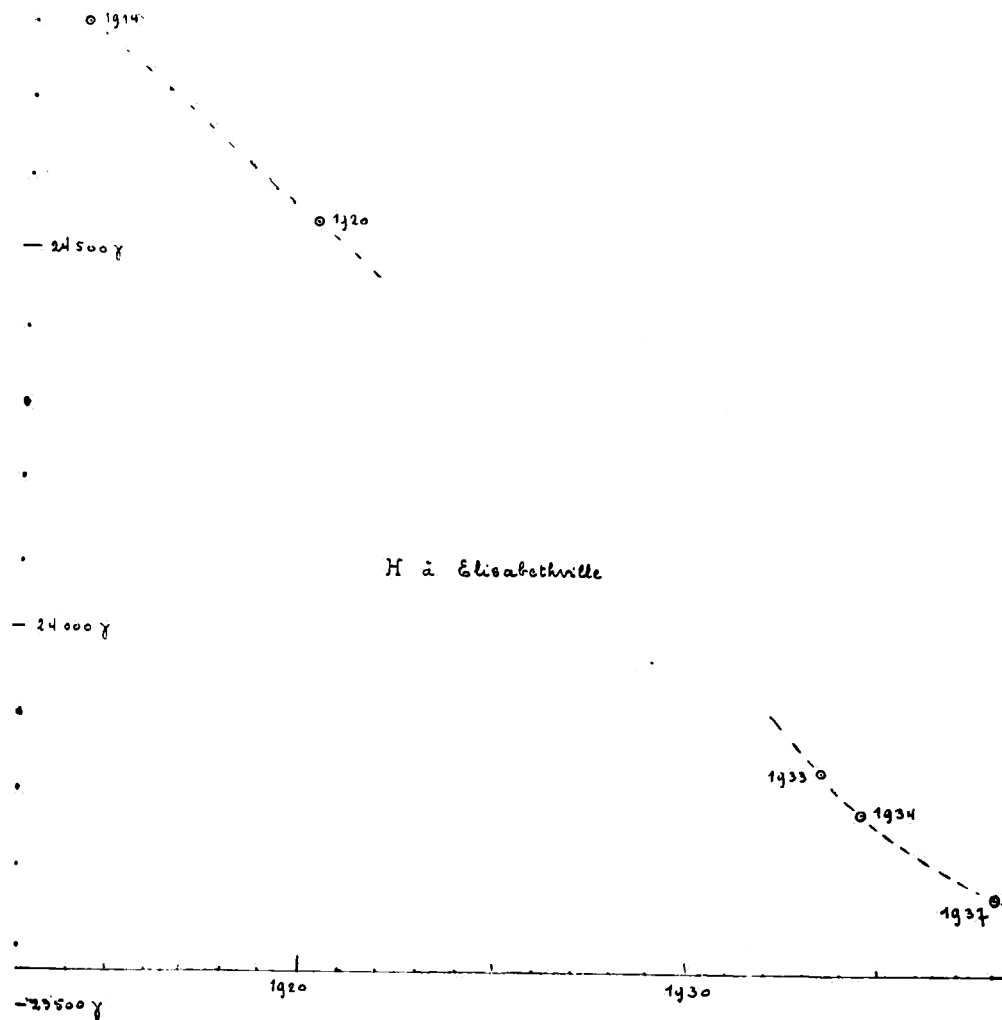
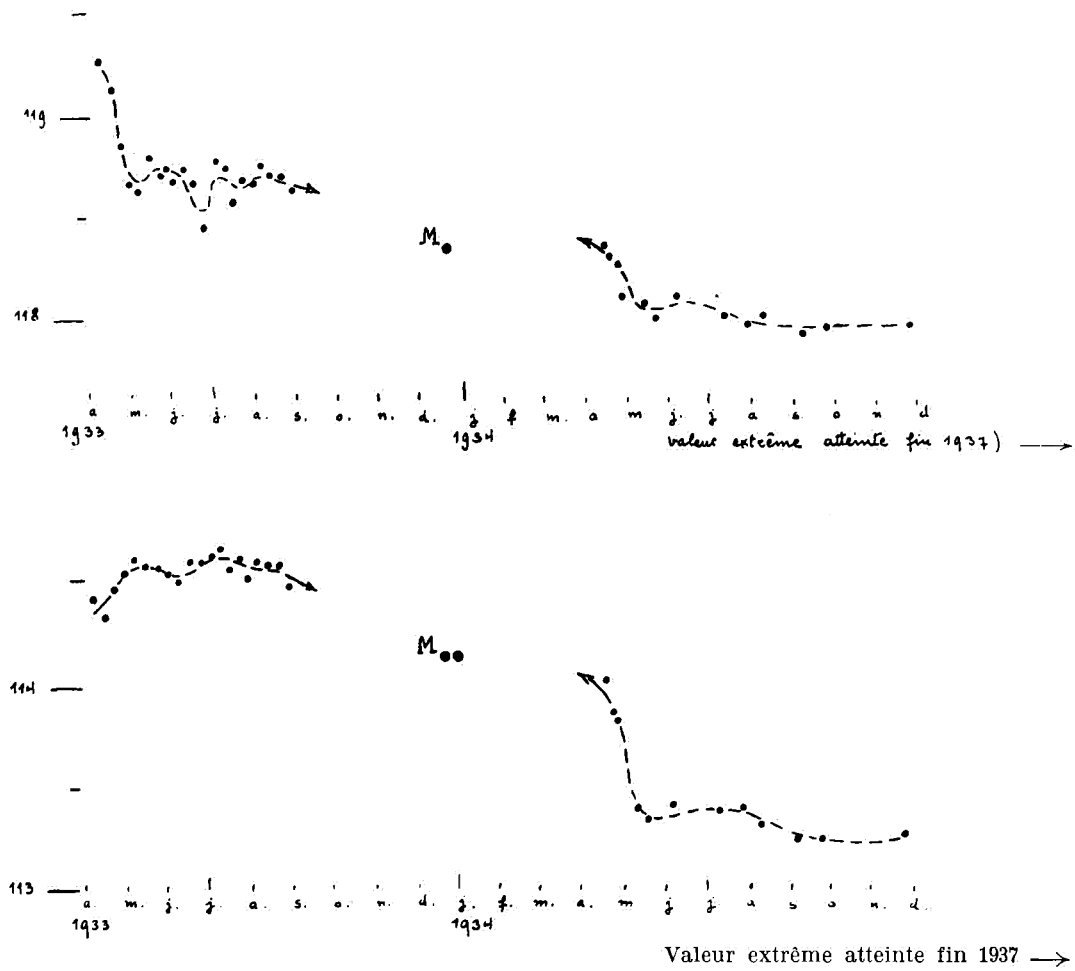


DIAGRAMME III.

VARIATIONS DES MOMENTS MAGNETIQUES $M_{\bullet}$ ET $M_{\bullet\bullet}$
DURANT LES ANNEES 1933 ET 1934.



§ 7. Mesure de l'inclinaison.

La mesure de l'inclinaison se fait par simple comparaison de la direction que prend une aiguille aimantée dans le méridien magnétique et de la direction horizontale dans le même vertical, l'angle de ces deux directions constituant l'*inclinaison magnétique*.

Le méridien magnétique se détermine aisément par ce fait que, dans le vertical qui lui est perpendiculaire, l'aiguille prend la position verticale. Cette position sera assurée successivement par les positions CS. et CN. de l'appareil, marque devant et marque derrière de l'aiguille aimantée. La moyenne des lectures donne à 90° près la position du méridien magnétique. Elle s'obtient aisément à quelques minutes près. Une erreur de $15'$ pour cette orientation serait nécessaire pour fausser l'inclinaison de $1''$, et pour $30'$ d'écart, l'erreur serait de $4''$ (au cas le plus défavorable où $I = 45^\circ$) ⁽¹⁾.

Pour la détermination de l'inclinaison, tous retournements, comme en toute mesure précise, sont effectués, et les pointés faits successivement sur les deux pointes de l'aiguille, dans le but d'éliminer les erreurs instrumentales et les dissymétries de construction, d'aimantation et de suspension de l'aiguille utilisée : pointe supérieure et pointe inférieure (pour l'élimination de l'erreur de centrage), cercle W. et cercle E. (retournement symétrique éliminant l'erreur de graduation des cercles), aiguille marque devant et marque derrière (retournement face pour face éliminant le défaut d'horizontalité du plan de roulement de l'aiguille, lorsque celle-ci est supposée bien équilibrée). Mais, en outre, l'aimantation de l'aiguille doit être faite successivement dans l'un et l'autre sens (procédé éliminant le défaut de symétrie de l'aiguille autour de son centre de gravité) et pour chaque aimantation les mesures se font tel qu'il a été dit.

Enfin, généralement, nos mesures ont été faites successivement à l'aide de deux aiguilles distinctes.

(1) En général, si ε est l'erreur sur le méridien, $\Delta \log \cotg I_\varepsilon = \Delta \log \cos \varepsilon$.

1. Un accident ayant rendu l'aiguille 1 inutilisable, à partir du début de 1936, nous l'avons remplacée, assez rarement par l'aiguille 3, trop légère, presque toujours ensuite par l'aiguille 4 (privée de son contrepoids, donc bien équilibrée). Ces aiguilles 3 et 4 doivent normalement servir à la mesure de la force totale par la méthode des aiguilles défectrices de Lloyd. Mais nous ne comptons pas utiliser ce genre de mesure.

2. Lorsque l'inclinaison devient inférieure à 20° , circonstance qui se présente au Congo belge à partir de 1° de latitude Nord, les pointés ne sont plus possibles que sur la pointe supérieure de l'aiguille. Une autre méthode devrait alors être utilisée. Nous avons préféré appliquer le procédé suivant : Aux stations où les mesures sont complètes, il est possible de faire la moyenne en ne considérant que la pointe Nord de l'aiguille aimantée. L'écart entre cette moyenne et la valeur de l'inclinaison est une constante pour chaque aiguille, aux erreurs d'observation près. Pour les dix stations qui ont précédé et les dix stations qui ont suivi la période où des observations complètes n'ont pas été possibles, l'écart est

2'50" pour l'aiguille 2, 2'15" pour l'aiguille 4.

Cette quantité doit être ajoutée aux mesures faites sur la pointe Nord seule, pour obtenir l'inclinaison corrigée.

En quelques rares stations, on a de même appliqué la correction

3'00" pour l'aiguille 3.

3. Pour les aimantations de signes contraires, l'écart demeuré à peu près constant jusqu'au début de 1937 (variant entre 5' et 8' pour les différentes aiguilles) est ensuite allé en croissant jusqu'à atteindre $1^\circ 30'$ à la fin de notre campagne. Nous avons alors appliqué la formule

$$\operatorname{tg} I = \frac{1}{2} (\operatorname{tg} I_{\text{A en haut}} + \operatorname{tg} I_{\text{A en bas}}).$$

4. Le retournement de l'aiguille face pour face n'a jamais donné que quelques minutes d'écart pour les résultats marque devant et marque derrière.

Exemple de mesure de l'inclinaison.

STATION DE KINDU (219, V.24, Maniéma).

D. 4 juillet 1937.

(Vers la fin de notre campagne. Les aimants commencent à s'altérer légèrement. Auparavant, les résultats se serraient beaucoup plus près autour de la valeur moyenne. Pour 30' d'écart entre les résultats « A en haut » et « A en bas », l'emploi de la formule des tangentes ne donne que 1" d'écart.)

(mérid. 88°16')

Aiguille II. H. 12^h29^m. Tempér. 29°0.

A en haut.

marque devant.	cercle W.	p. supér.	29°59' 15"	30°09' 37"	
		p. infér.	30 19 30		
	cercle E.	p. supér.	31 15 00		30°38' 37"
		p. infér.	31 00 15	31 07 37	
marque derrière.	cercle E.	p. supér.	31 32 45		30°39' 19"
		p. infér.	31 22 30	31 27 37	
	cercle W.	p. supér.	29 43 30		30 40 00
		p. infér.	30 01 15	29 52 22	
<i>A en bas.</i>				moyenne	30°20' 31"
marque devant.	cercle W.	p. supér.	28 49 45	29 03 07	
		p. infér.	29 16 30		30 02 37
	cercle E.	p. supér.	31 08 30	31 02 07	
		p. infér.	30 55 45		30°01' 43"
marque derrière.	cercle E.	p. supér.	30 38 00	30 32 45	
		p. infér.	30 27 30		30 00 49
	cercle W.	p. supér.	29 17 15	29 28 52	
		p. infér.	29 40 30		
	H. 12 ^h 51 ^m	Tempér.	30°4.		

Aiguille IV. H. 12^h59^m Tempér. 30°8.

A en haut.

marque devant.	cercle W. p. supér.	28° 43' 45"	
			28 53 22
	p. infér.	29 03 00	
			30 23 22
	cercle E. p. supér.	32 00 00	
			31 53 22
	p. infér.	31 46 45	
			30° 28' 19"
marque derrière.	cercle E. p. supér.	31 40 30	
			31 36 52
	p. infér.	31 33 15	
			30 33 15
	cercle W. p. supér.	29 20 30	
			29 29 37
	p. infér.	29 38 45	

A en bas.

moyenne **30° 21' 57"**

marque devant.	cercle W. p. supér.	29 43 15	
			29 49 22
	p. infér.	29 55 30	
			30 16 19
	cercle E. p. supér.	30 55 00	
			30 43 15
	p. infér.	30 31 30	
marque derrière.	cercle E. p. supér.	31 26 30	
			31 21 52
	p. infér.	31 17 15	
			30 14 52
	cercle W. p. supér.	28 57 45	
			29 07 52
	p. infér.	29 18 00	

H. 13^h21^m Tempér. 29°6.

La station étant, à quelques mètres près, la même que celle de la Mission magnétique de la Carnegie Institution, on peut utilement comparer la moyenne ainsi obtenue :

$I = 30^{\circ} 21' 15''$. 4 juillet 1937. 13 h.,

avec le résultat de la Mission américaine :

$I = 25^{\circ} 11' 15''$. 3 juin 1914. 10 h.,

ce qui donne une variation annuelle moyenne de + 3'.

Voici le résultat des mesures effectuées à la station d'Elisabethville :

STATION D'ELISABETHVILLE.

1934

20 avril	10 ^h 06 ^m et 11 ^h 56 ^m	27°0	I 1	46°08'01''
	10 42 et 11 20	27 5	2	09 24
27 avril	15 16 — 16 02	28 3	I 1	46 13 42
	16 10 — 16 56	27 5	2	14 09
	17 01 — 17 44	25 5	1	13 35
19 mai	14 42 — 15 28	27 4	I 1	46 14 07
	15 36 — 16 20	26 3	2	12 23
12 juin	14 24 — 14 52	—	I 1	46 10 01
	15 02 — 15 30	—	2	11 15
12 juillet	11 30 — 12 18	—	I 1	46 08 55
	12 28 — 13 16	—	2	08 39
30 juillet	14 02 — 15 00	28 2	I 1	46 13 51
	15 10 — 15 58	28 0	2	13 17
7 septembre	11 02 — 11 52	—	I 1	49 11 40
	12 04 — 12 56	—	2	12 09
24 septembre	17 28 — 18 12	—	I 1	46 13 56
27 octobre	10 48 — 11 32	—	I 1	46 11 07
	11 40 — 12 20	—	2	09 52

A notre retour à Elisabethville, fin 1937, l'appareil était devenu inutilisable pour des mesures précises. Nous donnons seulement pour mémoire les quelques résultats suivants, peut-être suffisants pour l'étude de la variation séculaire :

1937

9 décembre	9 ^h 54 ^m — 10 ^h 44 ^m	I 2	46°30'30''	moy. 46°30'15''.
	11 14 — 11 58	4	46 21 50	
13 décembre	10 04 — 10 24	I 4	46 37 17	
	10 32 — 11 04	2	46 31 24	

La moyenne de ces résultats donne :

mi-juillet 1934	14 ^h 00 ^m	I = 46°11'15''
(mi-décembre 1937	10 ^h 45 ^m	I = 46°30'15'')

La moyenne des valeurs antérieurement obtenues est

mi-juin 1933	13 ^h 30 ^m	I = 46°02'00''
--------------	---------------------------------	----------------

et celle des résultats de la Mission Carnegie :

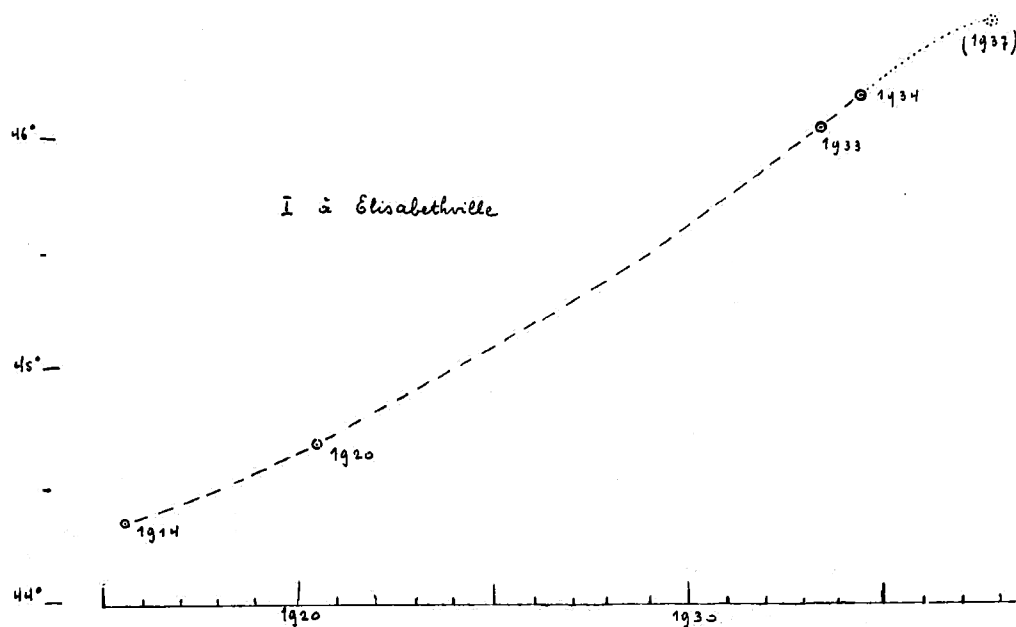
fin juillet 1914	10 ^h 30 ^m	I = 44°20'00''
fin juin 1920	14 ^h 45 ^m	I = 44°39'30''

La variation séculaire est en moyenne :

de	3' 15"	par an	1914-1920
	5 25	—	1933
	5 35	—	1934
	(5 45)	—	1937
	6 20	—	1920-1933
	6 30	—	1934
	(6 20)	—	1937
	8 30	—	1933-1934
	(6 15)	—	-1937
	(5 35)	—	1934-1937

DIAGRAMME IV.

VARIATIONS DE L'INCLINAISON MAGNETIQUE
DE 1914 A 1937
A ELISABETHVILLE.



§ 8. Appréciation de l'altitude.

Nous avons utilisé pour l'estimation de l'altitude des diverses stations les graphiques construits par M. Maury (cf. J. MAURY, *Emploi du nivellement barométrique pour les besoins de la cartographie dans les régions tropicales*), à partir des tables du commandant Lemaire, convenablement modifiées (cf. CH. LEMAIRE, *Mission Scientifique du Katanga*, seizième mémoire, observations altimétriques).

Cette méthode n'a rien d'absolu, car rien n'est moins certain que la valeur de base adoptée dans ces tables pour la pression barométrique au niveau de la mer et pour les températures moyennes aux diverses altitudes. Mais on verra que, tel quel, le procédé donne une bonne précision lorsque les valeurs obtenues sont contrôlées périodiquement par les valeurs des altitudes connues des points géodésiques.

Ce sont des abaques qui donnent, en fonction de la lecture barométrique et de la température du moment, une première valeur approchée A_a de l'altitude, qu'il faut ensuite corriger pour l'heure de la journée et la température du moment.

La première correction C_h est bien connue pour les régions tropicales, où la marée barométrique journalière est très régulière, les plus fortes tornades, les plus violents orages n'influençant pas le moins du monde les lectures barométriques. Elle s'ajoute à l'altitude A_a avant midi et demi, et s'en retranche après midi et demi.

La seconde correction C_γ est fonction de la différence $\gamma = t_m - t$ entre la température moyenne à l'altitude en question et la température réellement observée. On l'ajoute à l'altitude A_a ou on l'en soustrait suivant que $t_m > t$ ou $t_m < t$.

S'il subsiste une incertitude sur les formules qui ont servi au tracé des abaques, elle provient du choix de la pression barométrique de

base au niveau de la mer et du choix de la température moyenne t_m pour une altitude donnée.

La première incertitude tombe, si l'on prend soin de contrôler les mesures lors des visites aux points géodésiques. On éliminera plus ou moins l'effet de la seconde en prenant plusieurs lectures au cours d'une journée.

Nous avons toujours lu baromètre et thermomètre à l'occasion de chacune des observations astronomiques du matin, de midi et de l'après-midi. Nous avons donné un poids double à la valeur obtenue par les lectures de midi.

Préalablement à l'application des formules ou l'utilisation des abaques, il y a lieu de corriger les lectures barométriques faites à un baromètre anéroïde, même de la meilleure qualité, de ce que l'on appelle l'« erreur d'index ». C'est l'écart entre la lecture faite à ce baromètre et celle que l'on ferait au même endroit et au même moment à un baromètre à mercure. On l'obtient lors des passages à des points géodésiques d'altitude bien connue, et l'on trace le diagramme de sa variation.

Ce que nous obtenons ainsi n'est pas en réalité l'« erreur d'index », c'est-à-dire la correction à donner à la lecture barométrique pour que celle-ci soit exacte, mais seulement la correction à donner à la lecture barométrique pour que l'altitude déduite soit exacte. Mais c'est bien cette dernière qui nous intéresse ici. Cette correction contient la véritable correction d'index et toutes les autres petites erreurs inévitables dans l'utilisation d'un baromètre anéroïde et dans l'emploi de la méthode ci-dessus.

Voici un exemple de la détermination de l'erreur d'index du baromètre, au sens défini ici : Nous choisissons pour cet exemple trois stations géodésiques, occupées dans l'intervalle d'un mois environ à l'époque où nous avons quitté le Katanga pour nous rendre au Ruanda-Urundi.

On trouve dans le tableau suivant le nom de la station, son altitude connue, la date et les heures des observations, la température et la pression barométrique lues à ces moments, la lecture barométrique

qu'il aurait fallu faire pour que les graphiques donnent l'altitude réelle, et l'erreur d'index.

Mpete  744 m. (330, I 60)	18 déc. 1934	9 ^h 00 ^m	28°4	^{mm} 691,7	^{mm} 704,1	^{mm} 12,4
		12 00	31 1	690,6	703,0	12,4
		14 50	30 4	688,1	701,0	12,9
Kalemye  889 m. (150, I 16)	5 janv. 1935	9 35	28 0	680,3	692,7	12,4
		12 00	29 1	678,9	691,4	12,5
Buye  1762 m. (80, II 18)	22 janv. 1935	9 35	22 2	613,7	626,3	12,6
		10 25	23 5	613,7	625,9	12,2
		12 00	26 2	612,8	625,1	12,3
		14 15	27 9	611,0	623,8	12,8
						moy. 12^{mm}5

On calcule ensuite l'altitude des autres stations en appliquant au préalable la correction d'index. Comme exemple, nous prenons les stations de Muyumba (au bord du fleuve Congo, moins de 3 mètres au-dessus du niveau de l'eau) et de Kigoma (une vingtaine de mètres au-dessus de la surface du lac Tanganika).

Muyumba (356, I 68)	25 déc. 1934	10 ^h 50 ^m	28° 1	^{mm} 709,4 + 12,5 = 721,9	^{mm} 512 + 12 — 4 = 520m.
		12 00	27 8	^{mm} 708,3 ^{mm} 720,8	^{mm} 526 + 4 — 4 = 526m.
Kigoma (207, I 39)	17 janv. 1935	10 ^h 45 ^m	27 4	687,3 + 12,5 = 699,8	788 + 13 — 8 = 793m.
		12 00	29 2	686,5 699,0	801 + 4 — 10 = 795m.
		14 00	29 2	684,9 697,4	821 — 11 — 11 = 799m.

Dans chaque fascicule seront indiqués les points géodésiques choisis pour la détermination de l'erreur d'index.

§ 9. Variations des éléments magnétiques.

Les éléments magnétiques varient en temps et en lieu. Les variations dans le temps font l'objet de ce paragraphe. Il est nécessaire d'en éliminer l'influence lorsqu'on veut étudier la répartition du magnétisme d'après le lieu considéré, c'est-à-dire tracer la carte magnétique à un moment déterminé. Il ne s'agit pas alors à proprement parler de « variations » du magnétisme. Mais nous verrons que les variations dans le temps ne sont pas les mêmes partout.

1. *Orages magnétiques.* — Ce sont des phénomènes amenant dans la valeur des éléments mesurés des perturbations tout à fait irrégulières, dont on connaît d'ailleurs encore très mal les causes, mais qui se produisent au même instant exactement (à la même heure, si l'heure est supposée ramenée à un même méridien) aux différentes stations réparties sur la Terre, tant pour le début des perturbations et la rentrée dans le calme que pour toutes les variations intermédiaires. Grâce à cette particularité, il sera toujours possible de connaître les observations faites en période troublée.

Mais l'amplitude des perturbations n'est pas la même dans toutes les stations. Si des observations ont été faites pendant une perturbation importante, et si l'on ne sait pas estimer la correction à appliquer, elles doivent être négligées.

2. *Variations séculaires.* — Ce sont les variations des moyennes des éléments magnétiques pour chaque année. Nous avons montré déjà que ces variations n'étaient pas régulières pour une station donnée, soit à Elisabethville pour la période de 1914 à 1938, quant aux trois éléments : déclinaison, composante horizontale et inclinaison (cf. respectivement les §§ 4, 6 et 7).

On n'a tenu compte dans ce calcul que de la valeur moyenne obtenue par les observations absolues, comparée à des observations anciennes isolées. Mais l'allure des variations apparaît. Une étude plus détaillée en sera faite ultérieurement.

Les variations séculaires pour une même période sont elles-mêmes variables avec la situation de la station considérée.

Seize de nos stations (neuf en 1934, huit en 1937, dont une en 1934 et 1937) sont les reprises des stations de la Mission magnétique de la Carnegie Institution (toutes en 1914, et en outre trois également en 1920). Nos résultats permettront la comparaison avec les résultats de la Mission américaine.

	1914	1920	1934	1937
1. Elisabethville . . .	—	—	—	—
2. Kambove		—	—	
3. Ruwe	—	—	—	
4. Sakania	—		—	
5. Kapiri (Mutobo) .			—	
6. Bukama	—		—	
7. Ankoro	—		—	
8. Kabalo	—		—	
9. Nyunzu	—		—	
10. Kongolo	—			—
11. Lusambo	—			—
12. Kindu	—			—
13. Lowa	—			—
14. Ponthierville . .	—			—
15. Stanleyville . . .	—			—
16. Basoko	—			—

A titre de simple indication, nous signalerons ici que la variation séculaire de la déclinaison passe régulièrement au Congo belge

de 3° en 20 ans au Sud (Katanga)
à 2° en 20 ans au Nord (Uele)

et que celle de l'inclinaison passe

de 1°45' en 20 ans au Sud
à 0°45' en 20 ans au Nord.

Ces variations seront étudiées en détail plus tard.

3. *Variations annuelles.* — Ce sont, pendant une année, les variations des moyennes des éléments magnétiques pour chaque mois, dont on a au préalable éliminé la variation séculaire.

A titre d'exemple, nous indiquons (diagramme V) les variations pendant l'année 1932-1933 (année polaire, incomplète) de D, H, Z et I, à Elisabethville.

D, H et Z sont donnés par les enregistrements de la station de base. Mais I nous sera indispensable pour la réduction de nos résultats.

4. *Variations mensuelles.* — Ce sont, pendant un mois, les variations des moyennes de chaque jour. Ces variations seront à considérer pour chaque mois de l'année.

Nous donnons à titre d'exemple (diagramme VI) les variations pendant le mois d'août 1933.

On remplace avantageusement les variations annuelles et mensuelles par des *variations saisonnières*, qui tiennent compte de l'allure du magnétisme aux différentes saisons. Elles sont reliées aux époques astronomiques des solstices et des équinoxes. Dans notre cas, nous aurons à considérer, au Sud de l'équateur :

les mois de juin, juillet, août : saison sèche (solstice d'été);
septembre, octobre, novembre : saison des pluies (équinoxe d'automne);
décembre, janvier, février : pluies, coupées par une petite saison sèche (solstice d'hiver);
mars, avril, mai : alternatives de pluie et de sécheresse (équinoxe de printemps).

En outre, ces saisons sont renversées au Nord de l'équateur :

juin, juillet, août : pluies moyennes (solstice d'été);
septembre, octobre, novembre : fortes pluies (équinoxe d'automne);
décembre, janvier, février : sécheresse (solstice d'hiver);
mars, avril, mai : période des petites pluies (équinoxe de printemps).

Le long du fleuve, il y a encore un régime différent.

DIAGRAMME V.

VARIATIONS ANNUELLES DE D, H, Z ET I.
STATION D'ELISABETHVILLE (année 1932-1933, incomplète).

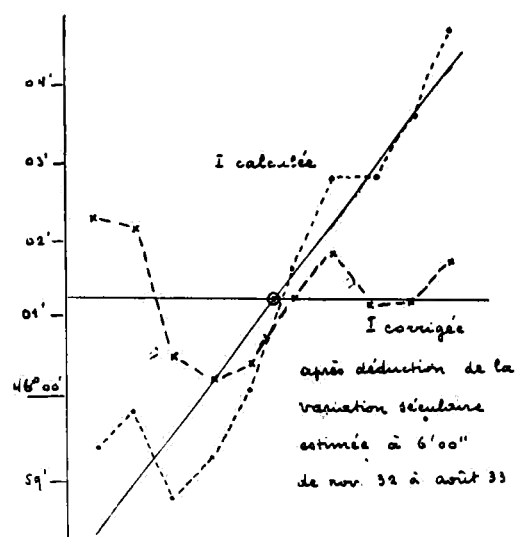
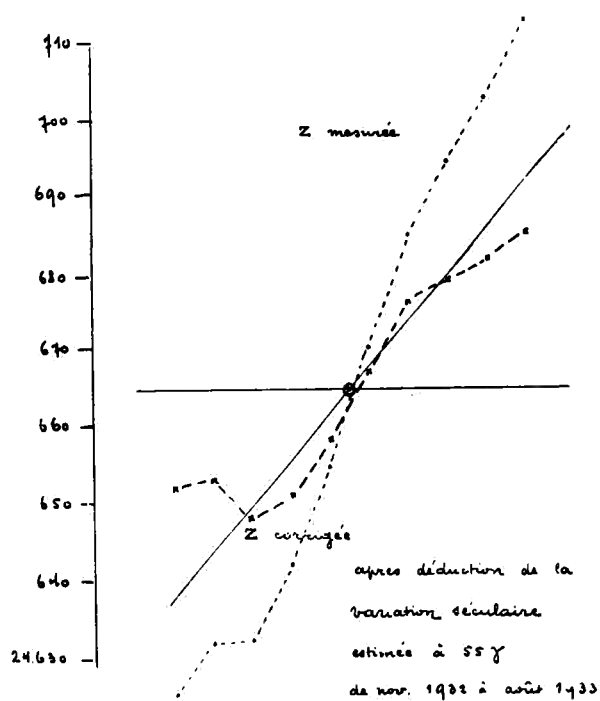
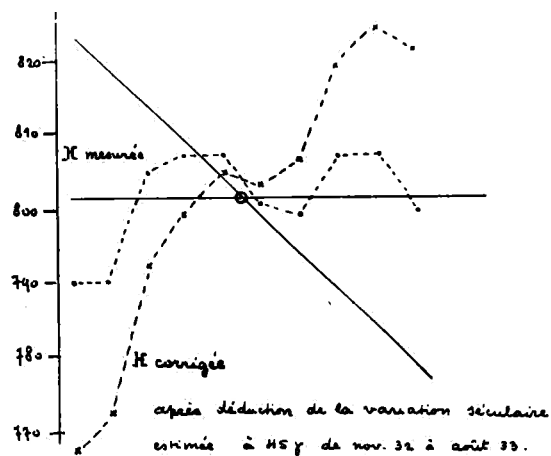
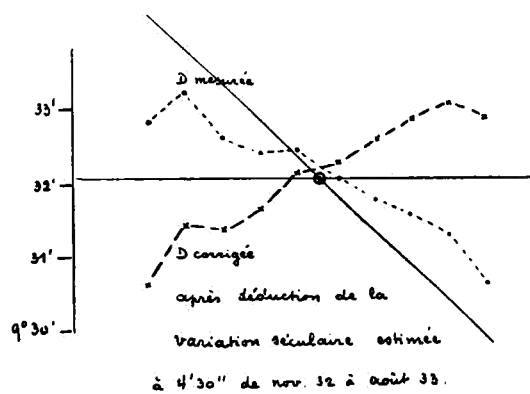


DIAGRAMME VI.

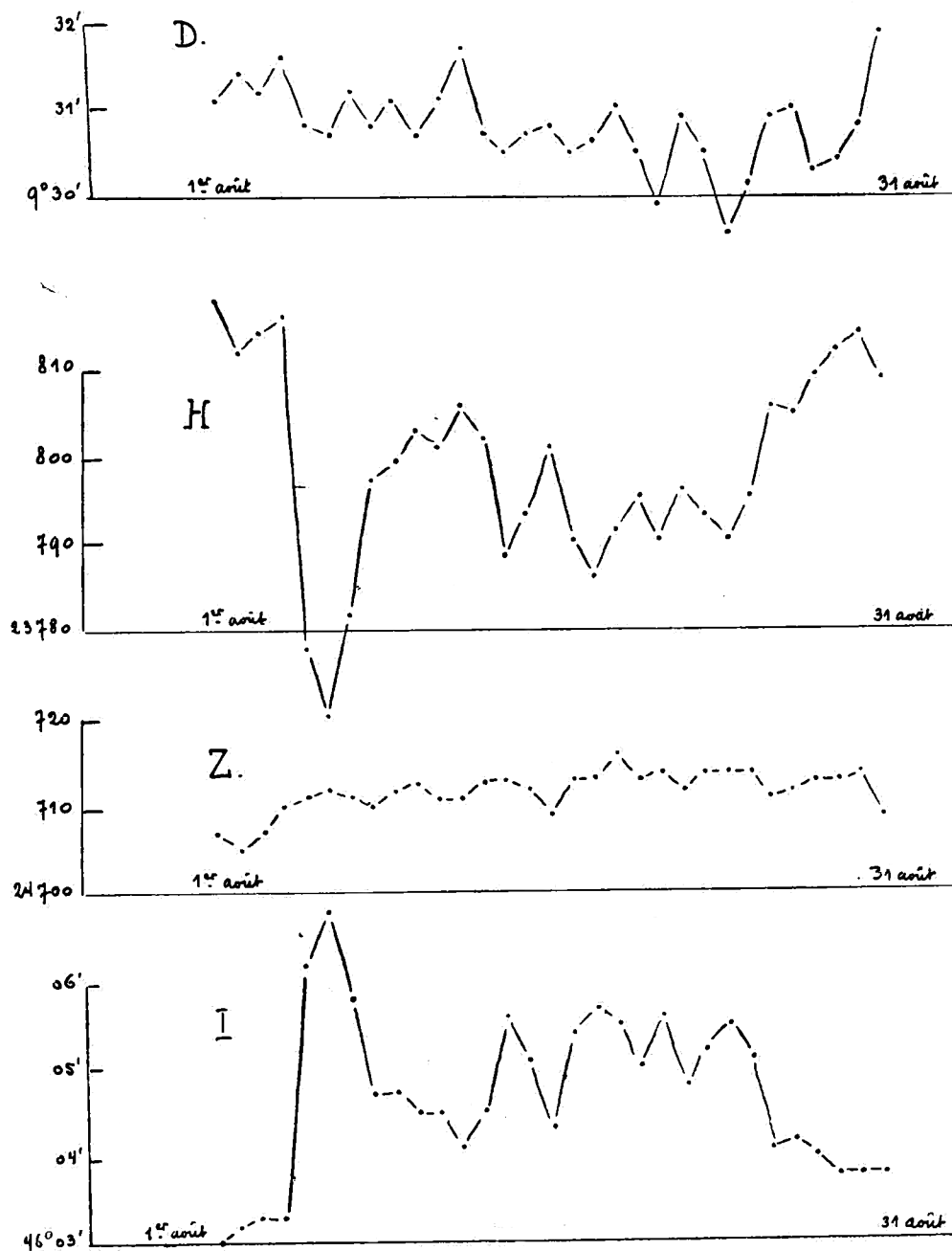
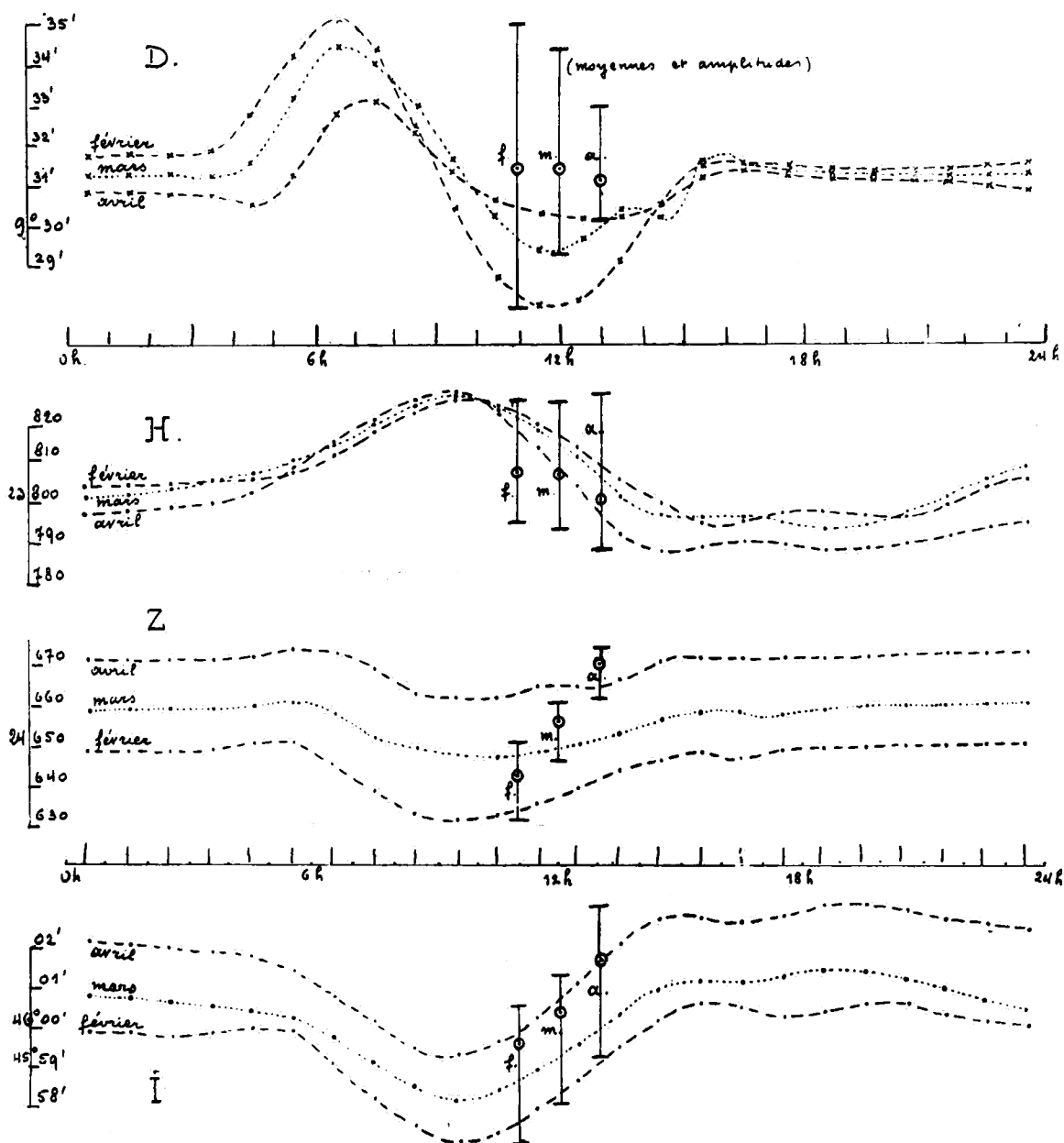
VARIATIONS MENSUELLES DE D, H, Z ET I.
STATION D'ELISABETHVILLE (août 1933).

DIAGRAMME VII.

VARIATIONS DIURNES MOYENNES DE D, H, Z ET I.

STATION D'ELISABETHVILLE (février, mars et avril 1932).



5. *Variations diurnes.* — Ce sont, pendant un jour, les variations des moyennes des éléments magnétiques pour chaque heure de la journée. Comme leur allure moyenne varie peu d'un jour à l'autre, mais que, au contraire, elle dépend du mois où l'on observe, on se contente de considérer chaque mois les variations des moyennes mensuelles pour chaque heure de la journée; il est même recommandable de comparer l'allure de ces variations pour les mêmes mois de plusieurs années.

C'est ce que nous comptons faire pour la réduction finale de nos mesures.

A titre d'exemple, et pour permettre une comparaison, nous indiquons (diagramme VII) ces variations pour chacun des mois de février, mars et avril 1933. Février et avril sont les mois où l'amplitude de la variation diurne a été respectivement la plus grande et la plus petite.

En comparant les enregistrements obtenus à Elisabethville et ceux d'une station boréale, comme, par exemple, celle de Manhay, en Belgique (cf. A. MOLLE et L. KOENIGSFELD, *Observations de l'année polaire à Elisabethville*, et L. KOENIGSFELD, *Observations de l'année polaire à Manhay*), on constate que les mois de forte amplitude des variations au Sud de l'équateur sont les mois de faible amplitude des variations au Nord de l'équateur, et vice versa. Heureusement, tout le Congo belge est situé au Sud de l'équateur magnétique, l'inclinaison étant encore de 13° environ au point le plus au Nord que nous ayons atteint, à la frontière de l'Afrique équatoriale française.

On peut aussi se rendre compte que cette amplitude est moindre à Elisabethville ($11^\circ 39'$ lat. Sud) qu'à Manhay ($50^\circ 18'$ lat. Nord). Il est à craindre que dans le voisinage de l'équateur, dans le Nord de la Colonie, les variations ne soient très irrégulières.

Des stations de base secondaires ont été établies à Rutshuru (P.N.A. $1^\circ 11'$ lat. Sud) et à Gina (K.M. $1^\circ 47'$ lat. Nord), où des mesures ont été faites à différentes heures et à plusieurs reprises.

6. CONCLUSION. — *Réduction des observations à une même date et une même heure.* — Pour réduire de façon définitive les mesures entreprises en campagne, il faut donc leur appliquer les corrections

nécessités par l'ensemble des variations dont il vient d'être question, à savoir :

1° Correction pour la variation séculaire : celle-ci sera déterminée en fonction de la latitude et de la longitude de la station, et appliquée pour l'intervalle qui sépare l'année de l'observation de l'année choisie pour base : 1936. Les diagrammes seront établis avec tout le soin désirable.

2° Correction pour la variation saisonnière : celle-ci sera prise sur des diagrammes qui donneront la correction pour chaque saison à partir de la moyenne de l'année. Les diagrammes utiliseront les résultats des enregistrements de 1933-1934 et de 1938 ⁽¹⁾.

3° Correction pour la variation diurne, la plus importante : celle-ci sera prise sur des diagrammes tels que ceux qui ont été donnés plus haut, établis pour chaque mois de l'année, en confrontant les enregistrements de 1933-1934 avec ceux de 1938, et avec les données supplémentaires recueillies aux stations de base secondaires de Rutshuru (432, II.60) et de Gina (111, III.30).

Quant à nos mesures du Katanga, elles pourront être immédiatement comparées aux résultats des enregistrements de la même époque, utilisables au moins jusqu'à la fin d'octobre 1934.

⁽¹⁾ Depuis le début de 1938, les enregistrements magnétiques sont de nouveau assurés, sous la surveillance de M. Heinrichs, chef du cadastre minier au C.S.K.

Appendice.

Il est intéressant de se rendre compte de la façon dont se comporte un aimant en une *station de forte anomalie*.

Station de Go $\triangle$ (112, III.31, K.M.), 23 juin 1936.

C'est un point géodésique principal de la triangulation de la région de Kilo-Moto. Ses coordonnées sont :

lat. astr. $1^{\circ}57'20''$; lat. géod. $1^{\circ}57'40''$; long. $2^{\text{h}}01^{\text{m}}28^{\text{s}}5$ E. Gr.; alt. 1809 m.

Le méridien astronomique correspond à la lecture $154^{\circ}30'$ du cercle horizontal du théodolite. Le barreau prend sa position d'équilibre pour les lectures $175^{\circ}20'$ et $38^{\circ}50'$ (C.W. et C.E.). Le méridien magnétique est donc fortement déplacé par le retournement, dans les azimuts $20^{\circ}50'$ et $244^{\circ}20'$. Il donne les *déclinaisons* :

$$D = 159^{\circ}10' \text{ W.} \quad \text{et} \quad 115^{\circ}40' \text{ W.}$$

C'est une première anomalie.

La durée d'une *oscillation* simple du barreau • est de $18^{\text{s}}35$, ce qui correspond à une composante horizontale du magnétisme terrestre réduite à

$$H = 0.00850 \quad (850 \gamma \text{ au lieu de } 32.000).$$

Quant à la méthode des *déviations*, elle n'est pas applicable : l'aimant est attiré ou repoussé sans limite appréciable.

L'*inclinaison* mesurée dans tous les azimuts de 30 en 30 degrés donne une courbe très régulière, d'où l'on déduit que l'aiguille est verticale dans les azimuts approchés 21° et 245° (on retrouve les méridiens magnétiques obtenus par le théodolite) et prend une inclinaison maximum dans les azimuts approchés 140° et 310° (dont la moyenne est à 90° de la moyenne des méridiens), à savoir :

$$I = 88^{\circ}15' \quad (\text{pointe nord vers le haut}).$$

On en déduit la composante verticale

$$Z = 0.27800.$$

Organisation d'une station.

1. *Choix de la station.*

Un endroit bien dégagé, permettant d'observer aux différentes heures et, au besoin, de faire quelques pointés sur les montagnes environnantes pour situer le point.

Un sol stable, car les appareils resteront longtemps en place.

Un site facilement reconnaissable, pour éviter des recherches fastidieuses à celui qui voudrait reprendre la station.

2. *Préparation de la station.*

Bien dégager le sol des herbes qui l'encombrent, sinon le trépied n'a qu'une stabilité apparente.

S'entourer de quatre pieux, solidement plantés en terre, sur lesquels on étendra une couverture, facilement enlevable pour les observations astronomiques, et rapidement remise en place pour les observations magnétiques.

Faire construire, à une trentaine de mètres à l'écart, une petite hutte où l'on placera les appareils et les aimants non utilisés, à l'abri du soleil et de la pluie.

3. *Mesures.*

Le plus généralement, si toutes les conditions sont favorables :

- 9 h. 00. Observation du soleil (1^{re} méridienne);
Déclinaison. Barreaux • et ••;
Oscillations et Déviations. Barreau ••;
Déviations et Oscillations. Barreau •;
- 12 h. 00. Observation de la latitude;
Inclinaison. Aiguilles 1 et 2;
Éventuellement, rattachement géodésique;
Déclinaison reprise. Barreaux • et ••;
- 14 h. 30. Observation du soleil (2^e méridienne).

4. *Etablissement d'un repère.*

Une pyramide de pierres, les plus grosses courant toujours le moindre risque d'être déplacées par les indigènes curieux.



Repère placé après l'observation. *Ombu*, Ituri (411, III.64).

CHAPITRE II.

NOMENCLATURE DES STATIONS.

On trouve ici la nomenclature par ordre alphabétique général de toutes les stations effectuées, avec renvoi aux différentes parties du mémoire où seront donnés les éléments magnétiques qui s'y rapportent.

Cette liste servira en même temps de table des matières.

Les points principaux $\triangle$ et secondaires $\odot$ des diverses missions de triangulation qui ont mesuré au Congo belge sont indiqués en même temps que les noms, ainsi que les points situés sur l'une ou l'autre frontière. On a ajouté entre parenthèses quelques indications caractéristiques.

Les stations dont le nom est précédé d'un astérisque * sont les stations reprises de la Mission magnétique de la Carnegie Institution, qui a opéré au Congo belge dans les années 1914 et 1920, et dont les résultats sont donnés dans *Researches of the Department of Terrestrial Magnetism of the Carnegie Institution of Washington*, vol. III. Land Magnetic Observations, 1914-1920.

Les stations non reprises, bien qu'elles seront étudiées également, ne sont pas mentionnées dans cette liste.

Les observations magnétiques qu'a faites M. Dehalu lors de la mesure de l'arc du 30° méridien, en 1908, seront aussi étudiées. Une seule station a été reprise, celle d'Isura.

Dans la première colonne de droite est indiqué le fascicule où sont donnés les éléments relatifs à la station, en chiffres romains, avec son numéro d'ordre dans ce fascicule, en chiffres arabes.

Dans la deuxième colonne, on trouve l'indication de la Province, du District et du Territoire auxquels appartient la station, conformément à des abréviations explicitées dans le tableau ci-après. Lorsque

la station se trouve dans le domaine des Parcs Nationaux du Congo Belge, le nom du Territoire est remplacé par les indications P.N.A. ou P.N.K., suivant qu'il s'agit du Parc National Albert ou du Parc National de la Kagera. Lorsque la station se trouve dans le domaine d'exploitation effective de la Société des Mines d'Or de Kilo-Moto, le nom du Territoire est de même remplacé par l'indication K.M.

Enfin, si aucune indication n'est donnée à cette place, c'est que l'observation a eu lieu au chef-lieu même du Territoire.

Le nom du Territoire est toujours donné en toutes lettres. Celui de la Province et celui du District répondent aux abréviations suivantes :

Provinces.	Districts.	
d'Élisabethville. . . .	du Haut-Katanga (Élisabethville)	EL. hk
	du Lualaba (Jadotville)	lu
	du Tanganika (Albertville)	ta
de Costermansville . . .	du Kivu (Costermansville)	CS. ki
	du Maniéma (Kasongo)	ma
de Stanleyville. . . .	de l'Ituri (Irumu)	ST. it
	de l'Uele (Buta)	ul
	de Stanleyville	st
de Lusambo	du Sankuru (Lusambo)	LU. sa
de Coquilhatville . . .	de l'Ubangi (Lisala)	CQ. ub
du Ruanda-Urundi. . . .	du Ruanda (Kigali)	RU. ru
(Usumbura)	de l'Urundi (Kitega)	ur

Quelques points seulement se trouvent au delà de la frontière. La dernière colonne indique alors le nom de la colonie voisine.

Aba I et II. (Cf. Kalambare et Mokolo Mwambi.)		
1. <i>Abimva</i> ...	III.1	ST. it. K. M.
2. <i>Aboro</i> (triangulation Kilo-Moto) ...	III.2	ST. it. Djugu.
3. <i>Adse</i> ...	III.3	ST. it. Faradje.
4. <i>Agebo</i> ...	III.4	ST. it. K. M.
5. <i>Alanga</i> ...	V.1	LU. sa. Lomela.
6. <i>Albertville</i> (inclinaison) (lac Tanganika) ... (Cf. aussi Kalemeye (▲)).	I.1	EL. ta.
7. <i>Andudu</i> ...	III.5	ST. it. Watsa.
8. <i>Anduguru</i> ...	IV.1	ST. ul. Poko.
9. <i>Angodia</i> (sur l'Uele, rive gauche) ...	IV.2	ST. ul. Buta.
10. <i>Angu</i> (sur l'Uele, rive gauche) ...	IV.3	ST. ul. Aketi.
11. <i>Angumu</i> ...	IV.4	CS. ki. Lubutu.
12. <i>Ankomo</i> ...	V.2	CS. ma. Kindu.
*13. <i>Ankoro</i> (sur le Lualaba, rive gauche) ...	I.2	EL. ta.
14. <i>Apanaku</i> ...	III.suppl.	ST. it. Wamba.
15. <i>Apolokoku</i> (sur l'Ituri, rive droite) ...	III.6	ST. it. K. M.
16. <i>Araki</i> (Manzika) ...	III.7	ST. ul. Dungu.
Asitonyi (cf. Ndumbara).		
17. <i>Baburu</i> ...	III.8	ST. ul. Dungu.
18. <i>Babvalu</i> (Medjedje) ...	III.9	ST. it. Wamba.
19. <i>Bafwakwomo</i> ...	IV.5	ST. st. Bafwasende.
20. <i>Bafwasende</i> ...	IV.6	ST. st.
21. <i>Bahoka</i> ...	III.suppl.	ST. it. Wamba.
22. <i>Bakada</i> ...	III.10	ST. it. Mahagi.
23. <i>Balabala</i> (triangulation Kilo-Moto) ...	III.11	ST. it. K. M.
24. <i>Balamuta</i> (Irumu)...	III.12	ST. it. Irumu.
25. <i>Balukira</i> (4 ^e lac Mokoto) ...	II.1	CS. ki. Masisi.
26. <i>Bangassou</i> (front, Afrique équatoriale française)	IV.7	(Afr. équ. française.)
27. <i>Bangengayi</i> (frontière Soudan anglo-égyptien)...	III.13	ST. ul. Dungu.
28. <i>Bangilikangu</i> (sur l'Uele : embouchure du Bomo- kandi) ...	IV.8	ST. ul. Ango.
29. <i>Bangiliwe</i> ...	IV.9	ST. ul. Bondo.
30. <i>Bangulima</i> ...	IV.10	ST. ul. Aketi.
31. <i>Baramba</i> ...	II.2	CS. ki. Rutshuru.
*32. <i>Basoko</i> (sur le fleuve : embouchure de l'Aru- wimi)...	IV.11	ST. st.
33. <i>Batyakasima</i> ...	IV.12	ST. st. Stanleyville.
34. <i>Batyobela</i> ...	V.3	ST. st. Stanleyville.
35. <i>Baudouinville</i> ...	I.3	EL. ta. Moba.
36. <i>Bawila</i> ...	III.14	ST. it. K. M.
37. <i>Baya</i> ...	I.4	EL. kk. Elisabethville.
38. <i>Beba</i> ...	III.15	ST. it. K. M.
39. <i>Begtri</i> ...	IV.13	ST. ul. Poko.
40. <i>Bena Kakona</i> ...	V.4	LU. sa. Kanda-Kanda.
41. <i>Beni</i> ...	II.3	CS. ki.
42. <i>Ile Bertha</i> (fleuve Congo)...	IV.14	ST. st. Isangi.
43. <i>Beverendi</i> ...	III.16	ST. it. K. M.

44. <i>Bi</i>	III.17	ST. it. K. M.
45. <i>Biano</i>	I.5	EL. lu. Jadotville.
46. <i>Bibanga</i>	V.5	LU. sa. Kabinda.
47. <i>Bidjo</i>	III.18	ST. it. K. M.
48. <i>Bilimbara</i>	IV.15	ST. ul. Bondo.
49. <i>Birwa</i> (lac Edouard)	II.4	CS. ki. P.N.A.
50. <i>Bisati Ndubi</i>	II.5	RU. ru. P.N.A.
51. <i>Ritemba</i>	II.6	CS. ki. Beni.
52. <i>Bo</i> (Dekwaba).. ..	III.19	ST. it. Djugu.
53. <i>Bobandana</i>	II.7	CS. ki. Masisi.
54. <i>Bodo</i> (fort).	III.suppl.	ST. it. Irumu.
55. <i>Bogbota</i>	IV.16	ST. ul. Aketi.
56. <i>Bomili</i> (confluent Ituri et Nepoko = Aruwimi)... ..	IV.17	ST. st. Bafwasende.
57. <i>Bondo</i> (sur l'Uele, rive droite)	IV.18	ST. ul.
58. <i>Bongbohu</i>	IV.suppl.	ST. ul. Paulis.
59. <i>Bongboli</i>	IV.19	ST. st. Banalia.
60. <i>Borne I</i> (frontière Congo-Angola-Rhodésie)... ..	I.6	EL. lu. Malonga.
61. <i>Bugamba</i> (frontière Ruanda-Urundi-Uganda)	II.8	RU. ru. Ruhengeri.
62. <i>Bugata</i>	IV.20	ST. ul. Nyapu.
63. <i>Buhonga</i>	II.9	RU. ur. Usumbura.
64. <i>Buhuga</i>	II.10	CS. ki. Rutshuru.
*65. <i>Bukama</i> (sur le Lualaba, rive droite)	I.7	EL. lu.
66. <i>Bula-Wanya</i>	V.6	LU. sa. Lodja.
67. <i>Bulunga</i>	II.11	CS. ki. P.N.A.
68. <i>Bumaki</i>	IV.21	ST. ul. Nyangara.
69. <i>Bumba</i> (sur le fleuve, rive droite)	IV.22	CQ. ub.
70. <i>Bunagana</i>  (frontière Congo-Uganda).. ..	II.12	CS. ki. Rutshuru.
71. <i>Bundu</i>	III.20	ST. ul. Dungu.
Bunkeya (cf. Kalusolo).		
72. <i>Busanga</i> (sur le Lualaba, rive gauche)	I.8	EL. lu. Bukama.
73. <i>Busawa</i>	IV.23	ST. ul. Buta.
74. <i>Buserigenuyi</i>	II.13	CS. ki. Rutshuru.
75. <i>Bushoro</i>	II.14	RU. ru. P.N.K.
Busoro (cf. Nkondo).		
76. <i>Butasheke</i> (ou Katashola).	II.15	CS. ki. Kalehe.
77. <i>Butsaruwande</i>	II.16	CS. ki. Beni.
78. <i>Butshatsha</i>	II.17	CS. ki. Rutshuru.
79. <i>Butukumba</i>	IV.24	ST. ul. Poko.
80. <i>Buye</i>  (triangulation Ruanda-Urundi).	II.18	RU. ru. Astrida.
81. <i>Bwemboyi</i>	III.21	ST. it. Watsa.
82. <i>Bweramvula</i>	II.19	RU. ru. Kigali.
83. <i>Bwironde</i>	II.20	CS. ki. Rutshuru.
84. <i>Delebokunde</i>	IV.25	ST. ul. Poko.
85. <i>Denge</i>	III.22	ST. it. K. M.
86. <i>Diagbe</i>	III.23	ST. ul. Dungu.
87. <i>Dibalaye</i>	V.7	LU. sa. Dimbelenge.
Dilolo (cf. Salunyeka).		

88. <i>Djeka</i>	V.8	LU. sa. Katako-Kombe.
89. <i>Djemo</i>	III.24	ST. it. Mahagi.
90. <i>Djinji</i>	III.25	ST. it. Faradje.
91. <i>Djondu</i>	V.9	LU. sa. Katako-Kombe.
92. <i>Djungayani</i>	V.10	CS. ma. Kibombo.
93. <i>Dungu</i>	III.26	ST. ul.
94. <i>Ebombo</i>	V.11	LU. sa. Tshofa.
Eboy (latitude seulement, cf. Mabyenge).		
95. <i>Efelone</i> (Negbenge)	III.27	ST. it. Kilo-Moto.
96. <i>Egbunda</i>	IV.26	ST. ul. Paulis.
97. <i>Ekwangatana</i>	IV.27	ST. ul. Aketi.
*98. <i>Elisabethville</i> (station de base pour les observations du Katanga, et en général pour toutes les stations magnétiques au Congo belge).	I.9	
Faradje (cf. Lalibe).		
99. <i>Fumbwe</i> (sources thermales)... ..	I.10	EL. lu. Bukama.
100. <i>Fuku</i>	II.21	CS. ki. Rutshuru.
101. <i>Gabiro</i> $\triangle$	II.22	RU. ru. Kibungu.
102. <i>Gada</i>	III.28	ST. ul. K. M.
103. <i>Gambate</i>	IV.28	ST. ul. Aketi.
104. <i>Gamova</i>	III.29	ST. it. K. M.
105. <i>Gandadjika</i>	V.12	LU. sa. Kanda-Kanda.
106. <i>Gangu-Bili</i>	IV.29	ST. ul. Bondo.
107. <i>Gasave</i>	II.23	RU. ru. Kisenyi.
108. <i>Gatshamugongo</i>	II.24	RU. ru. Nyanza.
109. <i>Gatsibwe</i>	II.25	CS. ki. P.N.A.
110. <i>Gihinga</i>	II.26	RU. ru. P.N.K
111. <i>Gina</i> (station de base pour la région des Mines de Kilo-Moto).	III.30	ST. it. K. M.
111 ^{bis} . <i>Gina</i> $\odot$ (triangulation Kilo-Moto). Station provisoire	.30 ^{bis}	ST. it. K. M.
112. <i>Go</i> $\triangle$ (triangulation Kilo-Moto)... ..	III.31	ST. it. K. M.
113. <i>Gobi</i>	III.32	ST. it. K. M.
114. <i>Gombari</i>	III.33	ST. it. Watsa.
115. <i>Gwalya</i>	III.34	ST. ul. Dungu.
116. <i>Gwesero</i>	II.27	RU. ru. Kigali.
117. <i>Hago</i> (lac)... ..	II.28	RU. ru. P.N.K.
118. <i>Hehu</i> $\triangle$ (frontière Congo - Ruanda - Urundi - Uganda)... ..	II.29	CS. ki. P.N.A.
118 ^{bis} . <i>Hehu</i> ^{bis} (au pied de la colline)... ..	.29 ^{bis}	CS. ki. P.N.A.
119. <i>Ibembo</i> (sur l'Itimbiri, rive gauche)..	IV.30	ST. ul. Aketi.
120. <i>Ibuhinyuza</i>	II.30	RU. ur. Usumbura.
121. <i>Imfwa</i> (lac)	V.13	LU. sa. Dimbelenge.
122. <i>Imonga</i>	V.14	CS. ma. Kihembwe.
Irumu I et II (cf. Balamuta et Nyakonde).		
123. <i>Isalowe</i> (sur le fleuve, rive droite)	IV.31	ST. st. Isangi.
124. <i>Isangi</i> (embouchure du Lomami).	IV.32	ST. st.
125. <i>Isasa</i>	V.suppl.	CS. ma. Shabunda.

126. <i>Isofala</i> ...	IV.33	ST. st. Yahuma.
127. <i>Isura</i> $\triangle$ (point géodésique de l'arc du 30 ^e méridien auquel sont rattachées les triangulations du Congo Oriental. Mesures magnétiques de M. Dehalu, en 1908.)	III.35	ST. it. Djugu.
128. <i>Ka</i> (sur l'Uele, rive droite) ...	IV.34	ST. ul. Bondo.
*129. <i>Kabalo</i> (sur le Lualaba, rive droite)...	I.11	EL. ta. Kongolo.
130. <i>Kabambare</i> ...	V.15	CS. ma.
131. <i>Kabandila</i> ...	V.16	I.U. sa. Kabinda.
132. <i>Kabare</i> ...	II.31	CS. ki.
133. <i>Kabasha</i> ...	II.32	CS. ki. P.N.A.
134. <i>Kabaya</i> ...	II.33	RU. ru. Kisenyi.
135. <i>Kabimbi</i> (sur le Luapula, frontière Rhodésie) ...	I.12	EL. hk. Kasenga.
136. <i>Kabona</i> $\odot$ (triangulation Ruanda-Urundi) ...	II.34	RU. ru. Ruhengeri.
137. <i>Kabongo</i> ...	I.13	EL. lu.
138. <i>Kabuga</i> P. N. A. ...	II.35	CS. ki. P.N.A.
139. <i>Kabuga</i> P. N. K. ...	II.36	RU. ru. P.N.K.
140. <i>Kabumbulu</i> (sur le Lualaba, station rive droite).	I.14	EL. ta. Mwanza.
141. <i>Kabunda</i> (sur le Luapula, frontière Rhodésie) ...	I.15	EL. hk. Sakania.
142. <i>Kadjumbura</i> ...	II.37	RU. ru. P.N.K.
143. <i>Kafumbiro</i> ...	II.38	CS. ki. P.N.A.
144. <i>Kahutu</i> ...	II.39	CS. ki. Masisi.
145. <i>Kakenge</i> (Rubona)..	II.40	RU. ru. Kibungu.
146. <i>Kakitumba</i> (frontière Ruanda - Uganda - Tanganyika)...	II.41	RU. ru. Kibungu.
147. <i>Kalahala</i> ...	II.42	CS. ki. P.N.A.
148. <i>Kalambare</i> (Aba I). ...	III.36	ST. it. Faradje.
149. <i>Kalegero</i> ...	II.43	CS. ki. P.N.A.
150. <i>Kalemye</i> $\triangle$ (triangulation C.S.K.) (l'inclinaison a été mesurée à Albertville) ...	I.16	EL. ta. Albertville.
151. <i>Kalila Tambwe</i> $\odot$ (triangulation Dilolo) ...	I.17	EL. lu. Malonga.
152. <i>Kalonge</i> ...	II.44	CS. ki. Rutshuru.
153. <i>Kalulu</i> ...	V.17	CS. ma. Kasongo.
154. <i>Kalumengongo</i> (rive gauche)...	I.18	EL. ta. Mwanza.
155. <i>Kalundwe</i> (Mutombo Mukulu) ...	I.19	EL. lu. Kamina.
156. <i>Kalusolo</i> (Bunkeya) ...	I.20	EL. lu. Jadotville.
157. <i>Kamahore</i> ...	II.45	CS. ki. Rutshuru.
158. <i>Kamalunga</i> ...	I.21	EL. lu. Malonga.
*159. <i>Kambove</i> ...	I.22	EL. lu. Jadotville.
160. <i>Kamembe</i> ...	II.46	RU. ru. Shangugu.
161. <i>Kamitenga</i> ...	V.18	CS. ma. Kihembwe.
162. <i>Kamohorora</i> $\triangle$ (triangulation Kivu). ...	II.47	CS. ki. P.N.A.
163. <i>Kampene</i> ...	V.19	CS. ma. Kihembwe.
164. <i>Kamukolulu</i> ...	I.23	EL. lu. Mwanza.
165. <i>Kamukuyu</i> ...	II.48	CS. ki. Rutshuru.
166. <i>Kamushuli</i> (Mukaniga) (front. Ruanda-Uganda).	II.49	RU. ru. Biumba.
167. <i>Kando</i> ...	I.24	EL. lu. Jadotville.
168. <i>Kanwa</i> ...	IV.35	ST. ul. Buta.

169. <i>Kanyabeza</i> ...	II.50	CS. ki. Rutshuru.
170. <i>Kanyamakore</i> ...	II.51	CS. ki. P.N.A.
171. <i>Kanyangongi</i> ...	II.52	CS. ki. P.N.A.
172. <i>Kanyasande</i> ...	II.53	CS. ki. Rutshuru.
173. <i>Kanyinya</i> ...	II.54	RU. ru. P.N.K.
174. <i>Kanzepa</i> ...	I.25	EL. hk. Elisabethville.
175. <i>Kapiri</i> ...	I.26	EL. lu. Jadotville.
175 ^{bis} . (<i>Mutobo</i> =station <i>Kapiri</i> de la Mission magnétique de la Carnegie Institution)...	.26 ^{bis}	EL. lu. Jadotville.
176. <i>Kapongolo</i> ...	I.27	EL. ta. Ankoro.
177. <i>Karandalgyi</i> ...	II.55	RU. ru. Ruhengeri.
178. <i>Karavia</i> ...	I.28	EL. hk. Elisabethville.
179. <i>Kasaji</i> ...	I.29	EL. lu. Malonga.
180. <i>Kasaka</i> ...	I.30	EL. ta. Kongolo.
181. <i>Kasenga</i> (sur le Luapula, frontière Rhodésie)...	I.31	EL. hk.
182. <i>Kasenyi</i> (lac Albert)...	III.37	ST. it. Djugu.
183. <i>Kashobwe</i> (sur le Luapula, frontière Rhodésie)...	I.32	EL. hk. Kasenga.
184. <i>Kasongomwana</i> ...	I.33	EL. hk. Sampwe.
185. <i>Kasoso</i> ...	II.56	CS. ki. P.N.A.
186. <i>Kaswa</i> (Kibombo)...	V.20	CS. ma. Kibombo.
187. <i>Katanda</i> ...	II.57	CS. ki. P.N.A.
188. <i>Katandale</i> ...	I.34	EL. lu. Sandoa.
189. <i>Katanga Mutombo</i> ...	I.35	EL. lu. Kabongo.
190. <i>Katamba</i> ...	II.58	CS. ki. Rutshuru.
191. <i>Katerekeraro</i> ...	II.59	CS. ki. P.N.A.
192. <i>Katerera</i> ...	II.60	RU. ru. P.N.K.
193. <i>Katodjo</i> ...	II.61	RU. ru. P.N.K.
194. <i>Katofio</i> ...	I.36	EL. hk. Kasenga.
195. <i>Katompe</i> ...	I.37	EL. ta. Kongolo.
196. <i>Kayembe</i> ...	V.21	CS. ma. Kabambare.
197. <i>Kayumbo</i> ...	I.38	EL. lu. Sampwe.
198. <i>Kazazele</i> ...	IV.36	ST. ul. Bondo.
199. <i>Keila</i> ...	III.38	ST. it. K. M.
200. <i>Kibamba</i> ...	V.22	CS. ma. Kibombo.
201. <i>Kiboga</i> (triangulation Ruanda-Urundi) ... Kibombo (cf. Kaswa).	II.62	RU. ru. Ruhengeri.
202. <i>Kibonwa</i> ...	II.63	RU. ru. Ruhengeri.
203. <i>Kibu</i> ...	II.64	CS. ki. P.N.A.
204. <i>Kibungu</i> ...	II.65	RU. ru.
205. <i>Kigabero</i> ...	II.66	CS. ki. P.N.A.
206. <i>Kigera</i> (lac Edouard)...	II.67	CS. ki. P.N.A.
207. <i>Kigoma</i> (Tanganyika Territory, lac Tanganika).	I.39	Tanganyika Territory.
208. <i>Kigoto</i> ...	II.68	CS. ki. P.N.A.
209. <i>Kihitsha</i> ...	II.69	CS. ki. P.N.A.
210. <i>Kikongomoka</i> ...	II.70	CS. ki. P.N.A.
211. <i>Kilala Matambo</i> ...	I.40	EL. lu. Sampwe.
212. <i>Kilima</i> ...	II.71	CS. ki. Rutshuru.
213. <i>Kilonge</i> (triangulation Kivu)...	II.72	CS. ki. Masisi.

214. <i>Kima</i>	V.23	CS. ki. Lubutu.
215. <i>Kimfubu</i> (Kyenene)	I.41	EL. lu. Jadotville.
216. <i>Kimpuki</i>	I.42	EL. lu. Sandoa.
217. <i>Kimwenze</i> (sur la Lufira)... ..	I.43	EL. lu. Mwanza.
218. <i>Kinda</i>	I.44	EL. lu. Kamina.
*219. <i>Kindu</i> (sur le fleuve, rive gauche)	V.24	CS. ma.
220. <i>Kinigi</i>	II.73	RU. ru. P.N.A.
221. <i>Kinkuti</i>	V.25	CS. ki. Shabunda.
222. <i>Kinyabuhitsi</i>	II.74	CS. ki. Masisi.
223. <i>Kinyamangu</i>	II.75	CS. ki. P.N.A.
224. <i>Kirambo</i> (●) (triangulation Kivu, front. Congo-Uganda)... ..	II.76	CS. ki. front. Uganda.
Kirerema (cf. Tshamakamba).		
225. <i>Kirwa</i> (lac).. ..	II.77	CS. ki. Rutshuru.
226. <i>Kisanga</i> (sur la Kibali)	III.39	ST. it. K. M.
227. <i>Kiseguru</i> (Nyakatanda)	II.78	CS. ki. P.N.A.
228. <i>Kisenene</i>	II.79	RU. ru. P.N.K.
229. <i>Kisheshero</i>	II.80	RU. ru. Ruhengeri.
230. <i>Kisose</i> (nouveau Lubinda).	I.45	EL. ta. Mwanza.
231. <i>Kitarama</i>	II.81	CS. ki. Rutshuru.
232. <i>Kitega</i>	II.82	RU. ur.
233. <i>Kitembo</i>	II.83	CS. ki. P.N.A.
234. <i>Kitemule</i>	II.84	CS. ki. P.N.A.
235. <i>Kohwi</i>	II.85	CS. ki. P.N.A.
236. <i>Koki</i>	III.suppl	ST. it. Irumu.
237. <i>Kole</i>	IV.37	CS. ki. P.N.A.
238. <i>Kondrodza</i> (●) (triangulation Kilo-Moto).	III.40	ST. it. K. M.
239. <i>Kongodru</i>	III.41	ST. it. Watsa.
*240. <i>Kongolo</i> (sur le fleuve, rive gauche)... ..	I.46	EL. ta.
241. <i>Kotili</i>	IV.38	ST. ul. Buta.
242. <i>Kuburunga</i>	II.86	CS. ki. P.N.A.
243. <i>Kwiango</i>	II.87	CS. ki. Masisi.
244. <i>Kyakubwa</i> (sources Lomami et Lovoi)	I.47	EL. lu. Kamina.
245. <i>Kyatenga</i> (Semliki)	II.88	CS. ki. Beni.
246. <i>Kyubo</i> (chutes Lufira)	I.48	EL. hk. Sampwe.
247. <i>Lalibe</i> (Faradje)	III.42	ST. it. Faradje.
248. <i>Leguga</i> (sur l'Uele, rive gauche)	IV.39	ST. ul. Buta.
249. <i>Lemera</i> (lac Édouard).. ..	II.89	CS. ki. P.N.A.
250. <i>Li</i> (▲) (triangulation Kilo-Moto)	III.43	ST. it. K. M.
251. <i>Liduru</i>	III.44	ST. ul. Dungu.
252. <i>Likwangula</i> (sur l'Ituri, rive droite)... ..	III.suppl.	ST. it. Wamba.
253. <i>Lobayi</i>	IV.40	ST. st. Opala.
254. <i>Lodja</i> (sur la Lukenye)	V.26	LU. sa.
255. <i>Lomela</i>	V.27	LU. sa.
256. <i>Lopo</i> (chutes)	II.90	CS. ki. Lubero.
*257. <i>Lowa</i> (sur le fleuve, rive gauche)	V.28	ST. st. Stanleyville.
258. <i>Luabo</i> (chutes).. ..	I.49	EL. lu. Kamina.

259. <i>Luama</i> (au passage)	V.29	CS. ma. Kabambare.
260. <i>Lubembe</i> (frontière Congo-Rhodésie).. ..	I.50	EL. hk. Elisabethville.
261. <i>Lubondozi</i>	V.30	CS. ma. Kabambare.
262. <i>Lubulu</i>	IV.41	ST. st. Yahuma.
262 ^{bis} . (<i>Manga</i> , station de latitude)	.41 ^{bis}	ST. st. Yahuma.
263. <i>Lubutu</i>	V.31	CS. ki.
264. <i>Lugasha</i>	II.91	RU. ru. P.N.K.
265. <i>Luhangiro</i>	II.92	CS. ki. Rutshuru.
266. <i>Luhengere</i>	II.93	CS. ki. Rutshuru.
267. <i>Luhogo</i> (sur la Talya, limite du P. N. A.)	II.94	CS. ki. P.N.A.
268. <i>Luhororo</i>	II.95	RU. ur. Ngozi.
269. <i>Lutshia</i>	I.51	EL. lu. Jadotville.
270. <i>Lutzi</i>	I.52	EL. ta. Albertville.
271. <i>Lukafu</i>	I.53	EL. hk. Sampwe.
272. <i>Lukambura</i>	II.96	CS. ki. Rutshuru.
273. <i>Lukolela</i>	V.32	LU. sa. Tshofa.
274. <i>Lukoma</i> (Bangohu)	IV.42	ST. ul. Nyapu.
275. <i>Lukonzolwa</i> I. au bord du lac (lac Moëro)	I.54	EL. hk. Kasenga.
275 ^{bis} . <i>Lukonzolwa</i> II. sur la colline	.54 ^{bis}	EL. hk. Kasenga.
276. <i>Lukuni</i>	I.55	EL. hk. Elisabethville.
277. <i>Lumbula</i>	III.suppl.	ST. it. Wamba.
278. <i>Luofu</i>	II.97	CS. ki. Lubero.
279. <i>Lupaya</i> Δ (terme Nord de la base géodésique)... ..	V.33	CS. ma. Kasongo.
280. <i>Lupu</i>	IV.43	ST. st. Banalia.
281. <i>Lupukanya</i>	I.56	EL. hk. Kasenga.
282. <i>Luputa</i>	V.34	LU. sa. Kanda-Kanda.
*283. <i>Lusambo</i> (sur le Sankuru)	V.35	LU. sa.
284. <i>Lusangambote</i>	V.36	LU. sa. Lusambo.
285. <i>Lusangt</i> Δ (triangulation Zone Grands Lacs)	V.37	CS. ma. Kabambare.
286. <i>Lutaho</i>	II.98	CS. ki. Uvira.
287. <i>Lutambabalenzi</i>	II.99	RU. ru. Biumba.
288. <i>Luterana</i>	II.100	RU. ru. P.N.K.
289. <i>Luviraza</i>	V.38	CS. ma. Kihembwe.
290. <i>Lwabigirera</i>	II.101	RU. ru. P.N.K.
291. <i>Lwamatare</i>	II.102	CS. ki. P.N.A.
292. <i>Mabyenge</i>	IV.44	ST. ul. Aketi.
292 ^{bis} . (<i>Eboy</i> , station de la latitude)	.44 ^{bis}	ST. ul. Aketi.
293. <i>Magashi</i>	II.103	RU. ru. P.N.K.
294. <i>Mahagi-Port</i> (lac Albert)	III.45	ST. it. Mahagi.
295. <i>Makeke</i>	III.46	ST. ul. Paulis.
296. <i>Makilimbo</i> (Gumanda).. ..	III.47	ST. ul. Nyangara.
297. <i>Makombe</i>	III.48	ST. it. K. M.
298. <i>Malengoya</i> (sur l'Uele, rive gauche)... ..	IV.45	ST. ul. Ango.
299. <i>Mambuli</i>	IV.46	ST. ul. Bondo.
Manga (latitude seulement, cf. Lubulu).		
300. <i>Mangudu</i>	III.49	ST. it. Watsa.
Manzika (cf. Araki).		

301. <i>Mapere</i>	IV.47	ST. ul. Nyapu.
302. <i>Maranga</i> ⊙ (triangulation Kilo-Moto)	III.50	ST. it. K. M.
303. <i>Marekesa</i>	IV.48	ST. it. Wamba.
304. <i>Masaka</i>	II.104	RU. ru. Kigali.
305. <i>Mashepfu</i> (Mitumbara)	II.105	CS. ki. Masisi.
306. <i>Masumbu</i>	IV.49	ST. ul. Dungu.
307. <i>Matari</i>	IV.50	ST. ul. Paulis.
308. <i>Matshuza</i> (sources thermales).	II.106	CS. ki. Uvira.
309. <i>Mato</i>	I.57	EL. lu. Kamina.
310. <i>Mawa</i> (Naho)	IV.51	ST. ul. Poko.
311. <i>Mawinza</i>	IV.52	ST. ul. Buta.
312. <i>Mayi ya Moto</i> (sources thermales)	II.107	CS. ki. P.N.A.
313. <i>Mbahu</i>	III.51	ST. it. K. M.
314. <i>Mbula</i>	IV.53	ST. ul. Buta.
315. <i>Mbwge</i> ⊙ (triangulation Ruanda-Urundi)	II.108	RU. ru. Ruhengeri.
316. <i>Medje</i>	IV.54	ST. ul. Paulis.
Medjedje (cf. Babvalu).		
317. <i>Metero</i>	II.109	CS. ki. Lubero.
318. <i>Milango</i>	II.110	CS. ki. Rutshuru.
319. <i>Milumbe</i>	I.58	EL. lu. Jadotville.
320. <i>Mirambi</i>	II.111	CS. ki. Rutshuru.
321. <i>Misisi</i>	II.112	CS. ki. Rutshuru.
322. <i>Mogandju</i> (sur l'Aruwimi, rive droite)	IV.55	ST. ul. Basoko.
323. <i>Mokaria</i>	IV.56	ST. ul. Basoko.
324. <i>Mokolo Mwambi</i> (Aba II)... ..	III.52	ST. it. Faradje.
325. <i>Moku</i>	III.53	ST. it. K. M.
326. <i>Monga</i> (chutes Bili)	IV.57	ST. ul. Bondo.
327. <i>Motokolea</i>	II.113	CS. ki. Lubero.
328. <i>Motu na Mombiya</i>	IV.58	ST. ul. Buta.
329. <i>Mpala</i> (lac Tanganika)	I.59	EL. ta. Albertville.
330. <i>Mpete</i> ▲ (triangulation C.S.K.)	I.60	EL. ta. Ankoro.
331. <i>Muganza</i>	II.114	RU. ru. P.N.K.
332. <i>Muhe</i>	II.115	CS. ki. Masisi.
333. <i>Muhondo</i>	II.116	RU. ru. Kigali.
334. <i>Mukalange</i>	II.117	RU. ru. Biumba.
Mukaniga (cf. Kamushuli).		
335. <i>Mukebo</i>	I.61	EL. hk. Sampwe.
336. <i>Mukenge</i>	I.62	EL. hk. Sampwe.
337. <i>Mukongo</i>	II.118	CS. ki. Lubero.
338. <i>Mukulupo</i>	IV.59	ST. ul. Ango.
339. <i>Mukunda</i>	I.63	EL. hk. Sampwe.
340. <i>Mukwemba</i> (Sakabinda)	I.64	EL. lu. Malonga.
341. <i>Mukwishi</i> (frontière Congo-Rhodésie).	I.65	EL. lu. Jadotville.
342. <i>Mulawanzovu</i>	II.119	CS. ki. P.N.A.
343. <i>Mulehe</i>	II.120	CS. ki. P.N.A.
344. <i>Mulenda</i> ⊙ (triangulation Kilo-Moto)	III.54	ST. it. K. M.
345. <i>Munyafunshi</i> (frontière Congo-Rhodésie)	I.66	EL. lu. Jadotville.

388. <i>Nyagahandagaza</i>	II.140	RU. ru. P.N.K.
389. <i>Nyakatale</i>	II.141	RU. ru. Biumba.
Nyakatanda (cf. Kiseguru).		
390. <i>Nyakibugu</i> (lac)	II.142	RU. ru. Ruhengeri.
391. <i>Nyakonde</i> (Irumu II)... ..	III.60	ST. it. Irumu.
392. <i>Nyamagumba</i> (triangulation Ruanda-Urundi)	II.143	RU. ru. Ruhengeri.
393. <i>Nyamiyaga</i>	II.144	RU. ru. P.N.K.
394. <i>Nyamlagira</i> I	II.145	CS. ki. P.N.A.
395. <i>Nyamlagira</i> II... ..	II.146	CS. ki. P.N.A.
396. <i>Nyamlagira</i> III..	II.147	CS. ki. P.N.A.
397. <i>Nyamlagira</i> IV	II.148	CS. ki. P.N.A.
398. <i>Nyandizima</i> (lac)	II.149	CS. ki. P.N.A.
399. <i>Nyangara</i> (sur l'Uele, rive gauche)	III.61	ST. ul.
400. <i>Nyanyatu</i>	III.62	ST. it. K. M.
401. <i>Nyanza</i>	II.150	RU. ru.
402. <i>Nyaruhange</i>	II.151	CS. ki. P.N.A.
403. <i>Nyaruhata</i>	II.152	RU. ru. P.N.K.
404. <i>Nyarurangara</i>	II.153	CS. ki. Rutshuru.
Nyawarongo I et II (cf. Gasave et Gatshamugongo).		
405. <i>Nyawendimu</i>	V.43	CS. ma. Kihembwe.
406. <i>Nyemba</i>	I.74	EL. ta. Albertville.
407. <i>Nyonga</i> (sur le fleuve, station rive gauche) ...	I.75	EL. lu. Bukama.
408. <i>Nyongera</i>	II.154	CS. ki. Rutshuru.
*409. <i>Nyunzu</i>	I.76	EL. ta. Albertville.
410. <i>Ofo</i> (frontière Congo-Uganda)	III.63	ST. it. Mahagi.
411. <i>Ogu</i>	III.64	ST. it. K. M.
412. <i>Okenge</i>	V.44	LU. sa. Katako-Kombe.
413. <i>Ombu</i>	III.65	ST. it. Djugu.
414. <i>Onema</i>	V.45	LU. sa. Katako-Kombe.
415. <i>Opienge</i>	IV.67	ST. st. Bafwasendé.
416. <i>Oruka</i>	III.66	ST. it. K. M.
417. <i>Palabanza</i> (Zilo I) (chutes Lualaba, station rive gauche)	I.77	EL. lu. Jadotville.
418. <i>Panga</i> (sur l'Aruwimi, rive gauche)... ..	IV.68	ST. ul. Nyapu.
419. <i>Pangu-Loto</i>	V.46	LU. sa. Lomela.
420. <i>Pela</i>	III.67	ST. it. Irumu.
421. <i>Pemba</i> (Mulongo) (sur le Lualaba, rive droite)... ..	I.78	EL. ta. Mwanza.
*422. <i>Ponthierville</i> (sur le fleuve, rive gauche)	IV.69	ST. st. Stanleyville.
423. <i>Pweto</i> (lac Moëro).	I.79	EL. hk. Kasenga.
424. <i>Rangira</i>	II.155	CS. ki. Rutshuru.
425. <i>Rrr</i>	III.68	ST. it. K. M.
426. <i>Ruashi</i>	I.80	EL. hk. Elisabethville.
427. <i>Rubago</i>	II.156	RU. ru. Kibungu.
Rubona (cf. Kakenge).		
428. <i>Ruindi</i>	II.157	CS. ki. P.N.A.
429. <i>Rulinzargwe</i>	II.158	RU. ru. P.N.A.

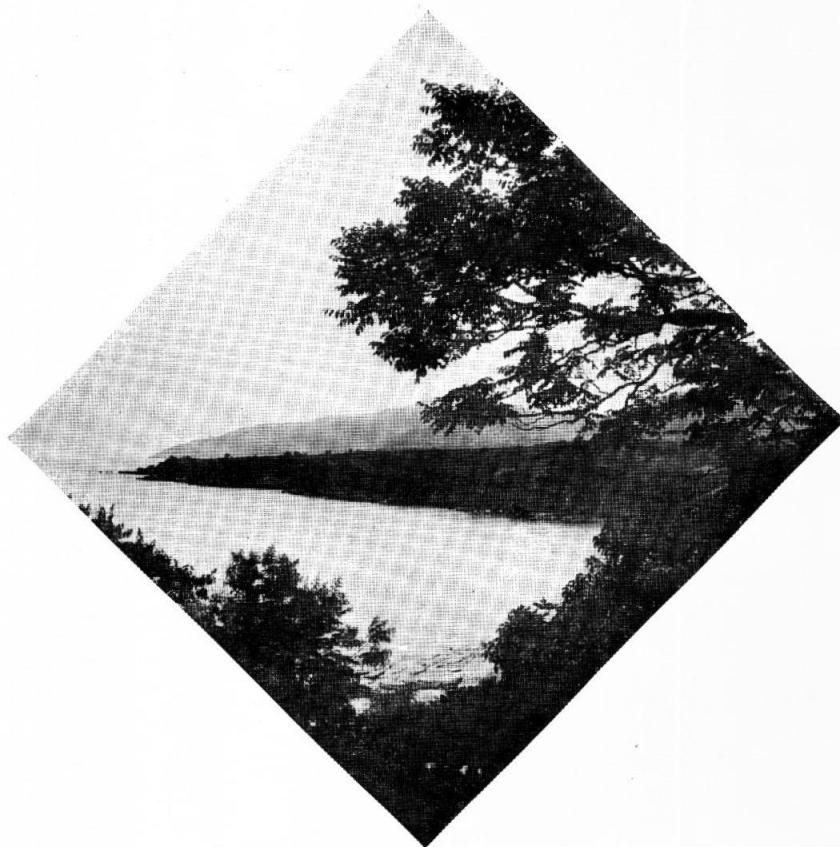
346. <i>Munyatshinya</i>	II.121	RU. ru. Ruhengeri.
347. <i>Mupwe</i>	III.55	ST. ul. Dungu.
348. <i>Murore</i>	II.122	RU. ru. P.N.K.
349. <i>Murundi</i> $\triangle$ (triangulation Ruanda-Urundi)...	II.123	RU. ru. P.N.K.
350. <i>Musambila</i>	II.124	RU. ru. Nyanza.
351. <i>Musofi</i> $\triangle$ (frontière Congo-Rhodésie)	I.67	EL. lu. Jadotville.
352. <i>Musumba</i> $\odot$ (triangulation anglo-germano-belge, 1910)	II.125	CS. ki. Rutshuru.
353. <i>Musure-Sabinyo</i>	II.126	RU. ru. P.N.A.
Mutobo (cf. Kapiri).		
Mutombo Mukulu (cf. Kalundwe).		
354. <i>Mutukwa</i>	II.127	RU. ru. P.N.K.
355. <i>Muyaga</i>	II.128	RU. ur. Ruhigi.
356. <i>Muyumba</i> (sur le Lualaba, rive droite)	I.68	EL. ta. Ankoro.
357. <i>Mwadingusha</i> (chutes Lufira)	I.69	EL. lu. Jadotville.
358. <i>Mwajinga</i> (Sandoa I)	I.70	EL. lu. Sandoa.
359. <i>Mweko</i> $\odot$ (triangulation Ruanda-Urundi)	II.129	RU. ru. Ruhengeri.
360. <i>Mwemashi</i> (frontière Congo-Rhodésie)	I.71	EL. lu. Jadotville.
361. <i>Mwene Ditu</i>	V.39	LU. sa. Kanda-Kanda.
362. <i>Mwenga</i> (inclinaison seulement).	II.130	CS. ki. Shabunda.
363. <i>Mweyo</i>	II.131	CS. ki. Rutshuru.
364. <i>Mwulire</i>	II.132	RU. ru. Kigali.
365. <i>Nabunzera</i>	IV.60	ST. ul. Nyangara.
366. <i>Nakbaranga</i>	IV.61	ST. ul. Ango.
367. <i>Nakparka</i>	IV.62	ST. ul. Dungu.
368. <i>Nandevu</i>	I.72	EL. lu. Malonga.
369. <i>Nangbataki</i> (sur l'Uele, rive gauche)	IV.63	ST. ul. Poko.
Natambili (cf. Mapere).		
370. <i>Ndalya</i>	III.56	ST. it. Irumu.
371. <i>Ndama</i>	II.133	RU. ru. P.N.K.
372. <i>Ndere</i>	II.134	CS. ki. Kabare.
373. <i>Ndimba</i>	V.40	CS. ma. Kihembwe.
374. <i>Ndimu</i> $\triangle$ (triangulation Zone Grands Lacs)	V.41	CS. ki. Shabunda.
375. <i>Ndumbara</i> (Asitonyi)	IV.64	ST. ul. Nyapu.
376. <i>Nduwa</i> (sources de la Lukeneye)	V.42	LU. sa. Katako-Kombe.
377. <i>Nebuswa</i>	IV.65	ST. ul. Poko.
Negbenge (cf. Efelone).		
378. <i>Nemoza</i> (chef Nyapu)	III.57	ST. ul. Paulis.
379. <i>Ngabua</i> $\triangle$ (triangul. Kivu, frontière Uganda)	II.135	CS. ki. front. Uganda.
380. <i>Ngando</i> (lac) a.	II.136	RU. ru. Kisenyi.
381. <i>Ngando</i> (lac) b.	II.137	RU. ru. Kisenyi.
382. <i>Ngazi</i>	IV.66	ST. st. Isangi.
383. <i>Ngili</i>	III.58	ST. it. K. M.
384. <i>Nizi VII</i>	III.59	ST. it. K. M.
385. <i>Nkolo</i> (marais) (frontière Congo-Angola).	I.73	Angola.
386. <i>Nkondo</i> (Busoro)	II.138	CS. ki. P.N.A.
387. <i>Nshila Muhengere</i> (île) (lac Kivu)	II.139	CS. ki. Kalehe.

430. <i>Rumangabo</i>	II.159	CS. ki. Rutshuru.
431. <i>Rungu</i>	III.69	ST. ul. Paulis.
432. <i>Rutshuru</i> (station de base pour la région des Parcs Nationaux, Kivu et Ruanda).. ..	II.160	CS. ki.
*433. <i>Ruwe</i>	I.81	EL. lu. Jadotville.
434. <i>Rwaza</i> (pont de la Mukungwa)	II.161	RU. ru. Ruhengeri.
435. <i>Rwesero</i> Sakabinda (cf. Mukwemba).	II.162	CS. ki. Rutshuru.
*436. <i>Sakania</i>	I.82	EL. hk.
437. <i>Salunyeka</i> (Dilolo).	I.83	EL. lu. Malonga.
438. <i>Sampasa</i> (Sandoa II)... ..	I.84	EL. lu. Sandoa.
439. <i>Sampwe</i> Sandoa I, II et III (cf. Mwajinga, Sampasa et Tshisenge) (Lulua).	I.85	EL. hk.
440. <i>Seke</i>	V.47	I.U. sa. Tshofa.
441. <i>Sekina</i>	IV.70	ST. ul. Ango.
442. <i>Semangole</i> $\triangle$ (triangulation Kilo-Moto).. ..	III.70	ST. it. K. M.
443. <i>Senge</i> $\odot$ (triangulation Kilo-Moto)	III.71	ST. it. K. M.
444. <i>Shabunda</i> $\triangle$ (terme Sud de la base géodésique)	V.48	CS. ki.
445. <i>Sindani</i>	III.72	ST. it. K. M.
446. <i>Sinziri</i> (frontière Soudan anglo-égyptien)	III.73	Soudan anglo-égyptien.
447. <i>So</i>	III.74	ST. it. K. M.
448. <i>Soloyi</i>	III.75	ST. it. K. M.
449. <i>Sondoyi</i>	I.86	EL. lu. Malonga.
450. <i>Stanleyville</i> (sur le fleuve, rive droite)... ..	IV.71	
451. <i>Sungu Monga</i>	I.87	EL. lu. Kamina.
452. <i>Syaka</i>	IV.72	ST. ul. Bondo.
453. <i>Takalu</i> $\odot$ (triangulation Kilo-Moto).	III.76	ST. it. K. M.
454. <i>Talakwa</i>	III.77	ST. it. K. M.
455. <i>Tatsi</i>	III.78	ST. it. K. M.
456. <i>Telo</i>	III.79	ST. it. Mahagi.
457. <i>Telya</i>	IV.73	ST. ul. Ango.
458. <i>Tembe-Tembe</i> (lac Moëro).	I.88	EL. hk. Kasenga.
459. <i>Tembwe</i> (lac Tanganika)... ..	I.89	EL. ta. Albertville.
460. <i>Tende</i>	III.80	ST. it. Mahagi.
461. <i>Tenke</i>	I.90	EL. lu. Jadotville.
462. <i>Thiti</i>	III.81	ST. it. Djugu.
463. <i>Tigolindi</i>	III.82	ST. ul. Dungu.
464. <i>Togutra</i>	III.83	ST. it. Faradje.
465. <i>Tomboka</i> Tongolo (cf. Matari).	I.91	EL. hk. Sampwe.
466. <i>Tora</i>	III.84	ST. it. K. M.
467. <i>Tshabukamba</i> (Zilo II) (chutes Lualaba, station rive droite)	I.92	EL. lu. Jadotville.
468. <i>Tshahi</i>	II.163	CS. ki. Rutshuru.
469. <i>Tshamakamba</i> (Kirerema)	II.164	RU. ru. Kisenyi.
470. <i>Tshanika</i> (borne frontière Ruanda-Uganda).. ..	II.165	Frontière Uganda.
471. <i>Tshanzerna</i>	II.166	CS. ki. P.N.A.

472. <i>Tshibaba</i> (à la limite Katanga-Kasai)	I.93	EL. lu. Sandoa.
473. <i>Tshibombo</i>	V.49	LU. sa. Kanda-Kanda.
474. <i>Tshinene</i> (lac)..	I.94	EL. lu. Kamina.
475. <i>Tshisenge</i> (Sandoa III)	I.95	EL. lu. Sandoa.
476. <i>Tshofa</i>	V.50	LU. sa.
477. <i>Tshopo</i> (station rive droite)	IV.74	ST. st. Banalia.
478. <i>Tshumba</i>	II.167	CS. ki. Rutshuru.
479. <i>Tshuwa</i>	III.85	ST. it. K. M.
480. <i>Tsi</i> (triangulation Kilo-Moto)..	III.86	ST. it. K. M.
481. <i>Tsima</i>	II.168	RU. ru. P.N.K.
482. <i>Tukpwo</i>	IV.75	ST. ul. Ango.
483. <i>Tupa</i>	III.87	ST. it. Mahagi.
484. <i>Twinsuli</i>	II.169	RU. ru. P.N.K.
485. <i>Uma</i>	IV.76	ST. st. Stanleyville.
486. <i>Vodju</i>	III.88	ST. it. K. M.
487. <i>Vigalegale</i>	II.170	CS. ki. P.N.A.
488. <i>Vitshumbi</i> (lac Edouard)..	II.171	CS. ki. P.N.A.
489. <i>Wanga</i>	III.89	ST. it. K. M.
490. <i>Yaholoko</i>	IV.77	ST. st. Basoko.
491. <i>Yakoma</i> (sur l'Uele, rive droite, confluent avec le Bomu)	IV.78	ST. ul. Bondo.
492. <i>Yaliko</i> (sur l'Itimbiri, rive droite)	IV.79	CQ. ub. Bumba.
493. <i>Yambengu</i>	IV.80	ST. ul. Bondo.
Yangambi (cf. Isalowe).		
494. <i>Yangangi</i>	III.90	ST. ul. Dungu.
495. <i>Yumbi</i> (sur la Lowa, rive gauche)	V.51	CS. ma. Lubutu.
496. <i>Zambèse</i> (source) (borne 43, frontière Rhodésie).	I.96	EL. lu. Malonga.
497. <i>Zangabe</i>	IV.81	ST. ul. Ango.
498. <i>Zemio</i> (frontière Afrique équatoriale française = Bomu)..	IV.82	ST. ul. Ango.
Zilo I et II (cf Palabanza et Tshabukamba).		
499. <i>Zongende</i>	IV.83	ST. ul. Ango.



En pirogue sur le Luapula. *Kabunda* (141, I.15).



Au bord du lac Tanganika. *Tembwe* (459, I.89).



Sur la grand'route vers *Kitega*, Urundi (232, II.82).



Les routes escarpées du Kivu, vers *Ndere* (372, II.134).

KIVU.

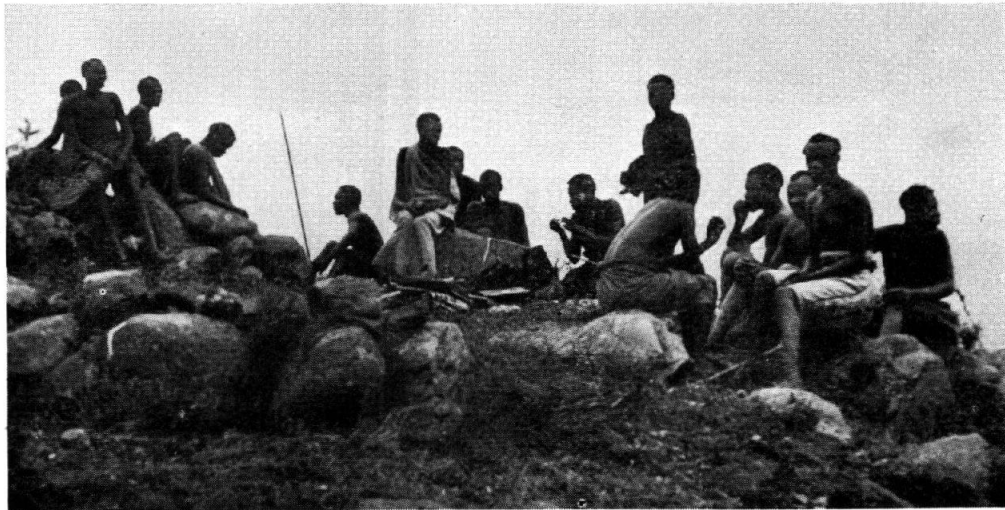
PLANCHE III.



La caravane, au Kivu, vers *Kilonge* (213, II.72).



Rive Nord du lac Kivu, vers *Sake* (305, II.105).



Un moment de repos pour les porteurs. *Kibonwa* (202, II.63).



Le lac Mulera supérieur. *Bugamba* (61, II.8).



Après l'averse, le brouillard. *Motokolea* (327, II.113).



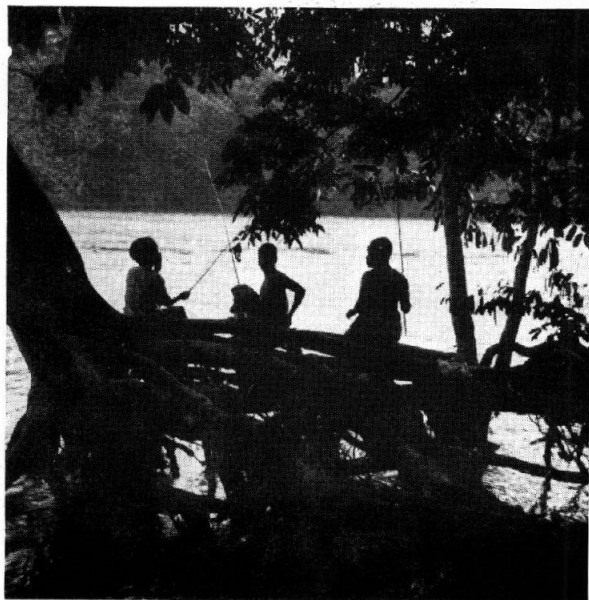
Les premiers contreforts du Ruwenzori. *Butsaruwande* (77, II.16).



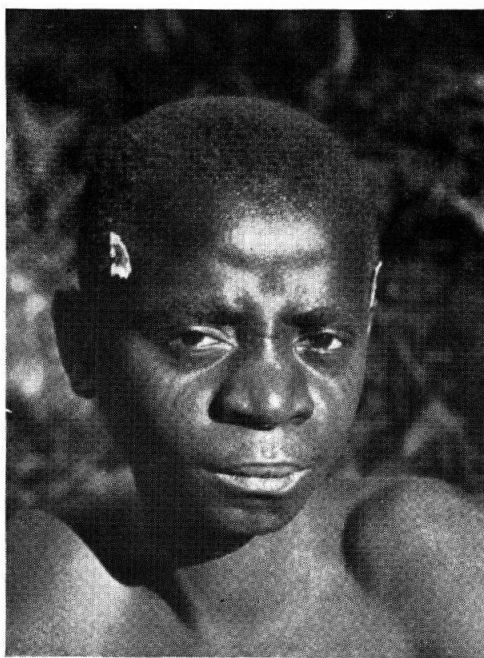
Le village *Li* (250, III.43), où se trouve le point géodésique.



Exploitation au camp de la Mangbele,
entre *Talakwa* (454, III.77) et *Agebo* (4, III.4).



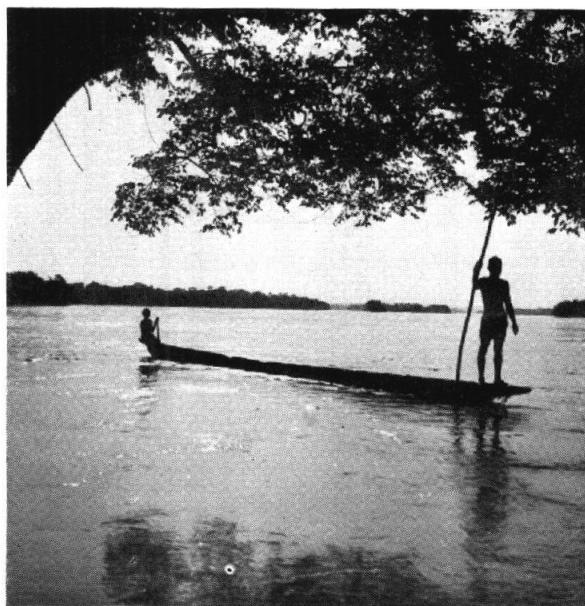
Sur l'Epulu.



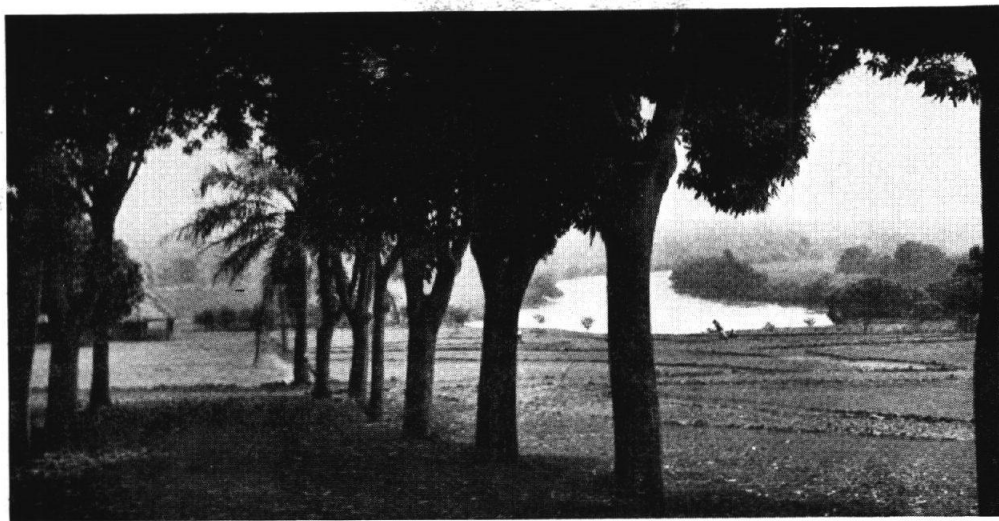
Un pygmée de la grande forêt d'Ituri.



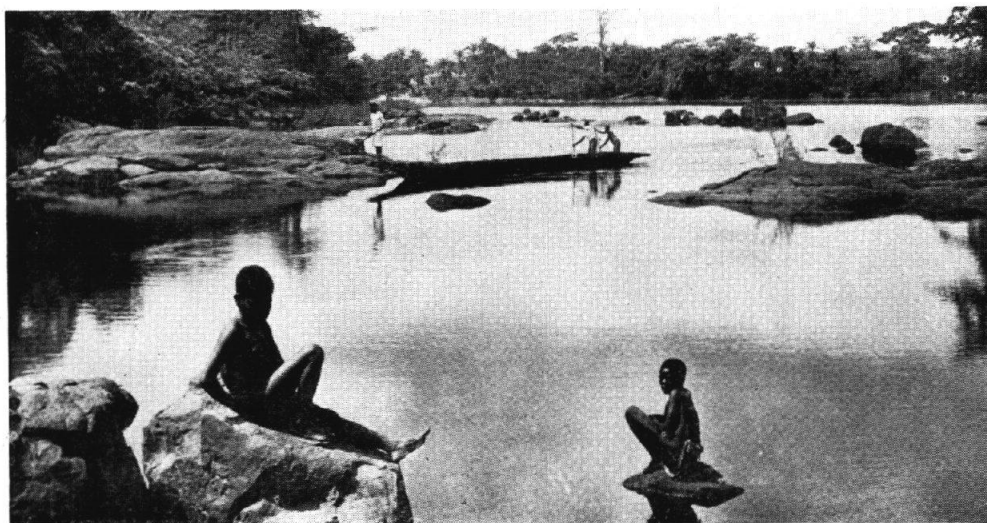
Dans la palmeraie. Région de Titule.



L'Uele à *Malengoya* (298, IV.45).



Le Bomu à *Zémio* (498, IV.82). — Frontière Afrique équatoriale française.



L'Uele à *Bondo* (57, IV.18).

LE FLEUVE.
MANIEMA.

PLANCHE X.



Jeune pagayeur sur le fleuve. *Kindu* (219, V.24).



Bac pour le passage de l'Elila, vers *Luviraza* (289, V.38).



Allée de grands palmiers.
Route d'Onema à Katako-Kombe. *Okenge* (412, V.44).



Allée de grands manguiers, à *Lusambo* (283, V.35).



Sur le fleuve. — Retour vers *Bukama*.



Coucher de soleil sur le fleuve.

Tome II.

1. HAUMAN, L., *Les Lobelia géants des montagnes du Congo belge* (52 pages, 6 figures, 7 planches, 1934) 15 "
2. DE WILDEMAN, E., *Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise* (120 p., 3 cartes hors texte, 1934) 26 "
3. HENRY, G., *Étude géologique et recherches minières dans la contrée située entre Ponthierville et le lac Kivu* (51 pages, 6 figures, 3 planches, 1934) 16 "
4. DE WILDEMAN, E., *Documents pour l'étude de l'alimentation végétale de l'indigène du Congo belge* (264 pages, 1934) 35 "
5. POLINARD, E., *Constitution géologique de l'Entre-Lulua-Bushimaie, du 7° au 8° parallèle* (74 pages, 6 planches, 2 cartes, 1934) 22 "

Tome III.

1. LEBRUN, J., *Les espèces congolaises du genre Ficus L.* (79 pages, 4 figures, 1934) 12 x
2. SCHWETZ, le Dr J., *Contribution à l'étude endémiologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo oriental* (45 pages, 1 carte, 1934) 8 "
3. DE WILDEMAN, E., TROLLI, GREGOIRE et OROLOVITCH, *À propos de médicaments indigènes congolais* (127 pages, 1935) 17 "
4. DELEVOY, G. et ROBERT, M., *Le milieu physique du Centre africain méridional et la phytogéographie* (104 pages, 2 cartes, 1935) 16 "
5. LEPLAE, E., *Les plantations de café au Congo belge. — Leur histoire (1881-1935). — Leur importance actuelle* (248 pages, 12 planches, 1936) 40 "

Tome IV.

1. JADIN, le Dr J., *Les groupes sanguins des Pygmées* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (26 pages, 1935) 5 "
2. JULIEN le Dr P., *Bloedgroeponderzoek der Efé-pygmeeën en der omwonende Negerstammen* (Verhandeling welke in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935 eene eervolle vermelding verwierf) (32 bl., 1935) 6 "
3. VLASSOV, S., *Espèces alimentaires du genre Artocarpus. — 1. L'Artocarpus integrifolia L. ou le Jacquier* (80 pages, 10 planches, 1936) 18 "
4. DE WILDEMAN, E., *Remarques à propos de formes du genre Uragoga L. (Rubiacees). — Afrique occidentale et centrale* (188 pages, 1936) 27 "
5. DE WILDEMAN, E., *Contributions à l'étude des espèces du genre Uapaga BAILL. (Euphorbiacées)* (192 pages, 43 figures, 5 planches, 1936) 35 "

Tome V.

1. DE WILDEMAN, E., *Sur la distribution des saponines dans le règne végétal* (94 pages, 1936) fr. 16 "
2. ZAHLBRUCKNER, A. et HAUMAN, L., *Les lichens des hautes altitudes au Ruwenzori* (31 pages, 5 planches, 1936) 10 "
3. DE WILDEMAN, E., *À propos de plantes contre la lèpre (Crinum sp. Amaryllidacées)* (58 pages, 1937) 10 "
4. HISSETTE, le Dr J., *Onchocercose oculaire* (120 pages, 5 planches, 1937) 25 "
5. DUREN, le Dr A., *Un essai d'étude d'ensemble du paludisme au Congo belge* (86 pages, 4 figures, 2 planches, 1937) 16 "
6. STANER, P. et BOUTIQUE, R., *Matériaux pour les plantes médicinales indigènes du Congo belge* (228 pages, 17 figures, 1937) 40 "

Tome VI.

1. BURGEON, L., *Liste des Coléoptères récoltés au cours de la mission belge au Ruwenzori* (140 pages, 1937) 25 "
2. LEPERSONNE, J., *Les terrasses du fleuve Congo au Stanley-Pool et leurs relations avec celles d'autres régions de la cuvette congolaise* (68 pages, 6 figures, 1937) 12 "
3. CASTAGNE, E., *Contribution à l'étude chimique des légumineuses insecticides du Congo belge* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (102 pages, 2 figures, 9 planches, 1938) 45 "
4. DE WILDEMAN, E., *Sur des plantes médicinales ou utiles du Mayumbe (Congo belge), d'après des notes du R. P. WELLENS † (1891-1924)* (97 pages, 1938) 17 "
5. ADRIAENS, L., *Le Ricin au Congo belge. — Etude chimique des graines, des huiles et des sous-produits* (206 pages, 11 diagrammes, 12 planches, 1 carte, 1938) 60 "

Tome VII.

1. SCHWETZ, le Dr J., *Recherches sur le paludisme endémique du Bas-Congo et du Kwango* (164 pages, 1 croquis, 1938) 28 "
2. DE WILDEMAN, E., *Dioscorea alimentaires et toxiques (morphologie et biologie)* (262 pages, 1938) 45 "
3. LEPLAE, E., *Le palmier à huile en Afrique, son exploitation au Congo belge et en Extrême-Orient* (108 pages, 11 planches, 1939) 30 "

Tome VIII.

1. MICHOT, P., *Etude pétrographique et géologique du Ruwenzori septentrional* (271 pages, 17 figures, 48 planches, 2 cartes, 1938) 85 "
2. BOUCKAERT, J., CASIER, H., et JADIN, J., *Contribution à l'étude du métabolisme du calcium et du phosphore chez les indigènes de l'Afrique centrale* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (25 pages, 1938) 6 "
3. VAN DEN BERGHE, L., *Les schistosomes et les schistosomoses au Congo belge et dans les territoires du Ruanda-Urundi* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1939) (154 pages, 14 figures, 27 planches, 1939) 45 "
4. ADRIAENS, L., *Contribution à l'étude chimique de quelques gommages du Congo belge* (100 pages, 9 figures, 1939) 22 "

Tome IX.

1. POLINARD, E., *La bordure nord du socle granitique dans la région de la Lubi et de la Bushimai* (56 pages, 2 figures, 4 planches, 1939) 16 »
2. VAN RIEL, le Dr J., *Le Service médical de la Compagnie Minière des Grands Lacs Africains et la situation sanitaire de la main-d'œuvre* (58 pages, 5 planches, 1 carte, 1939) 13 »
3. DE WILDEMAN, E., Drs TROLLI, DRICOT, TESSITORE et M. MORTIAUX, *Notes sur des plantes médicinales et alimentaires du Congo belge* (Missions du « Foréami ») (VI-356 pages, 1939) 60 »

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. FONTAINAS, P., *La force motrice pour les petites entreprises coloniales* (188 p., 1935) 19 »
2. HELLINCKX, L., *Etudes sur le Copal-Congo* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (64 pages, 7 figures, 1935) 11 »
3. DEVROEY, E., *Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika* (130 pages, 14 figures, 1 planche, 1938) 30 »
4. FONTAINAS, P., *Les exploitations minières de haute montagne au Ruanda-Urundi* (59 pages, 31 figures, 1938) 18 »
5. DEVROEY, E., *Installations sanitaires et épuration des eaux résiduaires au Congo belge* (56 pages, 13 figures, 3 planches, 1939) 20 »
6. DEVROEY, E., et VANDERLINDEN, R., *Le lac Kivu* (76 pages, 51 figures, 1939) 30 »

Tome II.

1. DEVROEY, E., *Le réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi* (218 pages, 62 figures, 2 cartes, 1939) 60 »

COLLECTION IN-4°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

- SCHEBESTA (le R. P. P.), *Die Bambuti-Pygmaen vom Ituri* (1 frontispice, I-XVIII + 1-440 pages, 16 figures, 11 diagrammes, 32 planches, 1 carte, 1938) . . fr. 250 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Tome I.

1. ROBYNS, W., *Les espèces congolaises du genre Digitaria Hall* (52 p., 6 pl., 1931). fr. 20 »
2. VANDERYST, le R. P. H., *Les roches oolithiques du système schisto-calcaire dans le Congo occidental* (70 pages, 10 figures, 1932) 20 »
3. VANDERYST, le R. P. H., *Introduction à la phytogéographie agrostologique de la province Congo-Kasai. (Les formations et associations)* (154 pages, 1932) 32 »
4. SCAËTTA, H., *Les famines périodiques dans le Ruanda. — Contribution à l'étude des aspects biologiques du phénomène* (42 pages, 1 carte, 12 diagrammes, 10 planches, 1932) 26 »
5. FONTAINAS, P. et ANSOTTE, M., *Perspectives minières de la région comprise entre le Nil, le lac Victoria et la frontière orientale du Congo belge* (27 p., 2 cartes, 1932) 10 »
6. ROBYNS, W., *Les espèces congolaises du genre Panicum L.* (80 pages, 5 planches, 1932) 25 »
7. VANDERYST, le R. P. H., *Introduction générale à l'étude agronomique du Haut-Kasai. Les domaines, districts, régions et sous-régions géo-agronomiques du Vicariat apostolique du Haut-Kasai* (82 pages, 12 figures, 1933) 25 »

Tome II.

1. THOREAU, J. et DU TRIEU DE TERDONCK, R., *Le gîte d'uranium de Shinkolobwe-Kasolo (Katanga)* (70 pages, 17 planches, 1933) fr. 50 »
2. SCAËTTA, H., *Les précipitations dans le bassin du Kivu et dans les zones limitrophes du fossé tectonique (Afrique centrale équatoriale). — Communication préliminaire* (108 pages, 28 figures, cartes, plans et croquis, 16 diagrammes, 10 planches, 1933) 60 »
3. VANDERYST, le R. P. H., *L'élevage extensif du gros bétail par les Bampombos et Baholos du Congo portugais* (50 pages, 5 figures, 1933) 14 »
4. POLINARD, E., *Le socle ancien inférieur à la série schisto-calcaire du Bas-Congo. Son étude le long du chemin de fer de Matadi à Léopoldville* (116 pages, 7 figures, 8 planches, 1 carte, 1934) 40 »

Tome III.

- SCAËTTA, H., *Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil* (335 pages, 61 diagrammes, 20 planches, 1 carte, 1934) 100 »

Tome IV.

1. POLINARD, E., *La géographie physique de la région du Lubilash, de la Bushimate et de la Lubi vers le 6° parallèle Sud* (38 pages, 9 figures, 4 planches, 2 cartes, 1935) 25 »
2. POLINARD, E., *Contribution à l'étude des roches éruptives et des schistes cristallins de la région de Bondo* (42 pages, 1 carte, 2 planches, 1935). 15 »
3. POLINARD, E., *Constitution géologique et pétrographique des bassins de la Kotto et du M'Bari, dans la région de Bria-Yalinga (Oubangui-Chari)* (160 pages, 21 figures, 3 cartes, 13 planches, 1935) 60 »

Tome V.

1. ROBYNS, W., *Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge* (151 pages, 3 figures, 2 cartes, 13 planches, 1936). 60 »
2. SCAËTTA, H., *La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation* (351 pages, 10 planches, 1937) 115 »

Tome VI.

1. GYSIN, M., *Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional* (259 pages, 4 figures, 1 carte, 4 planches, 1937) 65 »

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. MAURY, J., *Triangulation du Katanga* (140 pages, fig., 1930) 25 »
2. ANTHOINE, R., *Traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines d'or de Kilo-Moto* (163 pages, 63 croquis, 12 planches, 1933) 50 »
3. MAURY, J., *Triangulation du Congo oriental* (177 pages, 4 fig., 3 planches, 1934). 50 »

Tome II.

1. ANTHOINE, R., *L'amalgamation des minerais à or libre à basse teneur de la mine du mont Tsi* (29 pages, 2 figures, 2 planches, 1936) 10 »
2. MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant l'année internationale polaire* (120 pages, 16 figures, 3 planches, 1936). 45 »
3. DEHALU, M., et PAUWEN, L., *Laboratoire de photogrammétrie de l'Université de Liège. Description, théorie et usage des appareils de prises de vues, du stéréoplanigraphe C₅ et de l'Aéromultiplex Zeiss* (80 pages, 40 fig., 2 planches, 1938) 20 »
4. TONNEAU, R., et CHARPENTIER, J., *Etude de la récupération de l'or et des sables noirs d'un gravier alluvionnaire* (mémoire couronné au concours annuel de 1938) (95 pages, 9 diagrammes, 1 planche, 1939) 35 »
5. MAURY, J., *Triangulation du Bas-Congo* (41 pages, 1 carte, 1939) 15 »

Tome III.

- HERMANS, L., *Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la carte magnétique du Congo belge* (avec une introduction par M. Dehalu) :
1. Fascicule préliminaire. — *Aperçu des méthodes et nomenclature des Stations* (88 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) 40 »
 2. En préparation.
 3. En préparation.
 4. Fascicule III. — *Région des Mines d'or de Kilo-Moto, Ituri, Haut-Uele* (27 avril-16 octobre 1936) (71 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) 40 »

Sous presse.

- J. LEBRUN, *Recherches morphologiques et systématiques sur les cafétiers du Congo* (in-8°).
MERTENS, le R. P. J., *Les chefs couronnés chez les Ba Koongo. Étude de régime successoral* (in-8°).
E. POLINARD, *Les roches alcalines de Chianga (Angola) et les tufs associés* (in-8°).
J. A. TIARKO FOURCHE et H. MORLIGHEM, *Les communications des indigènes du Kasai avec les âmes des morts* (in-8°).
M. ROBERT, *Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique* (in-4°).
M. ROBERT, *Contribution à la morphologie du Katanga; les cycles géographiques et les pénéplaines* (in-8°).
SCHEBESTA (le R. P. P.), *Die Bambuti-Pygmäen vom Ituri* (2^e partie) (in-4°).

BULLETIN DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

	Belgique.	Congo belge.	Union postale universelle.
Abonnement annuel. . . .	fr. 60.—	fr. 70.—	fr. 75.— (15 Belgas)
Prix par fascicule	fr. 25.—	fr. 30.—	fr. 30.— (6 Belgas)

Tome I (1929-1930)	606 pages	Tome VI (1935)	765 pages
Tome II (1931)	694 "	Tome VII (1936)	626 "
Tome III (1932)	680 "	Tome VIII (1937)	895 "
Tome IV (1933)	884 "	Tome IX (1938)	871 "
Tome V (1934)	738 "		