

A PROPOS
DE LA
STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA
ET DE
L'AMÉLIORATION DE LA NAVIGABILITÉ DU FLEUVE CONGO
(BIEF MOYEN DU LUALABA, KINDU-PONTHIERVILLE)

PAR

E.-J. DEVROEY

Ingénieur en Chef honoraire de la Colonie,
Ancien chef du Service des Travaux publics du Gouvernement Général,
Conseiller technique au Ministère des Colonies,
Membre associé de l'Institut Royal Colonial Belge.

Mémoire présenté à la séance du 25 février 1949.

A PROPOS
DE LA
STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA
ET DE
L'AMÉLIORATION DE LA NAVIGABILITÉ DU FLEUVE CONGO
(BIEF MOYEN DU LUALABA, KINDU-PONTHIERVILLE)

To know what is is vital
to know what ought to be.

AVANT-PROPOS.

La frontière orientale du Congo belge est bordée par la grande dorsale africaine d'altitude élevée, coupée du Nord au Sud par des cassures étroites ou grabens, qui s'étendent, d'une part, depuis la mer Rouge et la vallée du Jourdain, jusqu'au Sud du lac Rodolphe, et, d'autre part, depuis le cours supérieur du Nil Blanc, par les lacs Albert, Édouard, Kivu, Tanganika, Rukwa, Nyassa, la vallée du Shire jusqu'au canal de Mozambique (fig. 1).

On sait que le lac Tanganika a été formé à une époque géologique peu éloignée. Cependant le processus de cette formation n'est pas complètement élucidé. Notre éminent confrère M. Maurice Robert le décrit comme suit (29, pp. 200-201) (¹) :

« Dans l'ancienne bande en dépression, qui était l'amorce du graben actuel, s'étendait un lac qui avait

(¹) Les chiffres entre parenthèses renvoient à la Bibliographie, p. 101.

un écoulement vers le Nord et qui alimentait la vallée du Kivu, ainsi que les lacs Édouard et Albert et enfin le Nil. Le barrage formé par les venues éruptives, au Sud de la

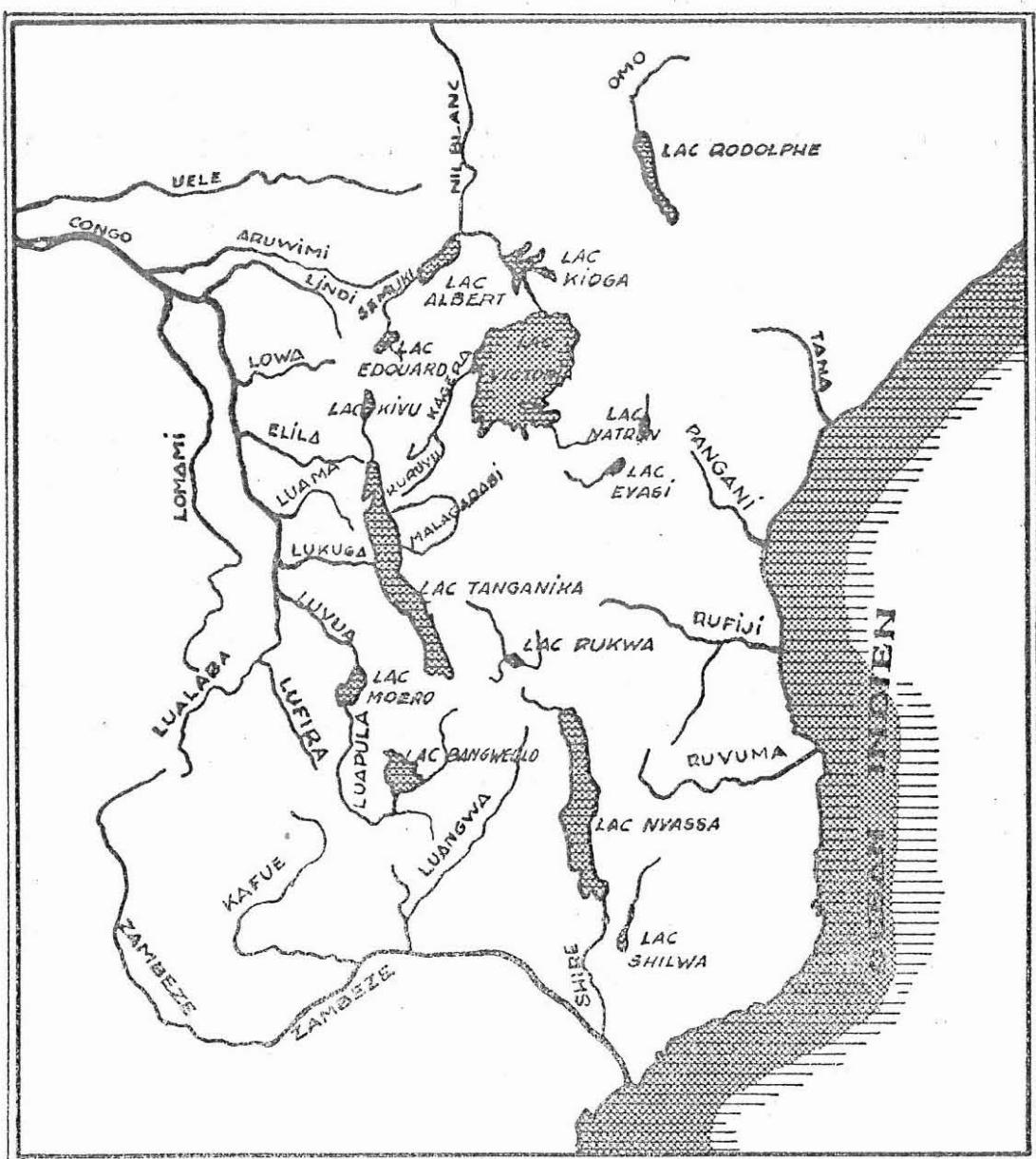


FIG. 1. — Hydrographie de l'Afrique centrale et orientale.

zone où est actuellement localisé le lac Kivu, ainsi que les effondrements relativement récents qui se sont produits localement dans la zone du Tanganyika ont modifié cet ancien état de choses et fait du Tanganyika un lac sans

écoulement. Plus tard, à l'époque récente (²) où s'est formé le barrage des volcans Mufumbiro au Nord de la région du Kivu, un lac s'est délimité dans cette zone et s'est déversé ensuite, vers le Sud, par la Ruzizi, dans le Tanganika. Ce dernier s'est alors écoulé vers le bassin du Congo par la rivière Lukuga. Le déversement des eaux du Tanganika, par le couloir de la Lukuga, n'a pas tardé à provoquer un abaissement de son niveau. Les affluents du lac ont pu, dès lors, opérer des captures de tronçons de rivières appartenant jusque-là au bassin du lac Victoria. C'est ainsi qu'une bonne partie du bassin méridional du Victoria est actuellement drainée vers le Tanganika par la Malagarasi. Par contre, une partie du bassin de la Kagera qui, autrefois, se déversait dans le fossé du graben centre-africain, comme c'est le cas pour la Nyawarungo, actuellement la véritable source du Nil, coule vers le lac Victoria. » L'auteur ajoute (29, p. 233) : « Le cours d'aval de la Lukuga est en harmonie avec le tracé des autres affluents de droite du Lualaba, tandis que sa partie d'amont a une allure quelque peu anormale. Nous observons, en effet, que les affluents qui s'y jettent à proximité du Tanganika ont une direction en accord avec un écoulement qui, primitivement, devait se faire dans le sens Ouest-Est, ce qui semble indiquer que, dans cette partie d'extrême amont, le cours de la rivière a été inversé. Ce phénomène a dû se passer à une époque relativement récente et, en tout cas, au cours du cycle géographique actuel, lorsque les eaux du Tanganika ont débordé et se sont déversées vers le Lualaba en suivant le cours de la Lukuga.

» Si le Tanganika et son affluent principal, la Malagarasi, s'étaient écoulés vers le Congo, par la Lukuga, avant

(²) Cette époque daterait d'environ un million d'années et serait contemporaine de l'apparition de l'homme, précisément dans cette région de l'Afrique.

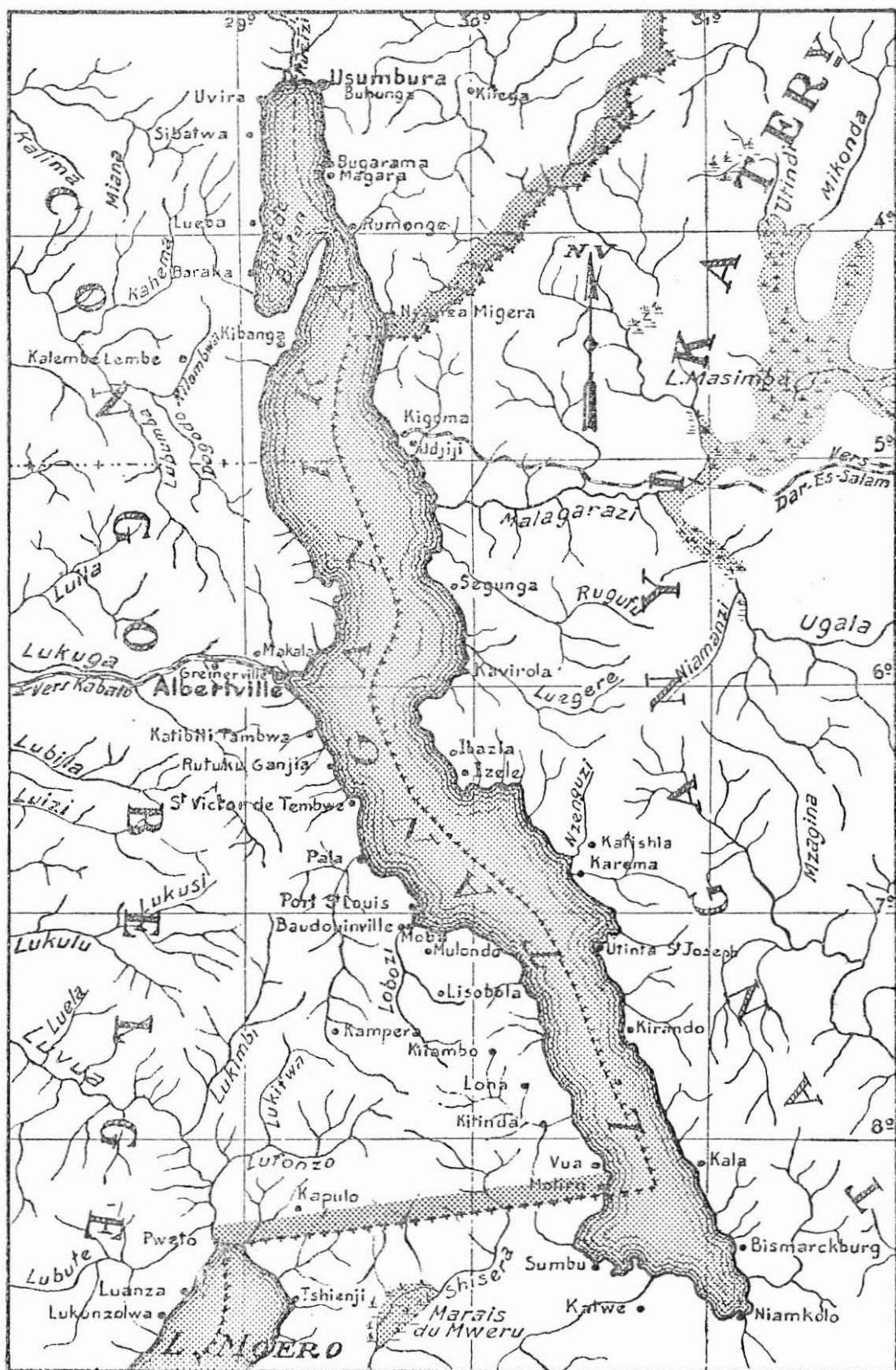


FIG. 2. — Le lac Tanganyika.

l'introduction du cycle géographique actuel, comme le supposent certains auteurs, le cours supérieur de cette dernière rivière devrait dessiner une large vallée majeure longuement évoluée, ce qui n'est pas le cas. »

On est peu fixé sur les conditions d'écoulement du trop-plein du Tanganiaka par la Lukuga, mais il a été établi que cet écoulement fut intermittent ou tout au moins qu'il était inexistant il y a une centaine d'années.

On sait, en effet, qu'en 1858, quand Burton et Speke découvrirent le Tanganiaka, celui-ci constituait un lac sans écoulement et le niveau de ses eaux s'élevait graduellement.

Il en était encore ainsi en 1871, lorsque, sur ses rives, Stanley retrouva Livingstone.

Mais en 1879, un officier de marine, Edward Coode Hore, qui était sur place depuis un an, au service de la London Missionary Society, et qui avait eu l'idée d'installer une échelle limnimétrique à Udziji, constata que le lac baissait. De mars 1879 à août 1880, c'est-à-dire en 18 mois, il enregistra une baisse de 3^m15.

S'étant enquis de la cause de ce phénomène, il ne tarda pas à vérifier que le Tanganiaka, grossi par ses tributaires, avait atteint quelques mois auparavant le col de la Lukuga et, en 1878, emportant cet obstacle, les eaux s'étaient ménagé un exutoire.

Depuis cette date, le déversoir de la Lukuga n'a cessé de fonctionner.

Le col de la Lukuga est le plus bas de tous ceux de la ceinture montagneuse entourant la cuvette du Tanganiaka, et la vallée de la Lukuga, nous l'avons vu par les considérations de M. Robert, est, en réalité, la juxtaposition de deux cours d'eau ayant coulé jadis, l'un vers l'Ouest, l'autre vers l'Est (fig. 2).

La vallée de la Lukuga a pu être disloquée par des tremblements de terre, encore fréquents de nos jours dans

la région. Elle a pu être aussi mise à sec par d'autres causes, par exemple, une période très longue d'extrême sécheresse. Quoi qu'il en soit, il est avéré par les témoi-

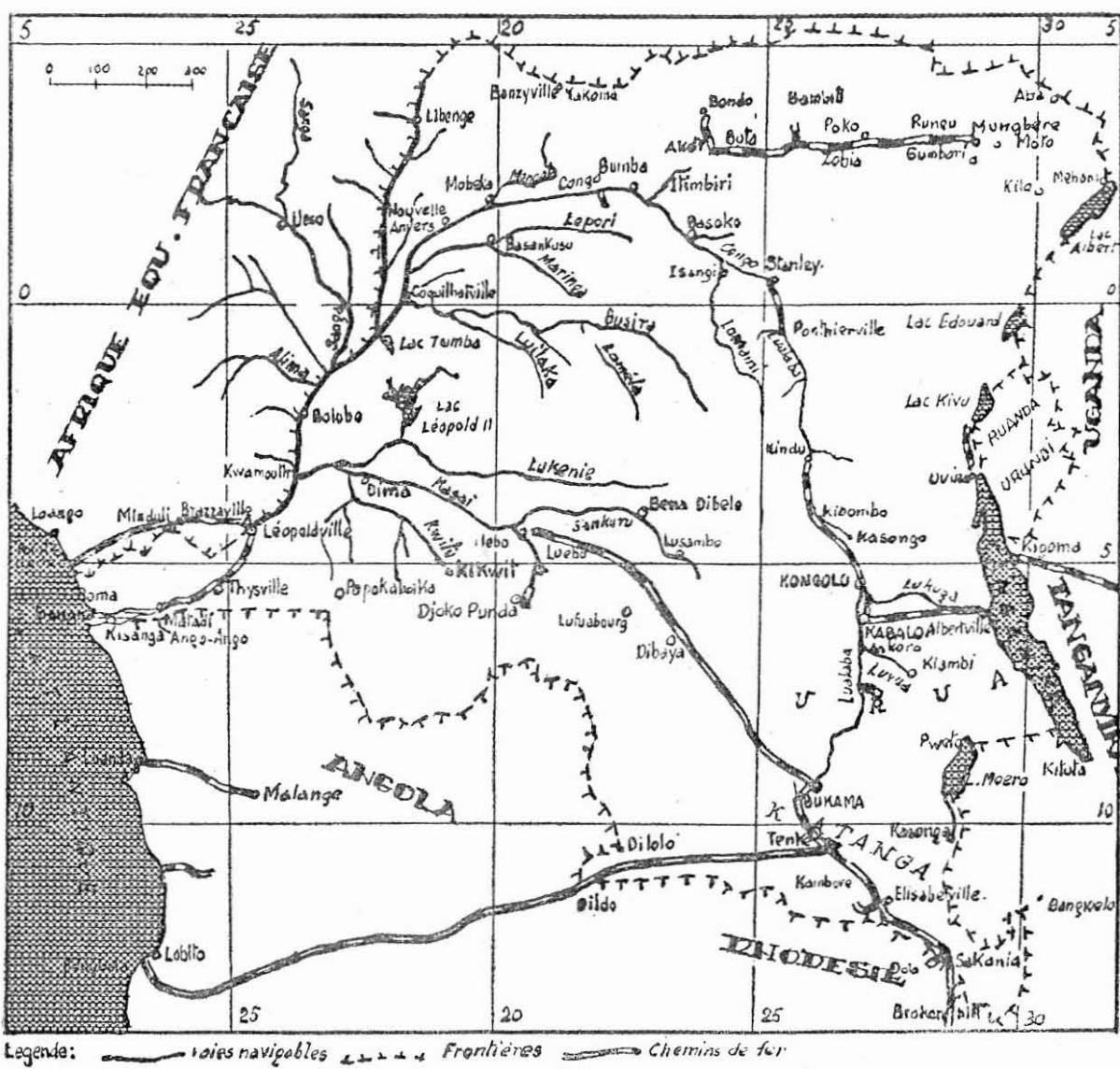


FIG. 3. — Voies navigables et chemins de fer du Congo belge.

gnages de V. L. Cameron et de H. M. Stanley que vers les années 1874-1876 le fond de la vallée était colmaté par les alluvions amenées par les torrents latéraux et qui avaient, petit à petit, formé le barrage qui devait être emporté en 1878.

C'est l'histoire de cette débâcle que retrace le Mémoire publié par l'Institut Royal Colonial Belge en 1938 (10) et qui a pu être reconstituée à la lumière d'une abondante documentation au premier rang de laquelle il faut rappeler les articles du *Mouvement géographique* écrits par mon éminent prédecesseur, M. R. Theeuws, ancien ingénieur principal du Congo, grâce à qui j'ai eu la faveur d'être initié aux mystères du Tanganiaka, au cours de mon premier voyage de circumnavigation sur le lac, en janvier 1923.

J'ai tenté également de traduire en un graphique les fluctuations du niveau du Tanganiaka en remontant aussi loin que possible dans les souvenirs des riverains du lac, c'est-à-dire depuis l'arrivée des Arabes à Udjidji en 1846 (fig. 4, et 10, p. 17). A la base de ces témoignages se trouvent les récits des explorateurs ayant parcouru la région, depuis Burton et Speke en 1858; Livingstone en 1869; Stanley en 1871, lorsqu'il rejoignit Livingstone à Udziji; Cameron en 1874, qui découvrit la Lukuga; de nouveau Stanley en 1876, lors de sa fameuse traversée du continent mystérieux; Hore, officier de marine, en 1878, et le géologue Thomson en 1879; Ernest Cambier, le premier Belge, en 1880; Émile Popelin et Oscar Roger en 1881, et les nombreuses indications des RR.PP. Blanes depuis la même année; Storms et Wissmann en 1883; Stairs en 1891; Alexandre Delcommune en 1892; le lieutenant Ramsay, qui fonda la station allemande d'Udjiji en 1896; le commandant Charles Lemaire en 1900; etc.

Depuis 1909, on possède des relevés d'échelles d'étiage, les Allemands ayant alors décidé de prolonger jusqu'à Kigoma leur chemin de fer de Dar es Salam.

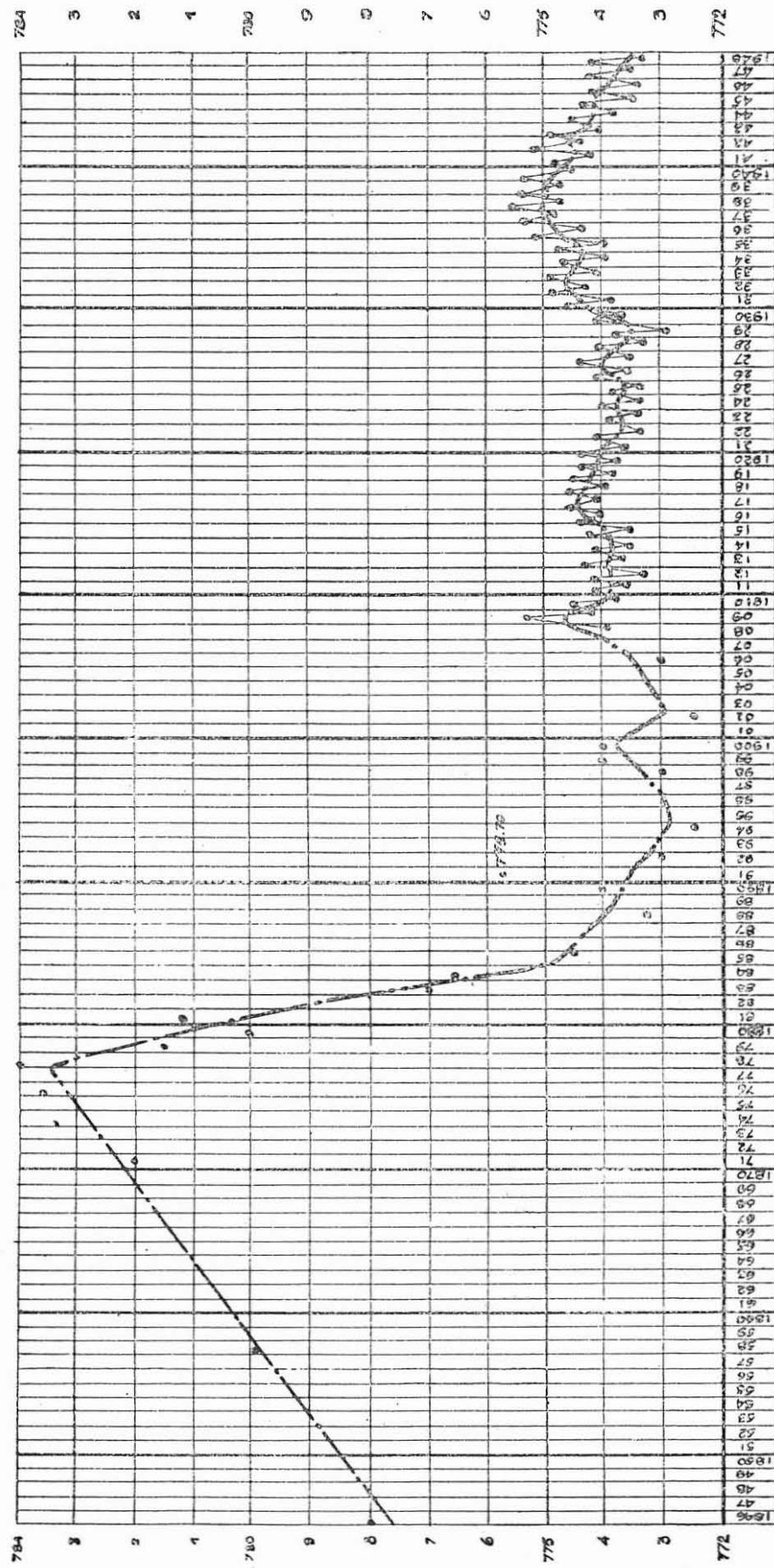


Fig. 4. — Diagramme des niveaux du Tanganika depuis 1846.

Le Mémoire de 1938 (10) fournit d'amples détails sur ces variations de niveau du lac et leur relation avec la pluviométrie et l'évaporation, de même que sur son régime et les conditions d'écoulement de l'exutoire.

Depuis cette publication, de nombreuses observations ont été effectuées, qui permettent de considérer sous un angle nouveau certains aspects du problème hydrographique que pose le Tanganika. Les buts à atteindre ont également évolué dans l'entretemps et c'est pourquoi, en vue de pouvoir apporter aux questions en suspens les solutions les plus adéquates, il a été estimé utile de rassembler dans la présente note les principaux faits nouveaux susceptibles de constituer des éléments d'appréciation.

Quelques chiffres, d'abord, pour situer les ordres de grandeur usuels.

Le Tanganika mesure 650 km de long sur 40 à 80 de large. Il couvre 32.000 km².

Une différence d'un mètre dans le niveau de sa surface représente un volume de 32 milliards de m³ (32×10^9). Pour écouter un pareil volume en un an où $60 \times 60 \times 24 \times 365 = 31,5 \times 10^6$ secondes, le débit doit atteindre (32×10^9): ($31,5 \times 10^6$) = 1.000 m³/sec. En d'autres termes, une tranche d'eau du Tanganika, d'un mètre de hauteur, mettra vingt ans pour s'écouter dans un fleuve comme notre Escaut, à Gand.

Sur les rives du lac existent des sommets de plus de 3.000 m.

Le fond sous-lacustre du Tanganika présente en son milieu une crête transversale entre Toa et le mont Mungwa, sur laquelle la sonde n'accuse que 136 m. Par contre, la cuvette septentrionale offre comme maximum 1.277 m (Cap. J. Jacobs) et, dans le bassin méridional, la plus grande profondeur sondée, qui était de 1.435 m

entre Zongwe et Kirando lors de la mission du savant et regretté D^r Louis Stappers, en 1912-1913 (33, p. 117), est actuellement de 1.470 m.

Cette profondeur descend à 1.470—774=696 m sous le niveau de l'océan; elle a été décelée par la mission hydrobiologique belge qui a opéré sur place en 1946 (25). Munie d'un appareil de sondage par ultra-sons, cette mission a eu l'occasion de relever 78 profils transversaux, longitudinaux ou obliques.

Le lac Kivu se déverse dans le Tanganika par la Ruzizi, et de là, les eaux s'écoulent dans l'Atlantique par la Lukuga et le fleuve Congo, après un parcours de 3.300 km (fig. 3), soit une fois et demie la distance de Bruxelles à Constantinople.

La superficie du bassin hydrographique du Tanganika est de 298.700 km² et la moyenne des précipitations y est de 850 mm de pluies par an.

Les altitudes du Tanganika ont été raccordées au niveau de l'océan Indien à Dar es Salam.

Les échelles d'étiage de Kigoma, Albertville, Usumbura et Uvira se trouvent repérées de telle façon que les lectures de niveaux H du lac correspondent directement aux cotes absolues 770^m00 + H.

VARIATIONS DE NIVEAU.

La figure 4 reproduit le diagramme des niveaux moyens du Tanganika depuis 1846 jusqu'à nos jours.

De 1846 à 1878, c'est-à-dire en 32 ans, le niveau moyen du lac s'est élevé de la cote 777^m60 à 783^m60, soit 6 m ou 600 cm: 32 = 18^{cm}7 par an. Comme pendant cette période le lac était sans écoulement, la hausse de son niveau représente l'excédent des pluies sur l'évaporation.

Après la débâcle de 1878, la baisse des eaux s'est poursuivie pendant une dizaine d'années. Le diagramme des niveaux moyens montre aussi que, depuis 1909, date où

l'on entama les lectures limnimétriques régulières relevées aux échelles d'étiage, le niveau du lac oscille d'une façon plus ou moins cyclique entre un minimum atteint en 1929 et un maximum en 1938.

Les lectures des échelles d'étiage font apparaître par ailleurs une variation annuelle avec maximum en avril-mai et minimum en octobre-novembre (fig. 5 et 6, et tableau I). L'amplitude de cette variation est de l'ordre

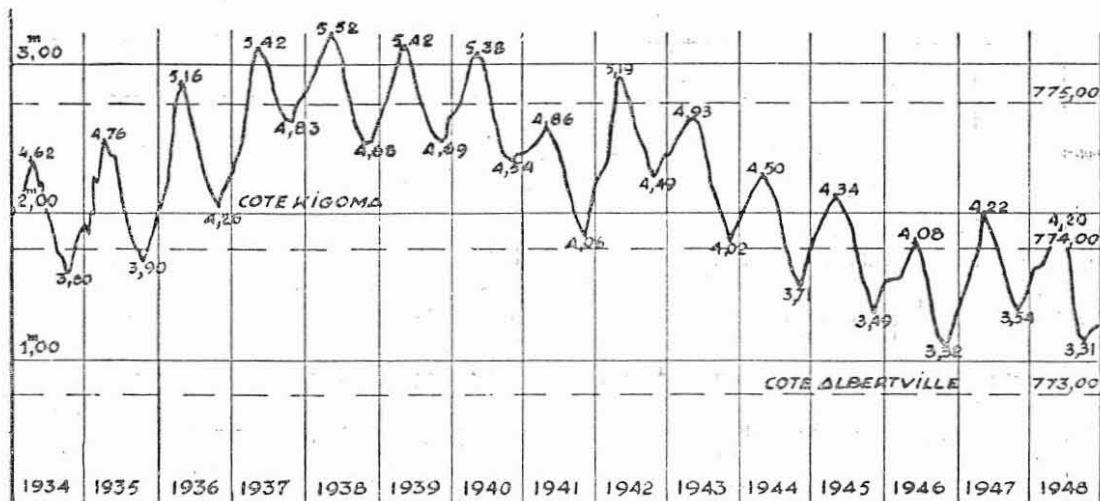


FIG. 5. — Variations du niveau du Tanganyika depuis 1934.

de 80 cm, ainsi qu'il ressort du tableau II. On constate que les différences de niveau d'un jour à l'autre sont faibles et n'atteignent généralement que quelques centimètres (fig. 6 et tableau III).

Il existe d'autres variations de niveaux, soit accidentelles et dues à l'influence des vents, soit plus régulières et en rapport avec la pression atmosphérique ou avec les phénomènes de seiche. Ces variations sont de l'ordre du décimètre; elles n'ont pu être étudiées jusqu'à présent, faute d'observations suffisantes et notamment d'enregistrements au limnigraphie.

En conclusion, les observations que l'on a pu rassembler depuis la débâcle et surtout depuis une quarantaine d'années montrent que le niveau du Tanganyika est l'objet de

fluctuations plus ou moins régulières qui obéissent à une loi complexe. On peut en dégager *grossost modo* une double périodicité. En premier lieu, une variation saisonnière dont l'amplitude est d'environ 0^m80 entre les hautes eaux d'avril-mai et l'étiage d'octobre. On remarque que cette fluctuation saisonnière se superpose à une variation cyclique à plus longue période que l'on a voulu rattacher au

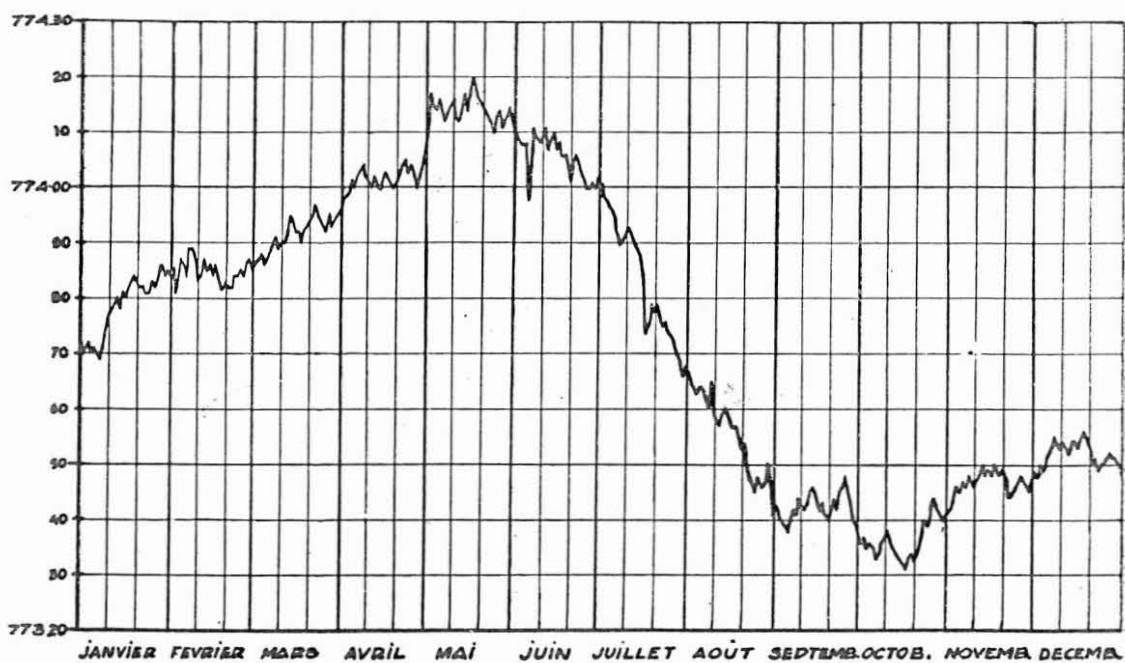


FIG. 6. — Variations journalières du niveau du Tanganiaka en 1948.

phénomène des taches solaires (fig. 7) ⁽³⁾. C'est ainsi qu'on a connu des hautes eaux, dites exceptionnelles, en 1909, 1918, 1927 et 1938, alternant avec des basses eaux, qualifiées également d'exceptionnelles, en 1912, 1929 et la période actuelle. En ces quarante dernières années, le lac a oscillé entre un minimum à la cote 772^m90 (1929) et un maximum de 775^m52 (1938).

⁽³⁾ Il semble établi en tout cas qu'il existe une relation étroite entre le nombre de taches solaires et la température sous les tropiques, celle-ci étant plus élevée de 1,1° F. pendant les minima que pendant les maxima d'activité solaire (4, p. 343).

INCONVÉNIENTS DES VARIATIONS DE NIVEAU ET REMÈDES.

La figure 4 montre qu'au cours des 50 dernières années qui viennent de s'écouler, l'amplitude des fluctuations du niveau n'a pas dépassé 3 m. Cette amplitude est peu étendue et bien inférieure aux différences de niveaux auxquelles doivent faire face tous les ports fluviaux de la Colonie : 5^m20 à Kongolo; 6^m20 à Stanleyville; 9^m45 à Kwamouth; 5^m63 à Léopoldville; 8^m90 à Matadi.

Néanmoins, pour faibles qu'elles soient, les variations de 3 m d'amplitude enregistrées au Tanganyika en un demi-siècle n'en ont pas moins comporté des inconvenients pour les installations riveraines. C'est ainsi qu'à l'étiage de 1929 (772^m90), il fallut approfondir le port d'Albertville, et qu'aux hautes eaux de 1938 (775^m52), plusieurs constructions furent inondées (entrepôts à Usumbura, camp C.F.L. et cale sèche d'Albertville, etc.).

Sans doute pourrait-on rappeler ici que le meilleur moyen de parer aux inondations c'est de ne pas occuper les terrains inondables, puisqu'il y en a tant d'autres, surtout en Afrique. Cependant, le rivage proprement dit du Tanganyika est souvent constitué par une plage de faible déclivité et il s'ensuit que de légères variations de niveau intéressent de larges espaces riverains. Dans les centres urbains, ces terrains prennent une grande importance, non seulement par la valeur intrinsèque qu'ils représentent, mais encore au point de vue de l'hygiène des agglomérations, car l'entretien de ces points bas joue un rôle primordial dans la lutte antimalaria.

C'est la raison pour laquelle le Gouvernement de la Colonie envisage depuis de nombreuses années de minimiser ces inconvenients en « stabilisant » autant que faire se peut le niveau moyen du lac.

16 STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA

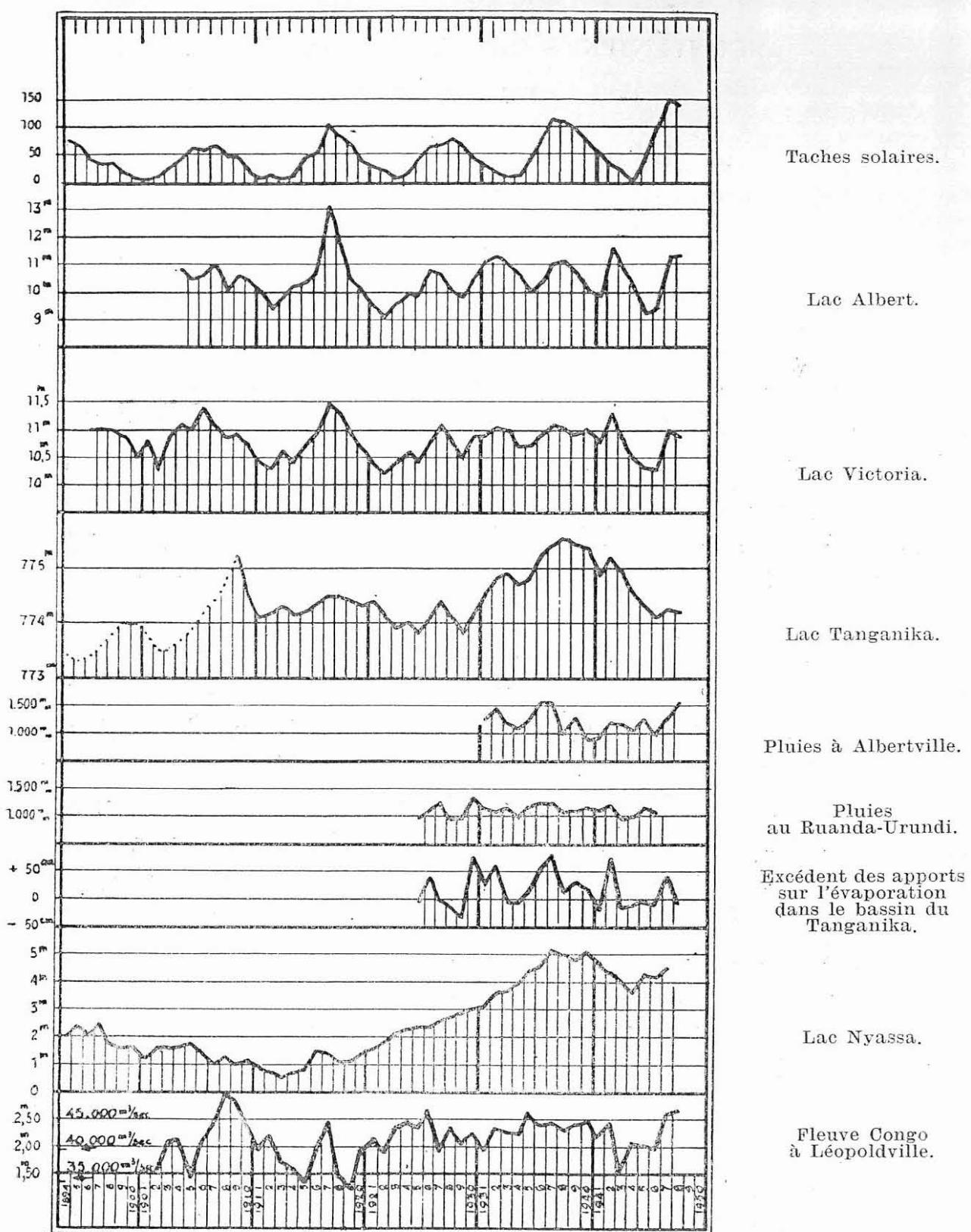


FIG. 7. — Taches solaires.

Niveaux des lacs Albert, Victoria, Tanganyika et Nyassa.
Pluviométrie. Niveaux et débits du fleuve Congo.

Ainsi que nous l'avons signalé il y a plus de 10 ans (11, pp. 146-147), la solution à ces difficultés périodiques est théoriquement très simple : pour empêcher les eaux de descendre au-dessous d'un certain niveau, il suffit de retenir l'excédent derrière un barrage pendant les périodes de baisse; pour les empêcher de monter trop haut, il faut aménager — ou, comme on dit, « calibrer » — la Lukuga en vue d'augmenter son débit pendant les périodes de hausse.

Afin de maintenir les mouillages requis dans les ports, on pourrait aussi, bien entendu, draguer devant les murs de quai ou allonger les appontements.

De même, pour empêcher les inondations, il suffirait de surhausser certains ouvrages menacés et de... sacrifier ceux qui n'en valent pas la peine.

Sur cet objectif est venu s'en greffer un autre depuis que fut reprise l'idée, lancée voici 35 ans par M. R. Thys, d'améliorer la navigation sur le fleuve Congo en régularisant le régime de celui-ci par des appoints à provenir des lacs Tanganika, Moero et autres réservoirs naturels qui lui envoient leurs excédents (fig. 1). Pour ce qui concerne le Tanganika, nous savons que cet excédent est important : de 1846 à 1876, la hausse du lac a été en moyenne de 18^{cm}7. Nous verrons que les observations plus précises effectuées depuis 1924, et notamment l'étude des débits de la Lukuga, permettent de confirmer que l'excédent moyen des apports sur l'évaporation correspond effectivement à une épaisseur d'eau de cet ordre de grandeur, ce qui, sur la surface du lac, équivaut à une sortie moyenne par l'exutoire de 180 m³ par seconde.

C'est cet excédent moyen que l'on pourraif accumuler dans le lac en barrant la Lukuga, afin d'en disposer comme appoint au moment opportun pour relever le plan d'eau du Lualaba.

Si, par exemple, on voulait écouter en 3 mois la tranche d'eau de 18 cm d'épaisseur que l'on peut retenir en

moyenne par an, le débit instantané devrait être quadruplé, c'est-à-dire qu'il devrait atteindre $4 \times 180 \text{ m}^3/\text{sec}$ ou $720 \text{ m}^3/\text{sec}$.

On sait que la Lukuga est capable d'écouler un pareil débit, car E. C. Hore a enregistré en 1879 et 1880 une baisse de $2^{\text{m}}10$ par an, équivalant à un écoulement de $2.100 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Dès lors, les ouvrages régulateurs à établir dans l'exutoire devront avoir pour but, non seulement de retenir l'excédent en période de baisse et d'accroître l'écoulement en période de hausse, mais encore de pouvoir soutenir par des lâchures les mouillages offerts à la navigation fluviale pendant les périodes d'étiage. L'efficacité de ces ouvrages sera d'autant plus grande que le niveau moyen auquel on voudra « stabiliser » le lac aura été choisi plus haut, car les montées dangereuses du lac seront enrayées plus rapidement avec des débits importants dans la Lukuga, lesquels croissent évidemment en fonction des hauteurs d'eau.

Si nous représentons par A les dépenses de surélévation et de déplacement des installations menacées par l'inondation jusqu'à un niveau H, et par B celles inhérentes au calibrage de la Lukuga qui empêcherait les eaux de dépasser un niveau H', écartant des dites installations toute menace d'inondation, on constate que A et B varient en sens inverses : A sera d'autant plus grand qu'on laissera monter le lac plus haut et B augmentera, au contraire, à mesure qu'on voudra le stabiliser plus bas.

Il existe un niveau pour lequel la somme A+B est minimum et, théoriquement, c'est à ce niveau qu'on devra stabiliser.

Pratiquement, il faudrait procéder à un vaste inventaire de toutes les installations riveraines. Cet inventaire devra être effectué par tranches, par exemple, de mètre en mètre, à partir de la cote $774^{\text{m}}50$. C'est en effet à cette

cote que le niveau moyen du Tanganiaka commence à entraver les opérations au port d'Albertville, dont la crête est à 775^m55 (fig. 22).

Les sommes à porter dans l'inventaire doivent comprendre le coût des travaux à réaliser pour mettre les installations à l'abri d'une hausse qui pourra atteindre successivement 1, 2 ou 3 m.

Notons immédiatement qu'une partie importante des dépenses à incomberont à des particuliers et que l'inventaire n'aura évidemment de valeur que s'il est entrepris simultanément sur la rive belge et sur la rive britannique du lac.

De prime abord, on conçoit que les dépenses à investir seront élevées. C'est pourquoi il ne sera pas inutile de fixer en même temps les idées sur l'importance du trafic fluvial à entrevoir dans les biefs où les conditions de navigation doivent être améliorées.

CAUSES DES VARIATIONS DE NIVEAU.

Avant de songer à stabiliser le niveau du lac, il est nécessaire d'examiner l'origine des fluctuations, car les solutions à réaliser ne vaudront que pour autant qu'on aura pu agir sur les causes réelles des phénomènes. Pour la marée annuelle (fig. 6), la cause en est à l'alternance des saisons : apports pendant les pluies, évaporation intense pendant les mois de sécheresse. Il n'est évidemment pas question de modifier ces causes et il n'est d'ailleurs ni pratique, ni nécessaire de remédier à leurs effets, l'amplitude moyenne de la marée annuelle n'étant que de 80 cm. Quant aux variations cycliques à plus longue période, de l'ordre d'une dizaine d'années (fig. 4), on a eu l'impression, autrefois, qu'elles étaient dues aux mouvements des sédiments entraînés dans l'exutoire.

Cependant, le Mémoire de 1938 fournit des chiffres sur les conditions climatologiques de la région (10, pp. 78-

83), et bien que le réseau des stations météorologiques soit peu dense, la corrélation entre la pluviométrie et les variations de niveau du Tanganiка est très nettement établie, comme aussi le parallélisme entre les régimes du Tanganiка et du Nil (10, p. 85), de même qu'avec ceux des lacs Albert et Victoria (10, p. 76). Il semble donc bien s'agir d'un cycle à périodicité irrégulière sans doute, mais en rapport avec la climatologie d'une très vaste région et non pas avec des causes locales comme, par exemple, des transports d'alluvions qui viendraient, à époques plus ou moins régulières, colmater l'exutoire. Il est d'ailleurs peu probable que les eaux sortant de bassins de décantation aussi efficaces que les lacs de grande profondeur puissent encore être chargées de quantités importantes de sédiments. Les observations quantitatives font malheureusement défaut, mais j'ai eu l'occasion personnellement, à diverses reprises, d'examiner les lieux, tant en surface que par avion, et j'ai toujours été frappé par l'extrême limpidité des eaux du lac et dans la tête de la Lukuga.

On constate, il est vrai, un charriage important de sédiments par la rivière Kalemie, qui se jette dans le lac immédiatement au Sud de la rade d'Albertville (fig. 8), mais les apports de ce petit torrent sont immédiatement captés par le môle, où ils forment d'ailleurs un macaron qui doit être enlevé à la drague. Il existe, d'autre part, comme il est mentionné dans le Mémoire de 1938 (10, p. 62), le long de la rive du Tanganiка, un cordon littoral qui, aux abords d'Albertville et sous l'influence des vents dominants du Sud-Est, chemine du Sud au Nord. Le cordon obstrue continuellement l'embouchure de la Kalemie et y fait l'objet d'une surveillance étroite et d'un enlèvement périodique de la part des équipes sanitaires de la ville (photo 4).

Le cheminement des sables suivant un cycle saisonnier, le long de la côte occidentale du Tanganiка, a été mis

en évidence dès 1912 par le Dr L. Stappers (32). Ses observations ont porté principalement sur les variations de l'embouchure de la Lobozi, qui se jette dans le lac à Moba (fig. 2).

Au droit de l'exutoire de la Lukuga, le cordon littoral subit l'action du courant de la rivière. Il est probable que la surface d'équilibre de cette barre est fonction du niveau du lac, mais seules des observations méthodiques pourraient élucider cette question.

Il faut noter en outre que les bancs de papyrus, roseaux et autres herbes aquatiques qui bordent l'exutoire ne sont pas immuables, car ces plantes exigent des conditions d'habitat très particulières : hauteur d'eau et vitesse de courant. Cette végétation, évoluant avec le régime de la rivière, prend naissance avec luxuriance lors des crues, tandis qu'elle ne disparaît pas aussi rapidement au moment du retrait des eaux.

On a peine à croire que des circonstances de ce genre soient à l'origine du parallélisme dans les diagrammes limnimétriques que l'on constate depuis le Tanganika jusqu'au Nil, en passant par les lacs Albert et Victoria.

Ce parallélisme est mis en évidence par la figure 7, qui complète les diagrammes reproduits dans le Mémoire de 1938 (10, p. 76).

Les différents graphiques représentés par la figure 7 concernent respectivement :

1° LES TACHES SOLAIRES. — R. Wolf a introduit le nombre relatif n qui porte son nom et qui s'exprime de la façon suivante :

$$n = K(10g + f),$$

où g est le nombre de groupes visibles et de taches isolées, f , le nombre de toutes les taches groupées ou non, et K un facteur qui dépend de l'instrument employé et de l'observateur.

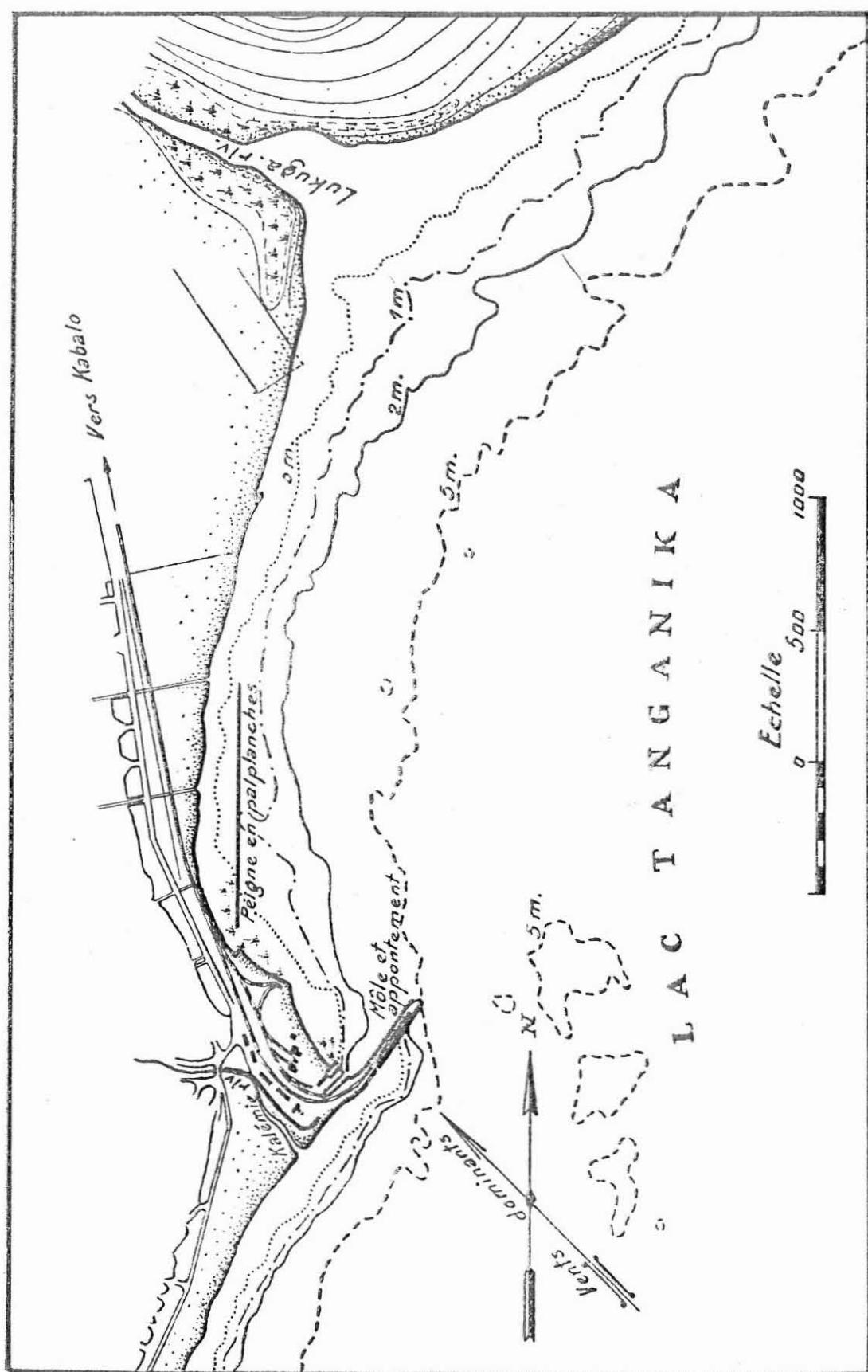


FIG. 8. — Rade d'Albertville.

Ce coefficient est égal à 1 pour les observations faites à Zurich avec un réfracteur de Fraunhoffer de 80 mm d'ouverture et un grossissement égal à 64 (27, p. 18).

Une unité de Wolf correspond à peu près à une surface tachée de 12 millionièmes de l'hémisphère visible du soleil.

Ces indices empiriques ont servi à établir le graphique de la figure 7; ils m'ont été aimablement communiqués par M. P. Bourgeois, Directeur de l'Observatoire Royal d'Uccle, d'après *l'Astr. Mitteilung de l'Observatoire astronomique Fédéral de Zurich*.

2^o LAC ALBERT. — La courbe représente le niveau moyen du lac à Butiaba, d'après un diagramme que je dois à l'obligeance de M. le Conseiller hydrologique du Gouvernement de l'Uganda, à Entebbe. Des renseignements ont également été extraits d'une correspondance échangée en 1938-1939 avec le regretté C. Gillman, alors conseiller technique pour l'hydraulique du Tanganyika Territory et auteur d'une importante étude sur l'hydrologie du lac Tanganyika, parue à Dar es Salam en 1933 (10, p. 124) (4).

Jusqu'en 1923, les renseignements sont extraits de l'ouvrage de Hurst : *Lake Plateau Basin of the Nile*, table xxI; de 1924 à 1930, les observations proviennent du Meteorological Office.

Le zéro de l'échelle d'étiage de Butiaba est à la cote 606^m74 au-dessus du niveau moyen de l'océan. Les lectures de l'échelle sont données, de 1904 à 1932, dans le magistral travail de H. E. Hurst et P. Phillips : *The Nile*

(4) CLÉMENT GILLMAN arriva en Afrique Orientale en 1905, comme opérateur du chemin de fer allemand de Dar es Salam, dont il devint ingénieur en chef pour le compte du gouvernement du Tanganyika Territory. On lui doit de nombreuses publications dans des revues anglaises, allemandes et américaines. Il succomba d'une crise cardiaque, au cours d'un voyage en avion, le 5 octobre 1946 (*Geographical Review*, New-York, 1947, pp. 160-161).

Basin, vol. III, Government Press, Cairo, 1933, pp. 597-603, et Supplement to volume III, Cairo, 1935, pp. 493-495.

Des observations effectuées sur la rive belge du lac Albert ont donné les lectures suivantes à l'échelle d'étiage de Kasenyi :

	P.B.E.		P.H.E.	
	23. II.1936 . . .	1 ^m 70	XI.1936 . . .	2 ^m 25
	22.III.1937 . . .	1 ^m 97	28.XI.1937 . . .	2 ^m 60
	27.VI.1938 . . .	2 ^m 25	27.XI.1938 . . .	2 ^m 57

3° LAC VICTORIA. — La courbe représente les eaux moyennes annuelles enregistrées à Entebbe d'après le diagramme dressé par le Conseiller hydrologique du Gouvernement de l'Uganda à Entebbe. Le zéro de l'échelle est à 1.122^m17 au-dessus du niveau moyen de l'océan à Mombasa. A Jinja, les lectures à l'échelle d'étiage sont égales à celles d'Entebbe, augmentées de 0^m52.

4° LAC TANGANIKA. — La courbe représente les hautes eaux annuelles; en cotes absolues.

5° PLUIES À ALBERTVILLE. — La courbe représente les moyennes pluviométriques annuelles enregistrées à Albertville depuis 1929. Jusqu'en 1936, les renseignements sont ceux du Mémoire de 1938 (10, p. 79); depuis 1936, ils résultent du tableau IV, dressé à notre intention par la direction générale à Bruxelles de l'Institut pour l'Étude Agronomique du Congo belge (I.N.É.A.C.), que nous en remercions bien sincèrement.

6° PLUIES AU RUANDA-URUNDI. — Mêmes sources que pour 5°.

7° EXCÉDENT DES APPORTS SUR L'ÉVAPORATION DANS LE BASSIN DU TANGANIKA. — La courbe représente cet excédent, qui peut être négatif, en hauteur de la tranche équivalente sur la surface du lac. De 1924 à 1935, les résultats du calcul

proviennent du Mémoire de 1938 (10, p. 70, tableau VII, « Montée brute »). De 1936 à 1948, ils proviennent du tableau VIII ci-annexé, « Montée brute ».

8° LAC NYASSA. — La courbe représente les hautes eaux annuelles enregistrées à Fort Johnson. De 1903 à 1923, les renseignements sont extraits de l'article du Dr F. Dixey (14, p. 659); depuis 1924, ils proviennent du rapport de M. F. Debenham (9, p. 56).

9° La figure 7 a enfin été complétée par le diagramme des niveaux moyens annuels, qui représente aussi approximativement celui des abondances ou moyennes annuelles des débits du fleuve Congo à Léopoldville : les débits de 35.000, 40.000 et 45.000 m³/sec correspondent respectivement à des lectures de 1^m30, 1^m90 et 2^m45 à l'échelle (tableau XVI).

Il convient de consacrer ici une mention particulière aux investigations si pleines d'intérêt auxquelles ont donné lieu les fluctuations de niveau du lac Nyassa (fig. 1).

Séparant le Tanganyika Territory au Nord, et le Mozambique à l'Est, du Nyassaland, à l'Ouest, ce lac, long de 580 km et large de 25 à 80 km et d'une superficie d'environ 29.600 km² (21, p. 5), est encaissé dans une ceinture de montagnes de 1.000 à près de 3.000 m d'altitude et se trouve lui-même sur un plateau à environ 475 m au-dessus du niveau de l'océan. Il se déverse dans le Zambèze par la rivière Shire. Sa plus grande profondeur connue dépasse de peu les 700 m (2.316').

Depuis sa découverte par Livingstone, en 1859, les variations de niveau du lac n'ont cessé d'intriguer les voyageurs. Mais le diagramme des hauteurs d'eau a une allure toute différente de ceux relatifs aux autres lacs déjà envisagés dans cette note : Tanganyika, Albert, Victoria (fig. 7).

D'après les récits des explorateurs, des périodes de hautes eaux ont eu lieu vers 1857-1863, en 1873, 1882, 1898 (14, pp. 659-660). Depuis cette année, et jusqu'en 1915, le niveau du lac n'a cessé de baisser. A partir de 1915, au contraire, la hausse s'est poursuivie jusqu'en 1938-1940, après quoi a débuté une baisse jusqu'en 1945, puis une hausse. Ce phénomène a retenu l'attention d'éminents savants. La dernière étude en date est de M. Frank Debenham, Professeur de Géographie à l'Université de Cambridge, qui fut chargé en 1945-1946, par le Colonial Office, d'une mission en Afrique Centrale et Orientale, en vue d'y reconnaître les ressources hydrauliques. M. F. Debenham a bien voulu m'adresser un exemplaire du rapport qui vient d'être publié à la suite de son voyage (9).

Le diagramme limnimétrique 1915-1947 du lac Nyassa (fig. 7) et, à plus grande échelle, celui de 1945-1947 (fig. 9) sont extraits de cet important document (9, pp. 56 et 57).

Il résulte du rapport de M. F. Debenham que l'origine des fluctuations de niveau du lac Nyassa serait à rechercher dans le lit même de l'exutoire, susceptible à la fois de curage et de colmatage par suite de facteurs de signes contraires dont la résultante l'emporte tantôt dans le sens de l'érosion, tantôt dans le sens de l'obstruction.

En l'espèce, la nature affouillable du fond de la rivière constitue, en période de crue, la première des deux conditions requises, l'autre étant, au moment du ralentissement du courant, la possibilité d'engorgement du lit par une végétation extrêmement exubérante. Il se fait en outre que de petits affluents de l'exutoire sont susceptibles d'y déverser de fortes quantités d'alluvions, à la suite d'orages particulièrement violents.

Sir Alfred Sharpe, qui fut Gouverneur du Nyassaland, et qui observa pendant longtemps les variations de niveau

du lac Nyassa, en a fourni l'explication suivante peu de jours avant sa mort :

Le lac Nyassa n'a qu'un exutoire, la rivière Shire (fig. 1). Quand cet émissaire coule à pleins bords, il évacue plus d'eau que le lac en reçoit, entraînant une baisse progressive du niveau jusqu'à ce que finalement

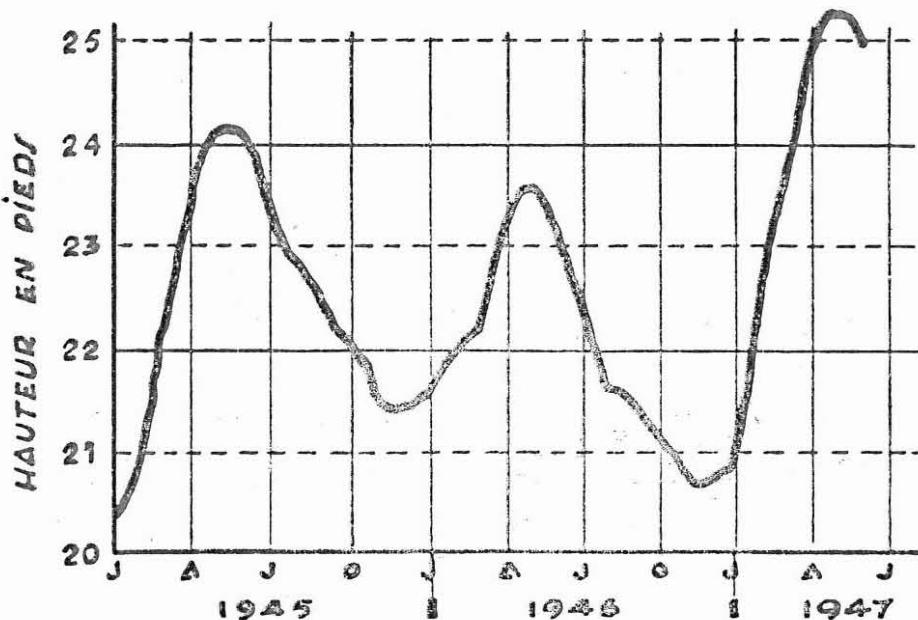


FIG. 9. — Diagramme des niveaux du lac Nyassa (1945-1947).

les herbes flottantes, les roseaux et autres détritus amenés par le lac, à la faveur des vents du Nord, viennent s'accumuler à l'endroit appelé Fort Johnson Bar, où ils forment alors un véritable barrage, lequel se consolide et se développe au fur et à mesure que la végétation y prend pied.

En même temps, le niveau du lac monte graduellement jusqu'à ce que, sous la pression des eaux, le barrage soit emporté. Ce qui contribue à obstruer le lit de la rivière, ce sont les apports de tous genres qui y sont amenés lors des crues des petits cours d'eau latéraux : végétation, gravier, sable et même des troncs d'arbres (cônes de déjections).

Il est possible qu'un phénomène de ce genre ait été à l'origine du barrage dans la Lukuga qui arrêta V. L. Came-

ron et H. M. Stanley lors de leurs explorations en 1874 et 1876 (10, pp. 22-27), et il n'est pas indispensable pour que ce phénomène ait pu se produire, d'imaginer une période exceptionnellement longue d'années sèches. Il a pu suffire, ainsi que l'a fait très judicieusement remarquer M. L. Van Wetter, dont il sera question plus loin, de la constitution d'un premier encombrement accidentel dépassant seulement en hauteur la fluctuation saisonnière, et d'un exhaussement annuel de cet encombrement de l'ordre de 20 cm.

Mais ce qui rend circonspect, pour étendre les hypothèses avancées pour le lac Nyassa aux fluctuations actuelles du Tanganika, c'est que, grâce aux jaugeages qu'on y a effectués de 1931 jusqu'en 1938, les facteurs d'écoulement de l'exutoire ne semblent pas avoir varié, malgré des différences de niveau très sensibles.

D'autre part, M. F. Debenham souligne très opportunément combien il faut se montrer prudent quand on veut expliquer les variations de niveau du lac à partir des précipitations atmosphériques. Non seulement nos connaissances sont rudimentaires quant à la pluviométrie dans les régions intéressées, mais elles le sont encore beaucoup plus en ce qui concerne l'évaporation, où l'on est réduit à de simples supputations.

De 1917 à 1932, l'écoulement du lac Nyassa a été pratiquement interrompu, à part de légères infiltrations.

Se basant sur les observations précises de 1923 à 1932, M. F. Debenham constate que la baisse au cours des saisons sèches successives est très approximativement de 81 cm (32'')⁽⁵⁾, ce qui, en y ajoutant les 16 cm 5 de pluies

(5) Il est curieux de noter, ainsi que le signale le Dr F. DIXEY (14, p. 659), que la variation saisonnière du niveau du lac Nyassa semble n'être pas constante en amplitude : alors qu'elle dépassait 1^m80 entre 1895 et 1899, elle est de l'ordre de 0^m90 depuis 1915. Vers 1875, les fluctuations saisonnières avaient également 0^m90 d'amplitude.

tombées durant les dites périodes sèches, permet à l'auteur d'évaluer à environ 100 cm l'évaporation pendant la moitié la plus sèche, mais non la plus chaude, de l'année.

Un autre observateur, le D^r Kanthack, dont nous reparlerons, avait trouvé précédemment une hauteur d'évaporation totale de 2^m93 (84") par an (21, p. 13).

M. F. Debenham explique dans quelles conditions le cycle descendant actuel de la courbe limnimétrique du lac a été préparé dès 1933, lorsque la rivière Shire a commencé à écouler le trop-plein du lac. Le dégagement du bouchon de végétation qui avait colmaté peu à peu l'exutoire fut très lent, bien que cette action naturelle eût été aidée par le Commissaire de District de Fort Johnston, qui avait fait couper les herbes dans le lit de la rivière. En 1936, une saison exceptionnellement pluvieuse releva le niveau du lac de 60 cm et, fin 1937, le Shire avait suffisamment accru sa section mouillée pour lui permettre d'évacuer plus d'eau que les apports dans le lac.

La baisse a été contrecarrée par les pluies intensées de 1945 et celles de 1947.

M. F. Debenham constate enfin que la baisse annuelle du lac Nyassa est plus rapide pendant la période relativement froide de juin et juillet que pendant les mois les plus chauds de septembre et octobre, parce que l'influence des hautes eaux sur les débits l'emporte sur l'augmentation de l'évaporation durant la saison chaude.

L'hypothèse avancée par M. F. Debenham pour expliquer l'allure cyclique des fluctuations de niveau du lac Nyassa s'appuie sur le fait que le seuil de l'exutoire ne consiste pas en une barre rocheuse, mais bien en un tronçon assez mal défini où le fond est affouillable en hautes eaux et, au contraire, colmatale par la végétation et les apports latéraux d'alluvions, en période de moindres vitesses du courant.

Retenant la comparaison avec le Tanganika, nous rappellerons que le barrage qui obstruait la Lukuga en

1874-1876 et qui arrêta les explorateurs V. L. Cameron et H. M. Stanley s'étendait entre les kilomètres 6 et 11,5 à partir du lac (cotes actuelles 771-769 m) (10, pp. 53-54), alors qu'à l'embouchure même existe effectivement un seuil rocheux (cote 772-773 m) (10, p. 65, photo 6).

DÉBITS DE LA LUKUGA.

Le Mémoire de 1938 fournit les résultats de 23 mesures de débits effectuées dans la Lukuga entre les années 1931 et 1937 (10, pp. 67-69). Les conditions des mesures sont mentionnées dans le tableau V et les résultats Q, en mètres cubes par seconde en fonction des hauteurs d'eau H du lac à Albertville, sont repris graphiquement sur la figure 10, où les jaugeages successifs ont été numérotés par ordre chronologique. Sans doute, la figure 10 laisse-t-elle apparaître une certaine dispersion dans les résultats de jaugeage, mais la cause en doit être cherchée dans le manque d'homogénéité des méthodes de mesure et la diversité des opérateurs. La distribution régulière des 23 premiers points figuratifs de ces mesures de part et d'autre de la courbe moyenne est un indice de la stabilité du lit pendant la période considérée, car si les fonds avaient varié sensiblement par suite d'érosions ou d'engrangements, à une même hauteur d'eau à l'échelle n'aurait pas correspondu chaque fois le même débit.

La courbe moyenne des 23 premiers débits mesurés répond à l'équation

$$Q = K(H - 772,70)^{3/2}$$

avec $K=60$ (points 1 à 23 de la fig. 10).

On remarquera que la valeur 772^m70 correspond à la cote du seuil rocheux situé à la limite du lac et de l'exutoire.

D'autres mesures de débit de la Lukuga ont été effectuées après 1937. Les conditions d'observation sont résumées dans le tableau V. En numérotant comme il a été

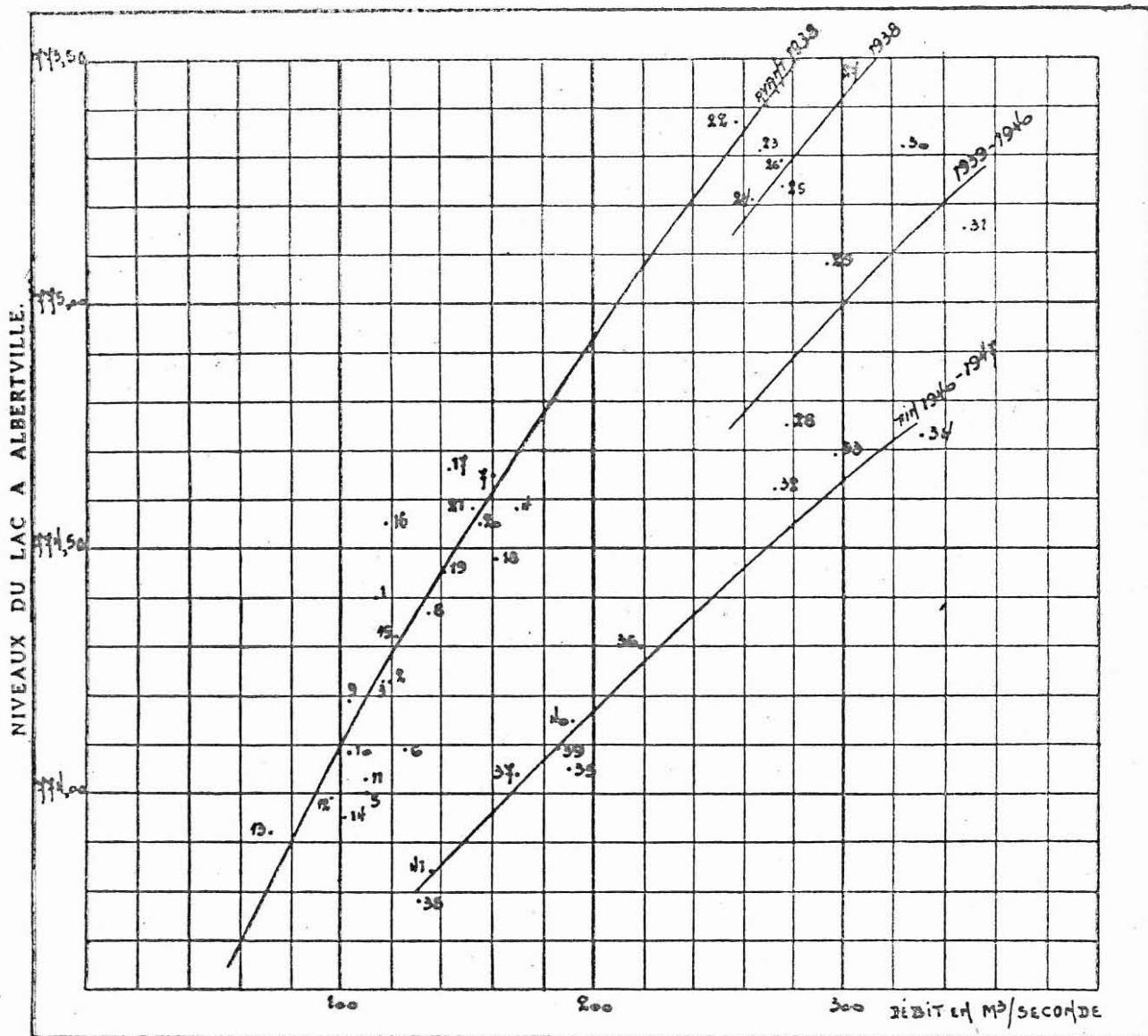


FIG. 10. — Débits de l'exutoire de la Lukuga en fonction du niveau du Tanganyika.

fait sur la figure 10 chaque point figuratif, on constate que les point 24 à 41 se groupent autour de trois courbes se rapportant respectivement aux années 1938, 1939-1940, et 1941-1947, et auxquelles on peut assigner des équations de la même forme que la précédente, dans lesquelles on aurait :

- K = 67,5 pour l'année 1938 (points 24 à 27),
- K = 86 pour les années 1939-1940 (points 28 à 32)
- et K = 112 pour la période fin 1940-1947 (points 33 à 41).

Ces constatations mettent en évidence un fait capital, à savoir que la capacité d'évacuation de la Lukuga s'est accrue très sensiblement par rapport à ce qu'elle était avant 1938. En valeur relative, l'accroissement est de (112—60) : 60 ou 86 %. Cette évolution s'est produite pendant la période de forte baisse amorcée en 1938 et s'étendant depuis les hautes eaux de cette année jusqu'à l'étiage de 1941.

Nous n'avons aucun élément d'appréciation sur ce qui s'est passé pendant les baisses cycliques antérieures, amorcées en 1909, 1918 et 1927, mais nous savons que des travaux de curage ont été exécutés dans l'exutoire de la Lukuga à partir de 1937 (p. 12), dans l'espoir d'enrayer la hausse du lac qui menaçait d'inondation certaines installations riveraines, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus (p. 4).

Je me plaît à signaler ici que tout le mérite de ces travaux revient à notre collègue M. C. Van Mierlo, ingénieur hydrographe et conseiller technique du Ministère des Colonies, à Bruxelles, qui en a été le clairvoyant et tenace promoteur, et aussi à M. D. Ossossoff, hydrographe en chef du Congo belge, qui en fut non seulement le réalisateur consciencieux et compétent, mais qui encore et surtout sut exploiter avec science et méthode les résultats de ses constatations pour adapter le programme d'exécution aux circonstances de temps et de lieu.

Les travaux de curage en question seront décrits sous une rubrique spéciale (pp. 36-42).

Il est intéressant de pouvoir se rendre compte jusqu'à quelle distance, à partir du lac, se sont fait sentir les effets des travaux exécutés dans l'exutoire de 1937 à 1941.

Dans ce but, il a paru utile de rechercher les conditions d'écoulement dans l'ancien profil en travers E22 à Grienerville, au km 701 (cumulée 10.533 du tableau VII). En

interprétant les résultats d'observation des axes hydrauliques à la lumière des diagrammes moyens de la figure 10, on a pu situer sur la figure 11 quinze points figuratifs des débits à Greinerville, en fonction des lectures, en cotes absolues, à l'échelle locale.

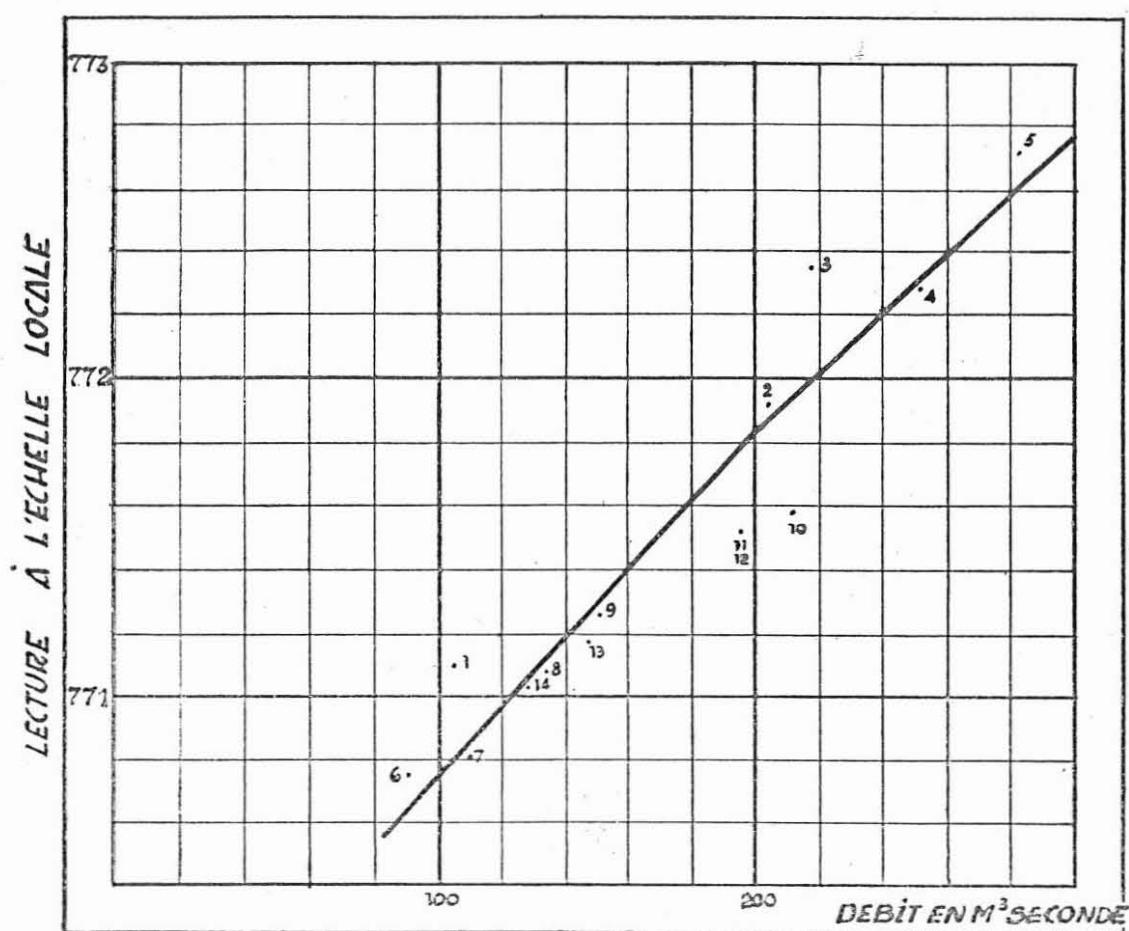


FIG. 11. — Débits de la Lukuga à Greinerville.

Les points ont été numérotés dans l'ordre chronologique des axes hydrauliques observés en E 22 et mentionnés dans le tableau VII.

On constate que ces 15 points se groupent, sans trop de dispersion, autour d'une courbe dont l'équation peut s'écrire

$$Q = 39,4 (H - 768,90)^{3/2}.$$

Le fait que les débits récents (points 6 à 15) ne s'écartent pas systématiquement de ceux d'avant 1939 tend à montrer que le profil en question n'a pas été influencé par les travaux de l'exutoire et que les conditions d'écoulement y sont restées inchangées.

Si l'on avait observé les axes hydrauliques entre le lac et Greinerville, on aurait pu tracer des courbes de débits pour les sections d'amont et suivre ainsi, de proche en proche, les effets des améliorations obtenues, en vue d'en tirer des enseignements précieux pour l'avenir.

Un simple coup d'œil sur la figure 11 montre, par exemple, qu'un débit de $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ exigera, à Greinerville, un niveau du plan d'eau aux environs de la cote 774,20.

REPÉRAGE DES SECTIONS DE JAUGEAGE.

En vue de pouvoir déterminer avec précision les divers endroits de la tête de la rivière Lukuga, il a été adopté un système de repérage par « traverses » distantes de 50 m en 50 m et normales à un « axe général » plus ou moins parallèle au thalweg de l'exutoire (gisement $296^{\circ}05'$) passant par la borne kilométrique 709 (ancien kilomètre 268) de la voie ferrée Kindu-Albertville du chemin de fer du Congo Supérieur aux Grands Lacs Africains (C.F.L.). Dans ce système, les « traverses » sont numérotées à partir de l'exutoire, la « Traverse 20 » correspondant à l'ancien profil en travers E₃ mentionné au plan au 1:20.000 annexé au Mémoire de 1938 (10, planche I), et l'origine (Traverse 0) se trouvant à 315 m à l'amont de l'ancien profil E₁ du Mémoire (planche I).

Jusqu'en 1937, le profil de jaugeage, appelé KJ, était situé à environ 400 m à l'amont du profil E₃ (10, pl. I), c'est-à-dire à la cumulée $1.000 - 400 = 600 \text{ m}$. C'est dans cette section également que fut effectué le jaugeage du 20 novembre 1939 (n° 28 du tableau V). Par contre, les autres jaugeages effectués entre le 21 février 1938 et le

14 juin 1941 l'ont été au profil E₃, soit à la cumulée 1.000 (n°s 24 à 27 et 29 à 35 du tableau V). Depuis le 29 octobre 1941 jusqu'au 17 août 1944, les jaugeages eurent lieu « le long du câble du bac à traîne », à la cumulée 1.500 (n°s 35 à 37 du tableau V). Enfin, à partir du 11 février 1947, on procède aux jaugeages « dans l'axe du pont définitif de la route Albertville-V^e parallèle » (n°s 38 à 41 du tableau V). Cet axe est matérialisé sur le terrain par un « rail d'ancrage » sur la rive droite et par un « treuil » sur la rive gauche. Pendant les opérations de jaugeage, un câble gradué est tendu entre le « rail » et le « treuil ». Le « Rail » et l'axe du « Treuil » se trouvent respectivement à 49 et 56 m du « câble du bac à traîne, Traverse 30 ». On peut donc considérer que depuis le 11 février 1947, le profil des jaugeages se trouve approximativement à la cumulée $1.500 + \frac{49+56}{2} = 1.553$. Lorsque ce profil deviendra indisponible par suite de la construction du pont, les jaugeages seront repris « le long du câble du bac à traîne », soit à la cumulée 1.500.

Nous devons répéter ici que les diverses mesures de débit dont nous disposons pour la Lukuga, et qui sont mentionnées au Tableau V, ont été effectuées par plusieurs observateurs, et que les méthodes suivies ainsi que les appareils utilisés ont également varié. Tous les résultats n'ont donc pas la même valeur.

Les vitesses de courant relevées par M. D. Ossosoff, hydrographe en chef de la Colonie, et dont il sera question dans la suite de cet exposé, ont été mesurées le long d'un câble, de 10 en 10 m de distance, et à des profondeurs de 0^m50, 1^m50, 2^m50, etc., au moyen d'un moulinet, genre Woltmann, dont la comparaison avec un moulinet étalon s'est révélée exacte. Bien que les mesures soient un peu espacées, tant en largeur (de 10 en 10 m) qu'en profondeur (de mètre en mètre), les observations faites par M. D. Ossosoff ont du « poids » au point de vue de l'exac-

titude, sinon de la précision. Il n'en est pas de même des observations numérotées 38 à 40, auxquelles il a été procédé au moyen d'un moulinet reconnu par la suite comme déréglé.

TRAVAUX DANS L'EXUTOIRE.

C'est en octobre 1937, d'après les directives de M. C. Van Mierlo, qu'il fut décidé de supprimer le goulet qui avait tendance à se former aux environs de la traverse 20 (cumulée 1.000) de l'exutoire (fig. 12). L'élargissement devait s'obtenir par faucardage du lit majeur, en vue de porter de 45 m à 105 m la largeur de la section mouillée dans la traverse 20, l'enlèvement des herbes et roseaux devant s'effectuer d'aval en amont, par bandes de 10 m de largeur parallèles au thalweg. Le travail de dégagement était prévu sur environ 300 m en amont et sur 400 m en aval de la traverse 20 (planche I).

Les travaux, entamés fin octobre 1937, sous la direction de M. D. Ossosoff ,débutèrent par l'enlèvement d'une bande d'herbes et de roseaux sur la rive droite, entre les traverses 14 et 20, soit sur environ 300 m de longueur. L'arrachement des herbes était obtenu par une grue-pelle à vapeur sur ponton, dont le rayon de giration permettait d'opérer sur une largeur de 15 m à la fois. Au 15 janvier 1938, la situation était celle représentée par la figure 12. A ce moment, 4.500 m² de roseaux avaient été enlevés, dont 10 % environ par érosion; en même temps, on constata que sur la rive droite, environ 1.500 m² d'herbes avaient été emportés naturellement par le courant.

A la mi-mars, les travaux furent suspendus. Le désherbage, jusqu'à la traverse 25, atteignait alors quelque 6.000 m² par arrachage et 2.000 m² par érosion naturelle, soit 8.000 m² au total, avec, pour résultat, un élargissement d'une vingtaine de mètres à l'étranglement de la traverse 20.

Après une interruption de près de deux ans, le chantier de curage de la Lukuga fut remis en activité en février 1940, conformément aux directives complémentaires suivantes de M. C. Van Mierlo (fig. 12 et pl. I) :

1° sur la rive droite, enlèvement de deux bandes supplémentaires de 10 m de largeur entre les traverses 25 et 17, d'une bande entre les traverses 31 et 16 et curage de la « Mare » (faux bras) entre les traverses 26 et 16;

2° sur la rive gauche, enlèvement d'une bande de 10 m en amont de la traverse 17.

La direction des travaux fut à nouveau confiée à M. D. Ossossoff. Ce dernier procéda, du 1^{er} au 10 mars 1940, à un levé détaillé qui lui permit de faire les constatations suivantes :

1° Enlèvement sur la rive droite de deux bandes de 10 m entre les traverses 20 et 21;

2° Erosion sensible des herbés de la rive gauche, entre les traverses 14 et 16;

3° Infiltrations dans deux chenaux de la rive droite, de part et d'autre de la traverse 16;

4° Légère érosion de la rive droite aux environs de la traverse 18;

5° Obstruction des chenaux de la rive droite vers les traverses 19 et 21;

6° Relèvement général, entre les traverses 17 et 23, de la crête de partage entre la rivière et la Mare, et engrangement de cette crête du côté de la Mare;

7° Légère érosion des roseaux de la rive gauche à l'aval de la traverse 23;

8° Creusement du lit de la rivière, surtout vers la rive droite en aval de la traverse 26;

9° Déplacement de l'étranglement de la traverse 20 vers la traverse 25;

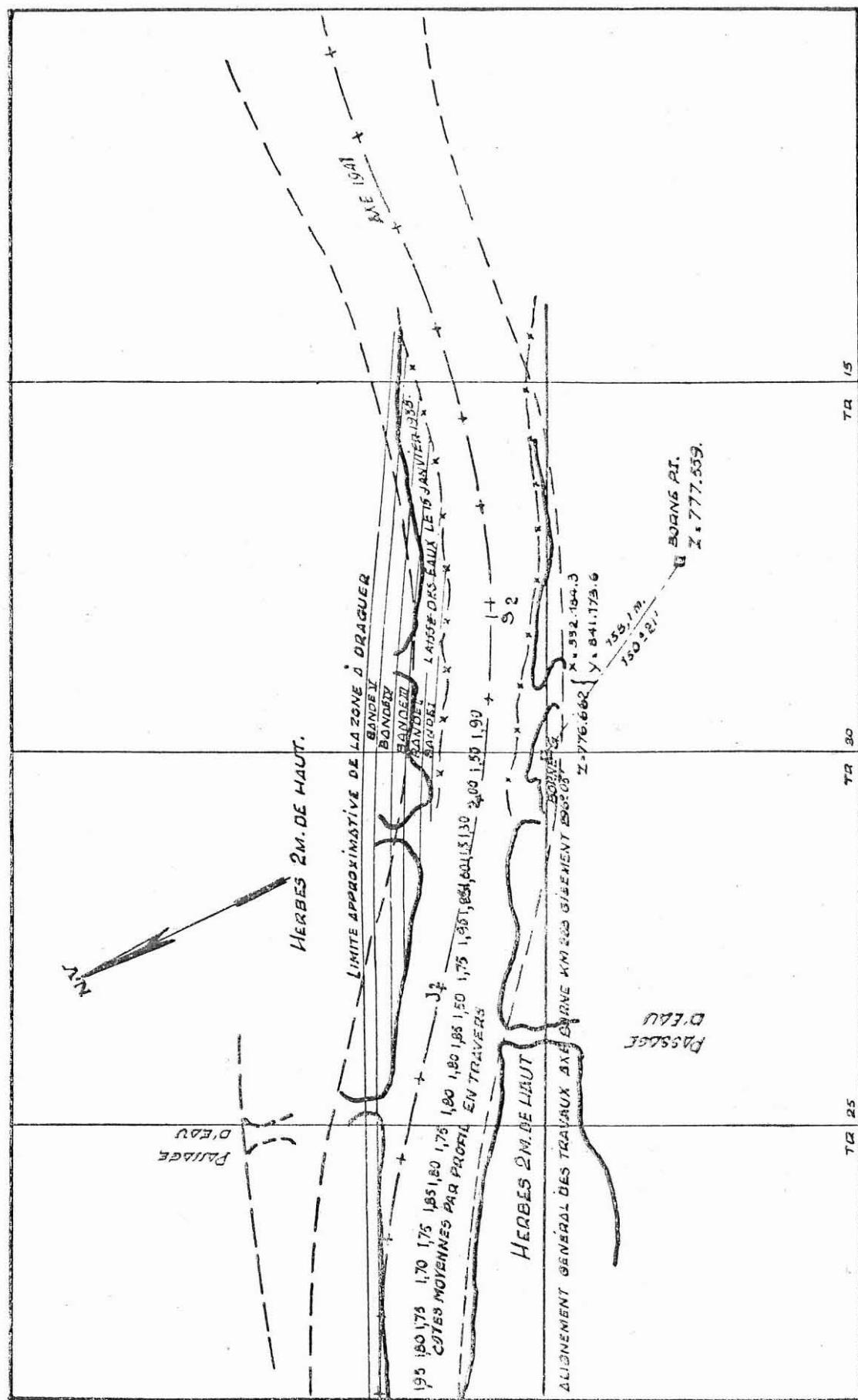


Fig. 12. — Situation de l'exutoire de la Lukuga au 15 janvier 1938.

10° Engrissement de la Mare vers l'amont au profit d'un creusement vers l'aval (à noter que l'alimentation de la Mare s'opère non seulement par les chenaux de la Lukuga, mais encore par les suintements provenant des terrains marécageux de la rive droite);

11° Localisation de forts courants :

- a) à la rive droite en amont de la traverse 14,
 - b) à la rive gauche, aux traverses 15 à 17,
 - c) vers le tiers de la largeur à partir de la rive gauche, à la traverse 20, et
 - d) au tiers de la largeur à partir de la rive droite, entre les traverses 27 et 30;
- 12° Augmentation de la vitesse moyenne;
- 13° Diminution de la pente entre le lac et la traverse 20;
- 14° Augmentation du débit total de la Lukuga.

De ces constatations, M. D. Ossossoff tira d'importantes déductions :

- 1° La rivière s'affouille naturellement;
- 2° La capacité d'évacuation s'accroît, attestant l'amélioration des conditions d'aval;
- 3° La Mare n'a guère d'influence sur la situation générale;
- 4° Tendance de la rivière à se creuser un lit naturel, sinusoïdal et non rectiligne.

C'est en tenant compte de ces faits que M. D. Ossossoff proposa de modifier le programme d'exécution par une note rédigée à Albertville, le 15 mars 1940, et contenant des développements théoriques d'un grand intérêt. Les modifications portaient sur les points suivants :

- 1° Favoriser le creusement du lit naturel de la rivière en enlevant les herbes de la rive droite entre les traverses 31 et 23, et celles de la rive gauche entre les traverses 19 et 15;

2° Ne pas contrarier la tendance de la rivière en enlevant la crête de partage la séparant de la Mare, entre les traverses 23 et 17, car cette crête s'ensable naturellement;

3° Élargir les parties étroites de la Mare et enlever l'îlot herbeux compris entre les traverses 17 et 16, en vue d'ouvrir un second pertuis;

4° N'enlever que la couche superficielle (roseaux avec racines), car l'amélioration de l'évacuation permet d'espérer l'affouillement naturel des fonds sableux ainsi découverts.

M. D. Ossossoff se conforma, d'autre part, à l'avis de M. C. Van Mierlo de faire progresser les travaux de l'aval vers l'amont.

En septembre 1940, M. D. Ossossoff procéda à un nouveau levé détaillé de la rivière, entre le lac et la traverse 50 (pl. I), en même temps qu'il entamait l'enlèvement de la proéminence subsistant sur la rive gauche à la traverse 20. Une équipe de 25-30 terrassiers seconda le travail de la drague à cet endroit. Du fait que toute communication était désormais coupée entre les Services d'Afrique et ceux de la Métropole, M. D. Ossossoff, qui suivait de très près l'évolution des courants, précisa, sur le plan qu'il venait d'établir, le tracé régularisé qu'il se proposait d'assigner à la rivière depuis l'exutoire jusqu'à la traverse 54, correspondant au coude à angle droit de la falaise rocheuse que l'on aperçoit sur le plan au 1/20.000 du Mémoire de 1938, entre les profils en travers E₆ et E₇ (10, pl. I).

Constatant que les points d'inflexion naturelle de la rivière se situaient successivement vers les traverses 13, 23, 34, 45 et 54, M. Ossossoff, s'appuyant, d'autre part, sur des considérations théoriques, arrêta un tracé de la rivière régularisée s'adaptant le plus possible aux rives existantes. Le tracé du lit régularisé repose sur les données

suivantes : rives à 100 m l'une de l'autre, équidistantes de l'axe, le but poursuivi visant uniquement à l'augmentation du débit.

Entre les traverses 0 et 43, l'axe se compose de quatre segments de paraboles symétriques; en aval, dans la partie « forcée » du parcours, à l'approche de la falaise rocheuse, le tracé est dissymétrique, en ce sens que le sommet de la parabole ne se trouve pas à même distance des points d'inflexion naturelle voisins.

Ce tracé a dicté le programme d'exécution des travaux jusqu'au 8 novembre 1940 : proéminence rive gauche traverse 20, ensuite, traverses 21 à 24, rive gauche; décembre 1940 et janvier 1941 : traverses 30-38, rive gauche; enfin, jusqu'au 17 février 1941, entre les traverses 16 et 13 rive droite.

Du 21 mars 1940 au 17 février 1941, ces travaux entraînèrent un cube de dragage de 25.379 m³.

Quatre mois après l'achèvement des travaux de curage, M. D. Ossosoff effectua un nouveau levé (pl. II) qui mit en lumière les faits suivants :

1° Les profondeurs se sont peu modifiées, sauf en deux endroits, où des creusements naturels sont à enregistrer : sur la rive droite, aux environs de la traverse 25, et à la rive gauche, dans le chenal creusé en aval de la traverse 35;

2° Des érosions de la rive ont eu lieu en quatre endroits:

a) en amont, à la rive droite, entre les traverses 13 et 16, où la presque totalité de la rive de 5 m de haut a été emportée par le courant, sur une largeur atteignant 8 m,

b) plus en aval, sur la même rive droite, entre les traverses 17 et 21, l'île a été corrodée sur une largeur moyenne de 5 m,

c) à la rive gauche, au droit de la traverse 20, plusieurs mètres de rive ont disparu, et la pointe de l'îlot aval (traverse 35) a reculé de 15 m;

3° Des engrangements se sont produits :

- a) à la rive droite, à l'amont de la Mare (traverse 16), dont l'entrée est à présent entièrement obstruée,
- b) à la rive gauche du côté droit aval de l'îlot précité (traverse 37).

Grâce aux nombreux levés qui se sont échelonnés régulièrement jusqu'en 1941, il a été possible de suivre jusqu'à cette date l'évolution des profils en long et en travers de l'exutoire. C'est ainsi qu'on a pu dresser le tableau VI qui résume les modifications intervenues dans le profil en long des côtes moyennes du fond de 1934 à 1941.

La planche III montre, d'autre part, les variations des profils en travers, depuis avant les travaux (juin 1937) jusqu'après leur achèvement (février 1941).

Au cours des travaux de curage entrepris de 1937 à 1941 dans la tête de la Lukuga, on a assisté à une érosion intense par le courant même de la rivière. On doit donc, comme l'a fait remarquer M. L. Van Wetter, considérer comme non stabilisé le lit qui s'est constitué depuis la débâcle de 1878. Cette question sera reprise sous la rubrique « Barrage de retenue » (p. 60).

AXES HYDRAULIQUES.

Le Mémoire de 1938 fournit les résultats de 11 observations du plan d'eau dans la Lukuga, effectuées de 1934 à 1937, pour des niveaux du lac compris entre 773,92 et 775,42, et sur une distance d'une dizaine de kilomètres à partir du lac (profil E 22) (10, p. 66).

La planche I du Mémoire de 1938 résume les observations et levés (plans, profils en long, profils en travers) effectués entre le lac et Greinerville (profil E 22) jusqu'à la date du 8 septembre 1937. La planche IV annexée au présent Mémoire fournit les mêmes renseignements relevés en octobre 1938 sur le tronçon de la Lukuga en aval de

Greinerville, et jusqu'à l'ancien profil en travers E 35 qui correspond à la cumulée 17.083 m à partir du lac (voir tableau VII).

Les observations de l'axe hydraulique sont primordiales pour la connaissance des conditions d'écoulement dans l'exutoire.

En vue de se rendre compte des répercussions exercées sur cet écoulement par les travaux exécutés dans la Lukuga en 1937-1941, les observations de l'axe hydraulique se sont poursuivies jusqu'en 1947 et elles ont été étendues jusqu'au droit de la borne kilométrique 675 de la voie ferrée Kindu-Albertville, c'est-à-dire sur une distance de 37 km à partir du lac (cumulée 36.843 m).

Les résultats sont résumés dans le tableau VII, qui complète les observations antérieures (10, p. 66) et dont l'examen donne lieu aux constatations suivantes :

1° La dénivellation (pente superficielle) sur le premier kilomètre de la Lukuga à partir du lac, qui était, avant 1938, de l'ordre de 32-33 cm, est tombée, de 1938 à 1946, à environ 25 cm (moyenne de 12 mesures : 24^{cm}8).

Au cours des observations de 1947, la pente semble encore avoir diminué.

2° La dénivellation superficielle entre le lac et Greinerville (E 22-km 701, soit sur une longueur de 10.465 m), qui était en 1937-1938 de 300 cm, est tombée depuis fin 1946 à environ 275 cm (moyenne de 9 observations).

Il en résulterait un abaissement de l'axe hydraulique de 25 cm, ce qui reviendrait à dire que pour une même hauteur d'eau à Greinerville — et pour autant que le fond de la rivière en cet endroit soit resté stable et les conditions d'écoulement inchangées — le débit y est en 1947 le même qu'en 1937-1938, pour un niveau du lac moins élevé de 25 cm en 1947 qu'en 1937-1938. La figure 10 nous a appris qu'en réalité la variation dans les débits est beaucoup plus forte.

Le tableau VII montre qu'un phénomène du même ordre s'est passé entre 1934-1937, car l'axe hydraulique du 8 septembre 1937 est « abaissé » de 17 cm par rapport à celui du 22 janvier 1934.

3° La dénivellation entre Greinerville (km 701) et le km 676, soit sur une distance de $35.843 - 10.533 = 25.310$ m, varie de 11^m48 le 6 février 1947, à 12^m09 le 27 juin 1947, ce qui représente une pente moyenne de 45,5 à 48 cm par km.

4° La dénivellation entre les échelles des km 676 et 675 varie de 3^m10 à 3^m49 .

Une remarque générale s'impose ici : Pour l'interprétation des variations de dénivellations ou changements de pentes, nous sommes obligés d'apprécier des centimètres. Or, il faut bien constater que les erreurs d'observations sont de l'ordre du décimètre et que celles-ci sont immanquables, étant données les erreurs de graduation et les difficultés d'accès de certaines échelles d'étiage.

C'est le moment sans doute d'insister à nouveau pour l'établissement de limnigraphes, qui seuls donneront des résultats simultanés et dignes de foi.

Ces limnigraphes devront être reliés par un niveling de précision, ce qui n'est pas le cas pour les échelles existantes, dont les lectures doivent donc être interprétées avec quelque réserve.

ÉCOULEMENT PAR LA LUKUGA.

Dans le Mémoire de 1938, on a calculé (10, p. 70) la quantité d'eau écoulée par la Lukuga depuis 1924 jusqu'en 1936 et l'on en a déduit la hausse que l'on aurait enregistrée dans le niveau du Tanganika si l'exutoire de la Lukuga avait été obturé.

Le tableau VIII ci-annexé fournit les mêmes renseignements depuis les basses eaux de 1935. Les périodes

annuelles s'entendent entre deux minima successifs du niveau du lac. Le tableau mentionne, outre la « montée ou la descente brutes » — c'est-à-dire réellement observées — du lac et la « montée sans écoulement » (ou « montée corrigée » du tableau de la page 70 du Mémoire de 1938), c'est-à-dire celle qu'on aurait obtenue si la Lukuga avait été obturée, mais encore la montée fictive qui se serait produite si les conditions d'écoulement de 1937 dans la Lukuga, c'est-à-dire d'avant les travaux dans l'exutoire, s'étaient maintenues.

A cet effet, on a tenu compte des « débits anciens » d'avant 1938, tels qu'ils sont représentés à la figure 10. On en a déduit les niveaux « fictifs » qu'auraient atteints les étiages de chaque année si les conditions d'écoulement de 1937 avaient été maintenues. On constate que les basses eaux de novembre 1946 auraient été à la cote 774^m00, alors qu'elles furent en réalité à 773^m32. Les 68 cm de différence ont été « gagnés » en 9 ans, de 1937 à 1946, soit à raison de 7^{cm}6 par an.

La planche V représente schématiquement, pour la période 1924-1948, les niveaux réels, les niveaux « sans écoulement » et les « niveaux fictifs » qui viennent d'être définis.

Le tableau VIII montre, d'autre part, que, de 1935 à 1946, le débit moyen de la Lukuga a été de 2.600 : 11 = 246 m³/sec, alors qu'il avait été de 100 m³/sec de 1924 à 1936 (10, p. 71).

Le débit moyen de 246 m³/sec correspond à une tranche de 24^{cm}6 sur la surface du lac, lequel, pendant la même période de 11 ans, a vu son niveau d'étiage baisser de la cote 773^m90 à la cote 773^m32, soit une moyenne de 58:11 = 5^{cm}3.

La différence de ces deux moyennes, 24^{cm}6 — 5^{cm}3 = 19^{cm}3, représente l'excédent des apports sur l'évaporation pour l'ensemble du bassin hydrographique du Tanganika

pendant la période de 1935-1946. Ce chiffre est légèrement supérieur à la moyenne de 18 cm par an trouvée précédemment pour la période 1924-1936 (10, p. 71).

Nous verrons plus loin que si l'on s'en rapporte à la période totale 1924-1946, l'excédent moyen des apports sur l'évaporation est, en réalité, pendant ces 22 années, de 16^{cm}8, correspondant à un débit moyen de 168 m³/sec de la Lukuga.

En vue de l'utilisation du lac Tanganika pour la régularisation du régime du fleuve Congo, il est intéressant de tracer en outre la « courbe des débits cumulés disponibles », en regard de laquelle on pourra tracer la « courbe des débits cumulés nécessaires » aux fins envisagées.

Rappelons tout d'abord qu'un écoulement par la Lukuga d'un mètre cube par seconde, ou 31,5 millions de mètres cubes par an, représente, sur la surface du Tanganika (32.800 km²), une baisse ou une réduction de la hausse, d'un millimètre. Graphiquement, l'échelle des niveaux, en décimètres, constitue donc en même temps l'échelle des débits cumulés, en 3,15 milliards de mètres cubes.

Le tableau VIII permet de tracer suivant la ligne brisée A Y D L' N' O' P' Q F S' R' C (trait interrompu) le diagramme des débits cumulés disponibles (planche V). Afin de le rendre plus suggestif, nous le dessinerons à partir de 1924, en nous aidant également du tableau de la page 70 du Mémoire de 1938.

Aussi longtemps que le diagramme des débits cumulés affecte une allure ascendante, par exemple, entre les basses eaux de 1924 et les hautes eaux de 1925, il représente des débits cumulés effectifs, c'est-à-dire qu'on aurait pu s'opposer à la hausse du lac pendant la période considérée en éoulant par la Lukuga un débit correspondant. Dans l'exemple choisi (BE 1924-HE 1925), on aurait pu maintenir immuable le niveau des basses eaux 1924 (773^m29) si, jusqu'aux hautes eaux 1925 (773^m87), on avait

pu écouler par l'exutoire une tranche d'eau correspondant à la montée réelle ($773^m87 - 773^m29 = 0^m58$) augmentée de la hauteur « éculée » ($0^m06 : 2 = 0^m03$) (10, tableau p. 70).

La tranche totale, à savoir 0^m61 , qui aurait dû être éculée entre les basses eaux 1924 et les hautes eaux 1925, soit en six mois, correspond à un débit uniforme de $1.220 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Lorsque le diagramme des débits cumulés affecte une allure horizontale, cela veut dire qu'en l'absence de débit par la Lukuga, le niveau du lac, pendant la période considérée, reste invariable.

Enfin, une allure descendante du diagramme des débits cumulés, par exemple entre les hautes eaux et les basses eaux de 1925, signifie que l'évaporation sur la surface du lac l'emporte sur les apports qu'il reçoit de son bassin versant : pendant la période considérée, le niveau descend nonobstant l'obturation complète de l'exutoire, et l'intensité de l'évaporation peut s'apprécier par l'inclinaison de la partie correspondante du diagramme des débits cumulés. Dans l'exemple choisi (HE 1925-BE 1925), la descente « sans écoulement » eût été de $773^m87 - 773^m22 = 0^m65$, diminuée de la hauteur « éculée » $0^m06 : 2 = 0^m03$ (10, tableau p. 70), à savoir 0^m62 , et l'évaporation en ces six mois s'est effectuée à la cadence de $1.240 \text{ m}^3/\text{sec}$. Il s'agit en quelque sorte de débits « négatifs » ou à « courant inversé », en ce sens qu'on ne pourrait enrayer la baisse du lac qu'en lui apportant par la Lukuga — devenue tributaire au lieu d'exutoire — une quantité d'eau égale à celle que l'excès d'évaporation lui enlève.

De 1924 à 1935, le niveau du lac a haussé de $773^m90 - 773^m29 = 0^m61$, tandis que la Lukuga écoulait une quantité totale d'eau correspondant à une tranche de 107 cm. Sans écoulement depuis les basses eaux de 1924, le niveau du lac à l'étiage de 1935 eût donc été de $773^m90 + 1^m07 = 774^m97$ (point N').

Le tableau VIII ci-annexé montre, d'autre part, que, de 1935 à 1946, l'exutoire a écoulé un débit total représentant une tranche d'eau de 260 cm du lac. Sans écoulement depuis les basses eaux de 1935, le niveau eût été, aux basses eaux de 1946, à la cote $773^m32 + 2^m60 = 775^m92$.

Dans l'hypothèse où la Lukuga aurait été obturée depuis les basses eaux de 1924, le lac eût monté, jusqu'aux basses eaux de 1946, de $107 \text{ cm} + 260 \text{ cm} = 367 \text{ cm}$ et son niveau eût atteint alors la cote $773^m32 + 3^m67 = 776^m99$ (point C).

C'est cette montée (niveaux sans écoulement) que représente en trait interrompu la planche V. Les fluctuations des niveaux y sont dessinées schématiquement, en supposant que les basses eaux surviennent le 1^{er} mai, et les hautes eaux le 1^{er} novembre.

STABILISATION DU NIVEAU DU TANGANIKA.

Nous venons de voir qu'entre les basses eaux de 1924 et celles de 1946, les débits cumulés ont représenté un volume d'eau équivalent à une tranche de 367 cm sur la superficie du lac.

Pendant le même intervalle, le niveau du lac a haussé de la cote 773^m29 à la cote 773^m32 , soit de 3 cm. Au cours de ces 22 années, on aurait donc pu théoriquement, en restituant le niveau du lac à la cote 773^m29 , en 1946, écouler par la Lukuga un débit total de $367 \text{ cm} + 3 \text{ cm} = 370 \text{ cm}$, soit une moyenne de $10 \times 370 : 22 = 168 \text{ m}^3/\text{sec}$, dont le diagramme « cumulé » est figuré par la droite AC de la planche V.

Cette droite AC, représentative du « niveau de base ou de référence », à la cote 773^m29 , constitue la ligne de repère autour de laquelle les fluctuations du lac auraient oscillé. Les limites extrêmes de ces oscillations auraient été atteintes, vers le bas en 1929, à une distance ED = 92 cm sous le niveau de base, et, vers le haut en 1942, à une distance FG = 166 cm au-dessus du même niveau de base.

Les cotes des niveaux extrêmes auraient donc été :

$$\text{en } 1929 : 773^{\text{m}}29 - 0^{\text{m}}92 = 772^{\text{m}}37$$

$$\text{et en } 1942 : 773^{\text{m}}29 + 1^{\text{m}}66 = 774^{\text{m}}95$$

et l'amplitude des variations extrêmes aurait été :

$$774^{\text{m}}95 - 772^{\text{m}}37 = 2^{\text{m}}58,$$

alors qu'en réalité elles furent :

$$\text{H. E. 1938 : } 775^{\text{m}}52$$

$$\text{B. E. 1929 : } 772^{\text{m}}90$$

$$\overline{2^{\text{m}}62}$$

soit une différence de 4 cm.

On voit que la « menace d'inondation » aurait été enravée de $775^{\text{m}}52 - 774^{\text{m}}95 = 0^{\text{m}}57$.

Par contre, la « menace d'assèchement des ports » aurait été aggravée de $772^{\text{m}}90 - 772^{\text{m}}37 = 0^{\text{m}}53$.

C'est donc à un niveau de base plus élevé que $772^{\text{m}}90$ qu'on doit « stabiliser ».

Dans le Mémoire de 1938 (p. 92), le « niveau minimum admissible » du lac a été fixé à $773^{\text{m}}50$.

Le niveau atteint aux basses eaux de novembre 1930 était à la cote $773^{\text{m}}61$. Si l'on avait disposé à ce moment d'un barrage de retenue ne laissant passer qu'un débit moyen de $168 \text{ m}^3/\text{sec}$, la courbe des débits cumulés, représentant le niveau de base $773^{\text{m}}61$, aurait été la droite HI parallèle à AC.

La planche V montre que le lac ne serait jamais descendu sous ce niveau de base et, aux basses eaux de 1946, le lac aurait été à une distance $\text{CI} = 0^{\text{m}}28$ au-dessus de $773^{\text{m}}61$, soit à la cote $773^{\text{m}}89$. La hausse extrême aurait été atteinte en 1942 à une distance $\text{FJ} = 1^{\text{m}}92$ au-dessus du niveau de base, soit à la cote $773^{\text{m}}61 + 1^{\text{m}}92 = 775^{\text{m}}53$.

Cette cote dépasse le « niveau maximum admissible » fixé à $774^{\text{m}}65$ dans le Mémoire de 1938 (10, p. 92), de $775^{\text{m}}53 - 774^{\text{m}}65 = 0^{\text{m}}88$.

Entre les deux « niveaux admissibles » fixés dans le Mémoire de 1938, l'amplitude est de $774^m65 - 773^m50 = 1^m15$.

Supposons qu'aux basses eaux de 1929 (cote 772^m90) on ait disposé d'un barrage obturant complètement l'exutoire.

La cote 773^m50 aurait été atteinte vers le 1^{er} février 1930, d'après le diagramme schématique de la planche V (en réalité la cote 773^m50 a été atteinte le 8 mars 1930). Pour rester, à partir de ce moment, entre les « limites admissibles », on aurait dû suivre une « courbe de débits cumulés » K L M N' O P Q F' R C, constituant le niveau de base 773^m50 et passant par les points bas N', Q et C du diagramme des « niveaux sans écoulement » et restant à 1^m15 des points hauts L', O', P', F et R' du même diagramme.

On constate que, par exemple, pour éviter que la crue de 1931 dépasse la cote 774^m65 , il eût fallu écouter entre le 1^{er} février 1930 et le 1^{er} mai 1931 un débit représenté par la droite KL et équivalent à une tranche de 77 cm sur la surface du lac et ayant donc pour valeur :

$$770 : \frac{12}{15} = 620 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Or, au niveau moyen de $\frac{1}{2}(774^m65 + 773^m50) = 774^m07$, la Lukuga, après les travaux de curage, ne laisse passer que $180 \text{ m}^3/\text{sec}$ environ (fig. 10).

On aperçoit immédiatement qu'on se heurte au dilemme suivant : ou bien entreprendre des travaux dans la Lukuga en vue d'accroître sa capacité d'évacuation, ou bien se résoudre à « stabiliser » à un niveau plus élevé.

Voyons maintenant ce qui aurait dû se passer si l'on avait voulu rester entre les « limites admissibles » 774^m65 et 773^m50 , non pas à partir du début de 1930, mais bien à partir de 1924 (pl. V). On constate qu'entre les hautes eaux de 1927 et les basses eaux de 1929, le diagramme

des « niveaux sans écoulement » a baissé de la cote 774^m55 à 773^m24 , c'est-à-dire que, pendant cette période, l'évaporation a enlevé au lac une tranche de $774^m55 - 773^m24 = 1^m31$ en plus que ce que les pluies ont pu lui apporter.

Il n'eût donc été possible de respecter la cote 773^m50 pour les basses eaux de 1929 qu'en ayant toléré aux hautes eaux de 1927 la cote $773^m50 + 1^m31 = 774^m81$, qui dépasse le « maximum admissible » fixé à 774^m65 dans le Mémoire de 1938 (10, p. 92).

Et cette amplitude de 1^m31 , aucun barrage ni aucune manœuvre n'aurait pu l'atténuer, puisqu'elle dépend exclusivement de conditions climatiques (pluies et évaporation) en dehors de notre contrôle.

Le problème tel qu'il était posé dans le Mémoire de 1938 est donc insoluble, car un barrage dans la Lukuga peut corriger une surabondance de pluies par rapport à l'évaporation, mais il n'y a aucun remède pour une succession d'années sèches pour lesquelles le déficit des pluies sur l'évaporation est important.

On constate également que si, aux basses eaux de 1929, on avait voulu maintenir la cote 773^m50 , il eût fallu à la fois tolérer la cote 774^m81 aux hautes eaux de 1927 et disposer, depuis l'étiage de 1924, d'un barrage empêchant tout écoulement par la Lukuga, et au surplus, le niveau du lac aux basses eaux de 1924 aurait dû se trouver à la cote $773^m50 + 0^m06 = 773^m56$ ($AA' = 0^m06$).

En s'assignant les nouvelles limites 773^m50 et 774^m81 , la courbe des débits cumulés (niveau de référence 773^m50) eût donc dû être A' D L'' M' N' O''' F'' R''' C.

La figure 4 montre que la réserve de 0^m06 de hauteur (AA') indispensable en ce cas au-dessus du niveau de référence de 1924 pouvait être constituée au cours des années antérieures.

On a prétendu que si l'on disposait dans l'exutoire d'un barrage fixe de 350 m de long avec crête arasée à la cote

774^m15, les variations extrêmes du niveau du Tanganiaka ne présenteraient plus qu'une amplitude de 55 cm.

En années de fortes pluies, a-t-on dit, les « hautes eaux stabilisées seraient à la cote 774^m65; en années déficitaires, les basses eaux tendraient, vers la fin septembre, à descendre au-dessous de la crête du barrage, et la Lukuga ne débiterait plus rien jusque vers la mi-janvier,... mais tout au moins, nous ne perdrions pas une centaine de mètres cubes par seconde, comme ce fut le cas en septembre 1935, quand le lac était à la cote 774^m11 ».

La planche V permet de constater, par un simple coup d'œil, que ces prétentions sont téméraires. Admettons, en effet, qu'au début 1932, quand le niveau était à 774^m15, on ait disposé du barrage en question. En quoi ce barrage aurait-il pu enrayer la hausse qui s'est manifestée jusqu'au maximum de 775^m52 en 1938? Il est évident, au contraire, qu'un barrage fixe aurait accusé cette hausse, car il va sans dire que non seulement il aurait retenu les eaux qui se sont écoulées par la Lukuga aux étiages de 1933-1934 et 1935, mais encore que la perte de charge créée par le barrage aurait retardé l'écoulement dans la Lukuga dès que les niveaux du lac auraient dépassé la cote 774^m15.

De même pour les années déficitaires : admettons qu'aux hautes eaux 1943 on ait barré la Lukuga au niveau même atteint par la crue. Comment ce barrage aurait-il empêché le lac de descendre un mètre plus bas jusqu'à l'étiage de 1946, puisque la courbe des « niveaux sans écoulement » de la planche V montre qu'effectivement il en a été ainsi?

Ce qu'on oublie, c'est que quand on perd une centaine de mètres cubes par seconde par la Lukuga, comme ce fut le cas en septembre 1935, le lac ne descend que de 10 cm par an, alors que du 15 mai au 10 novembre 1943, le niveau a baissé de 91 cm, ce qui signifie que le soleil est capable de prélever au lac, par évaporation, une quantité d'eau de 1.860 m³ par seconde.

AMÉLIORATION DU RÉGIME DU FLEUVE CONGO.

Dans un interview publié par la *Revue Coloniale Belge* du 1^{er} février 1947 (6), M. Robert Thys reprit une idée qu'il avait déjà exposée en 1913 (35) et qui consiste à « retenir dans les grands lacs et anciens lacs congolais les eaux surabondantes en saison des pluies pour les restituer au fleuve au moment des plus basses eaux et remédier ainsi aux difficultés de la navigation fluviale en saison sèche ».

Quelques mois auparavant, au cours de l'année 1946, une période d'étiage particulièrement bas avait entravé pendant plusieurs semaines les transports sur les sections du Lualaba Bukama-Kabalo et Kindu-Ponthierville, et déjà l'on avait songé à remédier à la situation en construisant des chemins de fer...

« Je suis persuadé — disait M. R. Thys — que rien qu'en agissant sur les lacs Moero et Tanganika, la navigation sera parfaitement assurée toute l'année (fig. 3) :

» 1° Sur le bief Kindu-Ponthierville, où il ne serait plus nécessaire de construire un chemin de fer;

» 2° Sur le bief supérieur du Lualaba, en aval d'Ankoro;

» 3° Sur la Luvua, de Kiambi à Ankoro, ce qui mettrait fin au projet de chemin de fer de l'Urwa;

» 4° Probablement même sur le bief intermédiaire Kasongo-Kindu, dès lors utilisable à la navigation pour certains produits pondéreux, en raccordant Kasongo au deuxième tronçon du chemin de fer des Grands Lacs ».

Et l'auteur terminait en proposant la constitution d'un *Comité d'Etudes Hydrauliques* placé sous le patronage de l'Etat et comprenant des représentants des organismes coloniaux plus directement intéressés à la question.

Cette conclusion ne manqua pas de retenir l'attention du Gouvernement, et, par arrêté du 15 avril 1947, M. le Ministre P. Wigny créa au sein du Département des Colonies une « Commission chargée de l'examen du projet d'amélioration du régime du fleuve Congo par la régularisation du débit des lacs et anciens lacs congolais ».

La Commission est composée comme suit :

Président :

M. C. BOLLENGIER, Ingénieur en chef du Port d'Anvers, Professeur à l'Université de Gand.

Membres :

MM. E. DEVROEY, Ingénieur en chef honoraire du Congo belge;

R. THYS, Ingénieur, Lieutenant-Colonel de Réserve du Génie;

C. VAN MIERLO, Ingénieur hydrographe;

L. VAN WETTER, Ingénieur, Directeur général honoraire des Ponts et Chaussées.

Secrétaire :

M. E. DANGOTTE, Ingénieur, attaché à la Direction des Travaux Publics du Département.

La Commission se réunit à plusieurs reprises et se rendit bien vite compte que la documentation dont elle disposait était insuffisante. Sur le vœu de la Commission, M. le Ministre chargea le soussigné, à titre de Conseiller technique du Département, d'une mission hydrographique dans la Colonie, en vue de recueillir sur place certains éléments d'information indispensables aux travaux de la Commission.

L'Institut Royal Colonial Belge s'intéressa également à la dite mission, laquelle s'effectua du 25 août au 5 octobre 1947.

Les renseignements obtenus et la documentation ramenée ont servi notamment à établir la présente communication. Ils permirent, d'autre part, à la Commission de se prononcer par l'affirmative sur l'objet soumis à son examen, c'est-à-dire en reconnaissant formellement la possibilité d'améliorer le régime du fleuve Congo par la régularisation du débit des lacs et anciens lacs congolais.

L'intérêt de la Commission se porta plus particulièrement sur le tronçon Kindu-Ponthierville, dit Bief Moyen du Lualaba, ce dernier terme désignant, comme on sait, le cours supérieur du fleuve Congo (planche VI).

Pour la description détaillée du fleuve, nous renvoyons à notre mémoire *Le Bassin hydrographique congolais*, publié en 1941 par l'Institut Royal Colonial Belge, nous bornant ici à rappeler que le Bief moyen coule entièrement dans la grande cuvette centre-africaine couverte par la forêt équatoriale; il présente l'aspect général d'un canal régulier entre des berges élevées. On y rencontre quelques passes rocheuses où des travaux d'appropriation se poursuivent. Un balisage soigné y a été établi.

Ce bief reçoit, un peu en aval de Kindu et sur la rive droite, l'Elila, ainsi que, près de Kowe, l'Ulindi, descendant toutes deux des contreforts des Mitumba septentrionaux ou Montagnes du Maniema-Kivu.

L'Elila est navigable aux bateaux du type *Délivrance* et aux barges de 40 tonnes de capacité (mouillage minimum 1^m20 en hautes eaux et 0^m80 en basses eaux) jusqu'à Fundi Sadi (30 km).

Sur la rive gauche du Bief moyen, les affluents sont peu importants, le bassin propre du fleuve étant limité par celui, tout proche, du Lomami (fig. 1). Citons cependant, à Ponthierville, la Ruiki, navigable aux hautes eaux sur 88 km.

Il résulte, d'autre part, des constatations faites sur place, au cours de notre mission, que pendant la période d'étiage

de 1946, la plus basse depuis 1933 pour la partie amont du bief, les mouillages minima sondés sur le parcours Ponthierville-Kindu furent de 0^m70.

A cause de la prépondérance des gros affluents Ulindi et Lowa (fig. 1), la décrue est plus précoce à l'aval du Bief moyen qu'en amont (voir tableaux IX à XIV et fig. 13 à 15).



FIG. 13. — Variations journalières du niveau du Lualaba (Bief moyen) à Kindu en 1946.

Le régime du Bief moyen du Lualaba est capricieux, en ce sens qu'il varie très rapidement et sans raison apparente, ce que traduisent fort bien les diagrammes saccadés en dents de scie, des figures 13 à 15 se rapportant à l'année des basses eaux exceptionnelles de 1946.

En fait, la période d'étiage se présente du 1^{er} juillet au 15 septembre dans la section Kowe (rivière Ulindi, km 154)-Ponthierville (km 0) (fig. 15), et du 15 août au 15 novembre dans la section Kindu (km 308)- Kowe (km 154) (fig. 13). Il s'ensuit que si l'on veut améliorer

les conditions de transport, au moyen des réserves à accumuler dans les lacs d'amont, il faudrait, pendant les années de basses eaux, amener un appoint d'eau dans le Bief moyen du 1^{er} juillet au 15 novembre, soit pendant 4 mois et demi.

Pendant les très basses eaux, la Compagnie des Grands Lacs (C.F.L.) est obligée actuellement d'organiser ses transports avec des unités présentant un enfoncement de 70 cm. Une telle exploitation n'est pas économique et l'on estime généralement que l'enfoncement ne devrait pas descendre au-dessous d'un mètre ou 1^m10, ce qui, dans une rivière convenablement balisée, implique un mouillage de 1^m20.

Il en résulte que la tranche d'eau supplémentaire qu'il faudrait pouvoir fournir au Bief moyen en période critique devrait atteindre une épaisseur de 1^m20 — 0^m70 = 0^m50 (6).

En tablant sur un kilomètre comme largeur moyenne du fleuve et sur une vitesse moyenne d'un mètre par seconde, cette tranche d'eau correspond à un débit de 500 m³/sec. On peut considérer que ce chiffre constitue une limite supérieure, car la vitesse moyenne réelle n'atteindra pas un mètre par seconde.

(6) Le tableau IX mentionne que les basses eaux de 1915 sont descendues à la cote 0^m00 à Kindu. Ce renseignement est extrait des diagrammes de crues de la page 73 de l'Album *Reconnaissance du Haut Fleuve de Léopoldville à Stanleyville*, publié à Boma, le 15 avril 1918 (note de M. J. NISOT, hydrographe principal).

Ces mêmes diagrammes de crues accusent les maxima et minima suivants (en m) :

	1912	1913	1914	1915	1916
H.E.	3,63	2,76	2,43	2,31	3,18
B.E.	0,58	0,23	0,14	0,00	0,39

Par comparaison avec les extrêmes observés de 1933 à 1948 (Tableau IX), il semble bien que l'échelle 1933-1948 ait subi un abaissement par rapport à celle de 1912-1916.

Cette question devra faire l'objet d'un examen complémentaire.

En effet, la seule mesure de débit connue sur le Bief moyen et qui a été effectuée par M. D. Ossossoff en septembre 1943 a fourni une vitesse moyenne de 63 cm/sec à Kindu, où le fleuve est resserré (largeur 726 m), et un débit de $1.502 \text{ m}^3/\text{sec}$ pour une lecture à l'échelle locale de 1^m80 (fig. 3).

En aval de Lowa, y compris donc les débits de l'Elila,

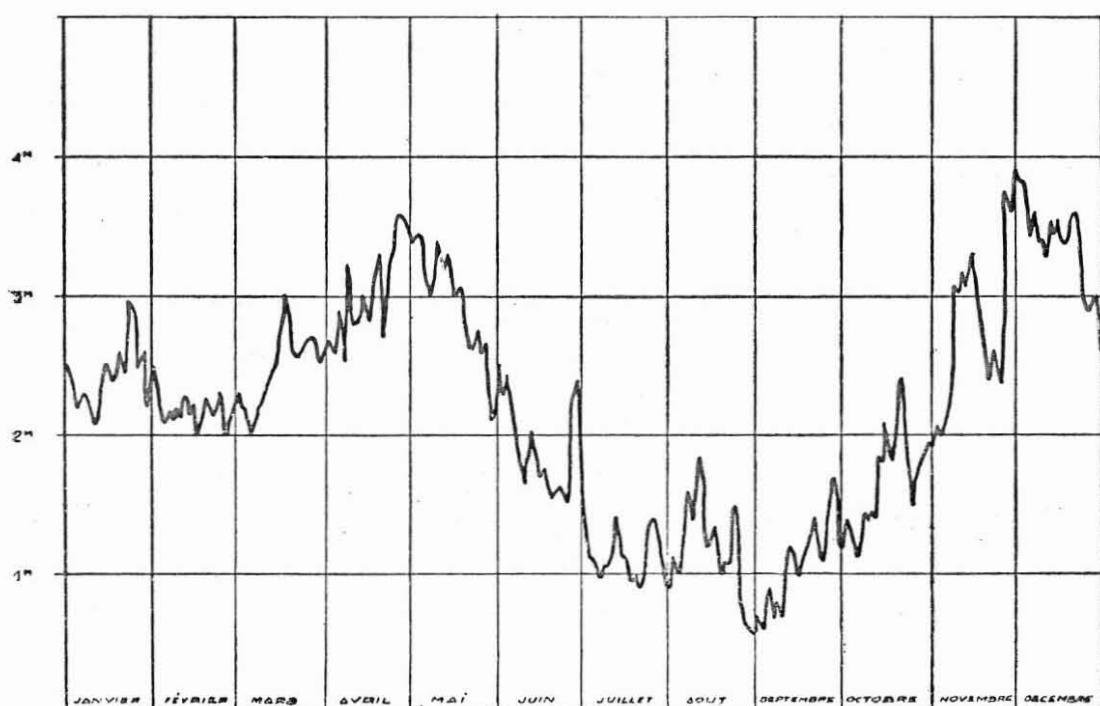


FIG. 14. — Variations journalières du niveau du Lualaba (Bief moyen) à Lowa en 1946.

de l'Ulindi et de la Lowa (fig. 1), le débit s'élevait le 10 mai 1943 à $2.826 \text{ m}^3/\text{sec}$ pour une lecture à l'échelle locale de 0^m95 .

La longueur du chenal de navigation sur le Bief moyen est de 308 km entre Kindu et Ponthierville, et l'importance du trafic y est de l'ordre de 100.000 tonnes par an, mais son évolution est incertaine, en raison des projets de liaison, par la voie nationale, entre le Bas-Congo et les régions Est de la Colonie (Kivu et Ruanda-Urundi) (fig. 3).

On pourrait donc, en première approximation, tabler sur un appoint de l'ordre de 500 m³/sec pendant quatre mois, ce qui nous amènerait à faire débiter en un tiers de l'année toute la réserve moyenne annuelle accumulée au Tanganiaka.

En supposant, à titre d'exemple, que le remède eût dû être appliqué chaque année depuis 1942, du 1^{er} juil-

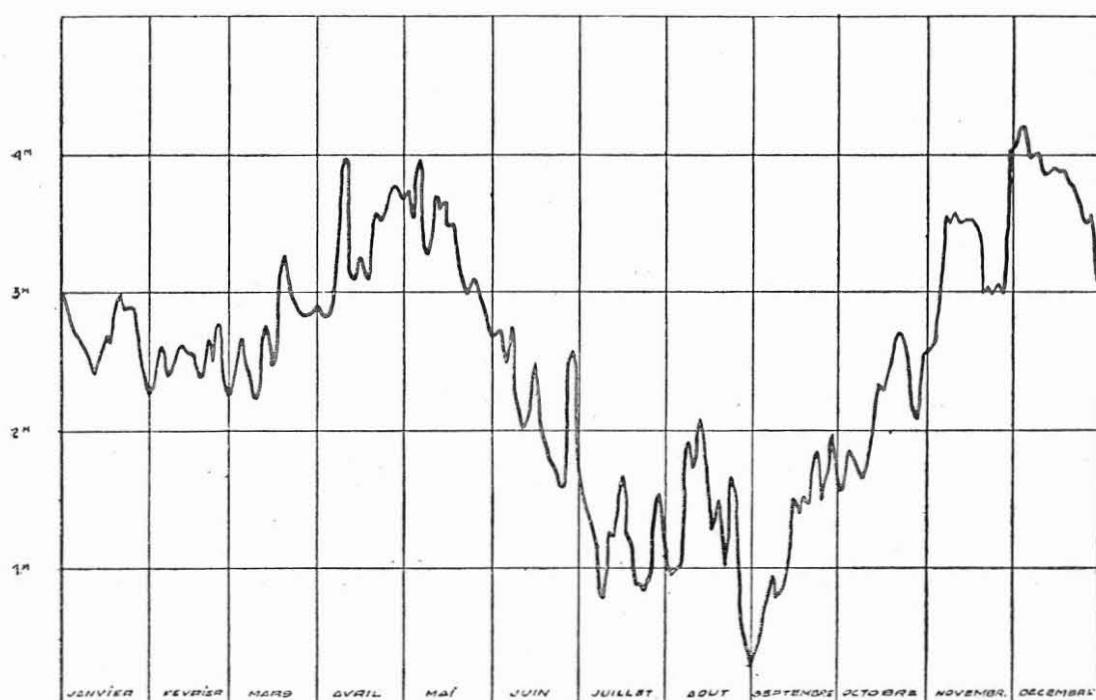


FIG. 15. — Variations journalières du niveau du Lualaba (Bief moyen) à Ponthierville en 1946.

let au 1^{er} novembre, on aurait obtenu un diagramme des débits d'appoints cumulés représenté par la ligne en gradins STUV...C, indiquée en trait de chaînette sur la planche V.

Dans l'exemple choisi, on constate que la réserve du lac est épuisée à la date du 1^{er} novembre 1946.

Cependant, au 1^{er} novembre 1942 on disposait, sur la crête du barrage, d'une tranche d'eau d'épaisseur S'S égale à 105 cm.

Si l'on veut utiliser les réserves du Tanganiaka pour surélever le niveau d'étiage du Bief moyen, on constate que toute la question est dominée par le niveau auquel on devra stabiliser le lac, ce niveau étant fonction de la réserve nécessaire pour faire face à une série d'années déficitaires telles que celles de la période 1942-1946, au cours desquelles le « lac sans écoulement » a baissé de $777^m35 - 776^m98 = 0^m37$ (tableau VIII), ce qui signifie que, pendant ces quatre années, le soleil lui a enlevé annuellement par évaporation $37:4 = 9$ cm de plus que ce que les pluies ont pu lui apporter.

La question du débit d'appoint à fournir au Bief moyen pour y soutenir la navigation en période d'étiage a été examinée de façon plus complète par M. L. Van Wetter. Il en sera fait mention au chapitre suivant.

BARRAGE DE RETENUE.

Depuis de nombreuses années on se rend compte que le problème du Tanganiaka, à savoir la stabilisation de son niveau avec, en plus depuis peu, l'utilisation de son trop-plein en faveur de la navigabilité du fleuve Congo, implique l'établissement d'un barrage dans l'exutoire de la Lukuga.

En tenant compte des mouillages minima à maintenir dans les ports, la limite inférieure 773^m50 a été citée pour le niveau du déversoir (10, p. 92).

M. Van Mierlo a proposé, d'autre part, la cote 774^m15 pour le point bas de la crête d'un barrage fixe.

La question du barrage et celle des niveaux à assigner pour la stabilisation des fluctuations du Tanganiaka ont retenu l'attention de la Commission pour l'amélioration du fleuve. Il a été admis en principe — mais à titre de simple hypothèse de travail — que les améliorations à apporter à la navigation par la régularisation du régime du Lualaba ne pourraient avoir pour conséquence d'am-

plifier les variations de niveau du Tanganiaka au delà des limites atteintes naturellement depuis 1909, c'est-à-dire pendant la période des observations régulières au cours de laquelle les extrêmes furent respectivement :

le minimum de 772^m90 en novembre 1929
et le maximum de 775^m52 le 5 mai 1938.

La Commission s'est, d'autre part, ralliée à l'idée de limiter à quelque 500 m³ par seconde les apponts à envoyer par la Lukuga dans le Lualaba, en vue de soutenir les étiages du Bief moyen.

La nature et les conditions d'établissement du barrage régulateur ont fait par ailleurs l'objet de deux notes à la Commission, respectivement en dates des 12 et 18 février 1948, et dont l'auteur, M. L. Van Wetter, a bien voulu autoriser la reproduction des passages suivants :

« L'amélioration de la navigabilité du Lualaba ne constitue pas le seul objectif que l'on puisse se proposer d'atteindre par la construction d'un barrage sur la Lukuga. Il en est un autre plus fondamental, puisqu'il concerne le lit même de cette dernière rivière en tant qu'exutoire du lac Tanganiaka. Il s'agit de la stabilisation de l'origine de la Lukuga à l'égard des phénomènes d'érosion et des mouvements orogéniques. Leur considération présente un intérêt particulier pour la réalisation du premier objectif, parce que l'on ne peut pallier les fluctuations du niveau du lac Tanganiaka résultant d'une modification du cours supérieur de la Lukuga autrement qu'en y construisant un barrage.

» Analysons tout d'abord les phénomènes d'érosion affectant le cours supérieur de la Lukuga.

» Au cours des travaux de débroussaillement et de dragage entrepris de 1937 à 1941 dans le lit supérieur de la Lukuga, on a pu constater une active érosion par le

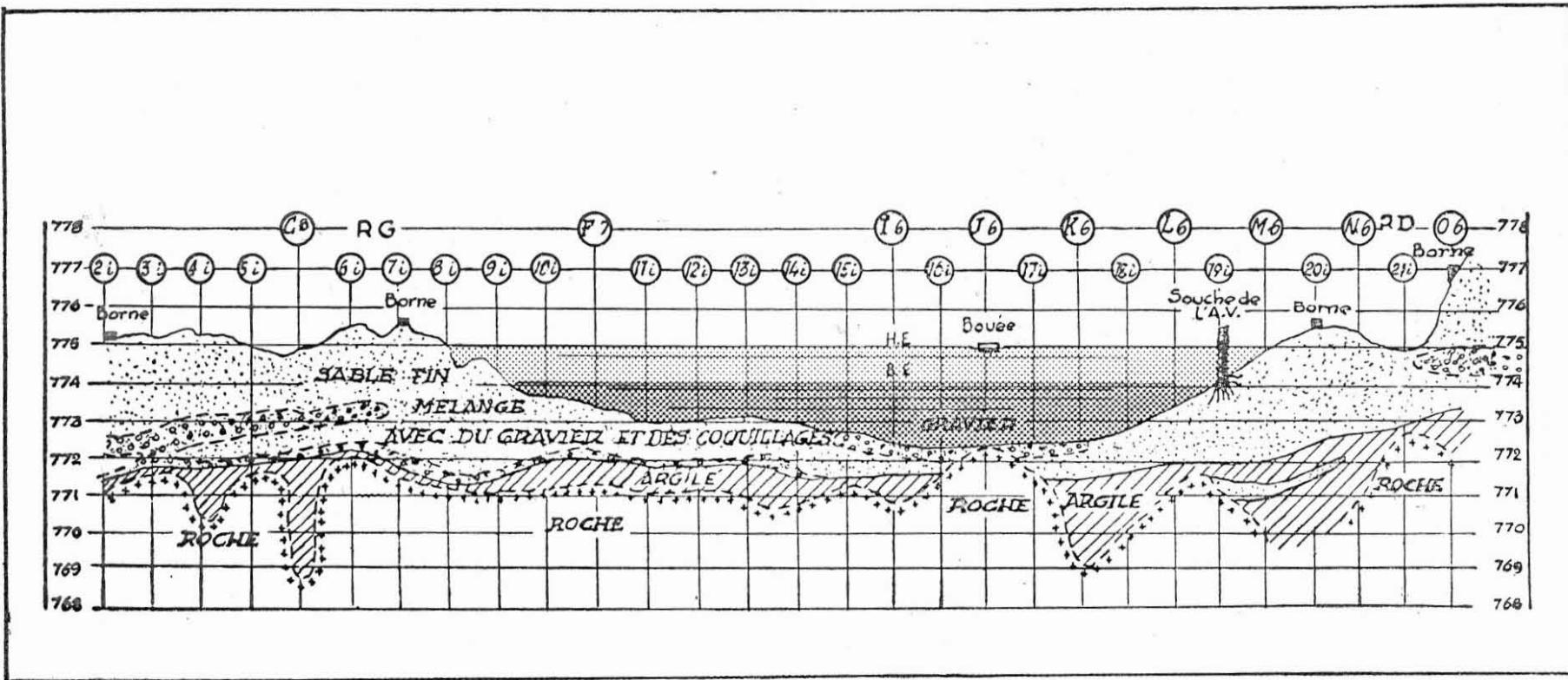


FIG. 16. — Coupe du terrain à l'emplacement I du barrage de la Lukuga (Traverse 6 : voir planche II).

courant de cette rivière. On ne peut donc considérer comme stabilisé le nouveau lit qui s'est constitué en 1877-1878 à la suite du débouchement du Tanganika par la vallée de la Lukuga. Les courbes des débits faisant l'objet de la figure 10 montrent que des débits de 100 à 300 m³/sec, correspondant avant 1938 à des niveaux s'établissant entre les cotes 774^m10 et 775^m60, s'obtiennent, depuis fin 1940, pour des niveaux respectivement plus bas d'environ 0^m50 à 1 m.

» Si l'on ne peut préciser le terme de semblable phénomène d'érosion, on peut néanmoins constater, d'après les forages entrepris aux emplacements envisagés pour le barrage (fig. 16 et 17) :

» 1° qu'à la tête de l'exutoire, la roche se présente *en moyenne* à la cote 771 m, c'est-à-dire à environ 1^m50 sous le niveau du thalweg;

» 2° qu'à 1.200 m en aval (« Traverse 30 »), les sommets du terrain rocheux se rencontrent à une cote inférieure d'environ 1 m.

» D'autre part, il ne faut pas écarter l'hypothèse que le niveau du lac Tanganika soit susceptible de descendre au-dessous de la cote du seuil du déversoir de la Lukuga. On doit, en effet, tenir compte des conséquences d'une succession d'années où les hauteurs de pluie ont été faibles et où l'évaporation des eaux du lac a été activée par l'intensité et la durée des vents. Même en s'en tenant à la période écoulée depuis la date de 1909, où l'on a commencé à observer régulièrement l'importance des fluctuations annuelles du niveau du lac, le diagramme des niveaux sans écoulement par la Lukuga (planche V) prête aux constatations suivantes :

» *Baisse en saison sèche* (6 mois, de mai à novembre) : 95 cm en 1927 (10, p. 46), soit 16 cm par mois, de sorte que l'excédent de l'évaporation sur les apports d'eau au

64 STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA

lac peut représenter en saison sèche un volume d'eau atteignant presque *mensuellement* celui correspondant au volume *annuel* débité en moyenne par la Lukuga et qui se chiffre par une tranche d'eau de 16^{cm}8.

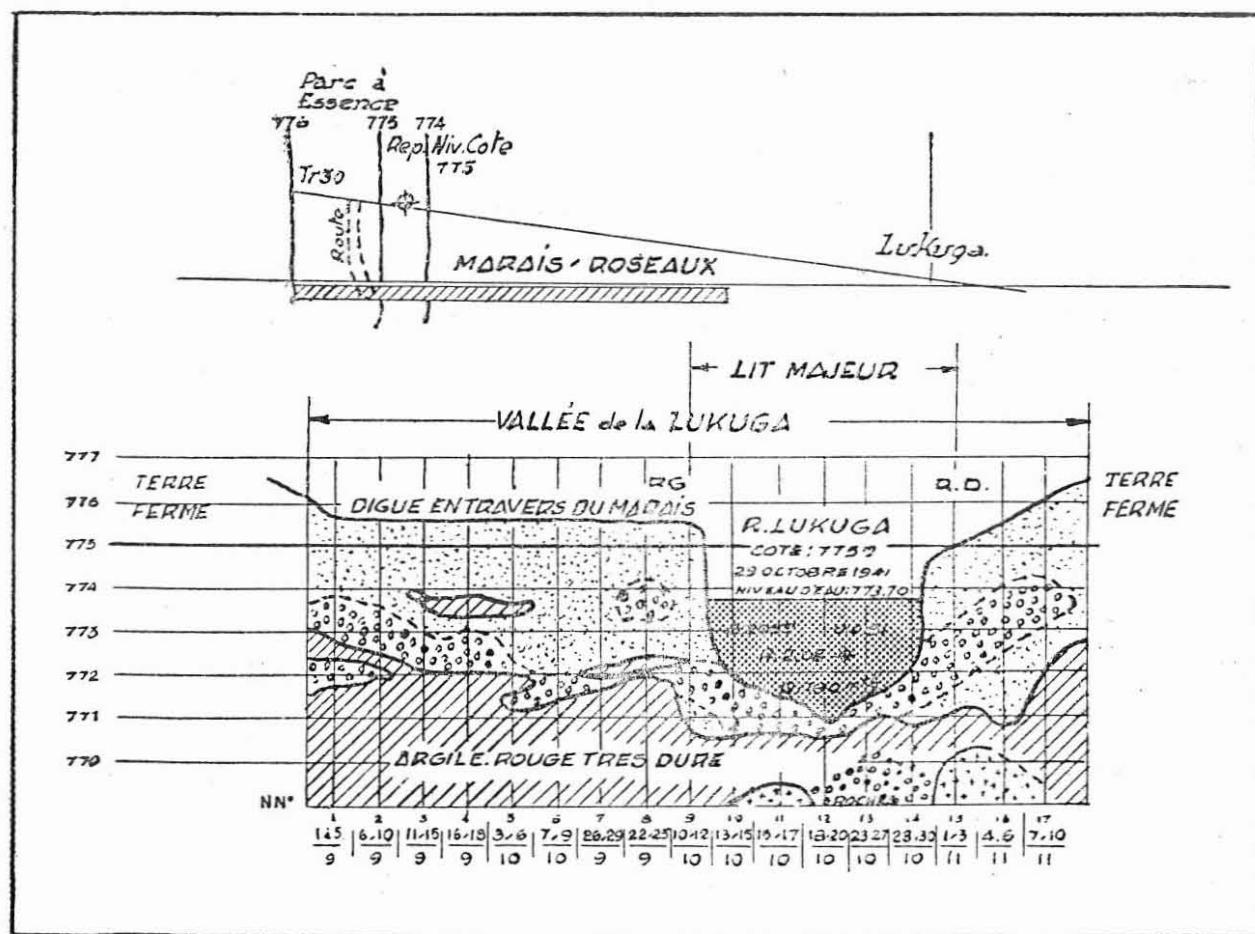


FIG. 17. — Coupe du terrain à l'emplacement II du barrage de la Lukuga (Traverse 30 : voir planche II).

» *Baisse du minimum annuel d'une année à l'autre :* 48 cm de 1940 à 1941 (fig. 5), ce qui correspond à 3 fois le volume annuel moyen débité par la Lukuga.

» Un abaissement excessif du niveau du lac étant fâcheux notamment pour la navigation, il s'indique d'y parer par un barrage relevant le niveau du seuil naturel de l'exutoire de la Lukuga aussi haut que possible, en veillant à ne pas dépasser en période de crue la cote maximum 775^m52 atteinte en 1938.

» Ce barrage doit être capable d'évacuer sous cette cote le débit maximum de la Lukuga, que l'on peut présumer être de l'ordre de $500 \text{ m}^3/\text{sec}$.

» D'après la formule d'écoulement actuel de la Lukuga (p. 31) :
$$Q = 112 (H - 772^{m}70)^{3/2},$$

un débit de $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ se présente pour un niveau du lac à la cote $775^{m}40$.

» Si l'on voulait constituer un barrage à déversoir fixe, on ne pourrait, même en lui donnant une longueur de 300 m, éléver la crête du nouveau seuil au-dessus de la cote $773^{m}50$ (10, p. 113), ce qui ne réserve qu'une marge de $0^{m}60$ pour ne pas tomber en saison sèche au-dessous de la cote minimum de $772^{m}90$ relevée depuis 1909. Cette marge semble insuffisante en regard des baisses survenant en saison sèche, et les constatations faites depuis 1929, où ce minimum a été obtenu, ne peuvent donner une assurance suffisante quant aux conséquences d'une succession d'années sèches. En effet, le niveau moyennement moins élevé du lac pendant les années antérieures (voir fig. 4) montre qu'il faut tenir compte de l'éventualité d'une période plus sèche que celle vécue depuis 1929.

» Il convient, d'autre part, de ne pas négliger les mouvements tectoniques pouvant affecter le niveau relatif de la Lukuga et du bassin hydrographique dont cette rivière constitue l'exutoire.

» Rappelons à ce propos qu'un très grand nombre de rivières congolaises sont soumises, sur une partie de leur cours, à une active érosion provenant de phénomènes orogéniques d'âge récent, mais qui semblent terminés. Dans le cas actuel, il s'agit d'un cours d'eau prenant sa source dans un massif montagneux dont les sommets les plus élevés atteignent 3.400 m d'altitude et qui borde à l'Ouest le grand graben de l'Afrique centrale, précisément dans la région où il est le plus profond, y étant occupé par le lac Tanganiка.

» Quant au bassin hydrographique du lac Tanganika, il est à noter qu'il se situe presque totalement à l'Est de ce lac, c'est-à-dire dans une région qui a subi des effondrements très étendus se manifestant par la présence de nombreux lacs et anciens lacs. Plusieurs d'entre eux constituent encore à l'heure présente le fond de cuvettes sans écoulement vers l'océan (lacs Natron, Eyasi, Rukwa, Shilwa) (fig. 1).

» Le bassin hydrographique du Tanganika et la Lukuga qui lui sert d'exutoire se présentent ainsi sur les bords opposés d'une grande fracture de l'écorce terrestre éminemment propice à des mouvements relatifs pouvant modifier profondément les conditions d'écoulement des eaux du Tanganika. Peut-on considérer ces mouvements comme terminés? Voici l'avis formulé à cet égard par M. P. Fourmarier en conclusion de son étude : *Observations de Géographie physique dans la région du Tanganika* (16, p. C. 78) : « Il n'est pas douteux que ces mouvements continuent à s'accentuer à l'époque actuelle. » Les tremblements de terre qui se produisent dans cette vaste contrée en donnent la preuve ».

» Il ne serait donc pas inutile de procéder périodiquement à des nivelllements de haute précision entre Albertville et divers points du territoire anglais du Tanganika pour être fixé sur le sens et l'importance de l'évolution de l'écorce terrestre pouvant affecter le niveau du lac Tanganika.

» Comme, de toute façon, on se trouve en présence d'un régime hydrographique évoluant à la fois du chef de phénomènes érosifs et orogéniques, il est indiqué de prévoir des bouchures mobiles dans le barrage destiné à parer aux fluctuations du débit du bassin hydrographique, d'autant plus que dans ce dernier domaine également il est possible qu'il faille tenir compte d'une évolution que l'on n'a pas encore pu préciser. Des bouchures mobiles

sont indispensables pour pouvoir adapter à tout moment et au mieux les débits d'évacuation par la Lukuga aux circonstances hydrographiques imprévisibles.

» Examinons maintenant le débit d'appoint à fournir au Bief moyen du Lualaba pour y soutenir la navigation en période de basses eaux, ainsi que les *niveaux limites à s'assigner pour la stabilisation des fluctuations du lac*.

» Si l'on désigne par Q_{\max} le débit d'appoint à fournir en plus basses eaux du Lualaba, on peut adopter $2/3 Q_{\max}$ comme valeur approximative du débit moyen pendant toute la période annuelle où cette alimentation est nécessaire. En admettant que cette période s'étende au tiers de l'année, le volume d'eau d'appoint nécessaire équivaut à un débit annuel de $2/9 Q_{\max}$.

» Le débit moyen de la Lukuga a été de $168 \text{ m}^3/\text{sec}$ pendant la période de 22 ans qui s'est écoulée de 1924 à 1946 (p. 48). Si l'on voulait affecter l'intégralité de ce débit à la fourniture annuelle d'un volume d'appoint aux basses eaux du Lualaba, et si l'on imaginait que ce volume ne variât pas d'une année à l'autre, le débit Q_{\max} auquel on pourrait faire face s'élèverait à $9/2 \times 168 = 756 \text{ m}^3/\text{sec}$.

» Est-il nécessaire de pousser jusque-là la régularisation du débit de la Lukuga? Des observations préliminaires sommaires permettent de présumer que Q_{\max} n'atteindra pas $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ (p. 57). En supposant même que les relevés précis demandés amènent à devoir majorer ce chiffre pour tenir compte de l'année la plus défavorable, il ne serait pas nécessaire de régulariser le débit de la Lukuga pour pouvoir y faire face chaque année.

» Il y a d'ailleurs lieu de tenir compte des inconvénients d'une régularisation intégrale du débit de la Lukuga.

» Nous avons vu, page 49, que, pour la période 1924-1946, semblable régularisation aurait impliqué une fluctuation de $2^m 58$ du niveau du lac Tanganika. Or, au cours

de cette période, les cotes extrêmes observées ont été de 775^m52 et 772^m90, présentant ainsi une dénivellation de 2^m62. Compte tenu des quelques centimètres à ajouter aux 2^m58 précités pour permettre la concentration annuelle du débit sur la période sèche, on voit que semblable régularisation intégrale ne pourrait guère réduire l'amplitude des fluctuations du lac.

» La cote 772^m90 à laquelle cette régularisation situerait le niveau minimum du lac présenterait les inconvénients suivants :

» 1° Elle obligerait d'aménager le cours supérieur de la Lukuga de façon que cette rivière présentât pour Q_{\max} un axe hydraulique dont l'origine amont se trouverait à la cote 772^m90. Or, même en ne tablant pour Q_{\max} que sur 500 m³/sec au lieu de 756 m³/sec, l'allure de la courbe actuelle des débits de la Lukuga fait apparaître que ce débit ne pourrait être atteint que pour un niveau du lac s'élevant à environ 775^m40, soit 0^m12 sous le niveau maximum de 775^m52 observé en 1938 et que l'on s'est astreint à ne pas dépasser.

» Il s'indique donc, pour ne pas exagérer l'importance des travaux d'aménagement du cours supérieur de la Lukuga, de limiter la régularisation du débit de cette rivière à ce qui est strictement indispensable pour soutenir la navigation sur le Lualaba en période d'étiage. La courbe des niveaux du lac Tanganika sans écoulement par la Lukuga (planche V) permet de constater l'ampleur des relèvements possibles pour la cote minimum du lac à mesure que l'on réduit l'importance du débit d'appoint. C'est ainsi, par exemple, que si ,pour la période 1924-1946, on avait voulu se contenter d'un débit d'appoint moyen égal aux huit dixièmes des 168 m³/sec disponibles ou 134 m³/sec, la courbe des débits cumulés de la planche V eût pu être la droite AC' au lieu de AC, avec CC' représentant une tranche d'eau de $0,2 \times 370 \text{ cm} = 74 \text{ cm}$ que

l'on aurait pu conserver dans le lac et qui aurait permis de faire passer le niveau minimum du lac à $772^m90 + 0^m74 = 773^m64$.

» Une régularisation aux $2/3$ de 168 m^3 , soit $112 \text{ m}^3/\text{sec}$, correspondant à $Q_{\max} = 500 \text{ m}^3/\text{sec}$, n'aurait nécessité de 1924 à 1946 qu'un « volant » ou réserve d'eau de $2/3 \times 370 = 247 \text{ cm}$ et aurait donc permis de gagner une hauteur de $370:3 = 123 \text{ cm}$. Dès lors, le niveau minimum pourrait être porté à $772^m90 + 1^m23 = 774^m13$ et les travaux d'aménagement du cours supérieur de la Lukuga ne devraient plus viser qu'à obtenir un abaissement de $775^m30 - 774^m13 = 1^m17$ de l'axe hydraulique correspondant au débit de $500 \text{ m}^3/\text{sec}$.

» Comme on peut présumer que cette dernière valeur ne devra être atteinte pour Q_{\max} qu'à des intervalles assez éloignés, il est probable que l'on pourra se contenter d'une régularisation n'atteignant pas $112 \text{ m}^3/\text{sec}$, de sorte que la fluctuation du niveau du lac nécessaire pour assurer cette régularisation pourra être réduite.

» Dans ces conditions, l'importance des travaux d'aménagement de la Lukuga sera diminuée à la fois parce que Q_{\max} sera inférieur à 500 m^3 et parce que ce débit pourra être évacué sous un niveau plus élevé du lac. »

M. L. Van Wetter envisage ensuite le type de barrage à adopter : ouvrage fixe ou ouvrage mobile.

« Les travaux effectués en 1937-1941 ont, dit-il, augmenté la capacité d'évacuation de la Lukuga pour toutes profondeurs d'eau dans cette rivière et doivent entraîner un abaissement du niveau minimum du lac à défaut de barrage. Il ne suffit toutefois pas d'établir un barrage fixe en tête de la Lukuga pour avoir l'assurance qu'on limitera ainsi le niveau minimum du lac à une cote ne descendant pas ou guère au-dessous de celle de la crête de ce barrage. En effet, semblable minimum est atteint par l'effet combiné de variations climatiques d'une période de 10 à

17 ans et de variations à peu près semestrielles. Or, celles-ci atteignent jusqu'à 1^m26 (BE 1935 à HE 1936, fig. 5); elles affectent un réservoir naturel dont la surface dépasse celle de la Belgique et elles surviennent en quelques mois. Elles signifient que l'apport des affluents du Tanganika est sujet à des crues annuelles dont l'importance globale est de plusieurs milliers de m³/sec et que ce lac est le siège d'une évaporation du même ordre de grandeur. Peut-on espérer pouvoir maîtriser des phénomènes aussi actifs par un ouvrage d'art passif tel qu'un barrage fixe et peut-on escompter qu'un barrage-déversoir pourra réaliser automatiquement une régularisation convenable de phénomènes ayant pour origine des fluctuations de débit de l'ordre de ±3.000 m³/sec sans que le débit de pareil ouvrage doive jamais dépasser le sixième de ce cube? S'il faut un exemple pour répondre négativement à ces questions, il suffit d'examiner la situation qui s'est présentée à l'époque du minimum de niveau de 1929.

» Les variations saisonnières jouent un rôle de plus en plus prépondérant à mesure que le niveau annuel moyen du lac descend par suite de la variation cyclique à longue période. Les fluctuations semestrielles que l'on a observées avant la survenance du niveau minimum de 772^m90 en 1929 ont été de l'ordre de 0^m90, se superposant à des profondeurs d'eau minima de la Lukuga tombant jusqu'à 0^m50. La figure 4 fait apparaître que, pour ces faibles profondeurs d'eau, la Lukuga possède heureusement un grand pouvoir freinant la descente du niveau du lac. En effet, alors qu'à la fin de la période de cinq années qui a précédé le minimum de 1929, l'évaporation du lac Tanganika avait dépassé les apports de son bassin hydrographique et que la fluctuation saisonnière de 1926-1927 avait fait remonter le niveau maximum de 1927 à la cote 774^m40, c'est-à-dire à 1^m50 au-dessus du minimum de 1929, celui-ci ne se présente qu'à 0^m44 au-dessus du minimum de 1923 (10, p. 46).

» Qu'adviendrait-il de la chute de 1^m50 survenue en 30 mois de 1927 à 1929 si l'on voulait s'y opposer en établissant un barrage fixe sur le seuil de la Lukuga ? Considérons, à titre d'exemple, le barrage de 350 m de longueur qu'il a été envisagé d'établir avec une crête arasée

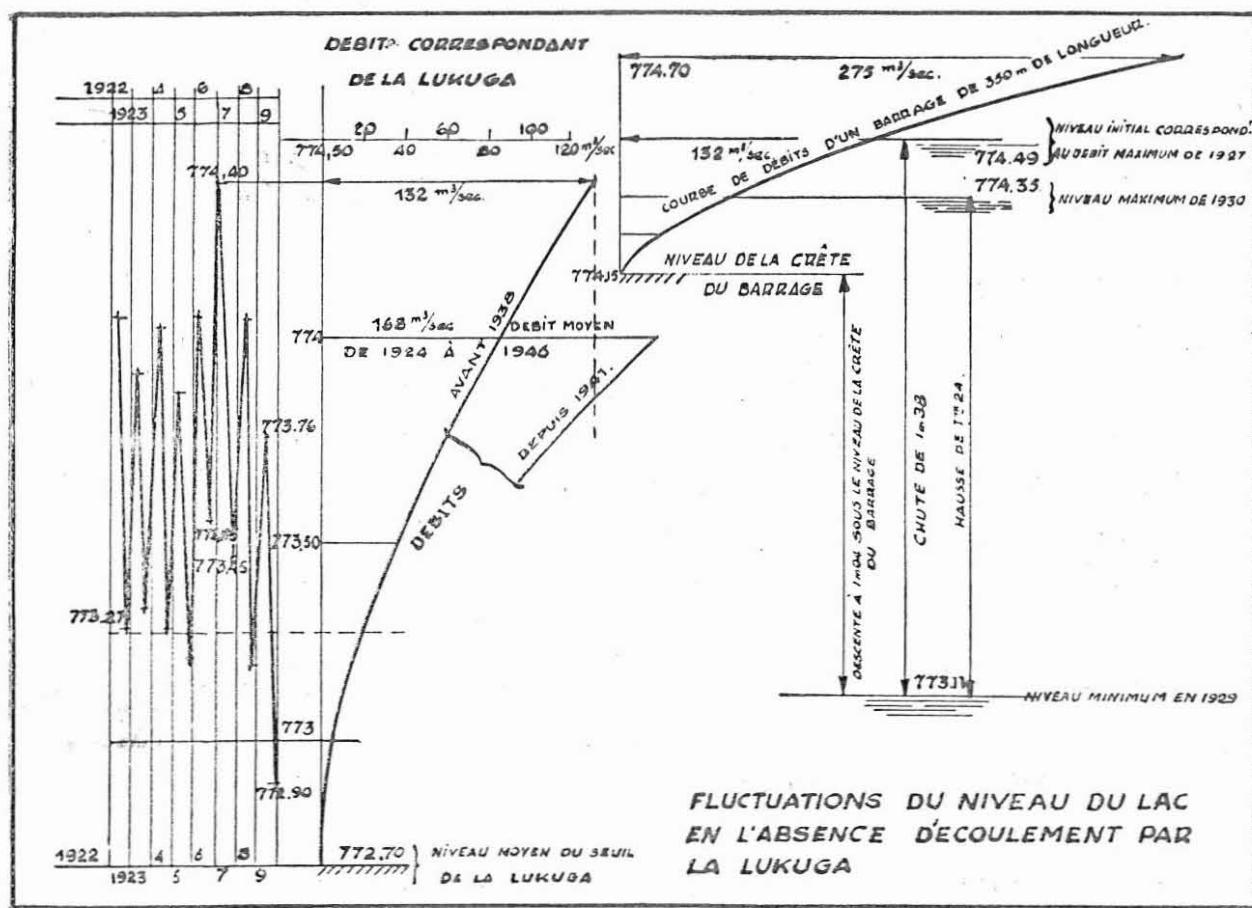


FIG. 18. — Fonctionnement d'un déversoir fixe.

à la cote 774^m15 et dont la courbe de débit serait définie par un débit de 275 m³/sec pour une charge d'eau de 0^m55 (fig. 18). Admettons, comme niveau initial du lac en 1927, le niveau surélevé correspondant au débit maximum de 132 m³/sec survenu en cette année. La courbe des débits du barrage-déversoir située ce niveau à la cote 774^m49. Pendant le laps de temps de 30 mois considéré, les trois périodes semestrielles de sécheresse ont déterminé une

baisse du niveau du lac qui a été effectivement de 1^m50 et qui aurait été de 1^m38 en l'absence d'évacuation par la Lukuga. Dans le cas du barrage envisagé, qui évacuerait entre les cotes 774^m49 et 774^m15, le niveau minimum de 1929 tomberait donc à la cote 774^m49 — 1^m38 = 773^m11, soit à 1^m04 au-dessous de la crête du barrage.

» On ne peut donc considérer la crête d'un barrage-déversoir comme le niveau auquel s'arrêterait la descente des eaux du lac. Semblable barrage présente d'ailleurs l'inconvénient d'amplifier grandement la disette d'eau de la Lukuga pour les niveaux inférieurs du lac. En effet, pour un régime climatique analogue à celui survenu entre 1927 et 1930, la première hausse saisonnière consécutive à la survenance du niveau minimum dans le lac s'arrêterait à moins de 0^m20 au-dessus de la crête du barrage. Il en résulte que pendant un laps de temps représentant la plus grande partie de la période de trois ans séparant les maxima de 1927 et 1930, le lit de la Lukuga serait à sec. La situation ainsi créée serait non seulement préjudiciable du point de vue hygiénique, mais favoriserait l'encombrement du lit de la rivière par la végétation et les cônes de déjections provenant des affluents. Il faudrait donc exécuter périodiquement de coûteux travaux de remise sous profil de la rivière sur une longueur atteignant probablement une dizaine de kilomètres depuis le lac jusqu'à Greinerville. Sinon la nature reprendrait ses droits et ne manquerait pas de relever le lit de la Lukuga et par conséquent le niveau maximum du lac. »

En conclusion, M. L. Van Wetter, tout en concédant qu'il faut, surtout aux colonies, accorder la préférence à un barrage du type fixe chaque fois qu'on peut s'en contenter, estime qu'un barrage mobile s'impose dans le cas actuel pour les raisons suivantes :

1° Des bouchures mobiles sont indispensables pour remédier aux conséquences de l'insuffisance actuelle des

débits d'étiage; elles permettent l'organisation de bonds d'eau pour balayer les envasements et les apports des affluents souvent torrentiels.

2° Le caractère périodique des deux genres de variations de niveau du lac permet de manœuvrer judicieusement les bouchures mobiles.

En effet, l'allure générale des niveaux du lac permet de prévoir, de nombreuses années d'avance, l'approche d'un minimum ou d'un maximum.

Dès lors, on peut, par une manœuvre convenable de fermeture ou d'ouverture des bouchures en période de hausse semestrielle, déterminer à volonté un emmagasinement ou une lâchure palliant la baisse ou la hausse excessive à craindre.

Seule la mobilité des bouchures permet donc d'apporter le maximum d'amélioration à la fois à l'abaissement du niveau maximum et au relèvement du niveau minimum du lac.

3° Des bouchures mobiles permettent de régulariser une partie du débit annuel moyen de $168 \text{ m}^3/\text{sec}$ et d'en concentrer le volume, par exemple sur le tiers de l'année, pour soutenir la navigation sur le Lualaba en saison de basses eaux.

4° L'emploi de bouchures permet de parer aux imprévus d'ordre climatique résultant de l'insuffisance de nos connaissances concernant le bassin hydrographique du Tanganika ainsi qu'à l'évolution encore inconnue du régime de la Lukuga en fonction des phénomènes d'érosion et des mouvements orogéniques. La souplesse que procure la mobilité du barrage s'impose d'autant plus que nous devons veiller à prévenir des objections et des réclamations de la part de la colonie anglaise bordant la rive opposée du lac.

Deux emplacements ont été envisagés jusqu'à présent pour le barrage régulateur à établir dans la Lukuga (planche II) : l'un, de 700 m de développement environ, dans la Traverse 6 (cumulée 300 du tableau VI), l'autre, d'une centaine de mètres de longueur en crête, se situerait vers la Traverse 30 (cumulée 1.500).

Tous deux peuvent convenir au point de vue du terrain, ainsi qu'il résulte des forages qui y furent entrepris fin 1941 par M. D. Ossosoff, au moyen d'une sondeuse Lemoine.

Les coupes des figures 16 et 17 résument les résultats des 27 forages effectués dans la tête de l'exutoire (Traverse 6), de même que des 17 forages entrepris dans la Traverse 30.

La transition entre argile et roche est souvent imperceptible. La roche a une allure schisteuse, mais de composition gréseuse, et est très résistante sous eau.

Le dernier des deux emplacements considérés aurait l'avantage d'un développement moindre. Il présente en outre la possibilité de procurer une longueur importante de rives accostables aux unités de faible tirant d'eau, et qui seraient propices à la création d'un quartier desservi par l'eau et le rail pour la petite industrie à Albertville.

NIVEAUX ADMISSIBLES.

Dans le Mémoire de 1938 (10, pp. 91-92), il a été établi que le niveau du lac ne peut pas descendre sous la cote 773^m50 (minimum admissible), afin que les bateaux belges actuellement en service sur le Tanganyika puissent continuer à accoster dans les ports.

De même, pour que l'apportement d'Albertville ne soit pas gêné par les crues, il faut que le niveau du lac ne monte pas au-dessus de la cote 774^m65 (maximum admissible).

Sous la rubrique « Stabilisation du niveau du Tanganiaka », nous avons vu (page 51) que ces limites 773^m50 et 774^m65 n'auraient pu être respectées qu'à partir de 1929 (diagramme des débits cumulés KLMN'OPQF'RC : pl. V) et que si, aux basses eaux de 1929, on avait voulu maintenir le niveau 773^m50 , il eût fallu tolérer, aux hautes eaux de 1927, un niveau 774^m81 ; l'amplitude des fluctuations serait passée ainsi de 1^m15 à 1^m31 (diagramme des débits cumulés A'DL''M'N'O''F''R'''C). Enfin, si, à partir de 1924, on s'était assigné de relever les niveaux d'étiage du Bief moyen Kindu-Ponthierville par des appports moyens de $112 \text{ m}^3/\text{sec}$ à fournir par la Lukuga, le diagramme des débits cumulés de la planche V aurait dû s'amorcer en 1924 suivant la droite A''D, dont l'inclinaison est représentative du débit de $112 \text{ m}^3/\text{sec}$. On constate dès lors que les hautes eaux de 1927 se seraient trouvées à une distance $YY'=1^m62$ au-dessus du niveau de base ou de référence, et l'on aurait dû disposer, aux basses eaux de 1924, d'une réserve d'eau d'une épaisseur $AA''=0^m64$ au-dessus du dit niveau de base. La figure 4 permet de se rendre compte qu'on aurait effectivement pu constituer pareille réserve au moyen des excédents des années antérieures. La planche V montre que, de 1929 à 1943, l'amplitude de 1^m62 pour les fluctuations du niveau aurait pu être respectée en adoptant dans la Lukuga un régime d'écoulement suivant la courbe des débits cumulés KM''O^{IV}F''R^{IV}. A partir de 1943, il aurait fallu, non plus s'inquiéter d'empêcher la hausse du lac au-dessus du niveau maximum imposé (1^m62 au-dessus du niveau de base ou de référence), mais seulement laisser passer les appports moyens de $112 \text{ m}^3/\text{sec}$ nécessaires pour améliorer les niveaux d'étiage du Bief moyen. Les débits cumulés correspondants sont représentés par la droite R^{IV}C''' et, aux basses eaux de 1946, on aurait disposé d'une réserve équivalant à une tranche d'eau d'épaisseur $CC'''=0^m24$ au-dessus du niveau de base ou de référence.

Toute la question se ramène dès lors à la détermination de la cote à admettre pour le dit niveau de base ou, ce qui revient au même, à faire choix du niveau maximum du lac, lequel se trouvera à 1^m62 au-dessus du niveau de base.

Comme nous l'avons déjà signalé, l'écoulement par la Lukuga sera d'autant plus aisé que le niveau maximum du lac aura été fixé plus haut.

A ce point de vue, la cote 775^m52 enregistrée aux hautes eaux de 1938 est à retenir, puisqu'elle a été atteinte par le lac dans des conditions naturelles et que, de ce fait, aucun dommage ne pourra être imputé par les riverains aux pouvoirs publics qui auront modifié artificiellement le régime des eaux du Tanganika.

Dès lors, le niveau de base ou de référence devient 775^m52 — 1^m62 = 773^m90 et l'on constate que, par rapport au niveau admissible minimum considéré en 1938, on obtient *ipso facto* 773^m90 — 773^m50 = 0^m40 de mouillage en plus dans tous les ports du lac.

Pareil choix entraîne malheureusement de sérieuses sujétions pour les installations riveraines, qui verront se reproduire périodiquement les inconvénients survenus aux hautes eaux de 1938, mais on est assuré que la situation de 1938 ne sera jamais aggravée et il suffira, par conséquent, d'apporter une fois pour toutes aux dites installations les agencements nécessaires, afin de sauvegarder l'avenir. Les appropriations les plus importantes devront être effectuées à Albertville : appontement, cale sèche, camp des travailleurs CFL...

Répétons ici ce que nous avons déjà mentionné à la page 18 du présent mémoire en ce qui concerne les variations des dépenses A (surélévation et déplacement des ouvrages riverains) et B (calibrage de la Lukuga) en fonction du niveau auquel on voudra stabiliser : celui-ci devra être choisi de façon que la somme A + B soit minimum.

Quoi qu'il en soit, et à défaut d'une documentation suffisante, la Commission instituée le 15 avril 1947 par M. le Ministre P. Wigny pour l'amélioration du régime du fleuve Congo a adopté comme hypothèse de travail la cote 775^m52 atteinte aux hautes eaux de 1938, comme niveau maximum admissible du lac Tanganika stabilisé. En tablant sur 1^m62 comme amplitude des fluctuations, le niveau minimum du lac stabilisé s'établit alors à 773^m90.

Supposant en outre que les appoints à fournir au Lualaba pour soutenir les étiages du Bief moyen Kindu-Ponthierville correspondent à une sortie moyenne minimum de 112 m³/sec du Tanganika, on constate, à l'examen de la planche V, que les objectifs qui viennent d'être définis auraient été atteints depuis 1924 en adoptant pour la Lukuga un régime d'écoulement figuré par le diagramme des débits cumulés A"DM"O^{IV}F""R^{IV}C"". Cette ligne brisée représentant également le niveau de base ou de référence à la cote 773^m90, les niveaux qu'auraient atteints les eaux du Tanganika stabilisé peuvent se comparer comme indiqué au tableau XV, par rapport aux niveaux réellement observés.

Il en résulte que, depuis 1924, tous les étiages auraient été relevés par rapport à ceux réellement observés, le minimum de 1929 passant de 772^m90 à 773^m90, et qu'aucune crue n'aurait dépassé la cote 775^m52. Celle-ci toutefois, aurait été atteinte non seulement en 1938, comme elle le fut en réalité, mais encore en 1940, 1942 et 1943. De plus, les appoints à fournir au Lualaba pour soutenir les mouillages du Bief moyen Kindu-Ponthierville auraient été conformes au minimum requis de 112 m³/sec de 1924 à 1929 et de 1942 à 1948. Le plus gros débit à évacuer par la Lukuga aurait dû l'être entre 1932 et 1938 (voir planche V) et il aurait représenté l'écoulement en 6 ans d'une tranche d'eau de 164 cm sur la surface du lac, ce qui correspond à un débit uniforme de 273 m³/sec.

CALIBRAGE DE LA LUKUGA.

Les apponts instantanés à fournir au Lualaba pour améliorer les mouillages du bief Kindu-Ponthierville devant être de l'ordre de $500 \text{ m}^3/\text{sec}$, il s'agit de faire passer ce débit par la Lukuga au moment où les eaux du lac sont au niveau minimum de $773^{\text{m}}90$. La courbe des débits de la figure 10 montre que, dans l'état actuel de la Lukuga, pareil débit n'est possible qu'à un niveau du lac vers la cote $775^{\text{m}}40$.

Pour abaisser l'axe hydraulique de la Lukuga correspondant au débit de $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ de la cote $775^{\text{m}}40$ à la cote $773^{\text{m}}90$, soit de $1^{\text{m}}50$, il convient de calibrer la rivière à la fois par normalisation du lit et par approfondissement de celui-ci.

Un calcul sommaire a montré que cet objectif pourrait probablement être atteint moyennant un déblai d'un peu plus d'un million de mètres cubes à répartir sur une quinzaine de kilomètres du cours supérieur de l'exutoire. L'expérience des travaux de curage entrepris en 1937-1941 à la tête de la Lukuga permet d'espérer que les travaux de déblai seront grandement facilités par l'érosion naturelle résultant de l'action même du courant de la rivière.

Comme l'a très judicieusement souligné M. L. Van Wetter, la Lukuga est une rivière alimentée par l'eau décantée d'un lac. Or, semblable eau attaque le lit d'un cours d'eau jusqu'à ce qu'elle soit saturée, de même qu'une eau pauvre en calcaire se montre agressive pour les canalisations constituées par un matériau contenant de la chaux libre. On constate d'ailleurs que le thalweg d'un fleuve recevant un affluent moins chargé de matériaux solides se creuse de part et d'autre du confluent (exemples : confluent de la Meuse et de la Sambre et celui du Rhône et de la Saône) ⁽⁷⁾.

(7) Un phénomène du même genre donne lieu à de très grandes difficultés dans le Colorado (États-Unis), en aval de Hoover Dam (13, pp. 36-37).

M. L. Van Wetter ajoute que les curages de 1937-1941 ont été exécutés en aval d'un seuil, c'est-à-dire dans une région où la pente du thalweg est plus forte que celle de l'axe hydraulique et où celui-ci présente généralement une pente supérieure à la moyenne. Dans ces conditions, le seuil est raboté par un courant de vitesse croissante vers l'amont et dépassant la moyenne. De fait, on a constaté que l'érosion naturelle ne s'est pas limitée à la région normalisée en 1937-1941, mais s'est étendue à $\frac{1}{2}$ km à l'amont.

Ce procédé économique peut être appliqué à cinq seuils au moins, qui sont, en commençant par l'aval (10, planche I) : celui qui se présente en aval de Greinerville et ceux de Kibamba, Lumbala, Kiputa-Mondala et Waltherth.

Semblable travail, préconisé par M. L. Van Wetter en quelques points seulement du cours supérieur de la Lukuga, augmentera notablement le débit de la rivière en normalisant sa pente et en réduisant le coefficient de rugosité précisément dans les tronçons où la vitesse est la plus grande.

De toute façon, le calibrage de l'exutoire devra se poursuivre sur une assez grande distance à partir du lac, car, jusqu'à Greinerville (cumulée 10.533), la pente de la rivière n'est que de l'ordre de 25 à 30 cm par km, et elle passe ensuite à 55-60 cm par km sur les 25 kilomètres suivants (planche IV).

Il convient de revenir un moment sur les diagrammes des débits cumulés de la planche V, diagrammes dont l'allure reflétera, après stabilisation des niveaux du lac, les manœuvres du barrage régulateur.

Il faut bien se rendre compte que, dans la réalité, les choses ne se présenteront pas aussi simplement que lorsque nous raisonnons à posteriori, car, contrairement à ce qui se passe dans les pays de vieille civilisation, où l'on dis-

pose d'un service météorologique s'appuyant sur un réseau fort dense de stations d'observation, la prévision des crues en Afrique Centrale restera pendant longtemps encore assez sommaire.

Comment aurait-on pu, par exemple, savoir en 1941 que le lac remonterait l'année suivante, et qu'à partir de 1938, il fallait évacuer par la Lukuga le débit exactement nécessaire pour maintenir les hautes eaux de 1942 et 1943 au niveau maximum $775^{m}52$, et ce, afin qu'à partir de 1943 on pût n'évacuer que l'appoint indispensable de $112\ m^3/sec$, en vue de maintenir dans le lac la réserve suffisante pour parer aux bas étages du Bief moyen ?

Il s'ensuit qu'un certain déficit devra forcément être toléré entre l'objectif qu'on se sera assigné et les résultats qu'on aura pu obtenir. Rappelons à ce propos que, par exemple, pour atténuer une hausse du lac à raison de 10 cm seulement par mois, il faudrait pouvoir évacuer par la Lukuga un débit de $1.200\ m^3/sec$. Les corrections à apporter dans les niveaux du lac demanderont donc des délais importants.

Il en sera de même, quoique dans une moindre mesure, pour les remèdes à mettre en œuvre dans le Bief moyen pendant les périodes d'étiage. On ne possède guère d'informations sur la propagation des ondes de crues dans le Lualaba, mais au Kasai, où les pentes sont plus fortes ($14\ cm/km$), la crue se déplace avec une vitesse d'environ 100 km par jour (12, p. 90).

Au surplus, étant donnée notre ignorance quant aux caractéristiques de la Lukuga inférieure et du Lualaba, la vitesse de translation ou célérité des apponts fournis par le Tanganika dans le Bief moyen échappe au calcul par les formules classiques de la forme $U=\sqrt{gH}$, mais on sait que dans les lits sans débordement, cette célérité U se rapproche de la vitesse moyenne V_m du courant. En première approximation, les Américains recourent à la

formule $U = 1,3 V_m$. Dans le cas présent, et en tablant sur une vitesse moyenne du courant de $0^m80/\text{sec}$, une onde de crue progressera avec une célérité de $1,3 \times 0^m80 = 1^m04/\text{sec}$ et mettra donc une huitaine de jours pour se propager depuis le Tanganiка jusqu'au confluent de la Lukuga dans le Lualaba ($\pm 300 \text{ km}$), et de là jusqu'à Kindu ($33^{\text{km}}5 + 366 \text{ km}$).

INSTALLATIONS RIVERAINES.

Les caractéristiques des ouvrages d'accostage du Tanganiка sont données dans le Mémoire de 1938 (10, p. 91). Elles peuvent se résumer comme suit par les cotes respectives du fond et de la plate-forme :

Albertville : 769^m50 et 775^m55 (fig. 19 à 22);

Uvira : 769^m40 et 776^m65 (fig. 23 et 24);

Usumbura : 769^m50 et 776^m65 (fig. 25);

Kigoma : 770^m25 et 776^m85 (fig. 26 et 27).

Comme il a été dit, en battant un parafouille en palplanches métalliques devant le remblai en moellons du port de Kigoma (10, p. 91), on pourra y draguer le plafond à la même cote (769^m50) que celles des autres ports du lac. C'est donc cette cote qui conditionne le niveau le plus bas sous lequel les eaux du Tanganiка ne peuvent descendre.

Les unités de la flottille belge présentent un tirant d'eau de 2^m50 en charge et l'on considère généralement que le mouillage doit être d'au moins 3^m20 . On arrive ainsi au chiffre de $769^m50 + 3^m20 = 772^m70$ comme *minimum minimorum* pour le niveau du lac.

Le niveau de base 773^m90 admis dans le paragraphe précédent constitue, comme on le voit, un progrès très sensible.

Voici, d'autre part, quelques informations devant entrer

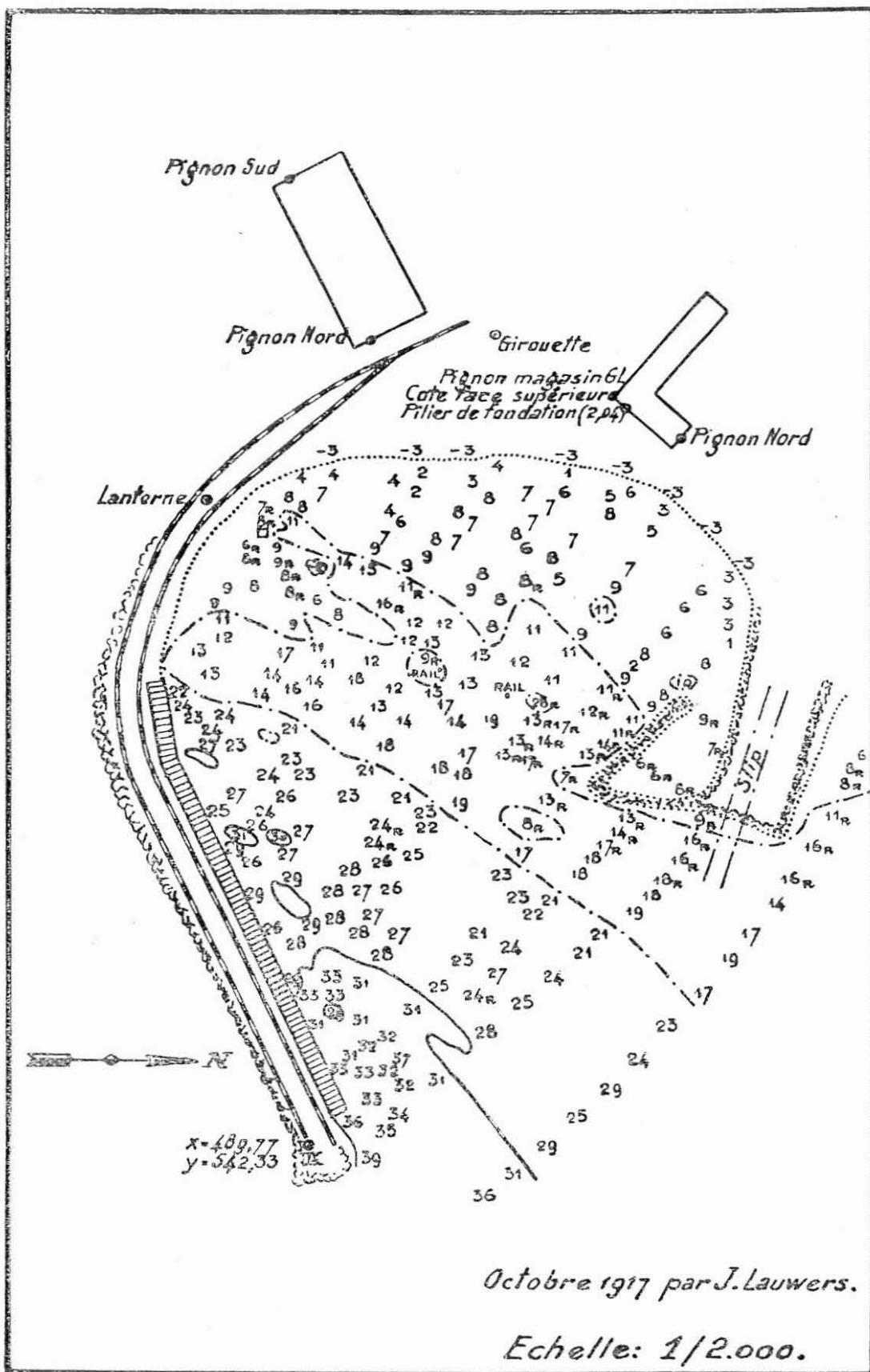


FIG. 19. — Atterrages d'Albertville en 1917.

en ligne de compte pour la fixation de la limite supérieure des niveaux du lac :

Albertville. — La bordure en béton surplombant l'appontement du port est aux cotes 775^m78 (côté intérieur) et 775^m76 (extrémité). La route conduisant à l'appontement a son axe, au droit du fond de la cale sèche, à la cote 775^m66 .

Cale sèche : salle des pompes et porte surhaussée 775^m35 ; bajoyer (entrée) 775^m33 .

Bureau de la Marine (pavement) : 775^m64 .

Nouvelle centrale (pavement) : 776^m25 .

Voie ferrée, en face de la gare : 776^m50 :

La digue qui protège la voie ferrée et les camps des travailleurs du C.F.L. est à la cote moyenne 776^m30 .

L'avenue Storms, traversant le quartier commercial, présente un point bas à 776^m27 et le pavé du dispensaire du camp C.F.L. est à 775^m90 .

Uvira. — Comme nous l'avons vu, la plate-forme du port de Kalundu (Uvira) est à la cote 776^m65 (fig. 24). D'après des informations émanant de l'Administration territoriale d'Uvira (n° 1769 du 23 octobre 1947), le centre commercial et le quartier du Territoire se trouvent au-dessus de la cote 777^m50 . Par contre, les voies ferrées situées entre le lac et la route de Costermansville s'échelonneraient entre les cotes 774^m50 et 777^m50 (fig. 23). En outre, la courbe 775^m50 recoupe les Ateliers-Dépôt du chemin de fer. On constate de même que les installations Cotonco, en bordure du lac et de la rivière Kalimabenge, sont traversées par les courbes 776^m50 et 777^m50 , une des habitations se trouvant même en contre-bas de la cote 776^m50 , et l'usine d'égrenage, légèrement au-dessus de la cote 777^m50 .

Enfin, les parcelles dites Kavimvira (terrains C.C.K. et Poulet) se trouvent également entre les cotes 775^m50 et 777^m50 .

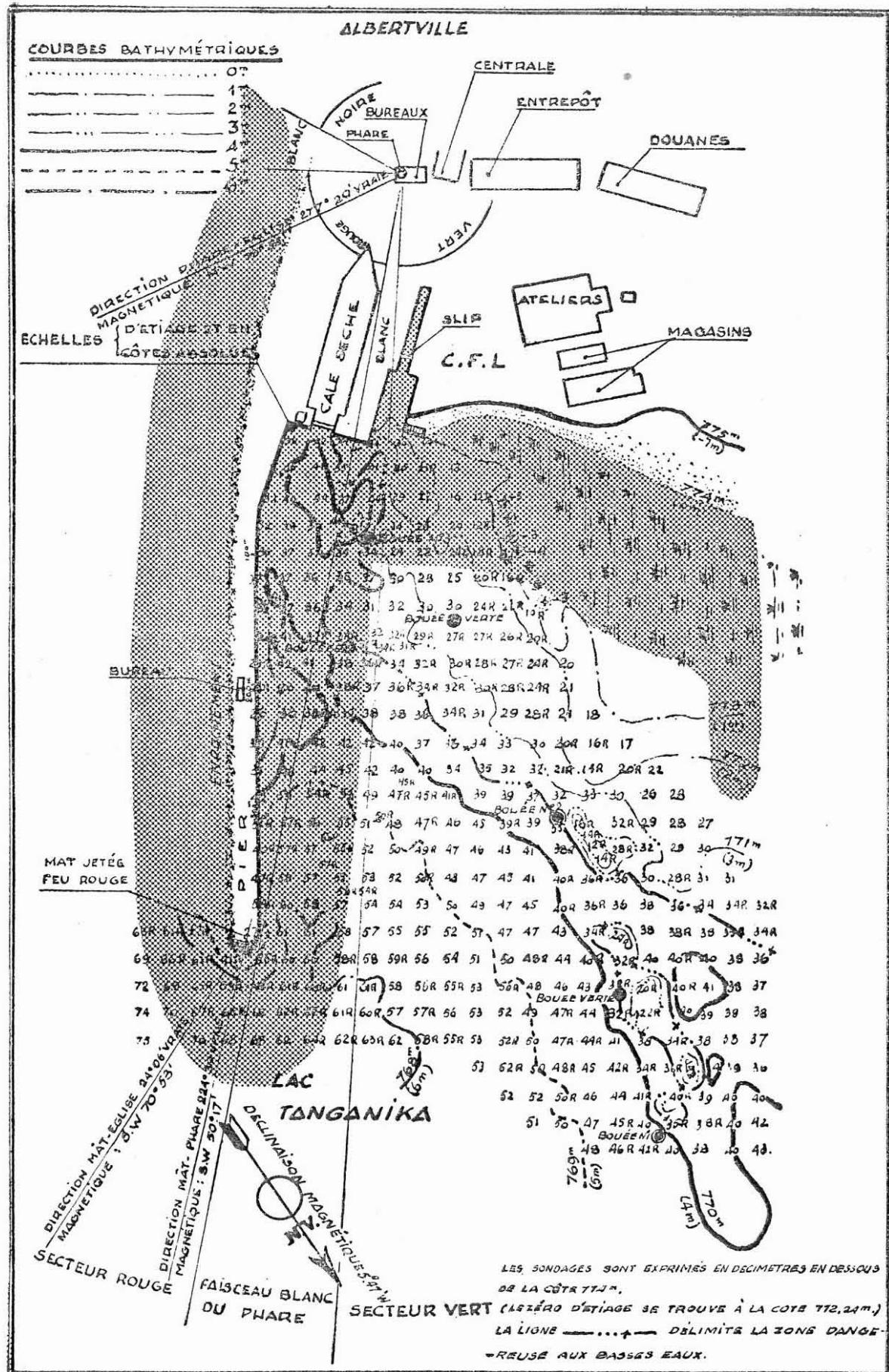
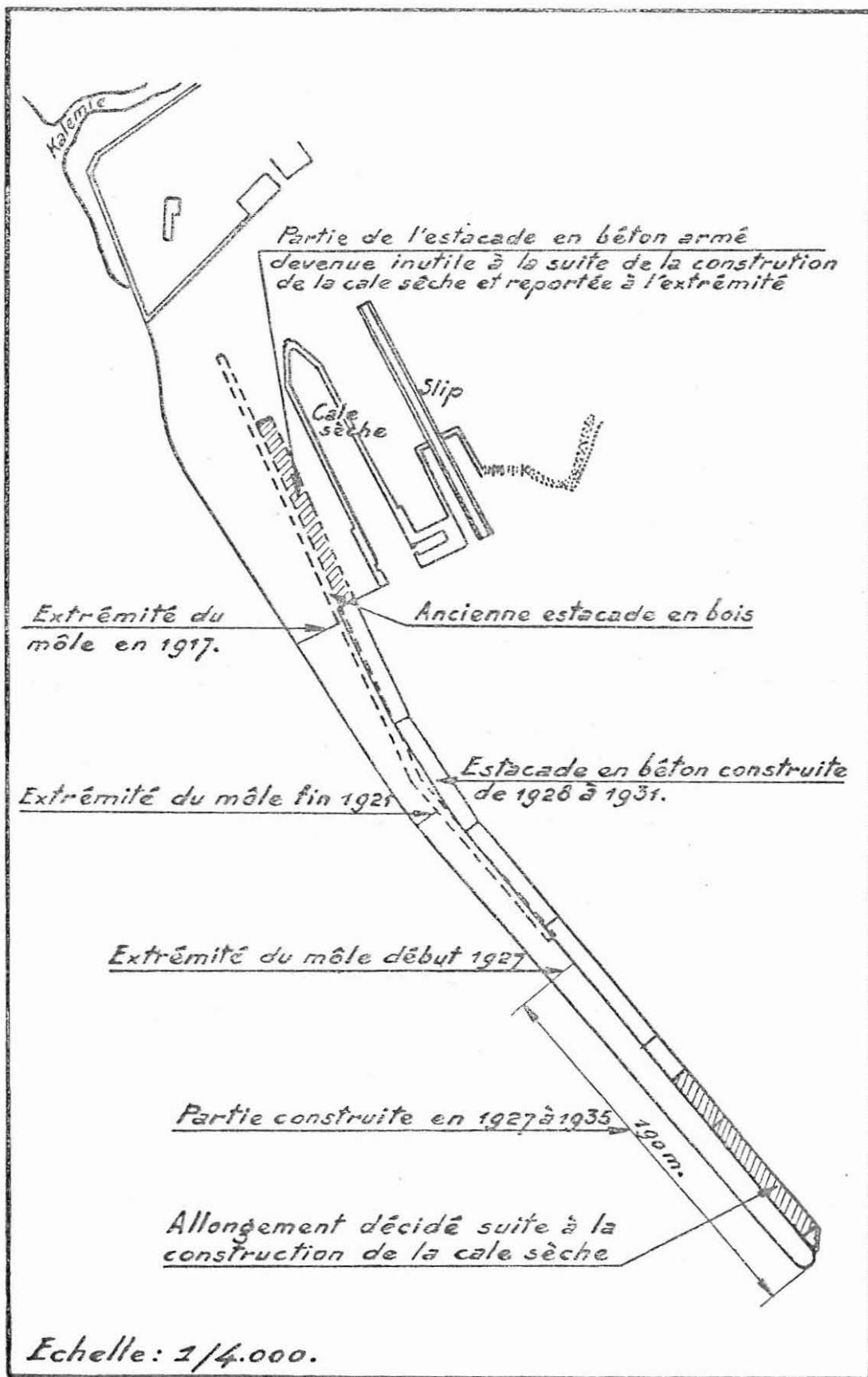


FIG. 20. — Atterrages d'Albertville en 1941.



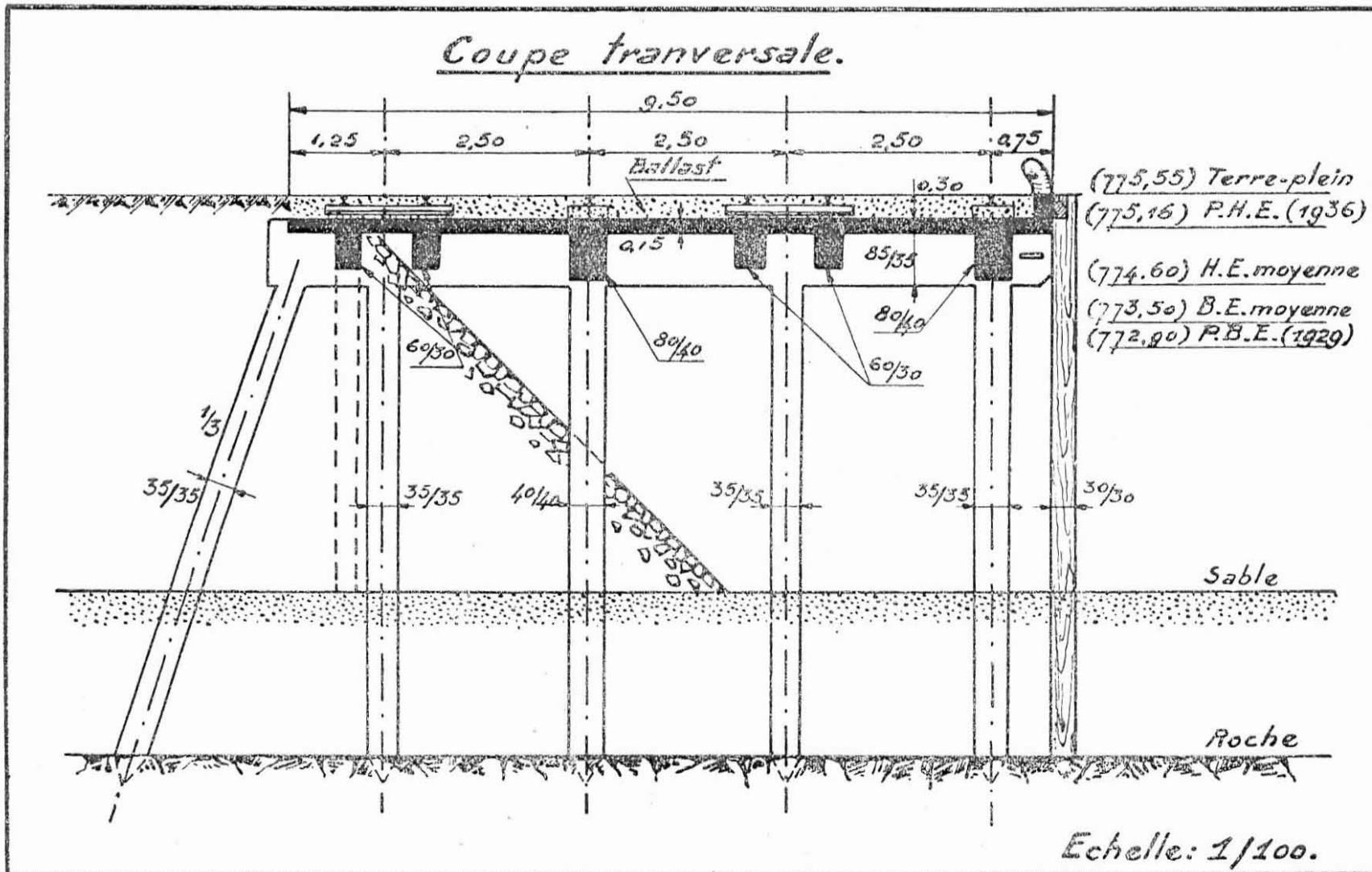


FIG. 22. — Appontement d'Albertville (coupe transversale).

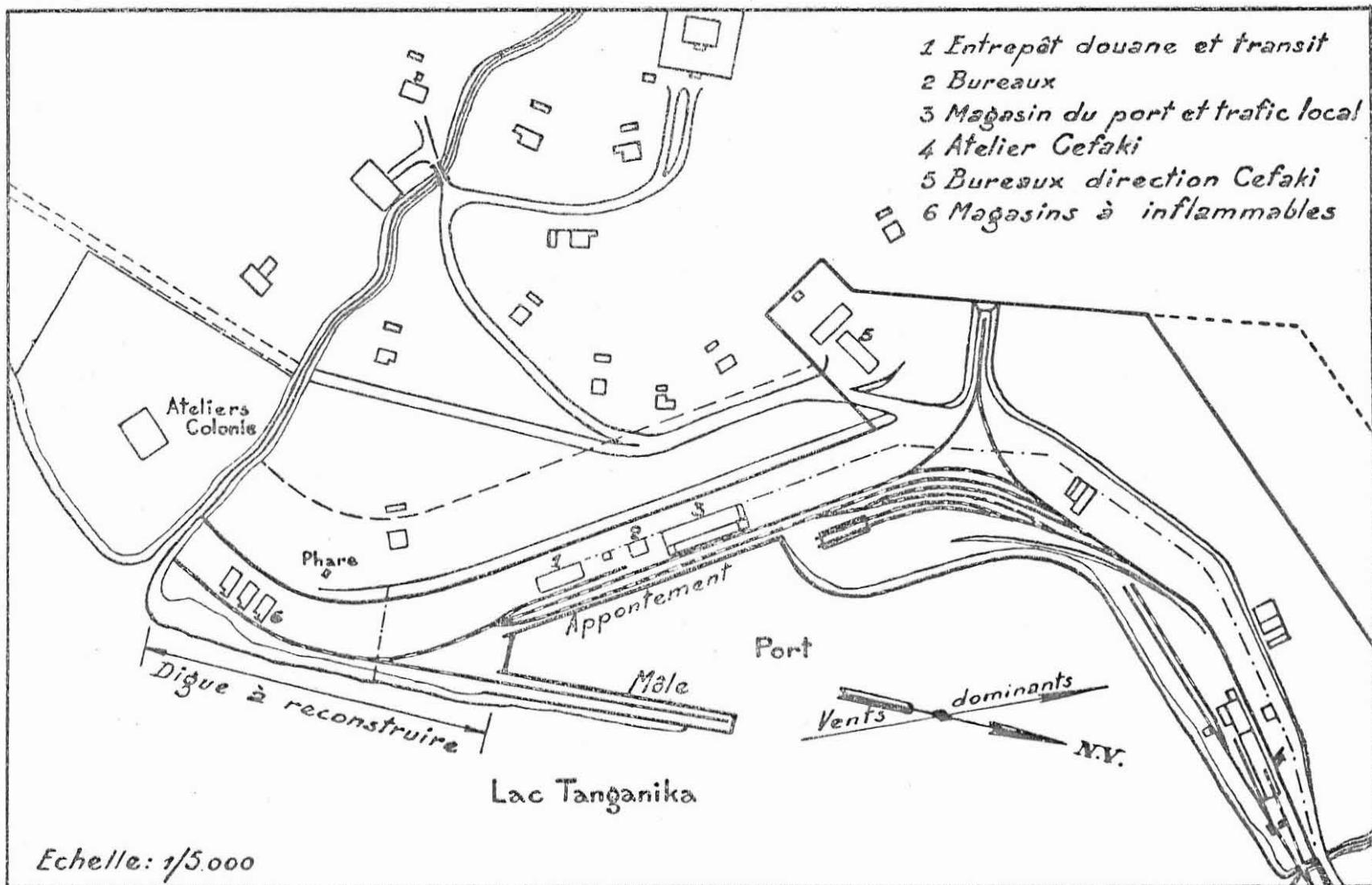


FIG. 23. — Situation du port d'Uvira (Kalundu).

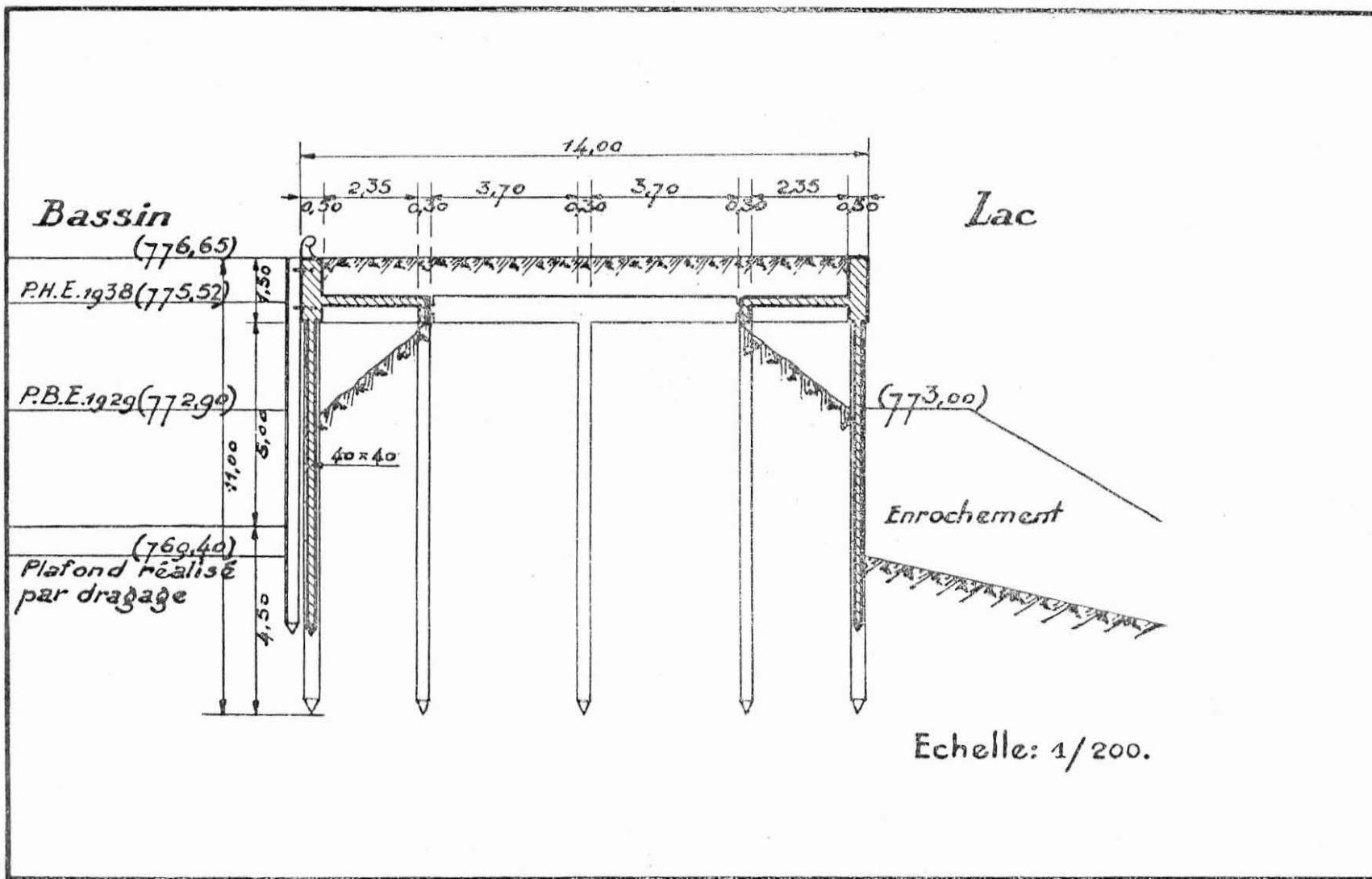


FIG. 24. — Môle du port d'Uvira (Kalundu).

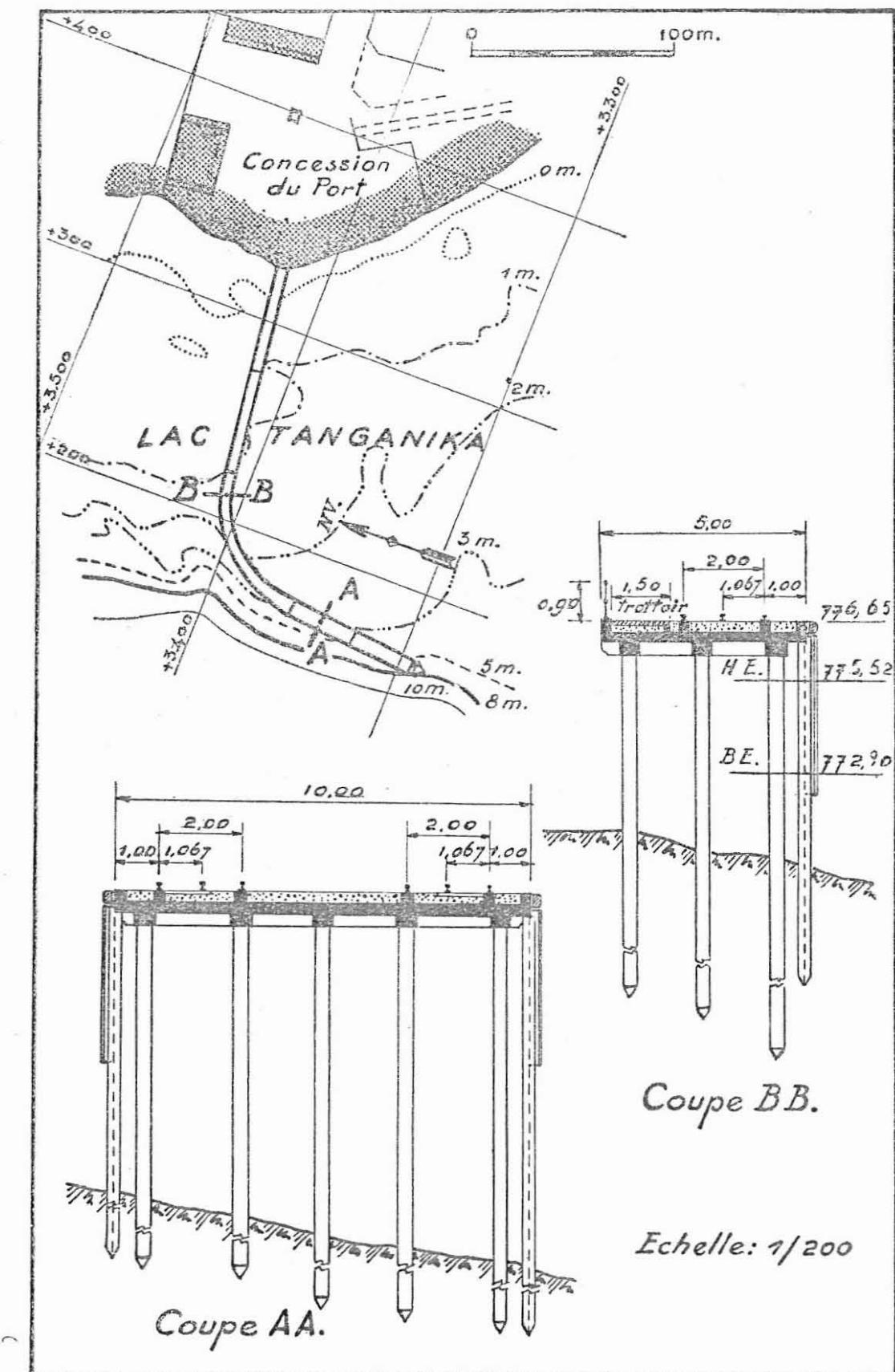


FIG. 25. — Situation et appontement du port d'Usumbura

ÉCHELLE 1/100

MAGASIN DE TRANSPORT

776.85

REMPALET
D'UN DE GALETS

1m.60

0.60

0.50 0.30

1.10 2.10

75.52) 1986.

TIRANT D'ANCRAGE DE L'APPONTEMENT

TIRANT D'ANCRAGE Ø 37

PALPLANCHE METALLIQUE DE 5 cm

RAMPA ROCHEUX
TERAIN NATUREL

770.25

9 m 20.

FIG. CORROSION VARIABLE



192.90) 1989

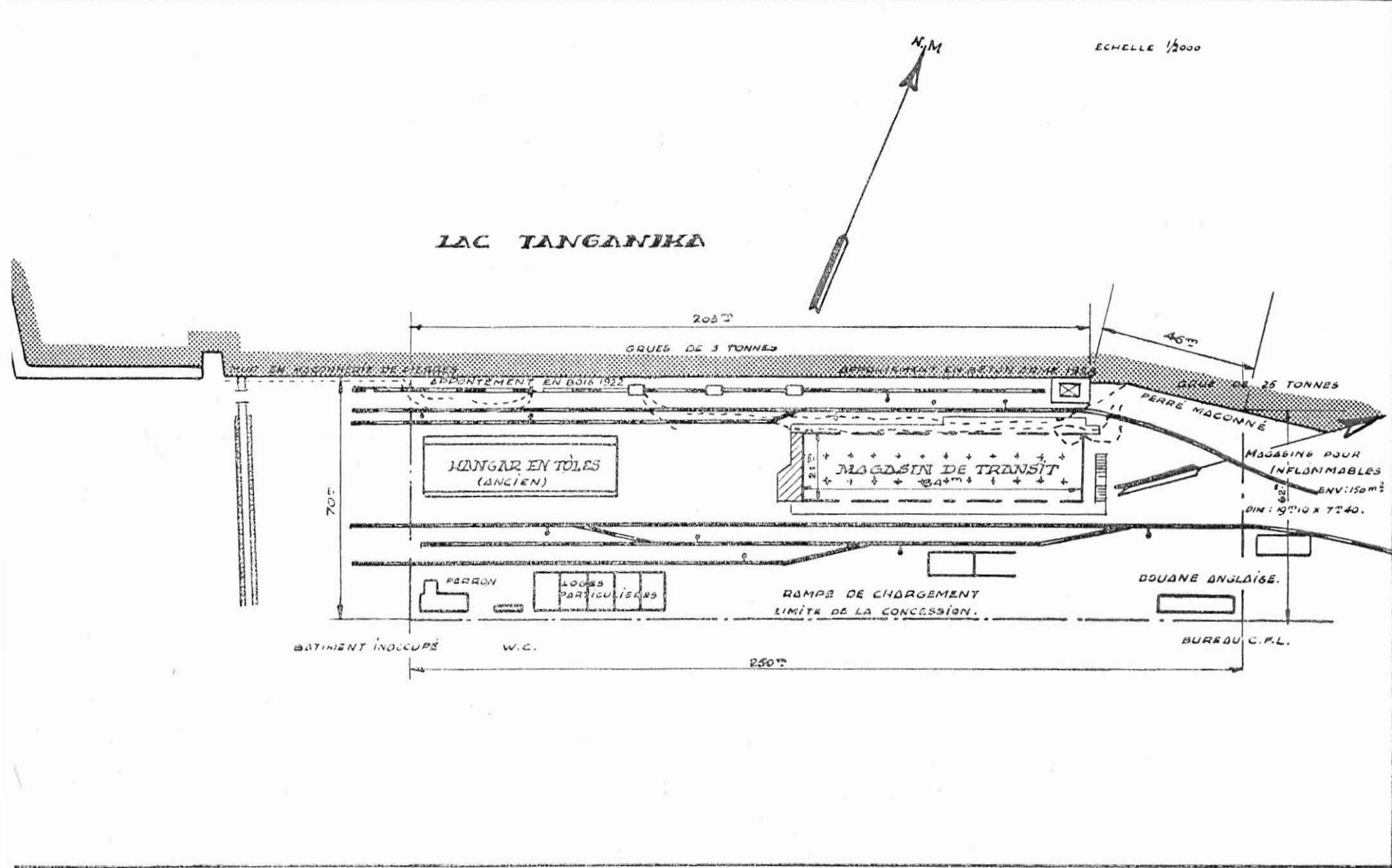


FIG. 26. — Situation du port de Kigoma.

Usumbura. — Le plan parcellaire annexé à l'ordonnance n° 36/TF du 23 juin 1946 du Gouverneur du Ruanda-Urundi mentionne des courbes de forme levées au clinimètre.

On peut observer qu'un grand nombre de parcelles du quartier industriel et du quartier résidentiel européen sont situées au-dessous des cotes 776 m et 775 m.

CONCLUSIONS.

En guise de conclusion de cette étude, nous ne pourrions mieux faire que de reproduire le rapport dressé à l'issue de ses travaux par la Commission ministérielle chargée d'examiner l'amélioration du régime du fleuve Congo.

Ce rapport est ainsi conçu :

Rapport de la Commission pour l'amélioration du régime du fleuve Congo.

Une Commission a été instituée le 15 avril 1947, par M. le Ministre P. Wigny, pour l'examen du projet d'amélioration du régime du fleuve Congo par la régularisation du débit des lacs et anciens lacs congolais.

Elle est composée comme suit :

Président :

M. C. Bollengier, Ingénieur en chef du Port d'Anvers, Professeur à l'Université de Gand;

Membres :

MM. E. Devroey, Ingénieur en chef honoraire du Congo belge;

R. Thys, Ingénieur, Lieutenant-Colonel de Réserve du Génie;

C. Van Mierlo, Ingénieur hydrographe;

L. Van Wetter, Ingénieur, Directeur général honoraire des Ponts et Chaussées;

Secrétaire :

M. E. Dangotte, Ingénieur, attaché à la Direction des Travaux Publics du Département.

Après s'être réunie à de nombreuses reprises, la Commission s'est prononcée unanimement quant à la possibilité d'améliorer le régime du fleuve Congo par la régularisation du débit des lacs et anciens lacs congolais.

La Commission a constaté que la hauteur des eaux sur quelques seuils du Bief moyen du Lualaba Kindu-Ponthierville peut, en période d'étiage, descendre jusqu'à 70 cm; elle estime possible de remédier à cette situation par des améliorations locales au droit de ces seuils, au moyen de travaux de dérochements et de dragages.

D'autre part, à la lumière des observations hydrographiques dont elle a pu disposer, et qui concernent exclusivement le lac Tanganika et son exutoire naturel, la Lukuga, la Commission considère que les objectifs suivants pourront être atteints par l'établissement d'un barrage mobile avec seuil fixe dans la tête de l'exutoire et la normalisation du cours supérieur de celui-ci :

1° Stabilisation des fluctuations du niveau du Tanganika avec, comme conséquences :

a) l'augmentation du mouillage dans tous les ports riverains et d'une nappe d'eau plus étendue que la Belgique sur laquelle s'effectue une navigation s'exerçant sur une longueur de 665 km, dépassant la distance de Bruxelles à Berlin;

b) la protection contre les inondations de toutes les installations existantes ou à prévoir en bordure du lac, dont les rives se développent sur près de 2.000 km.

2° Création d'un port intérieur abrité contre la houle dans l'exutoire de la Lukuga, dont la rive gauche se prête tout particulièrement à l'établissement d'un quartier industriel desservi à la fois par la voie d'eau et le rail.

3° Aménagement du terminus du ferry-boat Albertville-Kigoma (Transafricain).

4° Relèvement du niveau d'étiage du fleuve Congo en aval du confluent de la Lukuga, et notamment sur le Bief moyen du Lualaba entre Kindu et Ponthierville, où les mouillages minima pourront être portés de 0^m70 à 1^m20,

permettant ainsi de valoriser *ipso facto* une voie d'eau de 308 km, ce qui représente le parcours fluvial d'Anvers à Ruhrtort.

5° Amorce de la construction d'un pont définitif, les piles du barrage mobile pouvant aisément supporter un tablier. Un pont de ce genre devra tôt ou tard être construit, afin de faciliter les communications entre les deux quartiers d'Albertville séparés par la Lukuga.

* *

Ainsi que l'a souligné l'un des membres de la Commission, la régularisation du débit sortant du lac Tanganika et la normalisation du tronçon supérieur de la Lukuga fournissent un exemple typique du haut rendement économique que l'on peut atteindre par l'aménagement des cours d'eau, car une amélioration du régime porte ses fruits jusqu'à une très grande distance de l'endroit où s'exécutent les travaux, et le coût de ceux-ci se répartit sur un nombre élevé de kilomètres de voies mises en valeur.

Dans le cas qui nous occupe, on estime que les déblais nécessaires pour normaliser la Lukuga supérieure seront de l'ordre d'un million et quart de mètres cubes. L'expérience des travaux de curage entrepris dans la Lukuga en 1937-1941 permet de conclure que l'enlèvement des déblais pourra, dans une large mesure, être effectué par érosion naturelle du courant. Mais à supposer même que la totalité des déblais ($1.250.000\ m^3$) doive être exécutée par la main de l'homme, et que ces travaux ne servent qu'à la valorisation du seul bief Kindu-Ponthierville, on constate que chacun des 308.000 m de ce dernier n'aura coûté que le prix de quatre mètres cubes de terrassements.

Le processus de l'érosion naturelle pourra s'échelonner sur plusieurs années, mais ce qui ne peut être différé plus longtemps, c'est d'enrayer la baisse accélérée du lac

à laquelle on assiste depuis 1938 et qui, à cause précisément des travaux entrepris dans l'exutoire en 1937-1941, n'a aucune raison de s'arrêter au minimum enregistré en 1929 (772^m90). Le remède, et il est urgent, consiste à obturer la Lukuga par un barrage provisoire en palplanches métalliques, récupérables.

*
* *

La Commission tient à rappeler que les renseignements dont elle a pu disposer ne lui ont pas permis de dresser des projets définitifs. C'est qu'en effet, dès le début de ses travaux elle fut amenée à constater :

1° que la documentation hydrographique relative au fleuve et à un grand nombre de rivières principales du Congo, et indispensable à l'étude du régime de ces voies de communication, fait défaut ou n'existe qu'à l'état squelettique, et que, concernant le lac Moero, on ne possède pratiquement aucune documentation;

2° que l'étude hydrographique des rivières du Congo et du régime de celles-ci doit s'étendre sur un grand nombre d'années et exige la mise en observation continue des cours d'eau par un personnel stylé et suffisamment nombreux, assurant la continuité, et disposant d'un matériel et des appareils modernes en quantité suffisante.

Déjà lors de sa première réunion, tenue le 2 juillet 1947, la Commission avait décidé de présenter à M. le Ministre des Colonies le vœu de voir constituer une mission spéciale d'études chargée de recueillir, pour le bassin du Lualaba, des renseignements cartographiques, géodésiques et hydrographiques, semblables à ceux obtenus par la mission ayant procédé en 1929 à l'étude du Kasai (12, pp. 56-66).

De même, lors de la mission effectuée au Tanganika en 1947 par M. E. Devroey, il avait été demandé d'effectuer

certaines observations et, notamment, de procéder à un levé photoaérien de la Lukuga, en vue d'en dresser un plan au 1/20.000^e sur une cinquantaine de kilomètres à partir du lac.

Enfin, dès 1939, l'attention des autorités avait été attirée sur la nécessité de dresser l'inventaire des installations en bordure du lac.

De tout cela, malheureusement, rien n'a été fait et ce serait une dangereuse illusion que de continuer à s'imaginer qu'un remède quelconque pourra être apporté à cette carence, dans l'état actuel de l'organisation administrative de la Colonie.

D'après cette organisation, c'est, en effet, au Service des Voies Navigables qu'incombe le soin de procéder aux études et investigations nécessaires. Mais les attributions de ce service ne se bornent pas à l'étude du régime du fleuve et de ses affluents ainsi qu'à l'établissement des cartes hydrographiques. Elles s'étendent en outre au balisage, aux feux et signaux, au pilotage, à la police de la navigation et à l'inspection du matériel navigant, aux transports par eau du Gouvernement, à l'aménagement et à l'entretien des passes et, enfin, à la construction des ports.

Le Service des Voies Navigables du Gouvernement Général ne dispose actuellement que de deux ingénieurs, alors qu'il en faudrait plusieurs fois autant rien que pour s'occuper de la construction et de la modernisation des installations portuaires, dont le programme comporte des centaines de millions.

D'autre part, l'effectif proprement dit du Service en hydrographes, conducteurs et officiers de marine est loin de pouvoir, numériquement, faire face aux nécessités immédiates qui harcèlent ses dirigeants, avec la conséquence que sur le Haut-Fleuve, le balisage ne répond plus aux besoins, et que, dans le Bas-Congo, les résultats d'an-

nées d'efforts méthodiques pour l'approfondissement des passes sont en train d'être compromis. C'est ce qui explique aussi que depuis longtemps déjà, plus aucun jaugeage n'a été effectué sur les voies navigables et que les conclusions de la Commission concernant l'amélioration du Bief moyen sont basées sur une seule mesure de vitesse et sur une seule mesure de débit sur cette magnifique voie d'eau de 308 km de longueur que l'on a voulu doubler par un chemin de fer...

Enfin, la Commission, par défaut d'éléments d'appréciation, s'est trouvée dans l'impossibilité de fixer un ordre de grandeur, même approximatif, des crédits à engager pour obtenir les solutions qu'elle estime réalisables. Ce serait une autre illusion dangereuse que de s'imaginer que ces résultats s'obtiendront sans dépenses importantes, car pour la régularisation des niveaux du lac Nyassa, les estimations de spécialistes anglais s'échelonnent de 35 à plus de 200 millions de francs belges (8).

Au Congo, rien que pour pallier les difficultés de navigation qui entravent parfois le trafic du Bief moyen, — à des intervalles d'ailleurs beaucoup plus éloignés que les interruptions dues aux glaces sur les cours d'eau d'Europe et d'Amérique, — on n'a pas hésité à préconiser un chemin

(8) Le chiffre de 35 millions de francs (200.000 £) résulte des travaux de M. F. E. KANTHACK (21, p. 21). L'auteur fit un premier séjour au lac Nyassa en 1939 pour y étudier la possibilité d'installer une usine d'aluminium à partir des bauxites. Il effectua une seconde mission en septembre-octobre 1944 pour l'étude de la stabilisation du niveau du lac. Son rapport est daté de Johannesburg, le 5 février 1945.

L'autre estimation a été citée par M. A. E. GRIFFIN (19, et 9, p. 59) ancien directeur des irrigations du Soudan, qui visita le lac Nyassa à la saison sèche de 1946. Les trois solutions préconisées par M. Griffin comportent des dépenses allant de 130 à 306 millions de francs (750.000 à 1.750.000 £).

Les avant-projets de MM. Kanthack et Griffin sont l'objet, en ce moment, d'une mise au point par une mission hydrologique constituée pour une durée de trois ans et financée par le Colonial Development Fund (*Engineering News-Record*, New-York, octobre 1948, pp. 8-9)

de fer de plus de 300 km entre Ponthierville et Kindu, ce qui au bas mot représenterait un investissement de trois quarts de milliard...

Pour le prix de 3 à 4 km de chemins de fer, les conclusions théoriques de la Commission du 15 avril 1947 pourraient passer du terrain de l'hypothèse sur celui, beaucoup plus solide, des réalités, car il est bien certain que pour 10 millions on aura constitué la brigade d'étude de quatre ou cinq techniciens qui, en un ou deux ans, aura recueilli sur place tous les éléments permettant enfin, mais alors seulement, de dresser les projets d'exécution, qui, d'après la Commission, sont assurés du succès.

Il faut notamment, par des arguments de nature économique et des calculs rigoureux basés sur des observations précises :

1° justifier le niveau maximum à adopter pour les fluctuations du lac;

2° préciser le type et les dimensions du barrage mobile à construire;

3° déterminer la valeur exacte des appooints à envoyer au Bief moyen en période d'étiage ainsi que les conditions pratiques de temps dans lesquelles ils apporteront effectivement remède à l'insuffisance des mouillages;

4° détailler les travaux de normalisation à effectuer dans la Lukuga pour mettre sa capacité d'évacuation à hauteur des dits appooints.

*
* *

La Commission est d'accord pour reconnaître que dans l'état actuel des choses, avec les moyens et le personnel dont il dispose, le Service des Voies Navigables de la Colonie n'est pas en mesure d'entreprendre, avec méthode et continuité, des études hydrographiques systématiques.

100 STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA

Des propositions concrètes ont été introduites pour faire remplir ce devoir de souveraineté par un organisme plus souple auquel participeraient, en une confiante collaboration, l'Administration, le haut enseignement et l'initiative privée.

Sans doute, d'autres solutions peuvent être envisagées, mais celle-ci à l'avantage d'avoir, depuis des mois, rallié beaucoup de suffrages. La Commission estime qu'il est grand temps de passer aux actes.

BIBLIOGRAPHIE (9).

1. African Lakes (Regulation of...), dans *The Times of Industry*, Londres, août 1948, p. 60.
2. AUDEOUD, Les grands projets d'irrigation du Nil, dans *La Houille Blanche*, Grenoble, numéro spécial B de 1948, pp. 770-772.
3. BERTRAM (C. K. RICARDO), H. J. H. BORLEY and ETHELWYNN TREWAVAS, Report on the fish and fisheries of Lake Nyasa, Londres, 1942. Compte rendu dans *The Geographical Journal*, Londres, juillet 1943, pp. 38-39.
4. BROOKS, C. E. P., Variations in the levels of the Central African Lakes Victoria and Albert, dans *Geographical Memoirs*, n° 20, vol. 2, pp. 336-344, Meteorological Office, Air Ministry, Londres, 1923.
5. CORBETT, Dom M., Stream-gaging procedure, Water-Supply paper n° 888, U.S. Department of the Interior, Washington D.C., 1945
6. CORNET, RENÉ-J., Le bief Kindu-Ponthierville et l'aménagement du régime du fleuve Congo, interview du lieutenant-colonel Robert Thys dans *La Revue coloniale belge*, 1^{er} février 1947, pp. 68-70.
7. DEBENHAM, F., Conserving water in Tropical Africa, dans *East Africa and Rhodesia*, Londres, 20 mai 1948, p. 1014.
8. — The Water resources of Central Africa, dans *The Geographical Journal*, Londres, septembre 1948, pp. 222-234.
9. — Report on the Water resources of the Bechuanaland Protectorate, Northern Rhodesia, the Nyasaland Protectorate, Tanganyika Territory, Kenya and the Uganda Protectorate, dans *Colonial Research Publications*, n° 2, H.M. Stationery Office, Londres, 1948.
10. DEVROEY, E.-J., Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganyika, *Mém. I.R.C.B.*, section des Sc. techn., in-8°, Bruxelles, 1938.
11. — Les fluctuations de niveau du lac Tanganyika, dans *Comptes rendus du Congrès de 1939 de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (A.F.A.S.)*, Impr. H. Vaillant-Carmanne, Liège, 1939, pp. 134-147.
12. — Le Kasai et son bassin hydrographique, Impr. Goemaere, Bruxelles, 1939.
13. — Une mission d'information hydrographique aux États-Unis pour le Congo belge, *Mém. I.R.C.B.*, section des Sc. techn., in-8°, Bruxelles, 1949.

(9) Voir aussi la bibliographie publiée dans E. DEVROEY, Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganyika (*I.R.C.B.*, Bruxelles, 1938, pp. 123-127).

102 STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA

14. DIXEY, Dr F., Lake Level in relation to rainfall and sunspots, dans *Nature*, Londres, 1^{er} novembre 1924, pp. 659-661.
15. — Idem, dans *The Geographical Journal*, Londres, octobre 1928, p. 392.
16. FOURMARIER, P., Observations de géographie physique dans la région du Tanganyika, dans *Annales de la Société géologique de Belgique* (Publications relatives au Congo belge et aux régions voisines), t. XLII, Liège, 1918-1919, pp. C. 59-78.
17. GAMLEN, G. L., Transport on the river Shire, dans *The Geographical Journal*, Londres, novembre 1935, pp. 449-455.
18. — Idem, dans *Ibidem*, février 1936, pp. 140-144.
19. GRIFFIN, A. E., Report on flood control and reclamation on the Lower Shire River and other specified areas in Nyasaland, Londres, 1949.
20. KANTHACK, F. E., The fluctuations of Lake Nyasa, dans *The Geographical Journal*, Londres, juillet 1942, pp. 22-31.
21. — Report on the measures to be taken to permanently stabilize the water level of Lake Nyasa, Government Printer, Zomba (Nyasaland), 1948.
22. KENT, P. E., The Country round the Kavirondo Gulf of Victoria Nyanza, dans *The Geographical Journal*, Londres, juillet 1942, pp. 22-31.
23. Lake Nyasa in relation to sunspot frequency (Variations in the level of...), dans *Ibidem*, Londres, mai 1925, pp. 437-439.
24. Lake Victoria diurnal fluctuation, dans *Nature*, Londres, 1925, pp. 311 et 536.
25. Lakes Victoria and Albert in relation to sunspot frequency (Variations in the level of...), dans *The Geographical Journal*, Londres, mars 1924, pp. 267-268.
26. LELOUP, E., Une mission hydrobiologique belge au lac Tanganyika (1946-1947), dans *Les Naturalistes belges*, Bruxelles, janvier 1949, pp. 2-9.
27. NICOLET, M., Introduction à l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres : le soleil, dans *Miscellanées*, fasc. XI, Institut Royal Météorologique de Belgique, Bruxelles, 1943.
28. PARKINSON, JOHN, The North-Western extension of the Jubaland Plain and the drainage of the Upper Nile, dans *The Geographical Journal*, Londres, avril 1925, pp. 335-340.
29. ROBERT, M., Le Congo physique, troisième édition, H. Vaillant-Carmanne, Liège, 1946.
30. SHARPE, Sir A., Geography and Economic Development of British Central Africa, dans *The Geographical Journal*, Londres, janvier 1912, pp. 1-22.
31. — The Backbone of Africa, H. F. et G. Witherby, Londres, 1921.

32. STAPPERS, L., Notes sur les variations saisonnières de l'embouchure de la Lobozi, affluent du Tanganiка, dans *La Revue congolaise*, Bruxelles, 1913, pp. 100-110.
 33. — Sondages dans le lac Tanganiка, dans *Ibidem*, pp. 116-118.
 34. — Exploration scientifique du Dr L. Stappers aux lacs Moero et Tanganiка. Recherches bathymétriques sur les lacs Moero et Tanganiка, dans *Annales de Biologie lacustre*, Bruxelles, VII 1914, pp. 83-114.
 35. THYS, ROBERT, Essai sur l'amélioration du régime du fleuve Congo par la régularisation du débit des lacs et anciens lacs congolais, publié par la Compagnie pour le Commerce et l'Industrie, Bruxelles, 1913.
 36. WORTHINGTON, SAND E. B., Inland waters of Africa, Mc Millan and Co, Londres, 1933.
-

LISTE DES TABLEAUX.

	Pages.
I. Niveaux du lac Tanganika à Albertville (1932-1948)	106-107
II. Variations annuelles du niveau du lac à Albertville ...	108
III. Niveaux du lac à Albertville en 1948	109
IV. Observations pluviométriques dans le bassin du Tanganika	110-111
V. Débits de la Lukuga	112-113
VI. Cotes moyennes du fond de la Lukuga	114
VII. Axes hydrauliques de la Lukuga	115
VIII. Écoulement par la Lukuga	116-117
IX. Niveaux du Lualaba (bief moyen) à Kindu (1932-1948) ..	118-119
X. Niveaux journaliers du Lualaba (bief moyen) à Kindu en 1948	121
XI. Niveaux du Lualaba (bief moyen) à Lowa (1932-1948) ...	122-123
XII. Niveaux journaliers du Lualaba (bief moyen) à Lowa en 1948	125
XIII. Niveaux du Lualaba (bief moyen) à Ponthierville (1932-1948) . ..	126-127
XIV. Niveaux journaliers du Lualaba (bief moyen) à Ponthierville en 1948	128
XV. Niveaux réels du Tanganika et niveaux du lac stabilisé.	129
XVI. Niveaux moyens et moyennes annuelles des débits du fleuve Congo à Léopoldville (1902-1948)	130

TABLEAU I. — Niveaux du lac

Emplacement : L'échelle limnimétrique est installée au début de l'appontement du Port Public, à l'entrée de la cale sèche.

Son zéro est à la cote absolue 772m24, à 5m76 sous le repère fondamental d'altimétrie fixé sur le pilier de gauche du porche d'entrée de la Gare (C.F.L.). Un repère local, constitué par une cornière cimentée dans la face supérieure du quai, à proximité de l'échelle, se trouve à 3m50 au-dessus du zéro de celle-ci.

Le tableau suivant mentionne les lectures H en cotes absolues 770,00+H.

		1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
		—	—	—	—	—	—	—
1 ^{er} janvier	...	4,16	4,43	4,21	4,19	4,19	4,48	5,07
15 janvier	...	4,14	4,57	4,26	4,16	4,31	4,60	5,08
1 ^{er} février	...	4,16	4,60	4,30	4,20	4,38	4,61	5,12
15 février	...	4,23	4,81	4,32	4,27	4,49	4,68	5,16
1 ^{er} mars	...	4,30	4,81	4,40	4,38	4,53	4,71	5,23
15 mars	...	4,46	4,84	4,43	4,50	4,63	4,79	5,28
1 ^{er} avril	...	4,59	4,86	4,54	4,54	4,72	4,96	5,40
15 avril	...	4,64	4,87	4,58	4,64	4,95	5,13	5,50
1 ^{er} mai	...	4,67	4,86	4,61	4,69	5,10	5,32	5,49
15 mai	...	4,87	4,84	4,58	4,68	5,11	5,40	5,48
1 ^{er} juin	...	4,76	4,70	4,48	4,66	4,98	5,39	5,39
15 juin	...	4,74	4,58	4,39	4,58	4,86	5,34	5,29
1 ^{er} juillet	...	4,64	4,52	4,28	4,49	4,81	5,27	5,26
15 juillet	...	4,57	4,43	4,24	4,39	4,73	5,23	5,16
1 ^{er} août	...	4,50	4,40	4,14	4,29	4,61	5,15	5,06
15 août	...	4,40	4,36	4,08	4,22	4,53	5,05	4,98
1 ^{er} septembre	...	4,36	4,25	4,02	4,12	4,49	4,98	4,87
15 septembre	...	4,26	4,19	3,93	4,06	4,41	4,93	4,83
1 ^{er} octobre	...	4,26	4,17	3,85	4,01	4,36	4,88	4,79
15 octobre	...	4,23	4,10	3,80	3,98	4,35	4,86	4,71
1 ^{er} novembre	...	4,20	4,12	3,84	3,91	4,28	4,88	4,71
15 novembre	...	4,23	4,06	3,97	3,92	4,28	4,94	4,71
1 ^{er} décembre	...	4,24	4,15	4,01	4,01	4,33	5,01	4,72
15 décembre	...	4,32	4,22	4,12	4,10	4,39	5,05	4,84
HE...	...	4,87	4,90	4,62	4,76	5,16	5,42	5,52
BE...	...	4,20	4,04	3,80	3,90	4,26	4,83	4,68

N. B. — Les chiffres en *italique* ont été observés par la Compagnie des

Tanganika à Albertville (1932-1948).

Période d'observation : Les niveaux du lac Tanganika ont été observés occasionnellement depuis 1846; journallement depuis 1909.

Extrêmes : Hautes eaux : 775^m52 le 5 mai 1938.

Basses eaux : 772^m90 en novembre 1929.

Observateur : Administrateur territorial.

1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,88	4,89	4,65	4,45	4,64	4,18	4,04	3,76	3,58	3,72
4,97	4,93	4,67	4,52	4,67	4,25	4,08	3,86	3,62	3,78
4,98	4,96	4,66	4,55	4,64	4,29	4,14	3,78	3,68	3,84
5,04	5,02	4,69	4,57	4,68	4,29	4,21	3,77	3,78	3,86
5,12	5,06	4,71	4,59	4,72	4,37	4,22	3,78	3,81	3,85
5,15	5,14	4,73	4,71	4,81	4,39	4,25	3,69	3,86	3,94
5,21	5,27	4,78	4,86	4,82	4,47	4,28	3,78	3,94	3,96
5,26	5,32	4,83	5,10	4,85	4,50	4,34	3,80	4,08	4,00
5,40	5,32	4,85	5,18	4,88	4,50	4,32	3,92	4,20	4,08
5,42	5,36	4,82	5,17	4,93	4,49	4,34	4,06	4,20	4,17
5,36	5,30	4,77	5,17	4,88	4,46	4,29	4,04	4,17	4,12
5,27	5,20	4,72	5,13	4,79	4,43	4,26	3,97	4,14	4,10
5,17	5,14	4,64	5,00	4,69	4,38	4,20	3,93	4,09	4,02
5,13	5,01	4,56	4,92	4,62	4,27	4,12	3,81	3,96	3,89
5,04	4,92	4,47	4,81	4,50	4,12	4,04	3,71	3,95	3,68
4,96	4,83	4,36	4,74	4,42	4,06	3,93	3,63	3,79	3,60
4,87	4,76	4,27	4,72	4,34	3,90	3,83	3,53	3,78	3,41
4,80	4,68	4,23	4,66	4,26	3,86	3,76	3,46	3,74	3,46
4,77	4,64	4,17	4,56	4,21	3,82	3,72	3,39	3,67	3,39
4,73	4,55	4,12	4,53	4,16	3,81	3,66	3,34	3,60	3,34
4,71	4,61	4,08	4,50	4,08	3,72	3,62	3,34	3,55	3,41
4,73	4,57	4,17	4,55	4,02	3,76	3,54	3,33	3,57	3,49
4,77	4,63	4,23	4,56	4,12	3,84	3,64	3,42	3,60	3,48
4,82	4,67	4,31	4,61	4,16	3,96	3,69	3,52	3,70	3,54
5,42	5,38	4,86	5,19	4,93	4,50	4,34	4,08	4,22	4,20
4,69	4,54	4,06	4,49	4,02	3,71	3,49	3,32	3,54	3,31

TABLEAU II. — **Variations annuelles du niveau du lac à Albertville.**
(En mètres.)

Années	Hautes eaux	Basses eaux	Amplitudes	
			Descente	Montée
1934	774,62	773,80	0,82	0,94
1935	4,76	3,90	0,86	1,26
1936	5,16	4,26	0,90	1,16
1937	5,42	4,83	0,69	0,65
1938	5,52	4,68	0,84	0,74
1939	5,42	4,69	0,73	0,69
1940	5,38	4,54	0,84	0,32
1941	4,86	4,06	0,80	1,13
1942	5,19	4,49	0,70	0,44
1943	4,93	4,02	0,91	0,48
1944	4,50	3,71	0,79	0,63
1945	4,34	3,49	0,85	0,59
1946	4,08	3,32	0,76	0,90
1947	4,22	3,54	0,68	0,66
1948	4,20	3,31	0,89	
		Moyennes.	0,80	0,76
		Moyenne.		0,78

TABLEAU III. — Niveaux du lac à Albertville en 1948.

(Cotes à ajouter au niveau 770,00.)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	3,72	3,84	3,85	3,96	4,08	4,12	4,02	3,68	3,41	3,39	3,41	3,48
2	3,70	3,85	3,86	3,98	4,08	4,10	4,01	3,67	3,43	3,37	3,42	3,49
3	3,71	3,81	3,87	3,98	4,17	4,09	3,99	3,65	3,42	3,36	3,44	3,48
4	3,72	3,84	3,88	3,99	4,15	4,08	3,98	3,64	3,40	3,37	3,46	3,50
5	3,70	3,87	3,86	4,01	4,14	4,08	3,97	3,63	3,39	3,35	3,45	3,49
6	3,71	3,86	3,87	4,00	4,16	3,98	3,96	3,64	3,38	3,36	3,47	3,51
7	3,70	3,84	3,88	4,02	4,13	4,11	3,94	3,64	3,40	3,35	3,46	3,52
8	3,69	3,89	3,90	4,03	4,12	4,11	3,92	3,63	3,42	3,33	3,48	3,53
9	3,72	3,89	3,91	4,04	4,14	4,09	3,90	3,61	3,41	3,34	3,47	3,55
10	3,75	3,88	3,89	4,02	4,15	4,08	3,91	3,65	3,44	3,36	3,46	3,54
11	3,77	3,83	3,90	4,01	4,16	4,09	3,92	3,59	3,43	3,37	3,47	3,53
12	3,78	3,84	3,90	4,00	4,13	4,10	3,93	3,58	3,42	3,38	3,48	3,54
13	3,79	3,87	3,92	4,02	4,12	4,07	3,92	3,57	3,44	3,36	3,50	3,53
14	3,80	3,85	3,95	4,01	4,15	4,09	3,90	3,59	3,45	3,35	3,48	3,52
15	3,78	3,86	3,94	4,00	4,17	4,10	3,89	3,60	3,46	3,34	3,49	3,54
16	3,81	3,84	3,92	4,00	4,14	4,07	3,88	3,59	3,45	3,33	3,48	3,54
17	3,80	3,86	3,92	4,03	4,17	4,08	3,85	3,58	3,43	3,32	3,50	3,53
18	3,82	3,84	3,90	4,02	4,20	4,06	3,74	3,57	3,42	3,31	3,49	3,55
19	3,83	3,82	3,92	4,01	4,19	4,06	3,75	3,57	3,43	3,33	3,48	3,56
20	3,84	3,82	3,93	4,00	4,16	4,05	3,79	3,55	3,41	3,34	3,49	3,55
21	3,83	3,83	3,94	4,01	4,15	4,01	3,78	3,53	3,40	3,33	3,47	3,53
22	3,82	3,82	3,95	4,02	4,14	4,05	3,79	3,54	3,42	3,34	3,44	3,50
23	3,82	3,82	3,97	4,04	4,03	4,06	3,77	3,50	3,44	3,35	3,45	3,51
24	3,81	3,84	3,96	4,05	4,12	4,05	3,75	3,48	3,42	3,38	3,46	3,49
25	3,81	3,84	3,94	4,03	4,10	4,03	3,76	3,47	3,45	3,40	3,47	3,50
26	3,83	3,85	3,93	4,04	4,13	4,01	3,74	3,45	3,46	3,39	3,48	3,51
27	3,82	3,84	3,92	4,02	4,14	4,00	3,73	3,48	3,48	3,42	3,47	3,52
28	3,84	3,86	3,95	4,00	4,11	4,00	3,72	3,46	3,45	3,44	3,46	3,51
29	3,86	3,87	3,93	4,02	4,12	4,01	3,70	3,47	3,43	3,43	3,45	3,51
30	3,84	—	3,94	4,04	4,13	4,00	3,69	3,45	3,40	3,41	3,47	3,50
31	3,85	—	3,95	—	4,15	—	3,66	3,44	—	3,40	—	3,48

N. B. — Les chiffres en *italique* ont été observés par la Compagnie des Grands Lacs (C.F.L.).

TABLEAU IV. — **Observations pluviométriques**
(Tous les résultats)

		Albertville	Baudouinville
Année agricole	1935-1936	...	—
	1936-1937	...	1.406,0
	1937-1938	...	—
	1938-1939	...	1.387,7 (5)
	1939-1940	...	1.331,8
	1940-1941	...	1.231,8
	1941-1942	...	1.044,6
	1942-1943	...	1.671,7
	1943-1944	...	1.373,9
	1944-1945	...	940,0
	1945-1946	...	963,3
	1946-1947	...	1.249,9
	1947-1948	...	1.185,1 (6)
		1.571,2	1.273,4
		(1.IX.29-31.VIII.48) 19 années	(1.IX.09-31.VIII.48) 17 années (9)
	Septembre	...	15,0
	Octobre	...	68,1
	Novembre	...	185,1
	Décembre	...	254,3
	Janvier	...	181,7
	Février	...	123,2
	Mars	...	183,8
	Avril	...	218,1
	Mai	...	68,8
	Juin	...	4,0
	JUILLET	...	4,1
	Août	...	9,7
	Moyenne annuelle.	1.236,6	1.315,9

(1) Avril 1937 exceptionnel, 692.

(2) Septembre 1942 manquant, remplacé par moyenne : 20,3

(3) Octobre 1943 manquant, remplacé par moyenne : 79,6.

(4) Mars 1947 manquant, remplacé par moyenne : 153,9.

(5) Septembre 1937 manquant, remplacé par moyenne : 15,0.

(6) Mars 1947 manquant, remplacé par moyenne : 183,8.

(7) Décembre 1945 manquant, remplacé par moyenne : 154,1.

(8) Mars 1947 manquant, remplacé par moyenne : 136,1.

(9) Les observations portent sur les années agricoles 1909-1911, 1928-1929, 1931-1932 et 1934-1948.

(10) Idem 1912-1920 et 1930-1948.

(11) Ces stations sont : Rwaza, Kisenyi, Rwamagana, Kigali, Kabgayi, Nzaza, Nyanza-Ruanda, Muhinga, Ngozi, Muramvya, Usumbura, Rutana, Rumonge, Nyanza-Lac.

N. B. — Les présentes observations complètent celles mentionnées dans le Mémoire de 1938 (10, pp. 79-83).

dans le bassin du Tanganiaka.

sont donnés en mm.)

Lusaka-Saint-Jacques	Usumbura	Rumonge	Nyanza-Lac
—	—	—	—
856,0	977,4	1.010,7	1.482,7
537,9	848,0	952,1	939,9
693,1	797,9	976,5	1.029,8
832,4	989,0	890,1	1.109,2
589,5	754,4	890,4	983,2
990,4	905,0	1.138,9	1.372,5
788,0	701,9	947,2	1.038,1
769,6	591,8	1.189,7	870,8
864,2	859,3	947,3	1.030,5
674,7 (7)	871,9	1.022,6	933,5
968,2 (8)	—	—	—
784,6	—	—	—
(1.IX.12-31.VIII.46) 26 années (10)	(1.IX.28-31.VIII.46) 18 années	(1.IX.28-31.VIII.46) 18 années	(1.IX.28-31.VIII.46) 18 années
14,7	39,2	33,4	24,0
42,8	55,4	64,8	59,4
115,1	106,0	149,4	116,5
154,1	118,9	122,2	147,0
124,5	98,8	119,2	141,0
109,8	101,0	100,7	113,8
136,1	118,4	162,2	182,2
80,1	123,9	177,7	199,5
21,9	54,2	69,8	70,7
4,7	11,7	12,7	11,0
2,1	6,0	8,1	3,7
7,7	13,1	10,2	4,2
813,6	846,6	1.030,4	1.073,0

Précipitations annuelles moyennes au Ruanda-Urundi.

Année agricole	1936-1937	... ...	1.244,4	(14 stations) (11)
	1937-1938	... ...	1.056,9	id.
	1938-1939	... ...	1.082,2	id.
	1939-1940	... ...	1.130,4	id.
	1940-1941	... ...	1.102,4	id.
	1941-1942	... ...	1.209,7	id.
	1942-1943	... ...	928,4	id.
	1943-1944	... ...	958,3	id.
	1944-1945	... ...	1.144,4	id.
	1945-1946	... ...	1.009,9	id.

Moyenne de la période 1.IX.24-31.VIII.46 1.100,0

TABLEAU V. — Débits de la Lukuga.

Nº	Date	Cote Albertville	Largeur de l'exutoire m	Section mouillée m ²	Profondeur moyenne m	Vitesse moyenne cm/sec	Débit m ³ /sec	Observateur
1	15.III.1931	774,40	115	165	1,43	69	114	Walthert
2	28.X.1932	4,23	—	—	—	—	119	Snackenbroeck
3	10.XI.1932	4,23	—	—	—	—	117	Id.
4	18.I.1933	4,58	—	—	—	—	169	Id.
5	18.XII.1933	4,00	88	122	1,38	91	111	De Keyser
6	18.II.1934	4,19	90	140	1,55	89	125	Id.
7	10.VI.1935	4,65	94	152	1,62	105	160	Dewert
8	19.VII.1935	4,35	85	146	1,70	92	135	Cmdt du Camp
9	20.VIII.1935	4,19	89	119	1,34	87	103	Id.
10	6.IX.1935	4,08	86	119	1,38	87	103	Id.
11	24.IX.1935	4,03	87	138	1,58	80	110	Id.
12	15.X.1935	3,99	87	124	1,42	77	96	Id.
13	6.XI.1935	3,92	86	109	1,27	66	72	Id.
14	26.XI.1935	3,95	89	119	1,34	85	101	Id.
15	16.I.1936	4,32	90	148	1,64	82	122	Id.
16	25.II.1936	4,55	93	163	1,75	72	118	Id.
17	17.III.1936	4,66	92	176	1,91	81	143	Id.
18	25.VIII.1936	4,48	99	171	1,73	94	161	Id.
19	4.XI.1936	4,45	91	167	1,84	84	141	Id.

STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANAKA

413

20	19.XII.1936	4,55	106	169	1,69	92	155	Pauwels et Comdt du Camp
21	20.I.1937	4,58	100	169	1,69	90	152	Id.
22	12.V.1937	5,37	112	272	2,42	94	256	Id.
23	21.VI.1937	5,31	112	296	2,64	90	266	Cmdt du Camp
24	22.II.1938	5,21	—	233	—	113	263	Ossossoff
25	8.III.1938	5,24	80	255	3,18	102	275	Id.
26	12.III.1938	5,29	80	265	3,31	98	275	Id.
27	9.V.1938	5,49	—	—	—	—	305	Id.
28	20.XI.1939	4,75	195	331	2,08	92	277	Pauwels
29	8.III.1940	5,08	82	258	3,14	107	293	Ossossoff
30	30 IV.1940	5,32	84	284	3,38	107	323	Id.
31	27.VI.1940	5,15	82	256	3,20	127	347	Id.
32	25.XI.1940	4,62	95	247	2,60	109	272	Id.
33	17.II.1941	4,69	96	259	2,70	113	296	Id.
34	4.VI.1941	4,73	101	275	2,72	120	330	Id.
35	29.X.1941	4,05	100	208	2,08	92	190	Id.
36	3.IX.1943	4,34	100	247	2,47	88	218	Id.
37	17.VIII.1944	4,04	100	190	1,90	89	169	Id.
37 ^{bis}	23.XI.1946	3,52	110	—	—	—	110	Capart
38	11.II.1947	3,78	106	165	1,55	79	131	C.F.L.
39	16.IV.1947	4,12	108	217	2,02	86	185	Kipiani et Cromphout
40	11.VI.1947	4,31	107	215	2,00	96	192	Cromphout et Boyaert
41	9.IX.1947	3,84	106	153	1,43	89	136	Cromphout, de Goumoëns, Devroey

TABLEAU VI. — **Cotes moyennes du fond de la Lukuga.**

(Niveau de référence : 770,00.)

Traverse	Cumulée	5.V 1934	VI 1935	24.II 1937	29.VI 1937	27.I 1938	23.XII 1939	III 1940	IX 1940	II 1941	VI 1941
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	2,85	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	2,85	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	3,10	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	3,20	—	—	—	—	—	—
5	—	3,20	3,30	3,20	3,20	—	—	—	—	—	—
6	—	2,90	3,10	3,15	3,05	—	3,10	—	—	2,80	—
7	—	2,90	3,20	3,25	3,00	—	3,10	—	—	2,80	—
8	—	3,00	3,15	3,30	3,05	—	3,00	—	—	2,90	2,90
9	—	3,05	3,00	3,30	3,15	—	3,35	—	—	3,00	2,90
10	500	2,75	2,80	3,15	3,15	—	3,10	—	2,30	3,10	2,90
11	—	2,85	2,60	2,95	2,85	—	3,00	—	3,10	2,10	3,00
12	—	2,30	2,60	2,55	2,80	—	2,75	—	2,90	2,70	2,75
13	—	2,30	2,35	2,60	2,55	—	2,20	—	2,65	2,36	2,70
14	—	2,30	2,15	2,50	2,30	—	2,00	1,90	2,40	2,30	2,55
15	—	2,10	1,90	2,10	2,10	—	2,00	2,10	2,20	1,90	2,00
16	—	1,85	1,85	2,05	2,00	—	2,00	2,10	2,25	2,45	2,25
17	—	2,05	1,80	1,80	2,00	—	2,00	1,95	2,10	2,20	2,20
18	—	1,85	1,60	1,75	2,00	—	1,95	1,70	2,10	1,95	1,95
19	—	1,60	1,45	1,50	1,65	—	1,80	1,80	2,00	1,90	1,95
20	1.000	1,40	1,35	1,35	1,65	1,75	1,50	1,60	1,80	1,70	1,70
21	—	—	—	—	—	1,30	—	1,80	1,90	1,80	1,75
22	—	—	—	—	—	1,85	—	1,50	1,65	1,70	1,50
23	—	—	—	—	—	1,65	—	1,50	1,80	1,40	1,45
24	—	—	—	—	—	1,85	—	1,70	2,10	1,60	1,60
25	—	—	—	—	—	1,80	—	1,70	2,20	1,65	1,70
26	—	—	—	—	—	1,65	—	1,60	1,95	1,75	1,70
27	—	—	—	—	—	1,70	—	1,30	1,90	1,60	1,70
28	—	—	—	—	—	1,80	—	1,40	1,80	1,70	1,60
29	—	—	—	—	—	—	—	1,60	1,90	1,60	1,55
30	1.500	—	—	—	—	—	—	1,55	1,90	1,60	1,80
31	—	—	—	—	—	—	—	—	1,75	1,60	1,60
32	—	—	—	—	—	—	—	—	1,80	1,60	1,40
33	—	—	—	—	—	—	—	—	1,50	1,60	1,60
34	—	—	—	—	—	—	—	—	1,20	1,10	1,35
35	—	—	—	—	—	—	—	—	1,40	1,20	1,20
36	—	—	—	—	—	—	—	—	1,90	1,45	1,40
37	—	—	—	—	—	—	—	—	1,65	1,60	1,70
38	—	—	—	—	—	—	—	—	2,00	1,70	2,00
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,80	1,60
40	2.000	—	—	—	—	—	—	—	—	1,60	1,50
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,35	1,40
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,35	—
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,40	—
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,35	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,40	—
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,10	—
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,10	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60	—
50	2.500	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,70	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—0,10	—

N. B. — Les chiffres en italique se rapportent au bras principal.

TABLEAU VII. — Axes hydrauliques de la Lukuga.

(Plan de comparaison : 700,00.)

Port (Lac)	E_s	Abv. Lukuga	E_{22}^{22} km 701	Km 676		Km 675	Dénivellation en cm.							
				A	B	C	D	E	F	AB	AC	1 km	AD	DE	EF
Dates	Cumulées	1.000	1.256,5	10.533	35.843	36.843	AB	AC	1 km	AD	DE	EF		
22. I.1934	74,29	73,98	—	71,12	—	—	31	—	31	317	—	—		
8. IX.1937	74,92	74,62	—	71,92	—	—	30	—	30	300	—	—		
21. II.1938	75,20	—	—	72,35	—	—	—	—	—	285	—	—		
8. III.1938	74,24	75,00	—	—	—	—	24	—	24	—	—	—		
12. III.1938	75,29	75,06	—	—	—	—	23	—	23	—	—	—		
15. III.1938?	75,28	—	—	72,28	—	—	—	—	—	300	—	—		
9. V.1938	75,49	—	—	72,72	—	—	—	—	—	277	—	—		
20. XI.1939	74,75	74,48	—	—	—	—	27	—	27	—	—	—		
8. III.1940	75,08	74,89	—	—	—	—	19	—	19	—	—	—		
30. IV.1940	75,32	75,13	—	—	—	—	19	—	19	—	—	—		
27. VI.1940	75,15	74,89	—	—	—	—	26	—	26	—	—	—		
25. XI.1940	74,62	74,39	—	—	—	—	23	—	23	—	—	—		
17. II.1941	74,69	74,44	—	—	—	—	25	—	25	—	—	—		
4. VI.1941	74,73	74,54	—	—	—	—	19	—	19	—	—	—		
29. X.1941	74,05	73,80	—	—	—	—	25	—	25	—	—	—		
3. IX.1943	74,34	74,10	—	—	—	—	24	—	24	—	—	—		
28. XII.1946	73,58	—	73,30	70,74	—	—	—	28	22	284	—	—		
6. II.1947	73,84	—	73,55	70,80	59,32	55,87	—	29	23	304	{ 1148	345		
	73,68	—	—	—	—	—	—	13	10	288	{			
28. II.1947	73,84	—	73,65	71,10	59,38	55,93	—	19	15	274	{ 1172	345		
	73,81	—	—	—	—	—	—	—	—	271	{			
28. III.1947	74,00	—	73,73	71,27	59,48	56,18	—	27	21	283	{ 1179	330		
	73,90	—	—	—	—	—	—	23	18	273	{			
3. V.1947	74,22	—	74,00	71,58	59,62	56,51	—	22	17	264	1196	311		
30. V.1947	74,35	—	73,96	71,51	59,58	56,40	—	39	31	284	{ 1193	318		
	74,14	—	—	—	—	—	—	18	14	264	{			
27. VI.1947	74,37	—	73,89	71,51	59,42	56,32	—	48	38	286	{ 1209	310		
	74,12	—	—	—	—	—	—	23	18	261	{			
8.VIII.1947	73,89	—	73,65	71,19	59,41	56,21	—	24	19	270	1178	320		
28.VIII.1947	73,79	—	73,52	71,02	59,35	55,92	—	27	—	277	1167	343		
6. IV.1947	72,85	—	72,66	70,98	59,31	55,82	—	19	15	287	1167	349		

TABLEAU VIII. — Écoulement

Années	Basses eaux Début (1)	Hautes eaux (2)	Basses eaux Fin (3)	Débits réels m ³ /sec				Hauteur écoulée	Montée brute
				(1')	(2')	(3')	moyen		
1935-1936	3,90	5,16	4,26	80	232	118	166	17	36
1936-1937	4,26	5,42	4,83	118	270	200	214	21	57
1937-1938	4,83	5,52	4,68	200	315	195	256	26	-15
1938-1939	4,68	5,42	4,69	195	340	245	280	28	1
1939-1940	4,69	5,38	4,54	245	302	242	273	27	-15
1940-1941	4,54	4,86	4,06	242	350	190	283	28	-48
1941-1942	4,06	5,19	4,49	190	436	267	332	33	43
1942-1943	4,49	4,93	4,02	267	366	170	292	29	-47
1943-1944	4,02	4,50	3,71	170	270	132	211	21	-31
1944-1945	3,71	4,34	3,49	132	234	78	169	17	-22
1945-1946	3,49	4,08	3,32	78	184	52	125	13	-17
1946-1947	3,32	4,22	3,54	52	210	80	158	16	22
1947-1948	3,54	4,20	3,31	80	208	51	150	15	-23

Total (1935-1946) : 260

(*) Depuis 1924 (B.E.), les étiages auraient été successivement aux cotes

1925	...	...	...	773,28	1928	...	...	...	773,49
1926	...	...	...	68	1929	...	...	...	24
1927	...	...	...	67	1930	...	...	...	774,02

par la Lukuga (1932-1948).

Montée sans écoulement	Débits anciens m ³ /sec				Hauteur fictive éculée	Différence en cm		Niveaux B.E. fin	
	(1')	(2')	(3')	moyen		Partielle	Cumulée	Sans écoule- ment depuis 1924 (*)	Fic- tifs
cm					cm				
53	80	232	118	166	17	0	0	5,51	4,26
78	118	270	186	211	21	0	0	6,29	4,83
9	186	284	180	234	23	3	3	6,38	4,71
29	180	270	236	239	24	4	7	6,67	4,76
12	236	264	214	245	25	2	9	6,79	4,63
--20	214	190	96	173	17	11	20	6,59	4,26
76	96	236	144	178	18	15	35	7,35	4,84
--18	144	200	92	184	18	11	46	7,17	4,48
--10	92	146	72	114	11	10	56	7,07	4,27
--5	72	126	42	92	9	8	64	7,02	4,13
--4	42	98	28	87	9	4	68	6,98	4,00
38	28	114	48	76	8	8	76	7,36	4,30
--8	48	110	27	81	8	7	83	7,28	4,14

suivantes (10, p. 70, tableau VII, dernière colonne) :

1931	...	...	774,28	1934	...	...	774,80
1932	...	...	87	1935	...	...	98
1933	...	...	83				

TABLEAU IX. — Niveaux du Lualaba

(En

Emplacement : L'échelle limnimétrique est établie sur la rive gauche du Lualaba, au Port Public. Son zéro se trouve à 6 m sous la plate-forme de l'appontement.

En partant de la cote absolue à Albertville et d'après le nivellement tachéométrique de la voie ferrée via Kabalo et Kongolo, on trouve que le zéro de l'échelle de Kindu aurait la cote absolue 386^m32, ce qui semble inconciliable avec les cotes attribuées à Stanleyville. En 1938, le lieutenant L. Verlinden a estimé l'altitude de Kindu (borne T.S.F. entre le Lualaba et le rail) à 472 m.

	1932 (*)	1933	1934	1935	1936	1937	1938
—	—	—	—	—	—	—	—
1 ^{er} janvier	—	3,06	2,06	3,05	1,65	3,00	2,65
15 janvier	—	3,34	2,20	2,84	2,07	3,20	2,30
1 ^{er} février	—	3,92	2,35	2,46	2,85	3,36	2,44
15 février	—	4,00	2,70	2,94	3,00	3,84	2,76
1 ^{er} mars	—	3,96	2,78	3,47	3,25	3,98	2,72
15 mars	—	3,84	3,05	3,65	3,34	4,06	3,15
1 ^{er} avril	—	3,60	2,94	3,78	3,90	4,40	3,70
15 avril	—	3,42	3,30	4,40	4,38	5,40	3,62
1 ^{er} mai	—	3,04	3,04	4,14	4,63	6,01	3,40
15 mai	—	3,09	2,73	3,78	4,34	5,34	3,22
1 ^{er} juin	—	2,86	2,70	3,62	4,18	5,20	2,85
15 juin	—	2,58	2,55	3,20	3,94	4,44	2,72
1 ^{er} juillet	—	2,33	2,40	3,00	3,87	4,04	2,56
15 juillet	—	2,01	2,24	2,70	3,42	3,65	2,18
1 ^{er} août	—	1,80	1,98	2,39	3,08	3,32	2,12
15 août	—	1,52	1,76	2,15	2,84	3,02	1,91
1 ^{er} septembre	—	1,34	1,61	1,95	2,48	2,82	1,72
15 septembre	—	1,21	1,40	1,75	2,38	2,60	1,68
1 ^{er} octobre	—	1,20	1,30	1,58	2,11	2,36	1,59
15 octobre	—	1,06	1,30	1,40	1,96	2,20	1,47
1 ^{er} novembre	—	1,16	1,33	1,30	1,95	2,28	1,54
15 novembre	—	1,07	1,83	1,25	1,96	2,28	1,66
1 ^{er} décembre	—	1,17	2,40	1,70	3,02	2,74	2,00
15 décembre	—	1,80	2,54	1,70	3,38	2,54	2,04
HE...	—	4,10	3,08	4,55	4,80	6,04	3,72
BE...	—	1,04	1,04	1,23	1,88	2,13	1,36

N. B. — Les chiffres en *italique* ont été observés par la Compagnie des

(*) Les documents pour 1932 n'ont pas été retrouvés.

(bief moyen) à Kindu (1932-1948).

mètres.)

Période d'observation : Depuis 1912.

Extremes : Hautes eaux : 6^m04 le 29 avril 1937.

Basses eaux : 0^m00 le 17 octobre 1915; 0^m80 le 20 octobre 1946.

Observateur : Commissaire maritime.

1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,61	2,72	2,80	3,76	2,10	1,90	2,31	2,64	2,66	2,67
2,98	2,96	2,70	4,04	2,08	2,24	2,40	2,30	3,30	3,29
2,80	2,96	3,06	3,67	2,39	2,21	2,36	2,41	3,68	3,18
3,20	3,42	2,60	3,10	2,38	2,60	3,12	2,38	3,12	3,44
2,96	3,48	2,81	3,12	2,83	2,36	3,30	2,80	3,60	3,44
3,80	3,60	3,83	3,60	2,67	2,98	3,06	3,92	3,52	3,86
3,70	4,03	3,03	4,25	2,58	3,75	3,12	2,92	3,50	4,00
4,10	4,07	3,06	4,52	3,00	3,92	3,04	3,34	4,00	3,65
4,25	4,38	3,06	4,54	2,93	3,10	3,50	3,60	4,26	4,49
3,66	5,06	3,04	4,32	2,98	3,14	3,41	3,48	4,58	4,40
3,08	4,52	2,76	4,00	2,81	2,44	3,58	2,60	4,10	3,78
2,62	4,30	2,60	3,62	2,42	2,14	3,12	1,98	3,93	3,53
2,37	4,04	2,37	3,28	2,30	1,93	2,97	1,65	3,60	3,22
2,23	3,72	2,23	2,95	2,10	1,72	2,62	1,45	3,40	3,00
1,96	3,31	2,10	2,60	1,96	1,55	2,39	1,33	3,33	2,78
1,88	3,12	1,84	2,40	1,90	1,42	2,28	1,20	2,85	2,58
1,65	2,79	1,65	2,18	1,88	1,30	2,02	1,03	2,51	2,31
1,70	2,59	1,53	2,02	1,78	1,22	1,90	0,96	2,32	2,06
1,60	2,02	1,50	1,82	1,59	1,22	1,80	1,08	2,19	1,96
1,51	2,33	1,34	1,76	1,47	1,23	1,70	0,94	2,09	1,88
1,51	2,40	1,54	1,83	1,35	1,24	1,73	1,10	2,07	2,39
1,78	2,46	2,60	1,98	1,64	1,48	1,58	1,72	2,12	2,40
2,03	2,40	2,50	1,74	1,43	2,12	2,45	2,28	2,02	2,60
2,47	2,52	3,05	2,04	1,53	2,54	2,58	2,80	2,90	2,62
4,80	5,10	3,99	4,60	3,06	3,98	3,58	3,92	4,63	4,49
1,50	1,82	1,32	1,70	1,35	1,10	1,58	0,80	1,70	1,78

TABLEAU X. — Niveaux journaliers du Lualaba (bief moyen)

à Kindu en 1948.

(En mètres.)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	2,67	3,48	3,44	4,00	4,49	3,78	3,22	2,78	2,31	1,96	2,39	2,60
2	2,65	3,35	3,46	3,95	4,42	3,75	3,22	2,77	2,29	1,95	2,37	2,54
3	2,68	3,30	3,60	4,10	4,44	3,73	3,20	2,75	2,27	1,94	2,29	2,50
4	2,68	3,33	3,50	4,08	4,47	3,72	3,19	2,73	2,25	1,93	2,21	2,47
5	2,68	3,68	3,45	4,08	4,35	3,71	3,18	2,80	2,22	1,96	2,21	2,43
6	2,70	3,62	3,43	4,05	4,38	3,67	3,17	2,78	2,20	1,98	2,28	2,34
7	2,70	3,70	3,40	4,00	4,40	3,69	3,15	2,78	2,19	1,95	2,26	2,31
8	2,86	3,72	3,50	3,95	4,40	3,66	3,14	2,74	2,18	1,97	2,22	2,32
9	2,95	3,72	3,57	3,80	4,40	3,68	3,12	2,70	2,16	1,95	2,29	2,35
10	3,00	3,68	3,64	3,73	4,40	3,56	3,11	2,68	2,15	1,93	2,29	2,39
11	3,09	3,66	3,61	3,72	4,42	3,54	3,09	2,67	2,13	1,90	2,29	2,36
12	3,10	3,54	3,70	3,70	4,44	3,52	3,08	2,64	2,10	1,88	2,27	2,34
13	3,22	3,47	3,64	3,19	4,44	3,54	3,06	2,62	2,03	1,89	2,25	2,34
14	3,27	3,40	3,70	3,67	4,43	3,50	3,05	2,60	2,06	1,89	2,32	2,46
15	3,29	3,44	3,86	3,65	4,40	3,53	3,04	2,58	2,06	1,88	2,40	2,62
16	3,24	3,52	3,90	3,65	4,44	3,50	3,02	2,56	2,05	1,88	2,42	2,92
17	3,20	3,55	4,00	3,72	4,28	3,47	3,00	2,54	2,04	1,89	2,41	3,02
18	3,48	3,57	4,12	3,72	4,25	3,40	2,99	2,52	2,03	1,89	2,40	3,08
19	3,48	3,55	4,05	3,75	4,27	3,40	2,98	2,50	2,05	1,88	2,40	3,10
20	3,30	3,63	4,05	3,91	4,27	3,40	2,97	2,49	2,03	1,87	2,45	3,07
21	3,39	3,70	4,05	4,40	4,27	3,39	2,94	2,47	2,01	1,80	2,45	2,92
22	3,37	3,70	4,03	4,22	4,24	3,38	2,90	2,44	2,00	1,78	2,46	2,84
23	3,35	3,67	4,03	4,19	4,45	3,35	2,90	2,42	2,05	1,89	2,33	2,81
24	3,27	3,61	4,05	4,19	4,10	3,33	2,88	2,40	2,03	1,82	2,39	2,80
25	3,20	3,56	4,03	4,22	4,05	3,30	2,86	2,39	2,02	1,81	2,34	2,95
26	3,46	3,53	4,02	4,25	4,00	3,29	2,85	2,38	2,01	1,90	2,37	3,10
27	3,44	3,50	4,04	4,31	3,95	3,28	2,83	2,38	2,00	1,94	2,39	3,18
28	3,45	3,37	4,00	4,31	3,90	3,26	2,82	2,37	2,02	1,92	2,42	3,05
29	3,45	3,43	3,98	4,39	3,83	3,29	2,80	2,35	2,00	1,98	2,48	2,93
30	3,44	—	3,95	4,19	3,60	3,23	2,80	2,33	1,98	2,44	2,55	2,80
31	3,08	—	3,96	—	3,76	—	2,79	2,32	—	2,45	—	2,74

N. B. — Les chiffres en *italique* ont été observés par la Compagnie des Grands Lacs (C.F.L.).

TABLEAU XI. — Niveaux du Lualaba

(En

Emplacement : Lowa est un centre commercial situé sur la rive gauche du Bief Moyen du Lualaba, à 126 km de Ponthierville et à 182 km de Kindu, comptés sur la ligne de navigation des bateaux-courriers. L'échelle limnimétrique est installée sur la rive gauche, à 100 m à l'aval du Beach.

Son zéro se trouve à 7^m695 sous le repère en fer rond (S.H.) enrobé dans une borne en ciment établie par le Service Hydrographique (17 avril 1941). La cote absolue n'est pas connue.

		1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
		—	—	—	—	—	—	—
1 ^{er} janvier	...	—	—	—	3,69	2,49	3,30	3,01
16 janvier	...	—	2,80	—	2,63	2,59	3,91	2,08
1 ^{er} février	...	—	3,20	—	2,32	4,04	3,18	1,96
16 février	...	—	3,10	—	2,90	3,91	3,93	2,18
1 ^{er} mars	..	—	3,00	—	3,68	3,10	3,96	2,20
16 mars	..	—	2,90	—	3,79	3,21	3,84	2,82
1 ^{er} avril	..	—	2,30	—	3,65	3,10	3,89	3,22
16 avril	..	—	2,50	—	4,13	3,95	5,00	3,72
1 ^{er} mai	...	—	2,40	—	4,32	3,55	4,80	3,14
16 mai	...	—	2,10	—	3,95	3,70	4,21	2,70
1 ^{er} juin	...	—	1,80	—	3,18	2,80	3,74	2,48
16 juin	...	—	1,50	—	2,57	2,30	2,74	1,66
1 ^{er} juillet	...	1,95	1,10	1,26	2,47	2,10	—	1,72
16 juillet	...	2,00	1,24	1,12	1,72	1,95	—	1,37
1 ^{er} août	...	2,65	0,95	1,15	1,27	1,83	2,09	1,41
16 août	...	1,95	0,67	0,88	1,50	1,63	1,74	1,50
1 ^{er} septembre	...	1,70	0,44	1,04	1,30	1,24	1,74	1,09
16 septembre	...	1,80	1,44	0,74	1,70	1,43	2,15	1,70
1 ^{er} octobre	...	2,85	1,20	1,31	1,30	1,29	2,38	1,49
16 octobre	...	2,10	0,90	2,28	1,18	1,32	2,41	2,08
1 ^{er} novembre	...	2,40	1,50	3,00	1,50	1,65	3,31	1,83
16 novembre	...	—	1,20	3,20	1,30	2,05	3,39	2,20
1 ^{er} décembre	...	3,00	1,50	3,70	2,52	2,15	3,69	1,95
16 décembre	...	2,60	2,45	3,32	2,27	2,02	2,80	3,20
HE...	...	—	3,80	4,30	4,50	4,22	5,40	4,00
BE...	...	—	0,40	0,63	0,89	1,16	1,50	0,91

(bief moyen) à Lowa (1932-1948).

mètres.)

Période d'observation : Depuis 1918.

Extrêmes : Hautes eaux : 5^m40 le 18 avril 1937 et le 2 mai 1947.

Basses eaux : 0^m40 le 10 août 1933.

Observateur : Administrateur territorial.

1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,45	2,99	3,41	4,03	2,05	2,40	2,20	2,50	2,60	2,51
2,94	3,34	2,53	4,50	1,77	1,62	2,40	2,52	3,20	3,12
2,63	3,92	2,60	3,65	2,55	2,74	2,30	2,50	3,60	3,95
3,15	3,47	2,27	3,46	2,27	1,67	2,70	2,05	3,00	3,27
2,84	4,86	3,00	3,37	2,67	2,06	2,90	2,27	3,35	3,20
3,01	3,48	2,54	3,82	1,68	2,60	2,50	2,65	3,10	4,20
2,96	3,65	2,47	4,41	2,29	2,29	2,50	2,65	3,67	3,43
3,95	3,26	2,69	4,34	2,45	3,65	2,25	2,85	3,88	3,06
3,87	4,34	2,75	4,63	2,45	3,33	2,80	3,40	5,35	3,55
2,85	3,92	2,66	4,70	2,61	3,76	3,05	3,06	4,10	3,70
2,42	3,62	2,34	3,92	2,22	1,90	4,10	2,50	3,05	2,95
1,97	2,68	2,26	2,30	1,59	1,65	2,55	1,70	2,77	2,64
1,33	2,61	1,96	2,11	1,58	1,00	2,10	1,60	2,50	2,40
1,82	2,58	1,49	1,82	1,25	0,86	1,87	1,15	2,31	1,85
1,10	2,05	1,05	1,68	1,07	0,70	1,33	0,95	2,68	1,85
1,13	1,87	1,16	1,86	1,18	0,70	1,67	1,28	1,78	1,83
1,22	1,61	2,00	2,53	1,85	0,82	1,40	0,60	1,70	1,71
2,62	1,51	1,04	1,96	1,21	0,87	1,65	1,00	1,66	1,87
2,02	2,00	1,49	1,15	1,59	1,60	2,00	1,20	2,50	1,24
2,15	2,36	1,59	2,09	1,71	1,40	1,94	1,95	2,35	1,90
2,10	2,48	2,27	2,16	1,06	2,10	1,87	1,95	2,65	2,58
2,99	3,51	3,18	2,58	1,78	2,24	2,20	3,30	2,75	3,62
2,75	3,01	3,52	1,67	2,06	3,50	4,15	3,90	2,20	2,91
2,81	2,78	4,05	2,41	1,86	3,45	3,40	3,55	3,10	3,82
4,36	4,86	4,94	4,87	2,86	4,00	4,16	3,95	5,40	4,30
1,86	1,51	0,82	1,06	0,86	0,59	1,20	0,60	1,66	1,10

TABLEAU XIII.— Niveaux journaliers du Lualaba (bief moyen)
à Lowa en 1948.
(En mètres.)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	2,51	3,95	3,20	3,43	3,55	2,95	2,40	1,85	1,71	1,24	2,58	2,91
2	2,50	3,75	3,11	3,48	3,57	3,00	2,33	1,74	1,64	1,29	2,64	2,64
3	2,49	3,74	3,05	3,37	3,59	3,02	2,20	1,84	1,60	1,65	2,80	2,81
4	2,52	3,58	3,26	3,33	3,60	3,08	2,19	1,80	1,65	1,90	2,98	3,06
5	2,57	3,60	3,27	3,26	3,62	3,06	2,18	1,85	1,80	1,86	2,90	2,81
6	2,75	3,82	3,28	3,25	3,77	3,00	2,11	1,80	1,90	1,84	2,85	2,65
7	2,85	3,85	3,26	3,21	3,80	2,80	2,17	1,71	1,74	1,80	2,72	2,61
8	3,00	3,95	3,31	3,20	3,84	2,72	2,10	1,72	1,86	1,85	2,75	2,56
9	3,10	3,97	3,33	3,18	3,85	2,69	2,02	1,76	1,84	1,75	2,81	2,55
10	3,15	3,70	3,39	3,27	3,80	2,80	1,97	1,62	1,61	1,77	2,82	2,62
11	3,20	3,50	3,41	3,30	3,82	2,87	1,95	1,68	1,82	1,72	2,80	2,61
12	3,30	3,53	3,48	3,25	3,88	2,90	1,95	1,70	1,80	1,69	2,73	2,89
13	3,30	3,42	3,50	3,24	3,70	2,80	1,94	1,85	1,81	1,63	2,96	2,87
14	3,25	3,40	3,75	3,22	3,79	2,75	1,88	1,84	1,83	1,80	3,28	3,25
15	3,20	3,30	3,91	3,10	3,70	2,69	1,87	1,83	1,84	1,87	3,29	3,73
16	3,12	3,27	4,20	3,06	3,70	2,64	1,85	1,83	1,87	1,90	3,62	3,82
17	3,30	3,28	4,23	3,00	3,73	2,60	1,81	1,90	1,89	2,05	3,66	4,17
18	3,35	3,20	4,25	2,75	3,67	2,56	1,79	1,81	1,77	2,10	3,71	3,75
19	3,40	3,30	4,30	2,87	3,60	2,53	1,70	1,92	1,60	2,24	3,94	3,68
20	3,50	3,40	4,05	3,23	3,55	2,47	1,77	1,96	1,40	2,28	4,00	3,71
21	3,45	3,45	3,82	3,29	3,50	2,40	1,82	1,80	1,52	2,30	4,00	3,67
22	3,60	3,50	3,75	3,30	3,45	2,35	1,88	1,78	1,77	2,36	3,94	3,30
23	3,88	3,52	3,63	3,31	3,30	2,30	1,90	1,75	1,70	2,39	3,97	3,17
24	3,65	3,56	3,60	3,40	3,10	2,21	1,88	1,82	1,75	2,35	3,80	3,01
25	3,50	3,47	3,69	3,47	3,10	2,18	1,87	1,97	2,00	2,32	3,75	2,85
26	3,40	3,45	3,64	3,55	3,00	2,10	1,70	2,10	2,30	2,34	3,08	2,80
27	3,23	3,44	3,69	3,63	2,95	2,05	1,79	2,00	2,50	2,35	2,96	2,61
28	3,10	3,38	3,46	3,61	2,90	2,05	1,80	1,86	2,45	2,35	2,79	2,72
29	3,08	3,25	3,50	3,65	2,90	2,20	1,74	1,69	2,20	2,37	2,73	2,89
30	3,28	—	3,55	3,70	2,91	2,34	1,80	1,58	1,10	2,40	2,88	2,73
31	3,25	—	3,48	—	2,94	—	1,82	1,60	—	2,50	—	2,83

TABLEAU XIII. — Niveaux du Lualaba

(En

Emplacement : L'échelle limnimétrique est installée sur la rive gauche du Lualaba; elle est fixée au deuxième pieu de l'appontement (face amont). Son zéro est à 6^m48 sous le niveau du trait frappé dans la plaque de cuivre scellée dans la maçonnerie de l'escalier central du magasin C.F.L. La voie ferrée de l'appontement est à 0^m23 sous le niveau du trait.

En se basant sur le nivelingement de la voie ferrée Stanleyville-Ponthierville (dénivellation 42^m25), et en partant de la cote 428 attribuée en 1891 au Signal géodésique de Stanleyville par Delporte et Gillis, on obtient, pour le zéro de l'échelle de Ponthierville, la cote 465. Rappelons que cette cote est incertaine. Le 28 septembre 1897, Édouard Foa avait estimé l'altitude d'Ouaboundou (Ponthierville) à 501 m.

		1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
		—	—	—	—	—	—	—
1 ^{er} janvier	...	3,95	5,10	4,00	5,04	3,95	4,65	4,20
15 janvier	...	4,15	4,50	3,18	4,36	4,00	3,88	3,60
1 ^{er} février	...	4,15	5,00	3,30	3,71	4,65	4,40	3,22
15 février	...	4,06	4,85	3,60	4,22	4,80	5,10	3,92
1 ^{er} mars	..	3,97	4,80	3,35	4,82	4,25	5,38	3,75
15 mars	..	4,50	4,40	3,70	4,75	4,10	4,95	3,90
1 ^{er} avril	..	—	4,35	3,80	4,76	4,35	5,38	4,30
15 avril	..	—	4,05	4,40	4,98	4,65	5,60	5,01
1 ^{er} mai	...	—	4,00	4,10	4,90	4,68	5,90	4,50
15 mai	...	—	3,80	3,40	4,70	4,68	5,50	4,20
1 ^{er} juin	...	—	3,45	3,05	4,28	4,02	4,95	3,18
15 juin	...	—	3,10	3,00	3,98	3,72	4,02	2,95
1 ^{er} juillet	...	3,70	2,60	2,39	3,90	3,36	3,10	2,98
15 juillet	...	4,53	2,20	2,20	3,15	3,12	3,85	2,70
1 ^{er} août	...	4,00	2,30	2,10	2,10	2,82	1,33	2,60
15 août	...	3,25	1,65	1,51	2,50	3,13	3,10	2,70
1 ^{er} septembre	...	3,15	1,60	2,13	2,40	1,97	2,80	2,35
15 septembre	...	3,85	1,60	1,87	2,98	2,75	2,95	3,00
1 ^{er} octobre	...	—	2,90	2,30	2,60	2,65	3,80	2,95
15 octobre	...	—	2,20	3,51	2,20	2,85	3,80	3,46
1 ^{er} novembre	...	—	3,70	4,40	2,80	2,65	4,89	4,89
15 novembre	...	—	2,68	5,05	3,75	3,45	4,72	4,72
1 ^{er} décembre	...	—	3,28	4,95	3,95	3,50	5,07	3,78
15 décembre	...	—	4,52	4,52	3,80	3,48	4,10	3,84
HE...	...	—	5,70	5,45	5,45	5,25	6,38	5,20
BE...	...	2,80	1,10	1,38	1,80	1,90	2,60	1,78

N. B. — Les chiffres en *italique* ont été observés par la Compagnie des

(bief moyen) à Ponthierville (1932-1948).

mètres.)

Période d'observation : Depuis 1931.*Extremes* : Hautes eaux : 6^m38 le 19 avril 1937.Basses eaux : 0^m28 le 29 juillet 1944.*Observateur* : Administrateur territorial.

1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,70	4,40	2,70	4,50	2,55	2,67	2,72	3,00	3,08	2,85
4,37	4,58	3,15	4,35	2,20	2,60	2,75	2,62	3,43	3,47
3,73	4,92	2,90	4,00	2,98	2,60	2,68	2,28	3,90	3,95
4,15	4,34	2,48	3,50	2,69	2,77	2,81	2,55	3,50	3,55
4,12	5,38	3,20	3,35	3,00	3,00	3,21	2,28	3,54	3,44
4,35	4,35	2,95	3,40	2,45	2,65	2,55	2,48	3,30	3,80
4,30	4,60	2,90	3,80	2,55	3,85	2,80	2,90	3,94	3,59
4,87	4,47	3,16	3,80	3,19	4,00	2,40	3,25	4,45	3,39
4,88	5,20	3,18	4,23	2,88	3,00	3,00	3,69	4,70	3,81
4,38	5,22	2,86	3,82	2,90	3,86	3,32	3,50	4,22	3,84
3,60	4,58	3,15	3,65	2,65	2,25	4,13	2,72	3,43	3,10
3,00	3,90	3,05	2,65	1,85	1,55	2,87	2,25	3,19	3,09
2,15	3,77	2,90	2,50	1,85	0,85	2,58	1,85	2,87	2,36
3,18	3,72	1,79	2,05	0,98	0,60	2,10	1,60	3,00	2,26
1,93	3,28	1,15	1,80	0,86	0,45	0,90	1,12	3,00	2,18
2,05	3,32	1,15	2,45	1,68	1,10	1,67	1,75	1,99	2,12
2,36	2,85	2,40	2,70	2,12	0,95	1,53	0,32	2,00	1,96
3,65	2,80	0,94	2,65	1,15	1,00	2,09	1,50	2,33	2,51
3,24	3,48	1,85	1,53	1,90	1,90	2,12	1,63	2,40	2,60
3,48	3,90	2,35	2,38	1,95	1,90	2,30	2,30	3,00	2,31
3,50	3,66	2,90	2,65	1,28	3,45	2,30	2,57	2,70	3,80
4,05	4,48	3,90	3,15	2,60	2,61	2,65	3,54	3,29	3,40
4,15	5,05	4,09	2,25	2,15	3,98	3,80	4,05	2,61	3,60
4,23	4,40	4,35	3,40	2,17	3,51	3,41	3,88	3,24	3,05
5,48	5,78	4,92	4,86	3,30	4,32	4,30	4,21	5,00	4,39
1,69	2,72	0,94	1,36	0,70	0,28	0,80	0,32	2,46	1,90

TABLEAU XIV. — Niveaux journaliers du Lualaba
à Ponthierville en 1948.

(En mètres.)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	2,85	3,95	3,44	3,59	3,81	3,10	2,36	2,18	1,96	2,60	3,80	3,60
2	2,83	3,99	3,39	3,55	3,89	3,11	2,50	2,12	2,06	2,69	4,10	3,75
3	2,86	3,86	3,28	3,60	3,88	3,16	2,44	2,06	2,04	2,74	4,06	3,76
4	2,82	3,71	3,30	3,54	3,81	3,22	2,41	2,08	2,01	2,60	3,82	3,50
5	2,81	3,72	3,31	3,47	3,72	3,30	2,38	2,07	2,06	2,41	3,51	3,54
6	2,92	3,74	3,46	3,41	3,81	3,19	2,31	2,20	2,22	2,43	3,40	3,38
7	3,02	3,81	3,45	3,39	3,84	3,13	2,36	2,15	2,31	2,40	3,31	3,27
8	3,02	3,98	3,44	3,35	3,90	3,05	2,36	2,00	2,21	2,36	3,21	3,19
9	3,01	4,00	3,49	3,32	3,90	2,98	2,35	1,99	2,20	2,37	3,22	3,13
10	3,02	4,02	3,50	3,33	3,91	3,00	2,29	1,97	2,10	2,26	3,28	3,14
11	3,20	3,88	3,53	3,37	3,90	3,01	2,20	1,90	2,03	2,08	3,30	3,17
12	3,40	3,74	3,55	3,42	3,90	2,99	2,20	1,91	2,13	1,99	3,29	3,17
13	3,52	3,67	3,60	3,45	3,95	2,98	2,20	1,96	2,20	1,95	3,24	2,81
14	3,51	3,60	3,66	3,44	3,92	3,02	2,20	2,10	2,19	2,02	3,05	2,92
15	3,47	3,55	3,80	3,39	3,84	3,09	2,26	2,12	2,51	2,31	3,40	3,05
16	3,41	3,41	4,01	3,29	3,81	3,01	2,30	2,14	2,61	2,29	3,57	3,65
17	3,39	3,49	4,15	3,19	3,82	2,87	2,20	2,00	2,50	2,20	3,80	4,10
18	3,39	3,46	4,18	3,09	3,82	2,76	2,27	1,94	2,45	2,34	3,90	4,23
19	3,40	3,40	4,20	3,10	3,72	2,70	2,30	2,00	2,50	2,59	3,95	4,39
20	3,59	3,36	4,38	3,20	3,64	2,67	2,39	2,06	2,49	2,58	4,00	4,19
21	3,64	3,51	4,29	3,40	3,61	2,68	2,32	2,31	2,31	2,54	4,20	3,88
22	3,75	3,58	4,08	3,44	3,60	2,64	2,23	2,32	2,27	2,52	4,21	3,89
23	3,81	3,56	3,94	3,50	3,51	2,70	2,16	2,28	2,35	2,60	4,19	4,10
24	3,96	3,55	3,86	3,50	3,44	2,63	2,10	2,12	2,34	2,77	4,18	4,32
25	3,83	3,59	3,86	3,51	3,42	2,50	2,06	2,27	2,40	2,69	3,96	4,38
26	3,71	3,59	3,85	3,60	3,36	2,40	2,02	2,33	2,60	2,51	3,70	4,29
27	3,56	3,60	3,70	3,70	3,20	2,34	2,00	2,45	2,70	2,44	3,49	4,16
28	3,50	3,59	3,64	3,74	3,14	2,31	2,00	2,40	2,90	2,50	3,58	3,99
29	3,43	3,50	3,60	3,72	3,10	2,33	2,00	2,21	2,83	2,75	3,56	3,80
30	3,36	—	3,64	3,71	3,10	2,35	2,00	2,05	2,61	3,20	3,57	3,54
31	3,56	—	3,61	—	3,10	—	2,07	1,96	—	3,44	—	3,39

TABLEAU XV. — **Niveaux réels du Tanganika et niveaux du lac stabilisé.**
(En mètres.)

Années	Hautes eaux		Basses eaux	
	Réelles	Stabilisées	Réelles	Stabilisées
1924	—	—	773,29	774,54
1925	773,87	775,10	3,22	4,42
1926	4,06	5,22	3,55	4,70
1927	4,40	5,52	3,45	4,58
1928	4,06	5,14	3,20	4,28
1929	3,76	4,78	2,90	3,90
1930	4,08	4,98	3,61	4,42
1931	4,62	5,42	3,75	4,46
1932	4,87	5,52	4,20	4,82
1933	4,90	5,50	4,04	4,46
1934	4,62	5,00	3,80	4,18
1935	4,76	4,98	3,90	4,06
1936	5,16	5,30	4,26	4,32
1937	5,42	5,42	4,83	4,82
1938	5,52	5,52	4,68	4,70
1939	5,42	5,50	4,69	4,82
1940	5,38	5,52	4,54	4,72
1941	4,86	5,08	4,06	4,34
1942	5,19	5,52	4,49	4,96
1943	4,93	5,52	4,02	4,62
1944	4,50	5,18	3,71	4,46
1945	4,34	5,10	3,49	4,28
1946	4,08	4,86	3,32	4,12
1947	4,22	4,92	3,54	4,36
1948	4,20	4,92	3,31	4,20

130 STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA

TABLEAU XVI. — **Niveaux moyens et moyennes annuelles des débits du fleuve Congo à Léopoldville (1902-1948).**

Depuis 1902, on dispose d'observations journalières du niveau du fleuve Congo à Léopoldville.

La plus ancienne échelle limnimétrique est celle de Léopoldville-Ouest (ancien mur de quai), dont le zéro se trouve à la cote absolue 276^m80. Les niveaux extrêmes observés sont :

Hauts eaux : 5^m18 en décembre 1925.

Basses eaux : —0^m45 le 21 juillet 1905.

Il y correspond des débits extrêmes de 74.000 m³/sec et de 23.000 m³/sec.

Moyennes annuelles des niveaux et des débits.

(Mètres et mètres cubes par seconde.)

Année	Niveau moyen	Débit moyen	Année	Niveau moyen	Débit moyen
—	—	—	—	—	—
1902	1,53	37.000	1926	2,67	46.400
1903	2,08	41.600	1927	1,87	39.800
1904	2,14	42.000	1928	2,33	43.600
1905	1,41	36.200	1929	2,07	41.500
1906	2,02	41.000	1930	2,21	43.000
1907	2,37	44.000	1931	1,91	40.000
1908	2,97	49.300	1932	2,25	43.200
1909	2,87	48.500	1933	2,29	43.500
1910	2,39	44.100	1934	2,25	43.200
1911	1,92	40.000	1935	2,64	46.200
1912	2,19	42.500	1936	2,39	44.100
1913	1,70	38.800	1937	2,46	45.000
1914	1,61	38.000	1938	2,18	42.400
1915	1,39	36.000	1939	2,34	43.700
1916	1,98	40.700	1940	2,46	45.000
1917	2,46	45.000	1941	2,17	42.300
1918	1,49	36.800	1942	2,47	45.100
1919	1,32	35.200	1943	1,59	37.900
1920	1,88	39.800	1944	2,07	41.500
1921	2,17	42.300	1945	2,01	41.000
1922	1,93	40.100	1946	1,97	40.600
1923	2,32	43.600	1947	2,60	46.000
1924	2,48	45.200	1948	2,63	46.200
1925	2,39	44.100			

LISTE DES PHOTOGRAPHIES.

	Planches.
1. Albertville. — Le port, vu d'avion	I
2. Albertville. — La rive, entre le port et l'exutoire de la Lukuga.	I
3. Albertville. — La rive du lac, en bordure du Camp C.F.L.	II
4. Albertville. — L'embouchure de la rivière Kalemie	II
5. Albertville. — Les échelles d'étiage du port public	III
6. Albertville. — L'exutoire de la Lukuga, vu d'avion	III
7. Albertville. — La Lukuga régularisée, vue d'avion	IV
8. Rivière Lukuga. Végétation riveraine	IV
9. La Lukuga au passage du bac à traîle de la route automobile Albertville-5 ^e parallèle	V
10. Jaugeage de la Lukuga	V
11. Rivière Lukuga. — L'échelle d'étiage du km 701,4	VI
12. Rivière Lukuga. — L'échelle d'étiage du km 701	VI
13. Rivière Lukuga. — Accès à l'échelle d'étiage du km 688 . .	VII
14. Rivière Lukuga. — Accès à l'échelle d'étiage du km 686 . .	VII
15. Rivière Lukuga. — L'échelle d'étiage du km 680,3	VIII
16. La rivière Lukuga au km 674	VIII
17. Kigoma. — La base belge	IX
18. Uvira (Kalundu). — Le s/s <i>Duc de Brabant</i> à quai	IX
19. Usumbura. — L'appontement	X
20. Kindu. — Le Lualaba (Bief moyen), au km 308 de Ponthierville	X
21. Kowe. — Le Lualaba (Bief moyen), au km 155	XI
22. Tubila. — Le Lualaba (Bief moyen). La passe rocheuse au km 139	XI
23. Le Lualaba (Bief moyen). Un signal de balisage (km 102) . .	XII
24. Ponthierville. — Le Lualaba (Bief moyen)	XII



PHOTO 1. — Albertville. Le port, vu d'avion.

A quai, le s/s *Duc de Brabant*. Par transparence, on remarque le banc de sable qui tend à contourner l'extrémité du pier, de gauche vers la droite.

10 septembre 1947.

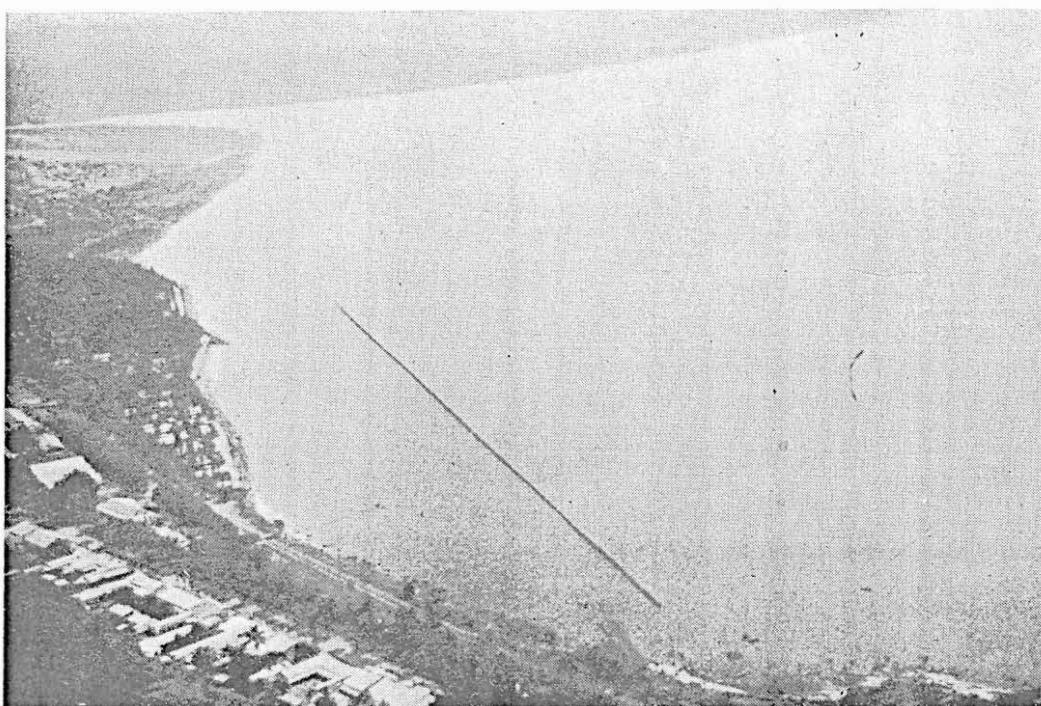


PHOTO 2. — Albertville.

La rive, entre le port et l'exutoire de la Lukuga, au fond, à gauche; au milieu, en oblique, le « peigne » en palplanches, battu en 1937 dans l'espoir de protéger la rive contre les vagues. 10 septembre 1947.

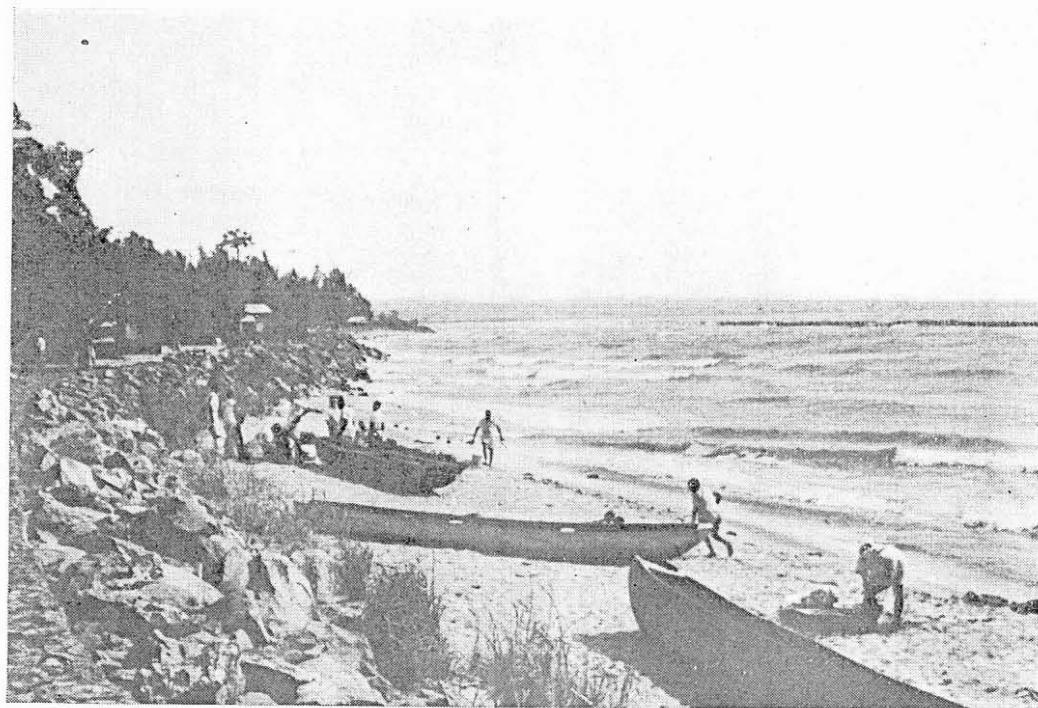


PHOTO 3. — Albertville. La rive du lac, en bordure du Camp C.F.L.
Au fond, à droite, le « peigne » en palplanches, soi-disant destiné
à briser la houle.

7 septembre 1947.

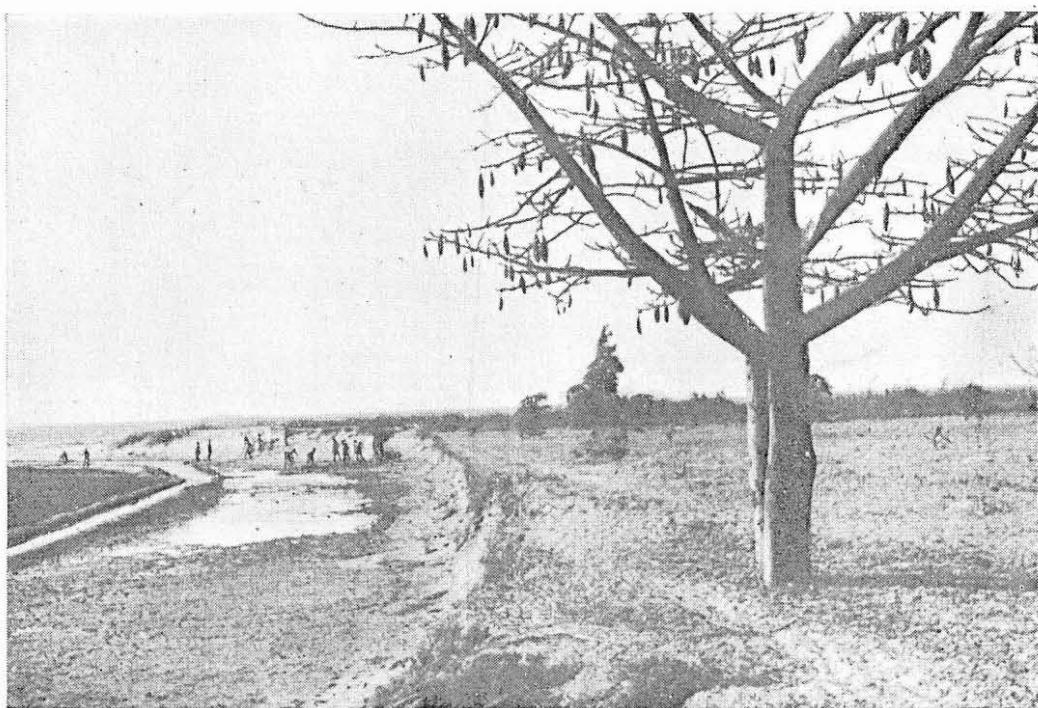


PHOTO 4. — Albertville. L'embouchure de la rivière Kalemie
dans laquelle une cuvette a été creusée pour faciliter l'écoulement
des eaux en saison sèche.

7 septembre 1947.

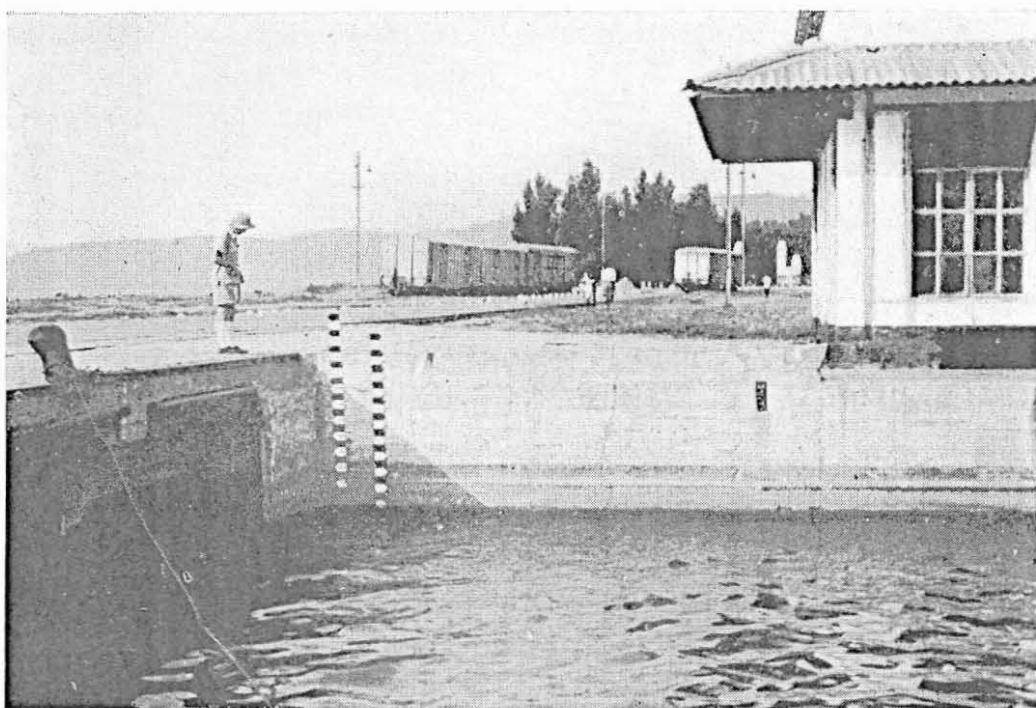


PHOTO 5. — Albertville. Les échelles d'étiage du port public dont les lectures sont données en cotes absolues ou par rapport au zéro, repéré à la cote 772^m24. 6 septembre 1947.



PHOTO 6. — Albertville. L'exutoire de la Lukuga, vu d'avion. On aperçoit à l'avant-plan, par transparence, les deux bancs rocheux qui barrent l'entrée de la rivière. Au fond, à gauche, le passage du bac de la route automobile. 10 septembre 1947.



PHOTO 7. — Albertville. La Lukuga régularisée, vue d'avion.

A l'avant-plan, à gauche, la plaine d'aviation; au fond, le passage de la route automobile.

10 septembre 1947.



PHOTO 8. — Rivière Lukuga.

On peut juger de la hauteur de la végétation par la dimension de l'indigène dans la pirogue.

9 septembre 1947.

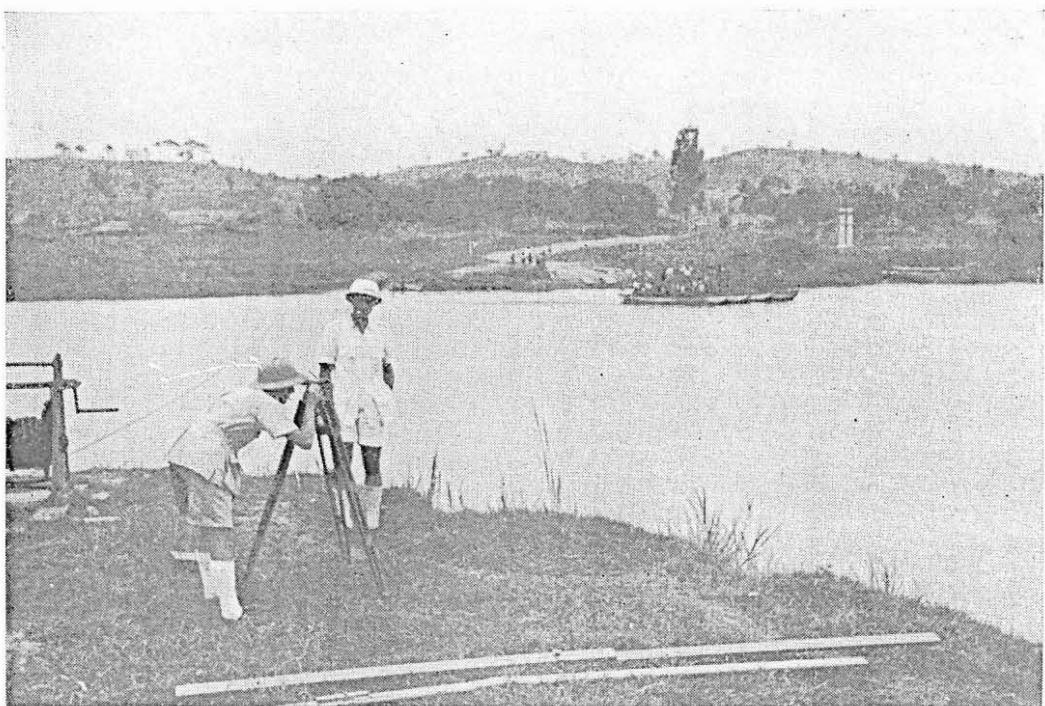


PHOTO 9. — La Lukuga au passage du bac à traîne
de la route automobile Albertville-5^e parallèle; à gauche, le treuil
du câble de jaugeage. 9 septembre 1947.

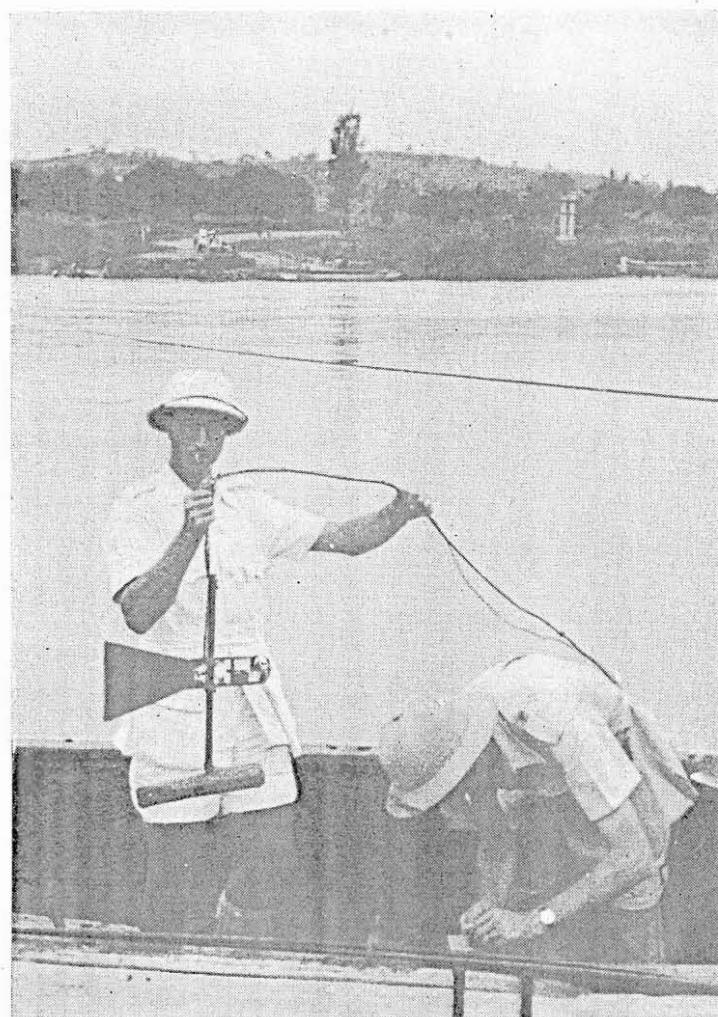


PHOTO 10. — Tensionnage de la Lukuga



PHOTO 11. — Rivière Lukuga.
L'échelle d'étiage du km 701,4. 6 septembre 1947.

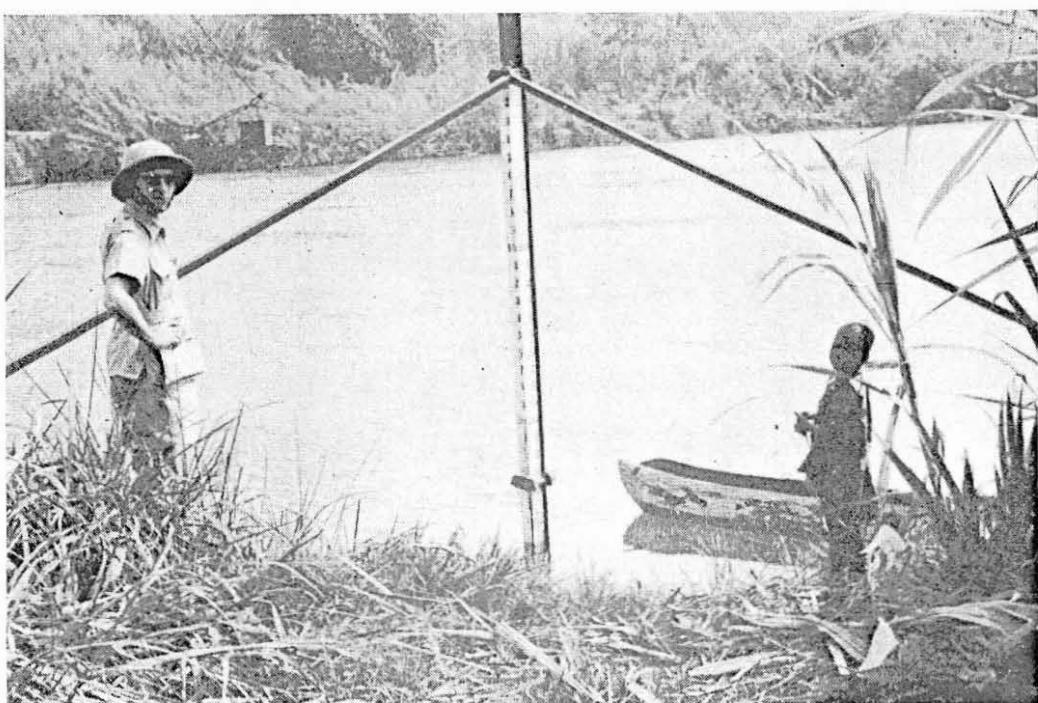


PHOTO 12. — Rivière Lukuga.
L'échelle d'étiage du km 701. 6 septembre 1947.



PHOTO 13. — Rivière Lukuga.

Accès à l'échelle d'étiage du km 688. 6 septembre 1947.

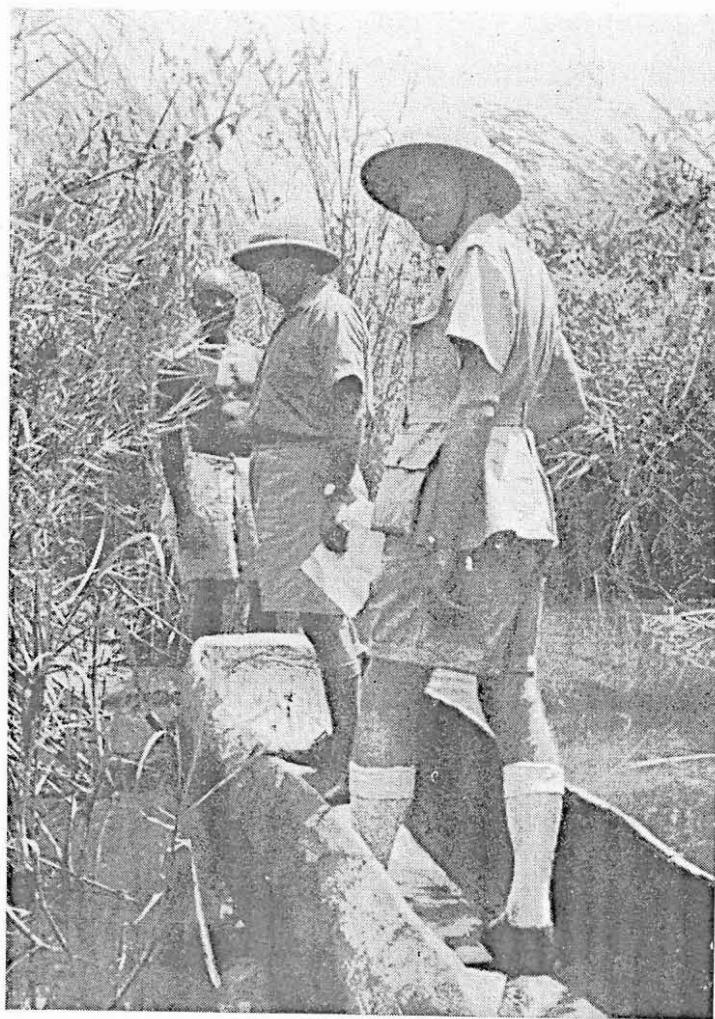


PHOTO 14. — Rivière Lukuga



PHOTO 16. — La rivière Lukuga au km 674.
6 septembre 1947.

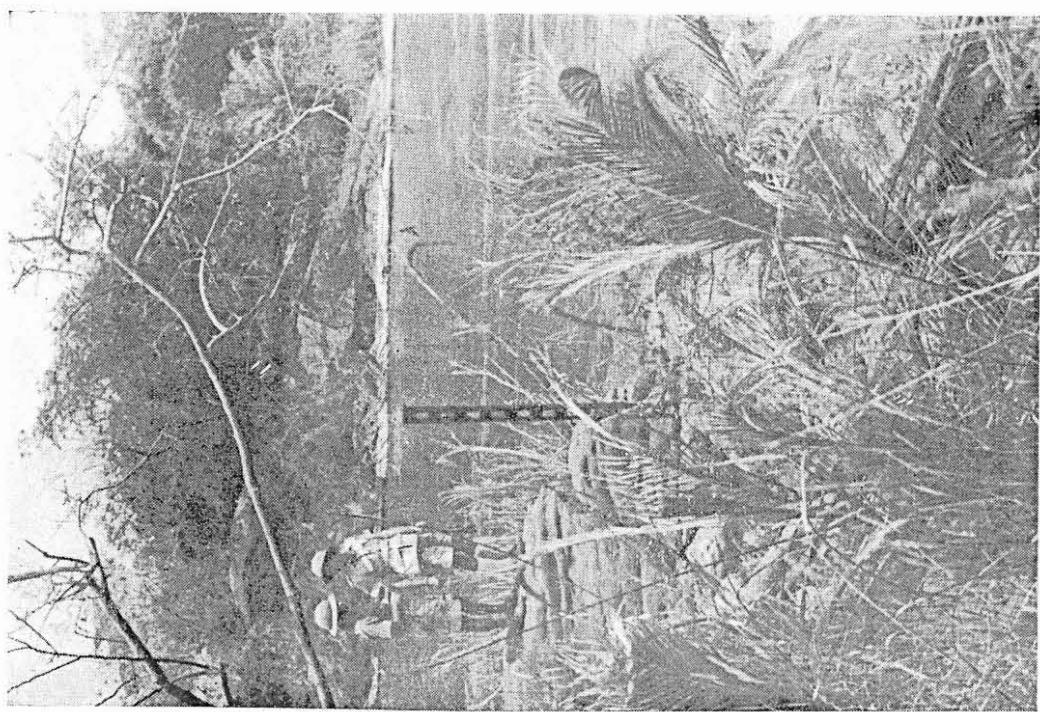


PHOTO 15. — Rivière Lukuga.
L'échelle d'étage du km 680,3. 6 septembre 1947.

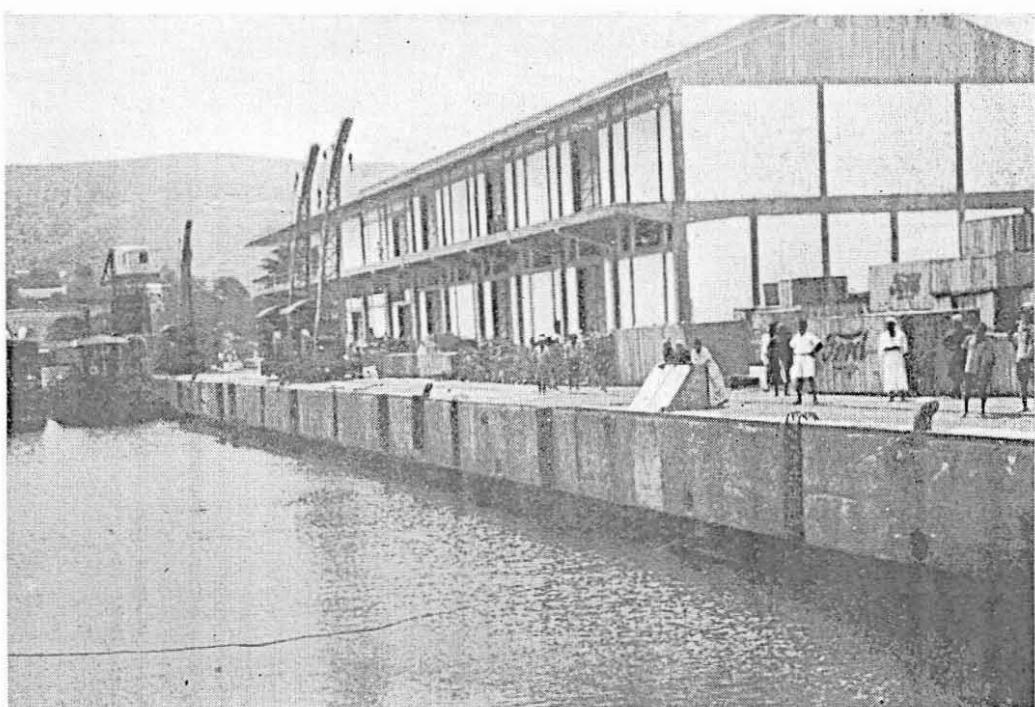


PHOTO 17. — Kigoma. La base belge.
11 septembre 1947.

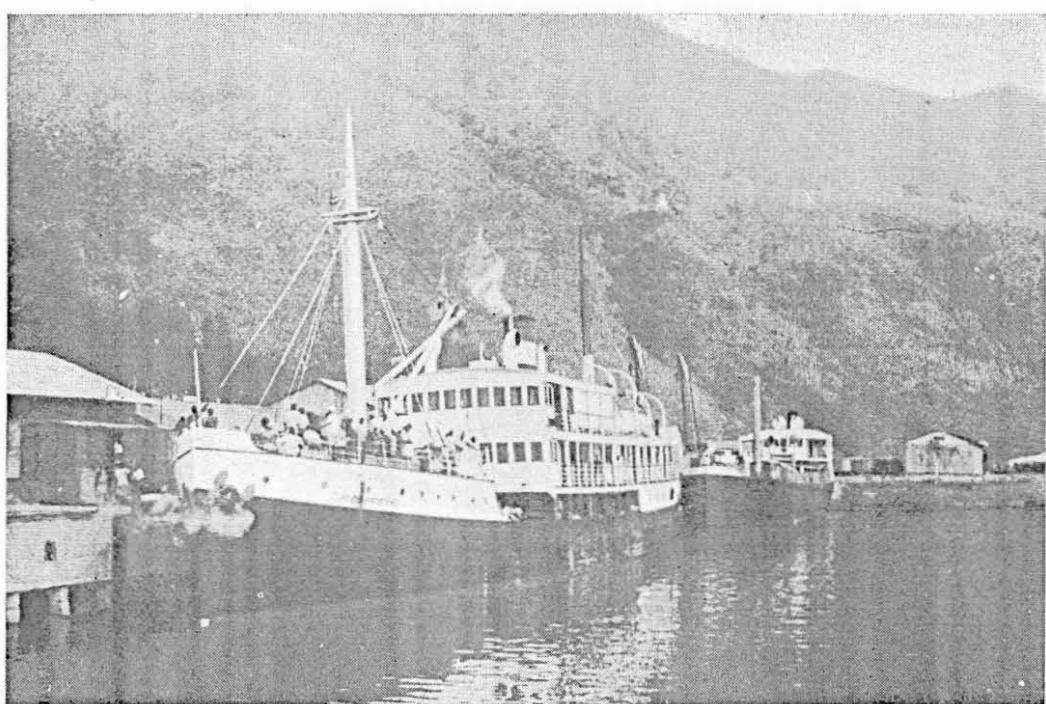


PHOTO 18. — Uvira (Kalundu).
Le s/s *Duc de Brabant* à quai. 13 septembre 1947.

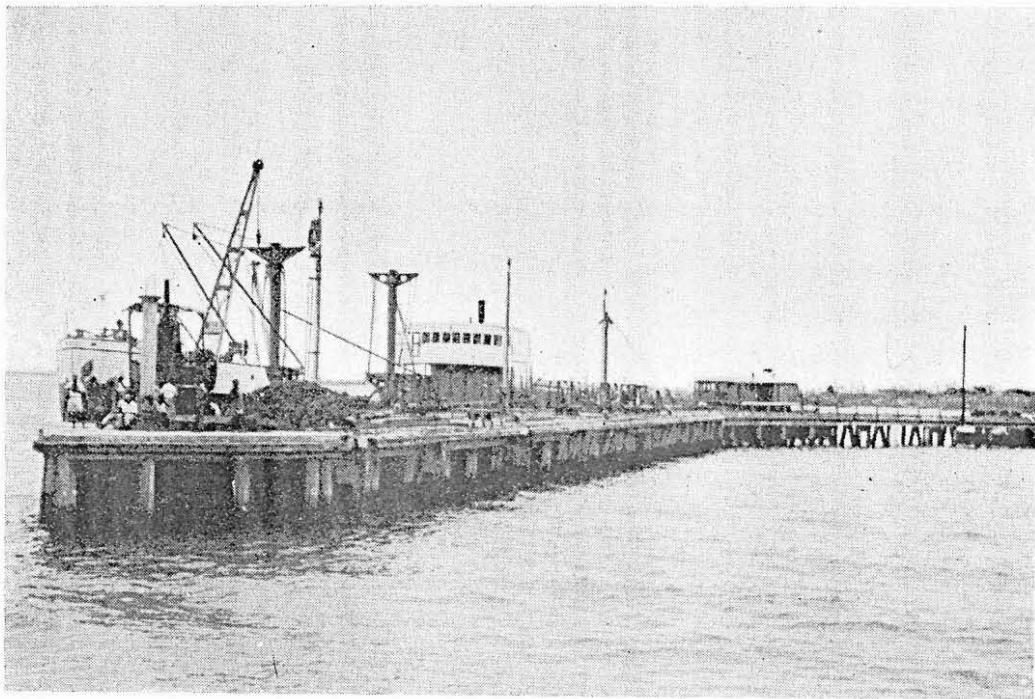


PHOTO 19. — Usumbura. L'appontement.
13 septembre 1947.



PHOTO 20. — Kindu.
Le Lualaba (Bief moyen), au km 308 de Ponthierville.
26 septembre 1947.

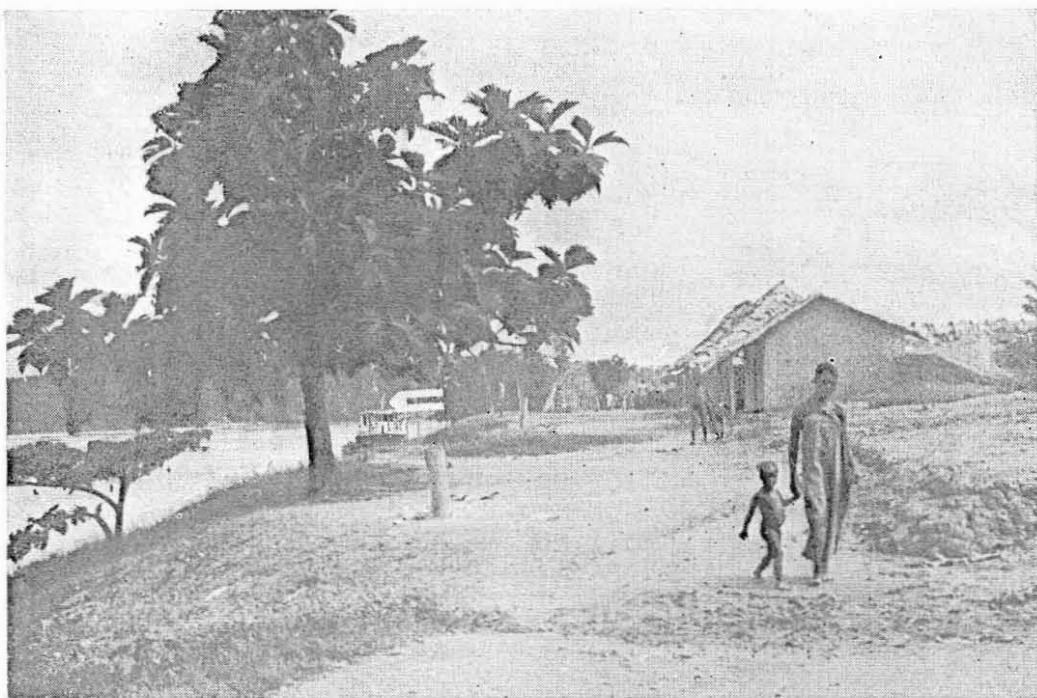


PHOTO 21. — Kowe. Le Lualaba (Bief moyen), au km 155.
28 septembre 1947.

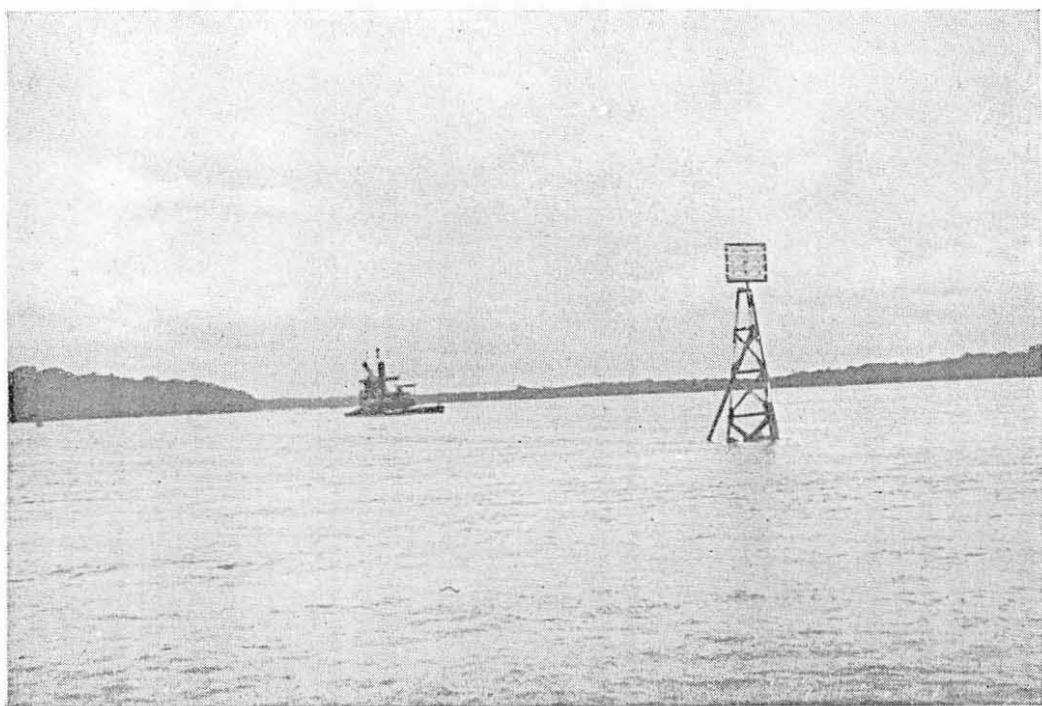


PHOTO 22. — Tubila. Le Lualaba (Bief moyen).
Balise de la passe rocheuse au km 139. 28 septembre 1947.

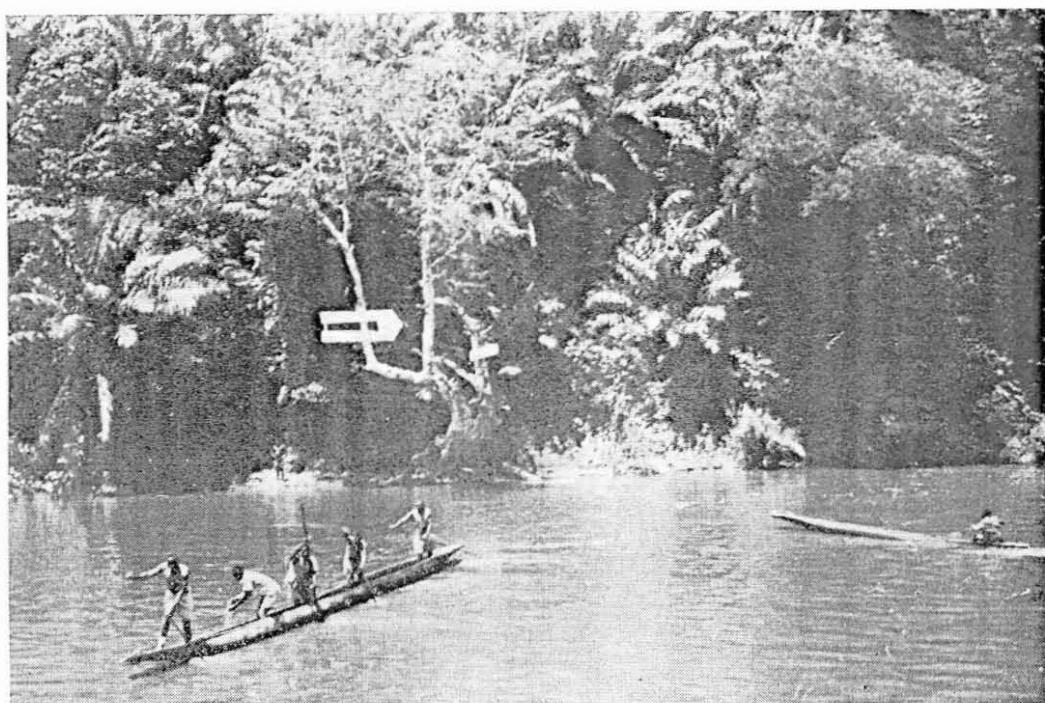


PHOTO 23. — Le Lualaba (Bief moyen).
Un signal de balisage (km 102). 29 septembre 1947.



PHOTO 24. — Ponthierville. Le Lualaba (Bief moyen).
30 septembre 1947.

LISTE DES FIGURES.

	Pages.
1. Hydrographie de l'Afrique centrale et orientale	4
2. Le lac Tanganika	6
3. Voies navigables et chemins de fer du Congo belge	8
4. Diagramme des niveaux du Tanganika depuis 1846	10
5. Variations du niveau du Tanganika depuis 1934	13
6. Variations journalières du niveau du Tanganika en 1948	14
7. Taches solaires. Niveaux des lacs Albert, Victoria, Tanganika et Nyassa. Pluviométrie. Niveaux et débits du fleuve Congo.	16
8. Rade d'Albertville	22
9. Diagramme des niveaux du lac Nyassa (1945-1947)	27
10. Débits de l'exutoire de la Lukuga en fonction du niveau du Tanganika	31
11. Débits de la Lukuga à Greinerville	33
12. Situation de l'exutoire de la Lukuga au 15 janvier 1938	38
13. Variations journalières du niveau du Lualaba (Bief moyen) à Kindu en 1946	56
14. Variations journalières du niveau du Lualaba (Bief moyen) à Lowa en 1946	58
15. Variations journalières du niveau du Lualaba (Bief moyen) à Ponthierville en 1946	59
16. Coupe du terrain à l'emplacement I du barrage de la Lukuga (Traverse 6: voir planche II)	62
17. Coupe du terrain à l'emplacement II du barrage de la Lukuga (Traverse 30: voir planche II)	64
18. Fonctionnement d'un déversoir fixe	71
19. Atterrages d'Albertville en 1917	82
20. Atterrages d'Albertville en 1941	84
21. Situation du port d'Albertville	85
22. Appontement d'Albertville (coupe transversale)	86
23. Situation du port d'Uvira (Kalundu)	87
24. Môle du port d'Uvira (Kalundu)	88
25. Situation et appontement du port d'Usumbura	89
26. Situation du port de Kigoma	90
27. Appontement du port de Kigoma	91

134 STABILISATION DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA

PLANCHES HORS TEXTE.

- I. Situation de l'exutoire de la Lukuga en septembre 1940.
 - II. Situation de l'exutoire de la Lukuga en juin 1941.
 - III. Variations des profils en travers de l'exutoire de la Lukuga de juin 1937 à février 1941, depuis la traverse 5 jusqu'à la traverse 50.
 - IV. Plan, profil en long, profils en travers de la Lukuga en aval de Greinerville jusqu'à 17 km du lac.
 - V. Niveaux du lac Tanganika et débits cumulés par la Lukuga.
 - VI. Fleuve Congo (Bief moyen du Lualaba).
-

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Avant-propos	3
Variations de niveau	12
Inconvénients des variations de niveau et remèdes	15
Causes des variations de niveau	19
Débits de la Lukuga	30
Repérage des sections de jaugeage	34
Travaux dans l'exutoire	36
Axes hydrauliques	42
Écoulement par la Lukuga	44
Stabilisation du niveau du Tanganiaka	48
Amélioration du régime du fleuve Congo	53
Barrage de retenue	60
Niveaux admissibles	74
Calibrage de la Lukuga	78
Installations riveraines	81
Conclusions	93
Bibliographie	101
Liste des tableaux	105
Liste des photographies	131
Liste des figures	133
Table des matières	135

