

Académie royale
des
Sciences coloniales
—
CLASSE
DES SCIENCES TECHNIQUES
—

Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome I, fasc. 2.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen
—
KLASSE
DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN
—

Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek I, aflev. 2.

Études hydrographiques dans le bassin du Lualaba (Congo belge) (1952-1954)

PAR

J. CHARLIER

INGÉNIEUR A. I. BR.

(SERVICE DES VOIES NAVIGABLES DU CONGO BELGE)

Cette nouvelle série constitue la suite
de la collection de *Mémoires in-8°*,
publiée par l'Institut Royal Colonial
Belge de 1929 à 1954.

Deze nieuwe reeks is de voortzetting
der verzameling van de *Verhandelingen
in-8°* uitgegeven door het Koninklijk Bel-
gisch Koloniaal Instituut van 1929 tot
1954.



Avenue Marnix, 25
BRUXELLES

Marnixlaan, 25
BRUSSEL

—
1955

—
PRIX :
PRIJS: F 80



Études hydrographiques
dans le bassin du Lualaba
(Congo belge)
(1952 - 1954)

PAR

J. CHARLIER

INGÉNIEUR A. I. BR.

(SERVICE DES VOIES NAVIGABLES DU CONGO BELGE)

Mémoire présenté à la séance du 25 février 1955.

Études hydrographiques dans le bassin du Lualaba (Congo belge)

INTRODUCTION

Le Lualaba [9] (*), l'une des branches supérieures du Congo, prend sa source aux confins de la Rhodésie et du Congo belge, près de la crête de partage des eaux entre les bassins du fleuve Congo, qui rejoint l'Océan atlantique, et du fleuve Zambèze, tributaire de l'Océan indien.

Il coule dans la direction générale du Sud au Nord jusqu'aux abords de Stanleyville, située à 2.142 km environ de la source ; en aval de Stanleyville, le fleuve est appelé Congo et il atteint l'Océan à Banana, après un parcours total de 4.374 km, ayant traversé cinq des six provinces du Congo belge.

Le fleuve Congo et ses affluents constituent un des plus importants réseaux de voies navigables naturelles existant au monde ; la longueur totale des biefs navigables est de 14.500 km environ pour la partie du bassin se trouvant à l'intérieur des frontières du Congo belge. A ce chiffre il convient d'ajouter les rivières navigables du bassin se trouvant en territoire étranger, notamment en Afrique Équatoriale française, soit environ 3.000 km.

Entre la source et Stanleyville, le Lualaba présente 5 tronçons nettement distincts, dont 2 seulement sont navigables de bout en bout.

(*) Les chiffres placés entre crochets renvoient à la bibliographie, page 68.

Jusqu'à Bukama ⁽¹⁾, le fleuve est de faible largeur ; son cours présente de nombreux rapides et le courant est souvent fort violent ; la navigation est impossible en amont de Bukama.

Le second tronçon, long de 645 km, s'étend de Bukama à Kongolo et est appelé « Bief supérieur du Lualaba » ; la navigation y est possible, mais difficile à certaines époques. Les entraves proviennent principalement des bancs de sable dans les parties amont et aval du bief, régions où le mouillage devient insuffisant aux eaux basses. Aux hautes eaux, la route navigable est parfois obstruée par des végétations flottantes dans la région du lac Kisale, et de graves perturbations en résultent pour le trafic ; des interruptions de plusieurs semaines ne sont pas rares.

Le troisième tronçon, entre Kongolo et Kindu, présente quelques parties navigables d'intérêt secondaire (Bief intermédiaire), mais il est peu accessible aux bateaux ; dans toute cette région, le fleuve a été doublé par un chemin de fer, constituant le « second tronçon » des chemins de fer du Congo supérieur aux Grands Lacs Africains (C. F. L.).

Entre Kindu et Ponthierville, sur 308 km de longueur, le fleuve redevient navigable en toutes saisons. Ce tronçon est appelé « Bief moyen du Lualaba ». La navigation est rendue difficile et parfois précaire aux eaux basses, par suite de la présence de bancs de sable et aussi de bancs rocheux assez importants.

Enfin, le dernier tronçon, entre Ponthierville et Stanleyville, traverse une région encore mal connue, où le fleuve franchit plusieurs groupes de rapides très importants ; ce tronçon n'est pas navigable dans son ensemble, mais il y existe quelques biefs accessibles aux unités légères.

(1) Les noms géographiques de la région du Lualaba, cités dans cette note, sont indiqués sur la carte schématique hors-texte.

L'un de ces biefs a 60 km environ de longueur. Un chemin de fer, constituant le « premier tronçon » des chemins de fer C. F. L., a été construit entre Stanleyville et Ponthierville, afin de suppléer aux déficiences de la voie d'eau.

Le Lualaba reçoit de nombreux affluents, surtout à droite, car sur la rive gauche, le bassin du Lualaba est fort réduit. Il est, en effet, limité par celui du Lomami, important affluent du fleuve Congo, qui se jette dans ce dernier en aval de Stanleyville et qui coule parallèlement au Lualaba sur une grande longueur.

Les principaux affluents du Lualaba sont, en commençant par l'amont :

1° La Lufira, qui prend sa source en un endroit très proche de celle du fleuve et qui rejoint celui-ci dans la région marécageuse du Kamolondo, en face du lac Kisale.

La Lufira est navigable dans sa partie aval sur près de 70 km, mais l'accès en est très difficile ; il se présente sous forme d'un chenal étroit, profond et très sinueux, s'étirant entre des étendues immenses de végétation plus ou moins flottante ;

2° La Lovoi, seul affluent de gauche assez important, qui provient des contre-forts occidentaux des monts Mitumba méridionaux et qui rejoint le Lualaba en aval de Kadia, à la sortie du lac Kisale ;

3° La Luvua, exutoire du lac Moero qui, avec le Luapula, principal tributaire de ce lac, constitue la branche supérieure principale du fleuve, la longueur et le débit de la Luvua-Luapula étant de loin supérieurs à ceux du Lualaba en amont du confluent. La Luvua est navigable aux eaux hautes jusqu'à Kiambi, à 150 km de l'embouchure. En aval de Kasenga, le Luapula est navigable ; en y comprenant la partie lacustre, la lon-

gueur de la voie navigable entre Kasenga et Pweto est de 275 km. Le Luapula provient de la région du lac Bangweolo ; avec le lac Moero, il forme frontière naturelle entre le Congo belge et la Rhodésie du Nord [6] ;

4° La Lukuga, qui rejoint le Lualaba à quelques kilomètres en amont de Kongolo et lui amène notamment les eaux du lac Tanganika [10] ; ce dernier reçoit les eaux du lac Kivu qui lui arrivent par la rivière Ruzizi ; la Lukuga n'est pas navigable ;

5° La Luama, qui rejoint le fleuve entre Kongolo et Kasongo ;

6° L'Elila, et

7° L'Ulindi qui se jettent dans le Bief moyen, respectivement à 278 km et à 155 km de Ponthierville (1).

Ces 3 dernières rivières ne sont pas navigables ;

8° La Lowa, le plus important affluent du Bief moyen, dont la largeur au confluent atteint 500 mètres, non navigable, et qui rejoint le fleuve à Lowa, à 125 km de Ponthierville.

Comme pour les autres rivières de la région, le régime de la Lowa est très irrégulier ; on y a observé des variations de niveau de 2 m en 24 heures.

Le Lualaba est relié aux principaux centres de l'Est par rail et par route ; citons notamment :

1° Le chemin de fer de Bukama à Élisabethville ;

2° Le chemin de fer de Kabalo à Albertville, sur la rive occidentale du lac Tanganika, et qui constitue la porte de sortie vers l'Océan Indien à travers le Tanganyika Territory ;

(1) Au Congo, les distances se mesurent le long du chenal navigable, à partir de l'extrémité aval du bief considéré, ou, éventuellement, du confluent de l'affluent avec le fleuve principal.

3° De nombreuses routes de grande communication dont les plus importantes sont celles de Kindu et de Kasongo vers Bukavu, chef-lieu de la province du Kivu, celle de Kabalo à Kamina qui sera bientôt doublée par la jonction ferrée entre le B. C. K. et le C. F. L., et celle de Muyumba à Manono.

Par sa situation géographique, par l'importance économique de son hinterland qui comprend des régions très riches de notre colonie, le Lualaba constitue une artère commerciale de premier ordre, drainant une grande partie des produits locaux et régionaux. Avec le système de chemins de fer et de routes existant, les tronçons navigables du Lualaba forment un réseau de voies de communication très ramifié, mais la simple énumération des diverses parties de ce réseau, ainsi qu'un coup d'œil sur la carte, montrent que son exploitation entraîne des délais et des frais très élevés, dus aux nombreuses ruptures de charge. Il n'est donc pas étonnant que des études et travaux aient été entrepris en grand nombre en vue d'améliorer les transports dans toute la région. Parmi ces travaux, ceux relatifs aux voies navigables naturelles devaient être retenus en premier lieu.

A la demande du Comité hydrographique du Bassin congolais, M. le professeur K. BOLLENGIER se rendit en mission dans le courant de 1951 dans les régions du Bief supérieur, de la Luvua, du lac Moero et du Luapula.

Le rapport présenté à l'issue de cette mission recommanda tout spécialement la nécessité de réunir des données relatives au régime du fleuve et des affluents, et d'effectuer des levés à grande échelle pour les sections particulièrement difficiles. M. BOLLENGIER préconisa, en outre, la construction d'un barrage sur la Luvua, à

la sortie du lac Moero. Le but de ce barrage, dont l'idée émane de M. Robert THYS [20], sera décrit plus loin.

Ce travail a été entamé et, de son côté, M. L. VAN WETTER, conseiller technique du Comité hydrographique, se rendit à deux reprises à Albertville, afin de déterminer le site et les meilleures conditions de travail pour la construction d'un barrage sur la Lukuga.

Il existe actuellement, près d'Albertville, un batardeau, ayant forme de déversoir, barrant complètement la Lukuga et destiné à enrayer la baisse inquiétante du niveau des eaux dans le lac Tanganika, en cours depuis près de 15 ans [11, p. 13].

Les deux barrages d'Albertville et de Pweto auront pour objectif de contribuer à l'amélioration de la navigation dans les biefs navigables du Lualaba, tout en diminuant, de façon appréciable, les amplitudes naturelles du niveau d'eau dans les lacs Tanganika et Moero. En période de crue du Lualaba, l'eau sera emmagasinée dans les immenses réservoirs que constituent ces lacs, pour être restituée en période d'étiage. On pourra ainsi augmenter les débits instantanés et, par le fait même, les mouillages, dans les régions situées en aval des confluent des exutoires.

Le service des Voies navigables de la Colonie (S. V. N.) a créé, dès 1951, deux brigades pour l'étude de ces travaux.

La première, composée de deux hydrographes, MM. M. DEVRIESE et A. CRESPI, a travaillé principalement le long du Bief supérieur, de janvier 1952 à juillet 1954. Cette brigade a notamment effectué le levé hydrographique et topographique détaillé de près de 120 km du fleuve, spécialement les mauvais passages, coudes brusques et bancs rocheux. La brigade a en outre levé la Luvua sur 4 km à partir de Pweto, et la Lukuga, sur 10 km à partir du lac Tanganika, tronçons suscep-

tibles d'être modifiés par les remous dus aux barrages projetés. La documentation ainsi réunie, consistant en un grand nombre de cartes dressées à l'échelle de 1 : 1.000 est de première valeur ; elle a permis, dès à présent, d'établir des programmes de dragage et de dérochement basés sur des documents exacts et détaillés.

Une seconde brigade fut constituée au début de 1951 pour surveiller la construction du batardeau d'Albertville ; ensuite, elle fut affectée aux observations hydrauliques dans la région.

La surveillance du chantier fut assurée par M. l'ingénieur V. KHRONUQUE ; les études furent effectuées par M. l'ingénieur F. VAN HOYWEGHEN.

Enfin, M. B. PORTIER, conducteur du S. V. N., exécuta les forages de reconnaissance aux emplacements prévus pour les barrages d'Albertville et de Pweto.

La documentation ainsi réunie est très importante et répond aux vœux formulés par le Comité hydrographique. Cependant, avant d'entreprendre avec quelque chance de succès de grands travaux de normalisation et d'amélioration des voies navigables naturelles, une connaissance plus approfondie du régime du fleuve a été jugée indispensable.

Bien plus, il est apparu qu'une longue observation des régimes des affluents était également souhaitable, ces derniers influençant parfois de façon très sensible le régime du Lualaba.

Le Comité hydrographique recommanda donc, en accord avec le S. V. N., de créer une brigade dépendant de ce service, et chargée spécialement de réunir des renseignements intéressant le régime du fleuve Lualaba et de ses principaux affluents.

Le soussigné a eu l'honneur d'être désigné pour diriger cette brigade ; ce sont les résultats qu'elle a obtenus qui seront commentés dans la présente note.

I. BUT ET INTÉRÊT DES ÉTUDES ENTREPRISES

Le but des études entreprises peut se résumer de la façon suivante : en premier lieu, compléter les connaissances acquises pour le bassin du Lualaba en ce qui concerne la limnimétrie, les débits et les pentes naturelles des rivières ; en second lieu, dégager les lois de variation du débit en fonction des niveaux d'eau en certaines sections dont le régime est particulièrement important pour la navigation ou les travaux projetés.

La partie relative à la limnimétrie ne sera pas développée ici ; pour tout ce qui y a trait, on se référera avec profit aux *Annuaire hydrologiques du Congo belge et du Ruanda-Urundi* publiés annuellement par le Comité hydrographique [7].

On se bornera à signaler que la brigade a établi dix-sept nouveaux postes d'observations limnimétriques, et qu'elle a, en outre, procédé à l'inspection périodique du réseau de l'ensemble des 107 postes d'observations de cette région ; elle a encore coordonné les résultats des observations pour la plupart des échelles limnimétriques se trouvant le long du Lualaba et de ses affluents. L'annexe des pages 66-67 donne la liste des postes d'observations pour le bassin du Lualaba.

Les mesures de pentes naturelles n'ont pas été systématiques, mais on peut dire, dès à présent, que le fleuve présente certaines sections à pente très faible, de l'ordre de 5 cm/km, et que la pente moyenne pour un tronçon assez long reste toujours faible, si on la compare aux pentes des grands fleuves d'Europe ou d'Amérique.

La brigade s'est spécialement attachée à la mesure des débits en des sections de jaugeage judicieusement choisies ; elle est repassée aux mêmes sections à plusieurs époques de l'année, correspondant à des niveaux différents du plan d'eau.

Les 25 sections de jaugeage adoptées peuvent se classer comme suit :

a) 10 sections le long des biefs navigables du Lualaba, choisies parce que le régime conditionne directement la navigabilité d'une portion du fleuve. Quatre sont situées sur le Bief moyen aux kilomètres 0 (Ponthierville), 125 (Lowa), 264 (aval Elila) et 308 (Kindu), et les six autres sur le Bief supérieur aux kilomètres 15 (Mbilalez-Kongolo), 40 (Kitule), 90 (Katelwe-Sofu), 170 (amont Ankoro), 325 (Kabwe-lez-Mulongo) et 642 (Katoto-lez-Bukama) ;

b) 2 sections à Kasongo (Lualaba) et Kasenga (Lupula), au terminus de biefs navigables secondaires, mais dont la connaissance du régime est indispensable pour une étude d'ensemble de la région ;

c) 11 sections sur les affluents, dont 7 proches des confluent des rivières Lowa, Ulindi, Elila, Lukuga, Luvua, Lovoi et Lufira, et les 4 autres sur le cours moyen des rivières Lowa (Yumbi), Ulindi (Shabunda), Elila (Kama) et Luvua (Kiambi) ;

d) Enfin, les 2 sections d'Albertville, sur la Lukuga, et de Pweto, sur la Luvua, qui revêtent une importance primordiale, eu égard aux projets de barrages à établir en ces endroits.

On constate que la région étudiée s'étend sur près de 450 km en longitude et 1.450 km en latitude, soit à peu près vingt fois la superficie de la Belgique. Certaines difficultés n'ont pas manqué de résulter de cette dispersion des activités. Cela fut d'autant plus vrai que, pour

profiter des conditions de niveau les plus favorables, il fallut souvent jauger toutes les sections en un très court laps de temps, ce qui impliquait des déplacements rapides d'une région à l'autre.

Moyennant ces sujétions, on put, en 1953, profiter d'une saison d'eaux exceptionnellement basses, ainsi qu'il résulte des chiffres du tableau suivant :

TABLEAU I. — *Niveaux moyens en 1953 comparés aux moyennes générales connues.*

Station limnimétrique	Niveau moyen 1953	Moyenne générale	Période correspondante
Stanleyville	2,87	3,17	1907 - 1953
Ponthierville	2,26	3,09	1931 - 1953
Lowa	2,09	2,39	1932 - 1953
Kindu	1,96	2,36	1933 - 1953
Kasongo	1,84	2,00	1934 - 1953
Kongolo	1,06	1,61	1933 - 1953
Kabalo	1,48	2,45	1932 - 1953
Ankoro	1,20	2,05	1933 - 1953
Mulongo	2,18	3,04	1937 - 1953
Kadia	1,13	2,01	1921 - 1953
Bukama	1,60	2,25	1933 - 1953
Kiambi	1,37	2,12	1935 - 1953
Kasenga	1,74	2,42	1934 - 1953

La connaissance du régime du fleuve est indispensable pour l'établissement de projets de régularisation et de normalisation. Mais ces travaux seront de longue haleine et, jusqu'à leur exécution, la navigation doit s'effectuer dans les meilleures conditions possible. Nous allons ci-après rattacher les études hydrographiques à quelques problèmes concrets qui feront saisir tout l'intérêt immédiat de ces études, le potentiel d'avenir qu'elles fournissent étant laissé à l'appréciation des spécialistes.

On conçoit immédiatement l'intérêt direct des levés hydrographiques pour l'amélioration de la navigabilité, mais les renseignements recueillis par la brigade per-

mettent aussi de tirer quelques conclusions dont l'examen mérite l'attention. La plupart des difficultés de navigation au Lualaba proviennent de mouillages insuffisants aux eaux basses ; pour y remédier, on envisage les deux solutions classiques : resserrement et aménagement du lit par épis, dragages et dérochements, et augmentation du débit d'étiage. Dans les deux cas, il est indispensable de connaître le régime du fleuve, pour pouvoir évaluer les améliorations escomptées.

On répète à plaisir que tout irait mieux si on pouvait remonter le niveau d'eau en étiage de 50 cm par exemple ; mais nous ne pouvons pratiquement agir sur les niveaux d'eau que par l'intermédiaire des débits, car ces derniers sont souvent fonction directe des hauteurs et inversement ; si nous connaissons les relations entre débits et hauteurs en deux points d'une même rivière, on pourra estimer l'augmentation de niveau au point aval en connaissant celle du point amont, le débit devant rester constant entre les deux points si l'on écarte les apports des affluents. Tant que nous ne connaissons pas ces relations, nous ne pourrons prévoir les variations de niveau, car ces dernières varient de l'amont vers l'aval. La connaissance de la relation « débits-hauteurs » est donc de première importance pour tout projet de normalisation, de même que pour la prévision des crues et des étiages.

Passons en revue quelques problèmes d'actualité, parmi tant d'autres qui se présentent sur le Bief supérieur, lequel est composé d'une série de tronçons d'assez grande longueur, où le mouillage minimum est donné par la lecture d'une seule échelle de référence. Ces dernières sont fort espacées, les plus importantes se trouvant à Bukama, Kadia, Mulongo, Ankoro et Kabalo.

A titre d'exemple, la lecture à l'échelle de Bukama donne le mouillage pour la partie divagante amont du Bief supérieur, entre Bukama et Kiabo. La mise en ser-

vice de la centrale DELCOMMUNE à Nzilo sur le Haut-Lualaba [16] a eu pour conséquence d'augmenter le débit d'étiage lequel, à son tour, a entraîné une amélioration des mouillages et facilité sensiblement la navigation dans cette partie du fleuve.

Au moyen de la courbe limnimétrique des débits à Bukama (fig. 12), établie par la brigade, on a pu, non seulement supputer avec précision l'augmentation de mouillage due à la mise en service de cette centrale, mais, ce qui est mieux, on peut dès maintenant chiffrer ce que deviendra cette augmentation, lorsque la centrale LE MARINEL, actuellement en construction, sera à son tour terminée. On a pu se rendre compte ainsi que la navigation aurait été suspendue en 1953, sans la mise en marche de la centrale DELCOMMUNE dont l'effet s'est traduit par un accroissement du mouillage qui a atteint 30 cm à l'automne 1953. On aurait tort, par contre, de croire, comme certains ont déjà été tentés de le faire, que l'augmentation de niveau à Kiabo et à Kadia reste du même ordre de grandeur.

En effet, le débit au droit de Bukama devant traverser la dépression du Kamolondo n'est restitué au Lualaba qu'après prélèvement d'un tribut non négligeable par suite de l'évaporation très intense et, en certaines saisons, pour le remplissage des lacs adjacents dont les conditions d'alimentation et de vidange sont encore mal connues, car s'il est exact que tout le débit entrant dans la dépression doit en sortir, on ne peut affirmer que l'évacuation se fait nécessairement en synchronisme [22, pp. 14 à 36].

L'importance de l'évaporation et des autres pertes est mise en évidence par le tableau II, donnant les débits du Lualaba respectivement à Mulongo et Ankoro, en amont du confluent avec la Luvua.

On constate que le débit devant Ankoro est généralement inférieur à celui de Mulongo, bien que cette

dernière section soit cependant située à 160 km plus en amont.

D'un autre côté, même si l'augmentation du débit provenant de l'amont pour une cause quelconque, naturelle ou artificielle, reste constante tout le long du fleuve, il n'en découle pas nécessairement que l'augmentation de niveau — donc de mouillage — reste constante également, car les caractéristiques du fleuve se modifient d'amont en aval, la largeur et le débit moyens allant normalement en augmentant vers l'aval.

TABLEAU II. — *Comparaison des débits du Lualaba à Mulongo et en amont d'Ankoro.*

Débit à Mulongo en m ³ /s	Date	Débit en amont d'Ankoro en m ³ /s	Date
475	11. 4.49	487	13. 4.49
705	2. 2.52	686	29. 1.52
585	20. 8.52	700	22. 8.52
302	28.10.52	265	27.10.52
470	26. 5.53	477	22. 5.53
295	16. 7.53	226	20. 7.53
232	23.11.53	220	25.11.53

TABLEAU III. — *Surhaussement de niveau à partir de l'étiage minimum observé pour une augmentation de débit donnée.*

Sections	Surhaussement de niveau en cm pour des augmentations de débit				500 m ³ /s
	de	50	100	250	
Ponthierville	7	18	36	66	
Lowa	2	5	15	28	
Kindu	8	14	34	64	
Kasongo	11	22	52	97	
Mbila	17	35	71	123	
Kitule	11	22	56	111	
Ankoro	17	28	69	132	
Mulongo	37	72	178	—	
Bukama	44	85	186	—	

Le tableau III donne d'autre part les variations de niveau en différentes sections, de l'amont vers l'aval, pour des augmentations de débit de 50, 100, 250 et 500 m³/s, en supposant que les améliorations de niveau aient pour origine le niveau des étiages minima connus actuellement.

Le tableau IV donne en outre les suppléments de débit nécessaires en diverses sections pour y relever le niveau de 25 et 50 cm, à partir du niveau des étiages minima connus actuellement.

TABLEAU IV. — *Suppléments de débit nécessaires pour obtenir des surhaussements de niveau de 25 et 50 cm comptés à partir de l'étiage minimum observé.*

Sections	Suppléments de débit nécessaires en m ³ /s	
	de 25	50 cm
Ponthierville	150	350
Lowa	450	900
Kindu	180	380
Kasongo	110	235
Mbila	73	162
Kitule	112	224
Ankoro	89	179
Mulongo	34	68
Bukama	28	56

Ces tableaux montrent combien il serait illusoire d'espérer une amélioration générale par le seul moyen de variations de débit peu importantes ou ayant une origine trop lointaine. A cause de l'évaporation et des autres pertes, il est même à craindre qu'une faible augmentation d'un débit d'amont n'arrive qu'à freiner la descente des eaux en aval, l'influence d'amont étant entièrement amortie avant l'endroit désiré.

Pour établir les tableaux II à IV, il a été fait emploi de courbes de débits dont l'intérêt apparaît ici de manière pratique.

La section du Bief supérieur comprise entre Ankoro et Kabalo suscite également des préoccupations, car le tableau V montre que le régime de la Luvua y est prépondérant par rapport à celui du Lualaba en amont du confluent.

TABLEAU V. — *Influence de la Luvua dans le débit total du Lualaba en aval d'Ankoro.*

Date	Débit Luvua en m ³ /s	Débit Lualaba en m ³ /s	Total en m ³ /s	Influence Luvua en %
Avril 1949	487	487	974	50
Janvier 1952	621	686	1.307	47,5
Août 1952	1.000	700	1.700	59
Octobre 1952	775	265	1.040	74,5
Février 1953	554	287	841	65,5
Avril 1953	840	386	1.226	68,5
Mai 1953	715	477	1.192	60
Novembre 1953	215	220	435	49,5

Il en résulte qu'une forte baisse des eaux dans le lac Moero, voire dans le Luapala et la région du lac Bangweolo, aura plus d'effet sur les mouillages en aval d'Ankoro que le même fait arrivant dans les rivières du Haut-Katanga. Il apparaît ainsi qu'un barrage-régulateur à Pweto aura des effets sensibles tant pour le relèvement des eaux entre Ankoro et Kabalo, que pour le Bief moyen. Il est à noter cependant, comme nous l'avons vu au moyen du tableau III, que l'amélioration due au barrage de Pweto ira en diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers l'aval. C'est pourquoi on compte surtout, pour remédier aux mouillages déficients du Bief moyen, sur les effets du barrage d'Albertville. Les premières estimations font croire que des apports supplémentaires de débit de l'ordre de 250 m³/s sont possibles pour chacun des barrages, soit au total 500 m³/s environ au Bief moyen. Le tableau III donne les relèvements de niveau à escompter.

Mais le régime du Bief moyen est fort différent de celui du Bief supérieur. Les mouillages y sont connus par un plus grand nombre d'échelles, chacune d'elles donnant la référence pour un tronçon de faible longueur (échelles de brassage).

En outre, les apports irréguliers des affluents Elila, Ulindi, Lowa empêchent de tirer des conclusions valables pour une section de quelque étendue.

L'observation des courbes de hauteurs pour les postes du Bief moyen montre en effet que le régime se modifie sensiblement après chaque confluent. Le diagramme des hauteurs d'eau, assez régulier à Kindu, devient de plus en plus saccadé en allant vers l'aval [7, e, pp. 93 à 105]. Il est donc moins aisé de prévoir les besoins en « lâchures » pour le Bief moyen. D'autre part, les étiages des rivières de la région nord sont décalés dans le temps par rapport à ceux des rivières de la région sud, ce qui fait que l'amélioration souhaitée ne devra pas avoir lieu en même temps pour toutes les sections, ou encore qu'il faudra étaler les appoints tenus en réserve au Moero et au Tanganika si l'on ne veut sacrifier aucun tronçon. Cela pourrait avoir pour résultat qu'au lieu des 500 m³/s escomptés pendant une courte période, on doive se contenter d'une fraction de cette valeur à certains moments critiques pour une région ou pour une autre. Si l'on veut en outre tenir compte des mouillages en aval d'Ankoro, le problème se complique ; et si on y ajoute les objectifs de stabilisation du niveau des lacs Tanganika et Moero, il devient encore plus complexe.

A première vue, toute amélioration devrait en entraîner d'autres se répercutant de proche en proche ; mais, en ce domaine, le pronostic est fort délicat sinon impossible dans l'état actuel de nos connaissances. Avant de projeter des travaux s'étendant sur des régions très vastes, on en revient au point de départ : nécessité de mieux connaître les rivières et notamment leur régime. Ce n'est

pas là, semble-t-il, le moindre résultat à l'actif de la mission du Lualaba. La poursuite de ces études s'impose d'ailleurs, mais, à elles seules, elles ne suffisent pas, et avant d'aborder dans le détail la description des activités de la mission, il convient de citer quelques problèmes connexes.

* * *

Il faudra notamment effectuer au Bief moyen, comme on l'a fait au Bief supérieur, des levés hydrographiques à échelle suffisante, car jusqu'ici les travaux qui y furent effectués l'ont été — il faut bien le reconnaître — sur la base de documents fort incomplets. Il en est ainsi, par exemple, des tentatives de dérochement de certaines passes difficiles, alors que des passes sur sable, d'entretien plus facile et de sécurité plus grande, devront être étudiées dès qu'on disposera du personnel nécessaire. Comme le S. V. N. dispose depuis peu dans la région du Lualaba de deux nouveaux engins pour les dragages et les dérochements, il serait urgent de pousser les études de façon à éviter de faire des travaux qui s'avèreraient inutiles dans la suite. Il faudra encore effectuer des nivellements de précision le long de certaines parties des biefs navigables, de façon à pouvoir rattacher toutes les lectures d'échelles à un même plan de référence, en vue de pouvoir tracer ainsi les lignes d'eau ou axes hydrauliques des tronçons considérés, car cette connaissance est nécessaire pour concevoir de vastes projets de normalisation.

Pour apprécier l'efficacité des barrages prévus à Albertville et à Pweto, il sera aussi nécessaire de poursuivre la mise à jour de nos connaissances relatives aux lacs Tanganika et Moero ; pour ce dernier notamment, il est indispensable d'examiner la répercussion du surhaussement de niveau sur l'économie des régions riveraines, dont une grande partie, on le sait, se trouve en Rhodésie.

Enfin, l'aménagement de certains tronçons non navigables pour le moment retient aussi l'attention et notamment le tronçon du Lualaba entre Stanleyville et Ponthierville, doublé par un rail de 125 km dont l'exploitation est forcément onéreuse. La suppression du bouchon que constituent le rail et les deux ruptures de charge à ses extrémités, qui doit permettre aux bateaux de se rendre directement de Léopoldville à Kindu, soit sur une distance de 2.200 km, valorisera du même coup la navigation sur toute cette longueur.

II. MESURES DE DÉBIT

Méthode de travail adoptée pour les jaugeages.

Suivant les directives tracées par le Comité hydrographique du bassin congolais [12], la plupart des sections de jaugeage ont été recherchées par la mission et choisies après reconnaissance du fond et des rives ; les profils de jaugeage sont matérialisés par deux bornes principales A_v et A_d situées aux deux rives ; à la rive dont l'accès est le plus facile on a ajouté, dans une direction perpendiculaire au profil et à égale distance de ce dernier, deux repères auxiliaires B et C.

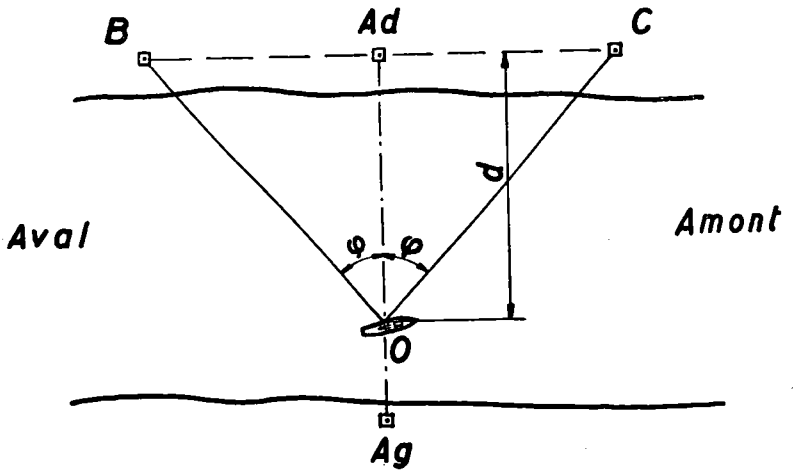


Fig. 1. — Repérage d'une section de jaugeage.

Pour déterminer le profil en travers au droit de la section, le canot ou la pirogue transportant les opérateurs se déplace d'une rive à l'autre en restant cons-

tamment dans le profil. Un opérateur effectue les sondages ; un second relève au sextant les angles B O A et A O C. Ces 2 angles doivent être égaux si le canot se trouve exactement dans le profil. L'emploi d'un sextant double est fort avantageux pour ce travail.

Les sondages s'effectuent à la perche graduée pour les profondeurs inférieures à 5 mètres ; au delà, ils s'exécutent à la ligne de sonde lestée d'un plomb de 5 kg pour les vitesses de courant inférieures à 75 cm/s et de 10 kg pour les vitesses supérieures. La position exacte des sondages s'obtient par la résolution d'un des 2 triangles rectangles égaux AOB ou AOC, au moyen de la formule :

$$d = AB \cot \varphi$$

On doit ensuite, au moyen des sondages, représenter la section de la rivière au droit du profil (fig. 2). Les échelles, pour les largeurs et pour les profondeurs, sont fort différentes, la seconde étant beaucoup plus grande que la première, car si l'on adoptait la même échelle, nous ne pourrions remarquer les irrégularités du fond, les différences de niveau étant toujours fort petites si on les compare à la largeur de la rivière.

Les vitesses de courant sont mesurées en des points judicieusement répartis sur l'ensemble de la section du débit. A cet effet, l'embarcation est immobilisée en une série de points du profil de jaugeage ; leur nombre varie de 10 à 15 par profil en s'efforçant toutefois de ne jamais dépasser une cinquantaine de mètres d'intervalle entre deux points consécutifs.

En chaque station de l'embarcation, on recommence un sondage et une mesure de l'angle au sextant, de façon à connaître sa position exacte.

Pour presque toutes les sections de jaugeage, en chacun de ces points de station, les vitesses ont été mesurées aux huit, six et deux dixièmes de la profondeur.

Nos mesures ont toutes été effectuées au moulinet

OTT à hélice à axe horizontal. L'appareil est suspendu à un câble gradué et lesté d'un plomb-poisson de poids variable ; les manœuvres de descente et de remontée sont facilitées par un treuil à main sur lequel s'enroule le câble de suspension. Les appareils employés par le S. V. N. possédaient des plombs-poisson de 7,5 kg, qui se sont révélés insuffisants. Un appareillage spécial avec plomb de 25 kg a été commandé pour nos besoins, et il semble que, pour le Bief moyen, il faudra, en période de crue, posséder une série de plombs allant jusqu'à 100 kg. L'hélice du moulinet, entraînée par le courant, provoque la rotation d'une poulie munie d'un ergot qui, par un système très simple de leviers, ferme un circuit électrique à intervalles réguliers (10 ou 20 tours d'hélice) ; le circuit comporte essentiellement une batterie de piles sèches en série avec un dispositif de sonnerie électrique, laquelle fonctionne donc chaque fois que l'hélice a effectué 10 rotations complètes. On peut ainsi observer la régularité du mouvement de l'hélice en écoutant la cadence des coups de sonnerie. L'appareil étant en place, on attend quelques instants jusqu'à ce que la rotation de l'hélice devienne régulière et on mesure alors au chronographe le temps nécessaire pour dix intervalles de sonnerie, soit pour 100 rotations d'hélice. La vitesse de rotation étant ainsi de $\frac{100}{t}$ tours par seconde, la vitesse de courant au même endroit est donnée par une formule :

$$\text{vitesse} = a + b \frac{100}{t}$$

a et b étant deux coefficients numériques déterminés en laboratoire et fournis avec l'appareil.

Nous avons ainsi les vitesses de l'eau en trois points de la verticale au droit de la station de l'embarcation. La moyenne arithmétique de ces trois valeurs a été considérée comme vitesse moyenne pour toute la

verticale. Pour les deux sections de Ponthierville et de Lowa, les courants violents et les grandes profondeurs rencontrées ont obligé à opérer d'une façon différente, car le moulinet était emporté vers l'aval, le câble de suspension ne restant pas vertical. On a alors, pour chaque verticale, mesuré la vitesse à un mètre de profondeur et pris pour vitesse moyenne sur la verticale considérée les $9/10$ de la vitesse trouvée.

Il en résulte que les résultats pour ces deux sections ne sont pas tout à fait comparables à ceux des autres sections, mais la différence reste faible comme l'indique l'analyse des résultats.

Le calcul proprement dit du débit a été fait par une méthode semi-graphique dérivant de la méthode classique de HARLACHER [1]. Sur une feuille de papier millimétrique, on porte en abscisses les largeurs et en ordonnées vers le bas les profondeurs h et les vitesses moyennes v . On calcule pour différents points les produits $h v$ que l'on porte également en ordonnées vers le haut. La réunion des points représentant l , v et $h v$ donne la figure 2.

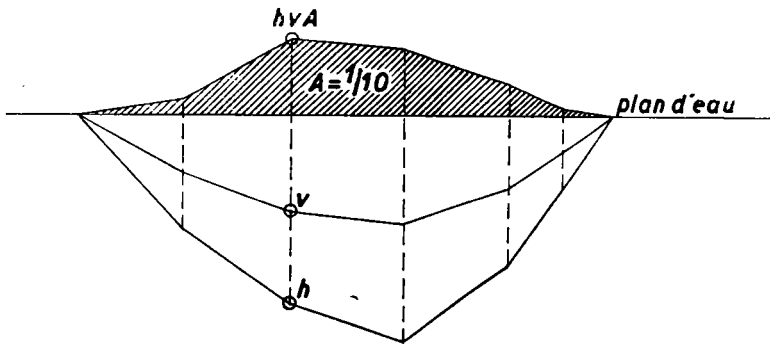


Fig. 2. — Méthode semi-graphique pour le calcul des débits.

La surface hachurée représente le débit à une certaine échelle ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Voir aussi concernant le calcul des jaugeages : [15]. Des développements théoriques pour le calcul des échelles sont notamment exposés dans [3, Annexe A].

Soient El , Eh , Ev les échelles pour la représentation des largeurs, profondeurs et vitesses moyennes et A un coefficient réducteur, inférieur à l'unité, nécessaire pour que les points représentatifs des produits ($h \times v$) restent dans les limites de la feuille. Si, par exemple, les longueurs sont représentées à l'échelle de 1 cm pour 10 m (échelle 1:1.000), les profondeurs à l'échelle de 1 cm pour 1 m (échelle 1:100) et les vitesses à l'échelle de 1 cm pour 10 cm/s, 1cm² de l'aire hachurée représentera

$$\frac{1.000 \times 100 \times 10 \text{ cm}^3/\text{s}}{A}$$

Nous avons pris souvent $A = \frac{1}{10}$; dans notre exemple, 1 cm² représente ainsi 10.000.000 cm³/s ou encore 10 m³/s.

L'aire hachurée est mesurée au planimètre, mais l'emploi de cette méthode est limitée par les mêmes restrictions que celle de HARLACHER.

Une opération complète de jaugeage, comportant 30 à 40 mesures de vitesse pour la section prend environ 4 heures. Cependant, le travail de préparation demande souvent plus de temps que le jaugeage proprement dit, à cause de la nature du terrain : savane à hautes herbes ou forêt.

Tableaux numériques.

Les tableaux VI à XXX donnent le résumé des calculs de jaugeage entrepris par la brigade ; les jaugeages antérieurs ont été repris pour mémoire afin de pouvoir les comparer avec nos mesures.

TABLEAUX VI à XXX. — *Résultats numériques des jaugeages* (1).

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	cm/s	m ³ /s	m	

VI. — SECTION DE PONTHERVILLE. Km 0 (BM).

7. 5.52	4,28	636	8.112	18,00	12,63	136,8	11.100	1
1.10.52	2,55	625	7.020	16,20	10,83	93,2	6.540	2
14.11.52	3,06	628	6.950	16,80	10,70	106,8	7.425	3
19. 3.53	2,84	626	6.600	15,20	10,20	100	6.620	4
1. 8.53	0,00	610	4.720	14,00	7,55	53	2.500	5
5. 8.53	0,76	615	5.300	15,00	8,40	64	3.360	6
16.10.53	1,61	615	5.680	15,60	8,95	85	4.800	7
11. 1.54	2,90	626	6.350	16,20	9,80	111	7.050	8

VII. — SECTION DE LOWA. Km 125 (BM).

2. 5.52	3,97	822	7.704	13,00	9,16	126,1	9.720	1
27. 9.52	1,91	822	5.825	11,40	7,00	86,8	5.075	2
12.11.52	2,87	822	7.550	12,60	8,99	104,6	7.900	3
13. 3.53	3,55	822	7.230	12,00	8,63	116	8.424	4
27. 5.53	2,03	822	5.550	9,70	6,65	89	4.940	5
9. 1.54	2,84	830	6.125	10,50	7,25	111,2	6.825	6

VIII. — SECTION DU Km 264 (B.M.).

21. 4.52	3,24	680	4.231	8,00	6,12	138,0	5.842	1
23. 9.52	1,30	673	2.575	5,60	3,79	90,8	2.340	2
9.11.52	1,37	673	2.500	5,40	3,66	93,2	2.330	3
10. 3.53	2,63	670	3.510	7,50	5,16	119	4.184	4
23.10.53	0,34	660	1.880	4,50	2,82	64	1.200	5
6. 1.54	1,72	670	2.930	6,00	4,32	105	3.080	6

Voir aussi [7, e, pages 49 à 61].

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

IX. — SECTION DE KINDU. Km 308 (B.M.).

7. 9.43	1,80	—	—	—	—	—	1.502	1
12. 4.52	4,28	792	4.482	7,50	5,57	103,1	4.620	2
20. 9.52	2,28	783	2.600	5,00	3,30	80,0	2.075	3
7.11.52	2,19	783	2.537	5,00	3,18	74,0	1.875	4
6. 2.53	2,68	790	2.800	5,30	3,50	81	2.264	5
9. 3.53	3,22	790	3.100	6,30	3,89	91	2.829	6
19. 5.53	2,52	790	2.500	5,30	3,12	84	2.090	7
27. 7.53	1,32	780	1.700	4,00	2,17	62	1.050	8
26.10.53	0,95	775	1.300	3,40	1,67	57	740	9
4. 1.54	2,38	790	2.300	5,00	2,89	88	2.012	10

X. — SECTION DE MBILA. Km 15 (B.S.).

16. 4.49	1,34	341	1.721	7,10	4,90	77	1.325	1
1. 9.52	2,38	323	2.065	7,80	6,14	89	1.845	2
31.10.52	1,48	323	1.700	6,80	5,10	64,5	1.095	3
26. 1.53	1,76	330	1.910	7,80	5,60	74	1.400	4
14. 2.53	1,69	336	1.835	7,50	5,28	65	1.190	5
16. 4.53	2,31	323	2.030	7,70	6,05	91	1.845	6
14. 5.53	2,31	325	2.010	7,80	5,96	85	1.700	7
25. 7.53	0,99	320	1.590	6,10	4,82	51	805	8
1.12.53	0,60	322	1.510	5,80	4,55	44	660	9

XI. — SECTION DE KITULE. Km 40 (B.S.).

15. 4.49	1,88	342	1.637	5,90	4,68	60,4	995	1
24. 1.52	2,48	344	1.920	6,80	5,41	65,3	1.253	2
29. 8.52	2,74	348	1.850	6,90	5,18	86,0	1.600	3
30.10.52	1,51	342	1.665	5,60	4,73	63,8	1.062	4
15. 2.53	1,70	342	1.610	5,70	4,58	63	1.018	5
11. 4.53	2,28	345	1.830	6,00	5,15	66	1.200	6
11. 5.53	2,40	342	2.060	6,80	5,82	75	1.537	7
24. 7.53	0,97	342	1.475	5,10	4,20	48	705	8
30.11.53	0,44	346	1.240	4,20	3,51	38	472	9

28 ÉTUDES HYDROGRAPHIQUES DANS LE BASSIN DU LUALABA

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

XII. — SECTION DE KATELWE-SOFU. Km 90 (B.S.).

4. 9.52	3,34	348	1.810	7,40	5,05	88,4	1.600	1
27.11.52	2,00	348	1.470	5,50	4,15	70,5	1.035	2
24. 1.53	1,93	348	1.480	5,90	4,15	71	1.050	3
19. 2.53	1,99	350	1.360	5,20	3,80	70	960	4
17. 4.52	2,90	348	1.867	6,80	5,20	78	1.462	5
16. 5.53	2,68	350	1.755	6,70	4,87	79	1.390	6
23. 7.53	1,21	348	1.155	5,00	3,26	58	663	7
8. 9.53	0,69	347	975	4,10	2,76	52	505	8
28.11.53	0,50	347	930	4,00	2,64	51	477	9

XIII. — SECTION DU KM 170 (B.S.), AMONT ANKORO.

13. 4.49	1,49	227	1.146	6,70	4,83	42,5	487	1
29. 1.52	2,40	227	1.336	7,50	5,60	51,4	686	2
22. 8.52	3,46	227	1.450	9,00	6,44	48,3	700	3
27.10.52	1,87	222	1.050	6,30	4,53	25,2	265	4
18. 2.53	1,86	225	1.040	7,20	4,55	28	287	5
13. 4.53	2,49	228	1.285	6,80	5,42	30	386	6
22. 5.53	2,25	211	1.170	6,80	5,27	41	477	7
20. 7.53	1,22	222	935	5,80	4,05	24	226	8
5. 9.53	0,74	205	800	5,35	3,75	27	215	9
25.11.53	0,50	206	755	5,15	3,54	29	220	10

XIV. — SECTION DE KABWE/MULONGO. Km 325 (B.S.).

11. 4.49	2,38/2,86	190	747	5,70	3,77	63,7	475	1
2. 2.52	3,68/4,20	190	1.015	7,50	5,05	69,4	705	2
20. 8.52	3,73/4,26	190	915	6,60	4,58	64,0	585	3
28.10.52	1,48/1,94	180	575	4,50	3,15	53,0	302	4
21. 1.53	2,02/2,48	180	652	5,40	3,48	60	387	5
26. 3.53	2,41/2,88	187	705	5,30	3,63	62	440	6
26. 5.53	2,43/2,91	185	755	5,50	3,91	56	470	7
16. 7.53	1,57/2,05	175	547	4,70	3,02	54	295	8
23.11.53	0,99/1,46	174	470	4,00	2,62	50	232	9

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

XV. — SECTION DE KATOTO/BUKAMA. Km 642,5 (B.S.).

2. 4.49	2,35/2,80	211	677	3,45	3,11	58,6	396,5	1
15. 8.51	0,85/1,20	201	347,1	—	1,70	36,5	126,6	2
11.10.51	0,38/0,85	197	275,4	—	1,38	39,5	98,6	3
16.12.51	2,90/3,30	203	766,8	—	3,64	59,8	458,7	4
17. 2.52	4,03/4,55	211	1.012	5,70	4,59	72,7	736	5
9. 8.52	0,99/1,41	207	352	1,80	1,67	48,3	170	6
30.10.52	0,65/1,03	203	261	1,50	1,27	44,5	116	7
15. 1.53	1,83/2,27	204	505	2,70	2,42	60	300	8
24. 3.53	2,18/2,60	211	602	3,30	2,78	57	340	9
9. 3.54	2,26/2,68	210	610	3,20	2,83	57,8	353	10

XVI. — SECTION DE KASONGO (LUALABA).

10. 4.52	4,06	510	3.094	8,50	5,93	116	3.510	1
4.10.52	2,12	490	1.990	6,80	4,00	75	1.490	2
11. 2.53	2,50	510	2.170	6,60	4,18	83	1.812	3
3. 4.53	2,58	510	2.400	6,50	4,63	74	1.784	4
17. 5.53	2,59	500	2.360	6,60	4,63	81	1.902	5
14. 8.53	1,17	484	1.710	5,35	3,48	46	780	6
30.10.53	0,80	476	1.400	4,65	2,91	41	580	7

XVII. — SECTIONS DE KASENGA (LUAPULA).

Amont de Kasenga	25. 2.52	7,34	410	3.570	9,70	8,43	78	2.770	1
	31. 7.52	4,03	410	2.070	6,80	4,93	31,5	652	2
	16.12.52	1,85	410	950	4,50	2,25	16	158	3
	14. 1.53	2,17	410	1.200	4,50	2,84	21	254	4
	16. 3.53	3,28	406	1.745	6,00	4,22	32	560	5
	20. 9.53	1,01	300	1.330	6,60	4,30	11	148	6

XVIII. — SECTION DE L'EMBOUCHURE DE LA LOWA (Km 2).

3. 5.52	14,09	520	3.117	10,00	5,86	61,8	1.928	1
28. 9.52	12,42	520	1.920	9,00	3,65	114,5	2.200	2
12.11.52	13,16	520	2.555	9,40	4,82	113,5	2.900	3
13. 3.53	13,84	520	2.620	8,20	4,94	58	1.520	4
8. 1.54	13,17	520	2.150	5,80	4,07	82	1.760	5

30 ÉTUDES HYDROGRAPHIQUES DANS LE BASSIN DU LUALABA

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

XIX. — SECTION DE L'EMBOUCHURE DE L'ULINDI (Km 5).

25. 4.52	12,78	280	1.645	7,20	5,65	60,8	1.000	1
26. 9.52	11,29	280	1.030	4,60	3,68	57,9	597	2
11.11.52	12,10	280	1.295	5,90	4,46	84,5	1.095	3
12. 3.53	13,21	282	1.535	7,50	5,24	89	1.372	4
20.10.53	11,30	275	1.000	5,25	3,54	98	980	5
7. 1.54	13,12	275	1.380	6,20	4,85	126	1.740	6

XX. — SECTION DE L'EMBOUCHURE DE L'ELILA (Km 7).

18. 4.52	9,21	223	1.085	5,80	4,66	73,8	800	1
23. 9.52	7,67	215	690	3,90	3,11	65,5	452	2
8.11.52	8,14	215	815	4,30	3,66	84,8	690	3
10. 3.53	9,74	224	1.235	6,30	5,25	113	1.392	4
5. 1.54	8,58	225	880	4,70	3,78	95,5	840	5

XXI. — SECTION DE L'EMBOUCHURE DE LA LUKUGA (Km 5).

18. 3.49	1,43	100	242	3,20	2,30	80	193	1
3. 5.49	1,96	103	305	3,70	2,79	89	271	2
23. 1.52	2,57	101	355	4,30	3,29	81,3	289	3
25. 1.53	2,46	96	327	3,90	3,19	96	315	4
15. 2.53	1,98	105	260	3,30	2,38	81	210	5
11. 4.53	2,84	100	348	4,00	3,25	87	303	6
11. 5.53	2,60	101	340	3,80	3,16	91	308	7

XXII. — SECTIONS DE L'EMBOUCHURE DE LA LUVUA.

	21. 3.49	2,21	310	683	2,90	2,16	71	487	1
	28. 1.52	2,81	310	878	3,70	2,78	71	621	2
Km 8	27. 8.52	4,00	310	1.170	4,50	3,68	85	1.000	3
	22.10.52	3,03	310	985	3,50	3,11	78,7	775	4
	13. 2.53	2,69	310	765	3,00	2,42	72	554	5
	14. 4.53	3,36	304	1.050	4,10	3,37	80	840	6
Km 7	22. 5.53	2,99	242	875	4,25	3,54	82	715	7
	26.11.53	1,37	238	470	2,70	1,94	46	215	8

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse	moyenne débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

XXIII. — SECTION DE L'EMBOUCHURE DE LA LOVOI (Km 12).

9.	2.52	2,31	74	192	2,90	2,40	75,6	146	1
18.	8.52	0,91	74	78	1,30	1,03	40,4	31,5	2
19.	1.53	1,42	76	126	1,80	1,59	62	78	3

XXIV. — SECTIONS DE L'EMBOUCHURE DE LA LUFIRA.

Km 60	8.	4.49	2,29	110	283	3,00	2,46	52,5	150	1
	11.	2.52	3,15	96	344	3,90	3,33	61,8	212	2
Km 55	29.	5.53	2,06	130	240	2,30	1,80	48	115	3
	30.	3.54	3,42	134	460	3,50	3,26	61	280	4

XXV. — SECTION DU COURS MOYEN DE LA LOWA (Yumbi).

16.	5.52	3,32	340	1.570	5,80	4,78	104,4	1.640	1
	3.10.52	4,23	342	2.010	7,50	5,69	128,3	2.580	2
17.	11.52	2,73	340	1.394	5,20	4,00	97,8	1.362	3
15.	3.53	2,13	340	1.220	4,50	3,48	84	1.035	4
24.	5.53	2,03	350	1.150	4,50	3,22	93	1.072	5

XXVI. — SECTION DU COURS MOYEN DE L'ULINDI (SHABUNDA).

5.	4.52	1,14	112	448	5,50	3,73	84,8	380	1
2.	9.52	0,56	107	340	4,50	3,00	73,0	250	2
23.	11.52	0,81	108	365	4,50	3,18	76,0	277	3
9.	2.53	0,77	110	375	4,50	3,24	87	326	4
1.	4.53	1,07	110	397	5,00	3,39	82	328	5
22.	5.53	0,80	110	350	4,50	3,01	74	260	6
29.	7.53	-0,08	104	246	3,65	2,26	65	160	7
		à -0,05							

32 ÉTUDES HYDROGRAPHIQUES DANS LE BASSIN DU LUALABA

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

XXVII. — SECTION DU COURS MOYEN DE L'ELILA (KAMA).

7. 4.52	1,61	110	356	3,50	3,06	87,7	312	1
1.10.52	0,72	118	251	3,50	2,08	97,0	245	2
10. 2.53	1,70	120	362	3,60	2,88	91	330	3
2. 4.53	1,51	120	340	3,30	2,70	86	293	4
16. 5.53	0,95	117	278	2,80	2,30	88	245	5
13. 8.53	0,03	110	180	2,00	1,59	90	144	6

XXVIII. — SECTION DU COURS MOYEN DE LA LUVUA (KIAMBI).

9. 7.52	3,90	330	1.575	6,00	4,62	85,7	1.370	1
25. 8.52	3,18	310	1.293	5,50	4,05	69,6	900	2
9.10.52	2,46	308	1.170	4,90	3,70	65,5	768	3
24.10.52	2,22	308	1.038	5,00	3,30	66,3	688	4
28. 3.53	2,18	306	1.010	4,10	3,23	70	710	5
11. 6.53	1,64	305	840	3,65	2,70	69	580	6
19. 7.53	1,16	300	665	3,05	2,18	54	367	7
15. 9.53	0,67	298	530	2,75	1,76	49	257	8
16.11.53	0,37	285	414	2,00	1,43	37	154	9

XXIX. — SECTIONS À LA NAISSANCE DE LA LUVUA (PWETO).

1. 3.52	1,97	225	977	9,50	4,18	67	655	1
23. 7.52	3,15	240	1.170	10,30	4,70	120	1.400	2
10.11.52	2,05	230	840	7,00	3,54	71,1	597	3
9.12.52	1,90	230	815	6,80	3,36	66	538	4
26. 2.54	1,01	155	569	10,00	3,50	39,6	225	5
26. 5.54	1,53	174	612,5	8,00	3,45	63	394	6

date	lecture échelle	largeur	section mouillée	profondeur maximum	rayon hydraulique	vitesse moyenne	débit	numéro d'ordre
	m	m	m ²	m	m	cm/s	m ³ /s	

XXX. — SECTION À LA NAISSANCE DE LA LUKUGA (ALBERTVILLE) ¹.

(Jaugeages effectués après construction du barrage provisoire).

(2)									
9.	3.52	2,73/3,90	58	80	1,90	1,30	62,5	50	1
2.	7.52	3,76/4,27	65	159	3,10	2,38	108,5	172	2
11.	9.52	2,96/4,01	61	98	2,10	1,52	77,2	75,7	3
14.	10.52	2,76/3,92	60	80,6	1,90	1,27	70,0	56,3	4
4.	11.52	2,76/3,83	59	81	1,80	1,32	59,8	56,5	5
5.	12.52	2,93/4,00	60	95,6	2,00	1,49	76,5	73,2	6
31.	12.52	3,07/4,08	62	99,4	2,05	1,52	83,7	83,2	7
6.	1.53	3,25/4,10	62	110	2,25	1,68	92	102	8
2.	2.53	3,33/4,10	65	115	2,30	1,68	94	108	9
2.	3.53	3,60/4,20	63	135	2,60	2,00	103	139	10
27.	4.53	4,06/4,50	63	168	3,10	2,46	113	190	11
19.	5.53	4,04/4,48	64	166	3,10	2,40	112	186	12
6.	6.53	3,94/4,35	66	160	3,00	2,26	112	180	13
13.	6.53	3,85/4,30	64	154	2,90	2,24	115	177	14
17.	6.53	3,76/4,28	63	150	2,90	2,21	115	172	15
23.	6.53	3,67/4,23	63	143	2,75	2,11	107	152	16
30.	6.53	3,63/4,19	62	139	2,70	2,10	103	143	17
21.	8.53	3,00/3,95	61	92	1,90	1,43	86	79	18
22.	8.53	2,88/3,95	61	84	1,75	1,31	81	67	19
28.	8.53	2,80/3,90	60	76	1,60	1,22	76	58	20
11.	9.53	2,67/3,81	60	63	1,40	0,99	77	49	21
6.	11.53	2,44/3,71	60	52	1,25	0,84	62	32	22
13.	11.53	2,49/3,71	60	53	1,35	0,86	61	32	23
9.	12.53	2,63/3,82	62	70	1,60	1,09	69	48	24
13.	1.54	2,95/3,94	62	89	1,90	1,37	74,8	66,7	25
26.	1.54	2,96/3,99	62	91,5	1,90	1,41	76,5	70,0	26
15.	4.54	3,46/4,12	62	126	2,50	1,92	93,5	118	27
19.	6.54	2,95/3,92	61	91,2	2,00	1,42	77,5	70,6	28
30.	7.54	2,30/3,72	60	50,2	1,25	0,81	43,8	22	29

(1) Voir aussi [7, c, pp. 58-59].

(2) Les lectures d'échelle pour Albertville sont celles au pont-route de la Lukuga/et celle de l'échelle du port (fig. 21).

Courbes des débits et commentaires.

L'objectif des jaugeages est de déterminer les relations entre débits et hauteurs d'eau, car la lecture de tableaux numériques est souvent fastidieuse et ne donne les débits que pour les niveaux d'eau à l'instant des mesures. Les observations quotidiennes étant de simples lectures de niveau d'eau, il est particulièrement utile de représenter les débits par des points d'un diagramme débits-hauteurs, d'essayer de réunir ces points par une courbe et, si possible, d'établir l'équation de cette courbe.

Un coup d'œil sur le diagramme donne ainsi le débit si l'on connaît le niveau.

L'établissement et l'étude de ces courbes limnimétriques des débits a fait l'objet de nombreuses publications. Les courbes données dans la présente note sont inédites, car l'étude systématique du Lualaba vient seulement de commencer.

On doit toutefois observer que le nombre de mesures disponibles est encore trop restreint, en de nombreuses sections, pour permettre de présenter une loi exacte des relations entre débits et hauteurs.

Les figures 3 à 18 donnent la représentation graphique de la relation débits-hauteurs pour les sections les plus caractéristiques. Les courbes ont une allure parabolique, et leur équation peut se mettre généralement sous la forme

$$Q = a + bh + ch^2.$$

où les coefficients a , b et c ont été calculés par la méthode des moindres carrés. Nous traiterons à part le cas de la section d'Albertville. Ces coefficients seront, bien entendu, à vérifier lorsque nous posséderons de nouveaux résultats de jaugeage.

On devra aussi vérifier, à ce moment, si la courbe la plus adéquate, pour tenir compte de toutes les mesures, reste une parabole du second degré.

Lecture échelle
PONTHERVILLE
en m

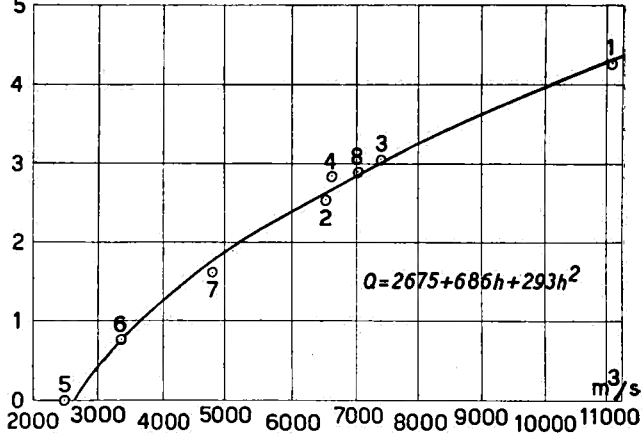


Fig. 3. — Débits du Lualaba à Pontherville.

Lecture échelle
LOWA
en m

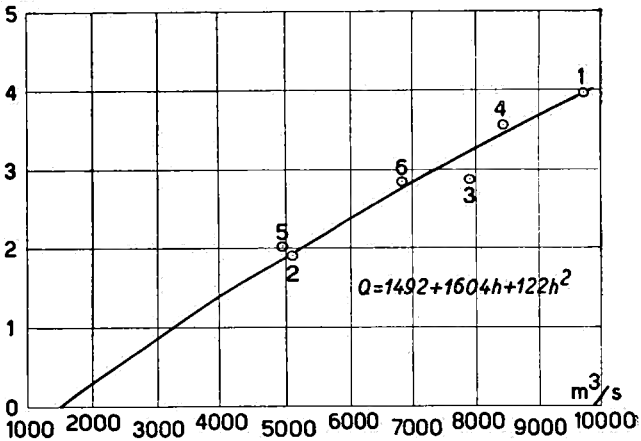


Fig. 4. — Débits du Lualaba à Lowa.

Lecture échelle
ELILA AVAL (KM264)
en m

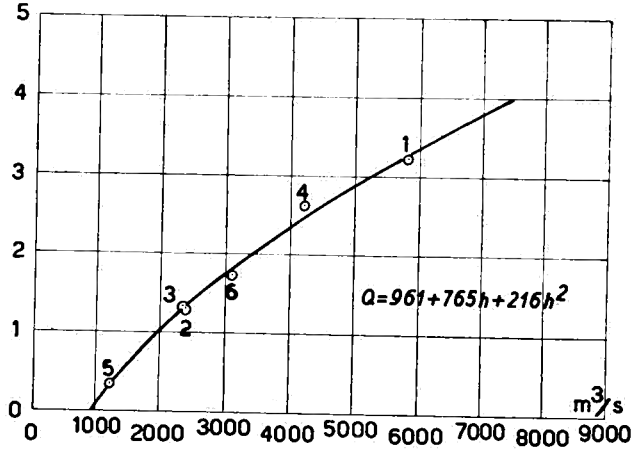


Fig. 5. — Débits du Lualaba à Elila aval.

Lecture échelle
KINDU
en m

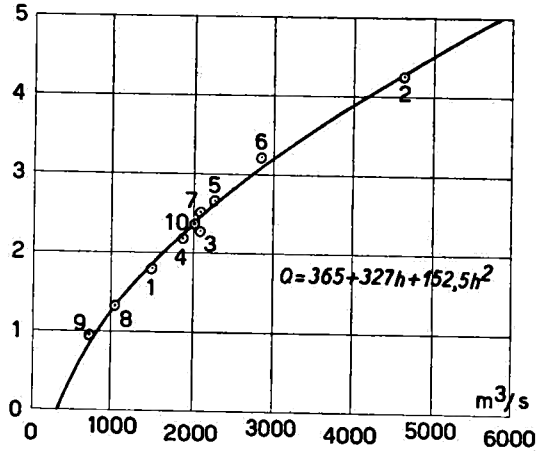


Fig. 6. — Débits du Lualaba à Kindu.

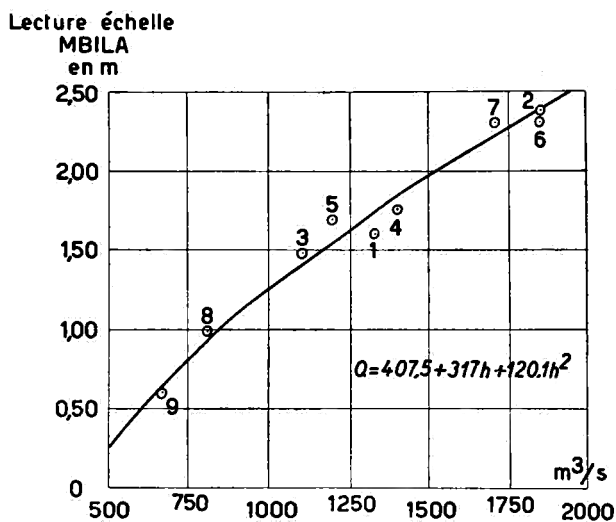


Fig. 7. — Débits du Lualaba à Mbila.

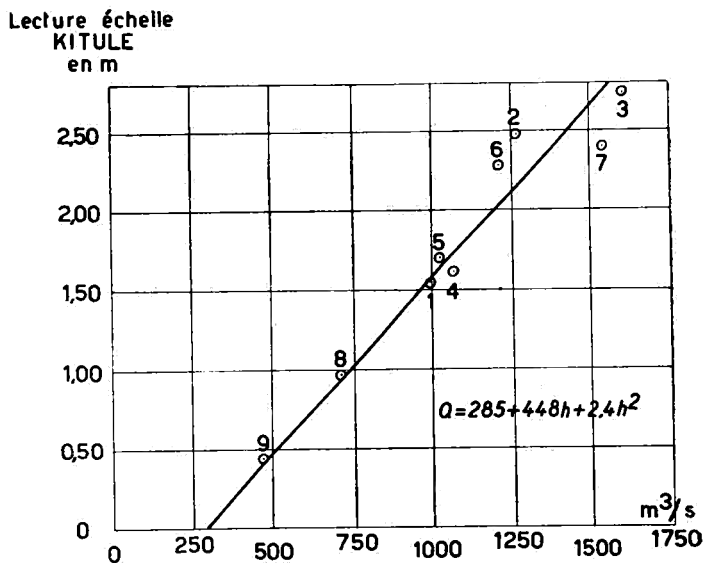


Fig. 8. — Débits du Lualaba à Kitule.

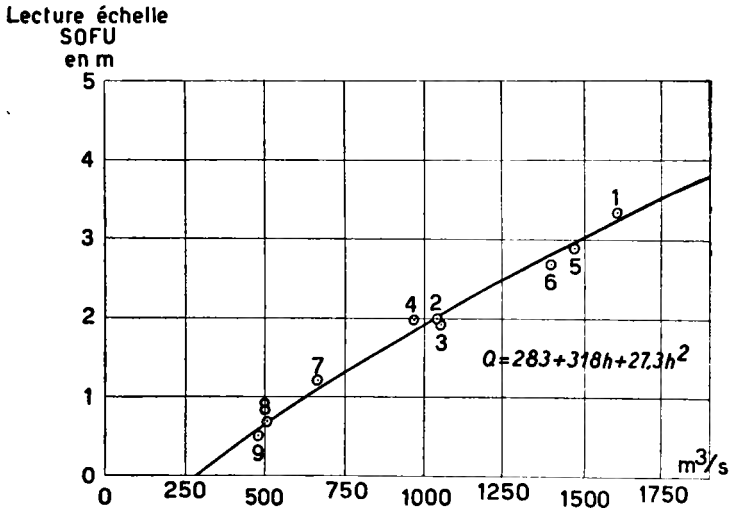


Fig. 9. — Débits du Lualaba à Sofu.

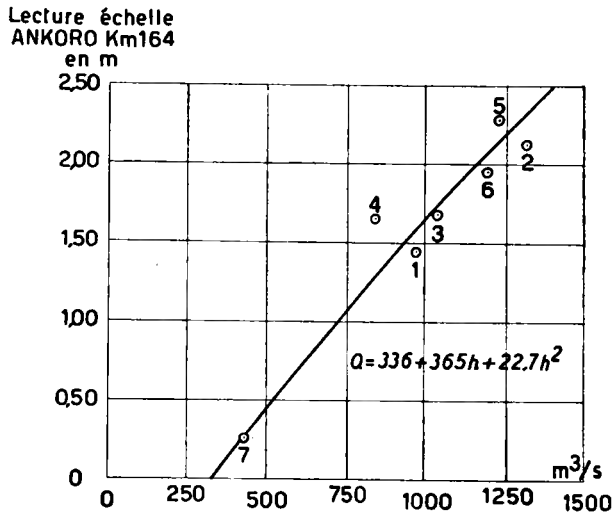


Fig. 10. — Débits du Lualaba à Ankoro.

Lecture échelle
MULONGO
en m

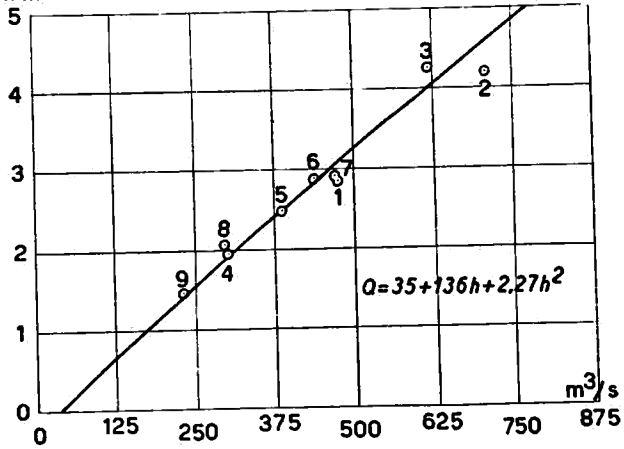


Fig. 11. — Débits du Lualaba à Mulongo.

Lecture échelle
BUKAMA
en m

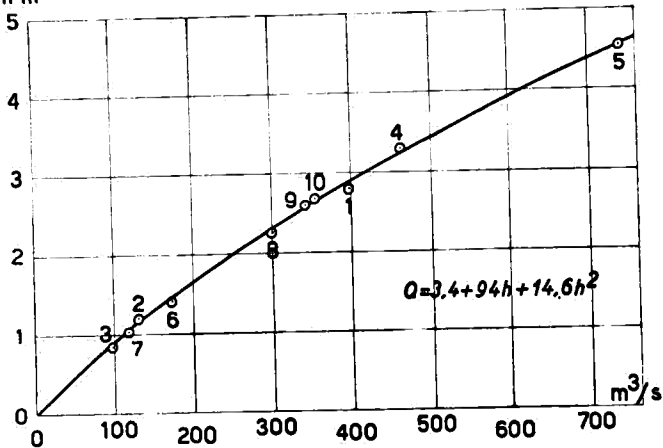


Fig. 12. — Débits du Lualaba à Bukama.

40 ÉTUDES HYDROGRAPHIQUES DANS LE BASSIN DU LUALABA

Lecture échelle
KASONGO
en m

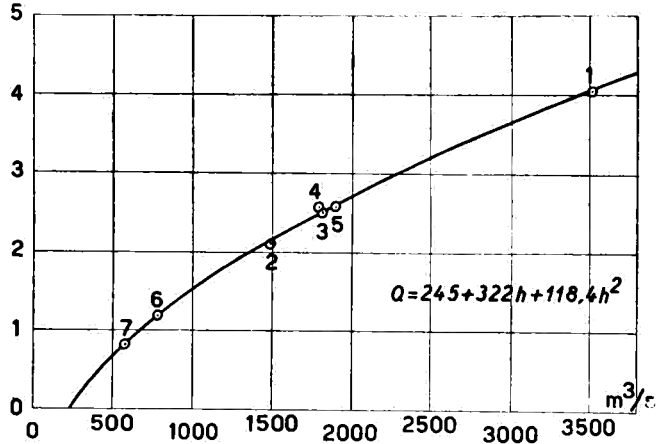


Fig. 13. — Débits du Lualaba à Kasongo.

Lecture échelle
YUMBI
en m

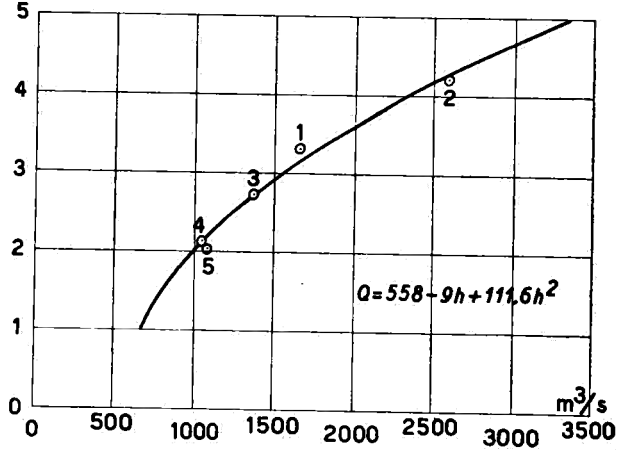


Fig. 14. — Débits de la Lowa à Yumbi.

Lecture échelle
SHABUNDA
en m

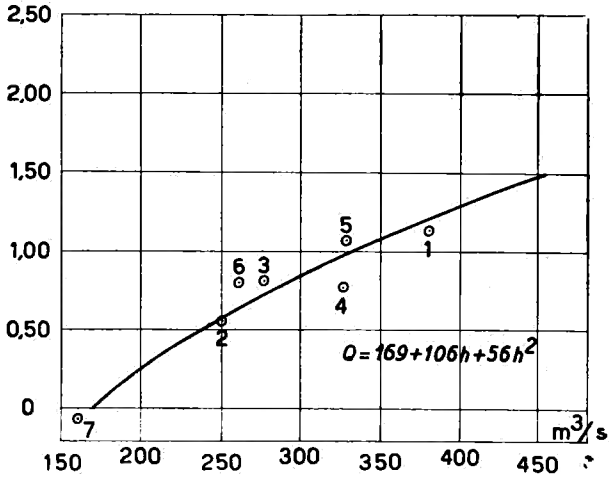


Fig. 15. — Débits de l'Ulindi à Shabunda.

Lecture échelle
KAMA
en m

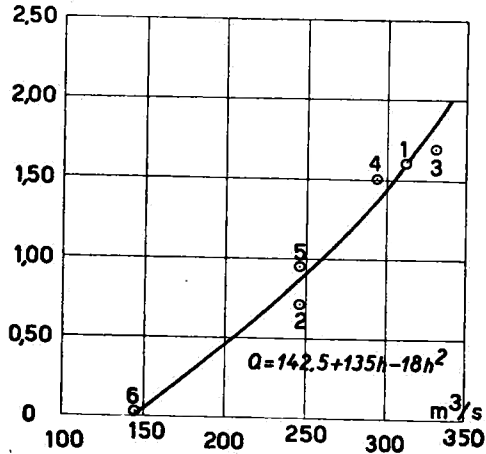


Fig. 16. — Débits de l'Elila à Kama.

Lecture échelle
KIAMBI
en m

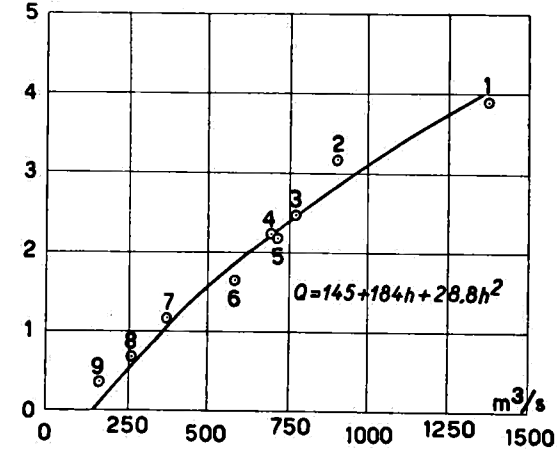


Fig. 17. — Débits de la Luvua à Kiambi.

Lecture échelle
PWETO
en m

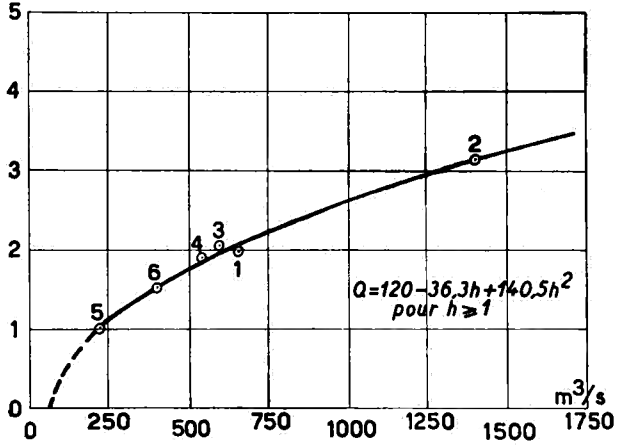


Fig. 18. — Débits de la Luvua à Pweto.

La plupart des diagrammes n'appellent pas de commentaire spécial. Eu égard à la disposition très régulière des points pour les sections de Ponthierville, Bukama et Kasongo (figures n° 3, 12, 13), il est à présumer qu'en ces sections, l'allure parabolique de la courbe des débits se confirmera par la suite. Cette présomption est d'autant plus encourageante que, pour Ponthierville, il a été impossible de trouver un profil où les conditions topographiques soient favorables pour la précision des mesures ; le fleuve y voit, en effet, sa largeur diminuer de moitié à quelques centaines de mètres du profil de jaugeage et le goulot ainsi créé contrarie le régime permanent, mais la présence de rapides à l'aval de la section constitue sans doute ce que les Américains appellent un « contrôle » qui compense les effets perturbateurs du goulot d'amont.

Il est d'ailleurs probable qu'en de nombreuses sections, et notamment aux abords des confluent, la loi de variation débits-hauteurs ne pourra plus se représenter par une courbe simple ; en ces endroits, à un même niveau d'eau, peuvent correspondre des débits différents [18, p. 255]. Nous donnons à titre d'exemple les tableaux XXXI à XXXIII, où les débits aux embouchures des rivières Lowa, Ulindi et Elila ont été classés par ordre de niveaux croissants, au lieu de l'être par ordre chronologique.

TABLEAUX XXXI à XXXIII. — *Jaugeages aux embouchures des affluents du Bief moyen, classés par ordre de niveaux d'eau croissants.*

date	Niveau de l'eau à la section (par nivellement local)	Débit en m ³ /s	Niveau de l'eau à l'embouchure
XXXI. — EMOUCHURE DE LA LOWA.			
28. 9.52	12,42	2.200	2,09
12.11.52	13,16	2.900	2,81
8. 1.54	13,17	1.760	2,95
13. 3.53	13,84	1.520	3,60
3. 5.52	14,09	1.928	3,98
XXXII. — EMOUCHURE DE L'ULINDI.			
26. 9.52	11,29	597	1,19
20.10.53	11,30	980	0,73
11.11.52	12,10	1.095	1,87
25. 4.52	12,78	1.000	2,90
7. 1.54	13,12	1.740	2,40
12. 3.53	13,21	1.372	2,99
XXXIII. — EMOUCHURE DE L'ELILA.			
23. 9.52	7,67	452	1,18
8.11.52	8,14	690	1,21
5. 1.54	8,58	840	1,50
19. 4.52	9,21	800	2,77
10. 3.53	9,74	1.392	2,32

Pour ces sections, la détermination des lois de variation du débit en fonction de la hauteur exige un travail de longue haleine et de très nombreux jaugeages ; ces sections sont en effet sous l'influence du niveau du fleuve principal. On ne peut donc présenter de courbes valables, mais, dès maintenant, l'importance de ces débits permet de confirmer que l'apport des affluents de la

région centrale modifie sensiblement le régime du Bief moyen après chaque confluent, et même avant.

On constate, par exemple, qu'une baisse continue de niveau à Kindu pendant plusieurs jours se freine, alors que rien ne le laisse prévoir en amont ; la raison en est que le confluent de l'Elila est à 30 km seulement de Kindu. Le régime troublé des tronçons moyens et inférieurs du bief Kindu-Ponthierville est dû également aux apports des affluents, combinés avec l'encombrement du lit par bancs rocheux, îles et rétrécissements, comme à Ponthierville.

De même, à Ankoro, de nouvelles mesures en eaux basses ne manqueront pas de modifier sensiblement l'allure de la courbe de la figure 10. Cette question devra retenir l'attention, car on sait que c'est en cet endroit que se trouve l'échelle de référence pour les mouillages du tronçon Ankoro-Kabalo. D'ailleurs, il n'y a pas eu, à vrai dire, de jaugeages à Ankoro ; les débits représentés sont simplement la somme de ceux mesurés à environ 7 km du confluent dans le Lualaba et la Luvua. Ces débits ont été mesurés dans le plus court laps de temps possible.

A Kiambi (figure 17), nous possédons des relevés limnimétriques depuis un bon nombre d'années, permettant donc de calculer les écoulements annuels et mensuels moyens provenant du Moero.

A Pweto, les observations limnimétriques ont commencé de façon systématique en 1951 seulement et la période écoulée est donc trop courte pour pouvoir baser sur elle seule le projet de barrage régulateur prévu en tête de la Luvua. Pour ces raisons, on a établi une équation provisoire pour Kiambi, mais il est indispensable de compléter les observations pour la courbe de Pweto, spécialement pour les eaux basses.

En effet, la courbe en trait plein de la figure 18 est une parabole du second degré dont l'équation a été cal-

culée au moyen des 6 débits connus. D'après cette équation, le débit resterait supérieur à $117,5 \text{ m}^3/\text{s}$, quel que soit le niveau de l'eau. Les levés hydrographiques montrent qu'il existe à l'entrée de la Luvua une barre rocheuse située à 1 m environ sous le zéro de l'échelle. Le débit doit donc tendre vers zéro pour une lecture de (moins 1 m) à l'échelle de Pweto. En première approximation, on a admis que le débit s'annulait pour cette lecture, et l'on a tracé la courbe en trait interrompu qui, pour les niveaux inférieurs à 1 m, doit tendre davantage vers la réalité. De nouvelles mesures en eaux basses permettront l'adaptation de cette partie du diagramme.

III. LIGNES D'EAU ET PENTES NATURELLES

La connaissance du régime d'une rivière, combinée avec les levés hydrographiques, n'est pas suffisante pour établir des projets importants de normalisation. Il faut encore observer les pentes de la rivière de façon à en tracer les lignes d'eau pour divers états des eaux.

Ce but sera atteint par l'observation régulière d'échelles d'étiage, ayant, bien entendu, leur zéro repéré par rapport à un même système de référence en nivellement.

Dans la région du Lualaba comme en beaucoup d'endroits d'ailleurs du Congo, le système d'échelles ne répond pas à cette condition, les échelles étant souvent repérées simplement par rapport à un étiage conventionnel.

La situation des échelles du Lualaba se présente comme suit :

a) Au Bief supérieur, la plupart des échelles ont été rattachées par nivellement géométrique aux bornes du réseau de triangulation du Comité Spécial du Katanga (C. S. K.) ; on en connaît donc théoriquement le niveau des zéros dans le système C. S. K. ; le tableau XXXIV nous renseigne à ce sujet, tandis que le tableau XXXV donne, pour les hautes et basses eaux connues, les pentes qui en découlent.

TABLEAU XXXIV. — *Cotes absolues du zéro des échelles du Bief supérieur, calculées dans le système C. S. K.*

Station	Km sur la route de navigation	Altitude C. S. K. du zéro	Station	Km sur la route de navigation	Altitude C. S. K. du zéro
Bukama	645	551,20	Ilunga-Ngoy	270	533,82
Maka	594	545,89	Mayumba	229	534,19
Kabelwe	547	544,57	Ankoro	163	533,21
Nyonga	517	539,33	Kasinge	116	528,86
Kalombo	465	539,40	Kabalo	79	527,32
Kadia	425	539,01	Kogolo	0	522,50

TABLEAU XXXV. — *Pentes kilométriques exprimées en cm (dérivant du tableau XXXIV).*

	Section	date approximative	pen- te en cm/km	longueur section en km
Eaux très basses	Bukama - Kadia	fin septembre 1946	6,1	220
	Bukama - Maka	mi-septembre 1953	10,6	51
	Maka - Kabelwe	»	2,8	47
	Kabelwe - Nyonga	»	16,7	30
	Nyonga - Kalombo	»	— 0,35 ?	52
	Kalombo - Kadia	»	3,1	40
	Bukama - Kadia	»	5,8	220
	Kadia - Ankoro	début novembre 1949	2,2	262
	Ankoro - Kabalo	»	7,0	84
	Kabalo - Kongolo	»	6,0	79
Eaux très hautes	Buhama - Maka	mi - mars 1952	15,1	51
	Bukama - Maka	1 ^{er} mai 1952	11,8	51
	Maka - Kabelwe	»	2,8	47
	Kabelwe - Nyonga	»	17,7	30
	Nyonga - Kalombo	»	— 1,2 ?	52
	Kalombo - Kadia	»	— 0,25 ?	40
	Bukama - Kadia	»	5,4	220
	Kadia - Ankoro	début mai 1937	1,7	262
	Ankoro - Kabalo	»	6,4	84
Kabalo - Kongolo	»	9,5	79	

La plupart de ces cotes sont incertaines ; d'autres sont manifestement erronées, car elles impliquent des contre-pentes pour certains tronçons du fleuve.

Cela ne doit d'ailleurs pas surprendre, les bornes C.S.K. n'ayant pas été établies en fonction des exigences de l'hydrographie. Les travaux de compensation sont en cours [21].

b) Au Bief moyen, nos renseignements sont pratiquement nuls, car il n'existe aucun système de triangulation dans la région, mais l'étude cartographique est en bonne voie d'exécution et des repères seront installés à proximité du Lualaba de façon à faciliter les travaux hydrographiques futurs.

Quoi qu'il en soit, ce qui précède démontre l'intérêt exceptionnel des nivellements précis le long des rivières navigables à améliorer.

Signalons encore que nous possédons des cotes données par observations barométriques pour de nombreux postes du Congo [13] ; inutile de dire que de tels résultats doivent être accueillis avec réserves.

La connaissance de la pente locale d'un tronçon de rivière permet encore de calculer les coefficients d'écoulement de ce tronçon.

On sait que ce coefficient dépend en ordre principal de la nature des parois et du rayon hydraulique [5, p. 81].

On part de la formule classique de CHEZY :

$$C^2 = \frac{V^2}{Ri}$$

où V est la vitesse moyenne pour la section exprimée en m/s ;

R est le rayon hydraulique exprimé en m ;
et i est la pente, c'est-à-dire la différence de niveau entre deux points, divisée par la distance horizontale entre ces deux points.

Cette formule découle de l'étude du mouvement uniforme et son emploi requiert donc des conditions parti-

culières. Il faut notamment que la pente reste constante le long du tronçon considéré et que la valeur de i soit aussi exacte que possible ; V et R sont eux-mêmes fournis par un jaugeage.

La première condition n'est pratiquement jamais réalisée dans les rivières naturelles et la mesure exacte de i est très difficile.

Il existe plusieurs formules donnant la loi de variation de C en fonction de R ; la plus employée est la formule de MANNING :

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

où n représente le coefficient de rugosité de la section.

Pour obtenir la pente i avec quelque exactitude, il faut opérer sur une longueur aussi grande que possible, de façon à diminuer l'influence d'erreurs d'observation.

Pour mesurer la pente, il a été établi, conformément aux directives reçues [12], deux repères auxiliaires respectivement à 500 m en amont et 500 m en aval du profil de jaugeage.

Parmi les causes d'erreurs rencontrées dans la mesure des pentes, on doit citer l'action du vent, même d'une très légère brise, qui fausse les lectures des niveaux en amont et en aval, de même que la présence à proximité des échelles de petites irrégularités de rive, de végétations flottante ou cachée, d'un rocher ou d'un snag. Pour la mesure des débits, ces actions ont moins d'influence sur le résultat, car les mesures de vitesses sont réparties dans toute la section mouillée.

Pour ces raisons, la brigade n'a pas effectué de mesures de pentes de façon systématique lorsque ces mesures répondaient difficilement au but poursuivi.

Dans nos pays d'Europe, on supplée aux défauts des observations en les répétant un grand nombre de fois ; au Congo, on a été forcé de se limiter, car il a semblé que la connaissance des débits était plus urgente.

Le tableau XXXVI résume les observations de pente effectuées par la brigade.

TABLEAU XXXVI. — *Pentes superficielles locales.*

date	section	longueur de la base en m	pente cm/km	observateur
18. 3.49	km 5 Lukuga	500	10,2	Ossossoff
21. 3.49	km 7 Luvua	500	5,8	Ossossoff
28. 1.52			8,2	Cardon
29. 1.52	km 170 Lualaba B.S.	500	7,0	Cardon
2. 2.52	Kabwe — B.S.	400	10,2	Cardon
16. 7.53			10,3	Charlier
23.11.53			11,5	Charlier
2. 4.49	Katoto — B.S.	500	8,0	Ossossoff
17. 2.52			6,6	Cardon
15. 1.53			5,4	Charlier
9. 3.54			7,6	Charlier
21. 4.52	km 264 — B.M.	1.000	16,8	Charlier
23. 9.52			14,3	Charlier
10.11.52			15,7	Charlier
23.10.53			9,3	Charlier

On a calculé les coefficients C et n pour les sections étudiées ; les résultats sont consignés au tableau XXXVII.

TABLEAU XXXVII. — *Coefficients d'écoulement.*
(dérivant du tableau XXXVI).

Section	date des mesures	C	n
Km 5 Lukuga	18. 3.49	52,3	0,022
Km 7 Luvua	21. 3.49	63,4	0,017
	28. 1.52	47,0	0,025
Kabwe — B.S.	2. 2.52	30,6	0,043
	16. 7.53	30,6	0,039
	23.11.53	28,8	0,041
Katoto — B.S.	2. 4.49	37,4	0,037
	17. 2.52	41,8	0,031
	15. 1.53	52,5	0,022
	9. 3.54	39,6	0,030
Km 264 — B.M.	21. 4.52	43,0	0,0315
	23. 9.52	39,0	0,032
	10.11.52	38,8	0,032
	23.10.53	39,5	0,029
Km 170 — B.S.	29. 1.52	26,0	0,051

On constate que les résultats sont assez semblables pour les deux sections de Kabwe et du Km 264 au Bief moyen ; il faut remarquer que, de toutes les sections, celle du Km 264 présente les caractéristiques s'écartant le moins des conditions idéales ; les résultats ont donc prouvé ce que l'observation permettait de prévoir. Pour Kabwe, les résultats sont douteux, malgré les apparences, car la proximité de sinuosités du fleuve fausse certainement les mesures.

Les valeurs trouvées pour n concordent avec celles admises pour les cours d'eau naturels par HORTON [14, pp. 7-20].

IV. DÉBITS SOLIDES [19]

Comme nous l'avons indiqué dès le début, les difficultés de navigation proviennent souvent de la présence de hauts-fonds sablonneux. Nous ne connaissons pratiquement rien concernant les débits solides du Lualaba et leur influence sur la formation et le maintien des bancs et des passes.

Entre Bukama et Kiabo, le sable paraît provenir en majeure partie de la vallée du Lualaba en amont de Bukama, les terrains riverains situés en aval ne pouvant fournir, par érosion, de grandes quantités de matières solides. Les eaux de ruissellement sont, en de nombreux endroits, captées dans les lacs qui bordent le Lualaba et ce n'est donc qu'après décantation qu'elles atteignent le fleuve.

Les eaux coulant dans les chenaux qui relient le fleuve aux lacs sont sombres, mais peu chargées. La coloration provient de la présence de matières organiques. Les eaux du Lualaba, au contraire, transportent une grande quantité de sable en suspension ; celui-ci doit donc provenir de la région amont.

En aval de la sortie du lac Kisale, près de Masango au confluent de la Lovoi, et jusqu'à Mulongo, se présentent aux eaux basses des zones difficiles avec fonds de sable.

Ce sable provient de la vallée de la Lovoi dont les eaux sont, elles, fort chargées en toute saison. En remontant la rivière aux eaux basses, on note presque partout des profondeurs inférieures à 50 cm alors que des largeurs de 100 mètres sont courantes. Le fond de la Lovoi est alors constitué uniquement de sable. La mission a remonté cette rivière sur environ 15 km sans

avoir noté aucun changement. Il est facile de s'imaginer que cette rivière subit un véritable raclage du lit au début de la hausse des eaux, ce qui se vérifie en hautes eaux ; la nature rocheuse du fond est alors visible en grande partie et les matériaux amenés au fleuve y contribuent à la formation de bancs gênants. Le sable de la Lovoï est assez gros.

La situation est également délicate en aval d'Ankoro où, sur une longueur de plus de 160 km jusqu'à Kongolo, nous trouvons sans discontinuité des passes sableuses difficiles.

Le sable de ces passes arrive en suspension avec les eaux de la Luvua ; en eaux basses, on peut constater que le lit de cette rivière est encombré de grandes îles formées de sable fin très friable. Au confluent, on remarque très bien la différence de coloration des eaux noires du Lualaba et des eaux jaunes de la Luvua.

Le Bief moyen possède également plusieurs passes sableuses très difficiles ; les affluents Elila, Ulindi et Lowa contribuent certainement par leurs apports au débit solide du fleuve mais il faut noter ici l'influence très grande des innombrables petits affluents à régime intermittent qui se déversent dans le fleuve après chaque pluie. On peut aussi constater des ravinements très prononcés aux endroits où la rive est dénudée. Les eaux de ces affluents sont de couleur jaune prononcé, et amènent de grandes quantités de sable ainsi que de gros graviers qui se retrouvent plus loin sous forme de bancs très importants. L'érosion dans cette région est certainement plus intense que celle du Bief supérieur.

Nous avons montré que l'origine des matériaux solides transportés par le fleuve est fort variée ; les études en ce domaine sont encore embryonnaires. Par quelques prélèvements et analyses, il doit être possible de déterminer plus exactement l'origine de certains matériaux et peut-être alors pourrions-nous en limiter les effets. Un vaste champ s'ouvre dans cette voie.

V. APERÇU SUR LE PROBLÈME DE LA LUKUGA EXUTOIRE DU LAC TANGANIKA

Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika, qui a fait l'objet de nombreuses études [10, 11], est loin d'être résolu de manière définitive, même sous forme théorique.

L'emplacement prévu pour le barrage, dont il a déjà été question, a fait l'objet de discussions serrées au sein du Comité hydrographique du Bassin congolais. Plusieurs projets ont été mis en avant, dont l'un préconisait même la construction du barrage près de Greinerville, à une dizaine de kilomètres en aval de l'exutoire. Bien plus, le principe même de la construction du barrage a été remis en question, le batardeau provisoire construit en automne 1951 ayant suscité des critiques.

Les adversaires du batardeau fondent leur action sur la crainte qu'il provoque un relèvement important des eaux, ce qui amènerait des perturbations très graves dans les agglomérations riveraines du lac Tanganika.

Pour répondre à ces critiques, le S. V. N. a décidé de pousser l'étude de la rivière dans son état actuel et d'aménager provisoirement son lit en vue d'augmenter la capacité d'écoulement de l'exutoire.

La brigade dirigée par l'hydrographe A. CRESPIN, a procédé au levé topographique et hydrographique complet de la rivière entre le lac et Greinerville, tandis que l'on reprenait l'observation de l'axe hydraulique ou ligne d'eau et que se poursuivaient de nouveaux jaugeages.

La ligne d'eau de la Lukuga fut observée à certaines époques antérieures [10, p. 66 et 11, pp. 42 à 44], mais les repères dont parlent les références n'ont pas été retrouvés. Le nivellement géométrique a été recommencé et on a placé une quinzaine d'échelles dont les zéros sont au niveau 770,00 m. Les lectures aux échelles fournissent ainsi directement la ligne d'eau entre le lac et Greinerville. Les premiers résultats obtenus sont consignés au tableau XXXVIII.

TABLEAU XXXVIII. — *Observations récentes de la ligne d'eau dans la Lukuga.*

Désignation des échelles	Distances cumulées en m		
	à partir de l'origine de la Lukuga	5.7.54	2.8.54
Lac Tanganika	—	773,84	773,68
1. Amont barrage	265	773,81	773,62
2. Aval barrage	300	773,17	772,86
3. —	770	772,83	772,37
4. Pont-route	1.245	772,78	772,25
5. —	1.770	772,68	772,12
6. Amont seuil Walthert	2.275	772,57	772,07
7. Aval seuil Walthert	2.875	772,52	772,05
8. —	3.430	772,49	772,02
9. —	4.735	772,46	772,05
10. —	4.815	772,42	771,99
11. Amont seuil Kiputa-Mondala	5.395	772,36	771,97
12. Aval seuil Kiputa-Mondala	5.670	772,08	771,62
13. Amont seuil Katumbi ⁽¹⁾	6.615	771,88	771,56
14. Aval seuil Katumbi ⁽¹⁾	6.835	771,70	771,28
15. —	8.010	771,55	771,21
16. Amont Kibamba	9.210	771,28	771,08
17. Aval Kibamba	9.415	770,60	770,33
18. Greinerville	10.170	770,03	769,59

L'observation de la ligne d'eau a permis de confirmer, dès avant les levés hydrographiques, l'existence d'un seuil⁽¹⁾ très important, qui jusqu'ici paraît avoir échappé

⁽¹⁾ Ce seuil a été baptisé « Seuil Daublain » du nom de M. Gustave DAUBLAIN, capitaine de la Marine de la Colonie, qui l'a repéré pour la première fois, lors d'une descente de la rivière en pirogue, au début de 1954. Cette dénomination vient d'être abandonnée ; elle est remplacée par « Seuil Katumbi » (4.2.1955).

à l'attention des opérateurs. Ce seuil se situe à 7.000 mètres environ de l'origine de la Lukuga, en aval du seuil de Kiputa-Mondala et en amont des bancs de Lumbala.

Il est formé d'un banc rocheux de plusieurs mètres de largeur barrant complètement la rivière. Aux eaux moyennes, son action devient importante.

Les levés hydrographiques ont été représentés à l'échelle de 1 : 1.000 et donnent la nature, la forme et les particularités du lit de la Lukuga. Ils seront à recommencer dans certaines parties divagantes, mais ces dernières sont peu étendues, le lit de la Lukuga étant en effet presque entièrement rocheux.

Depuis l'établissement du barrage provisoire, on utilise, pour la Lukuga, une courbe des débits représentée en E sur la figure 19 et dont l'équation est

$$Q = 265 (h - 773,55)^{3/2} \quad (1)$$

avec h = lecture échelle Albertville.

C'est la formule théorique pour écoulement sur déversoirs à parois larges où l'on a introduit les caractéristiques de l'ouvrage ; elle suppose donc un écoulement libre vers l'aval. Il existe un ressaut superficiel que l'on observe facilement aux eaux basses et moyennes mais lorsque les eaux montent, l'écoulement est entravé par les conditions d'aval. Les eaux montant plus rapidement en aval, il arrive un moment où le ressaut disparaît et où lesdites conditions d'aval influencent non seulement le débit, mais aussi le niveau dans le lac. A partir de ce moment, le débit devient inférieur, pour un certain niveau dans le lac, à celui qui serait calculé par la relation (1), puisque cette dernière donne la valeur maximum possible pour une certaine hauteur h .

Les jaugeages entrepris de janvier 1952 à juillet 1954 ont corroboré ce raisonnement et ont permis de révéler qu'en 1953, les conditions d'aval n'ont influencé le débit qu'à partir d'un niveau de 774,40 m au lac, alors que le

ressaut avait apparemment disparu dès que le niveau atteignait la cote 774,20 m ; entre ces 2 niveaux, un ressaut ondulé, imperceptible à l'œil, existait certainement.

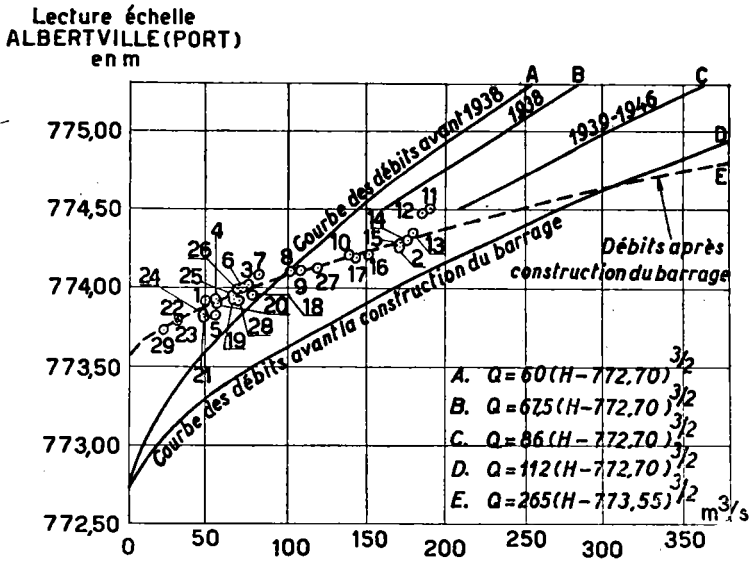


Fig. 19. — Débits de la Lukuga à Albertville.

La nature même de l'équation (1) exige que tous les points représentatifs des mesures restent à gauche de la courbe E, ou, à la limite, sur la courbe E même. Certains points situés à droite proviennent de l'imprécision des mesures ou des erreurs de lectures d'échelles.

La seconde hypothèse est la plus vraisemblable, car si l'on porte les débits en fonction du niveau observé à une échelle située près de la section de jaugeage, la dispersion des points s'atténue (figure 20). Les mesures sont donc précises et la lecture à l'échelle d'Albertville est, au contraire, assez aléatoire à cause de la houle.

Il existe, d'autre part, sur le lac, des variations de niveau d'environ 10 cm en quelques minutes, dues à

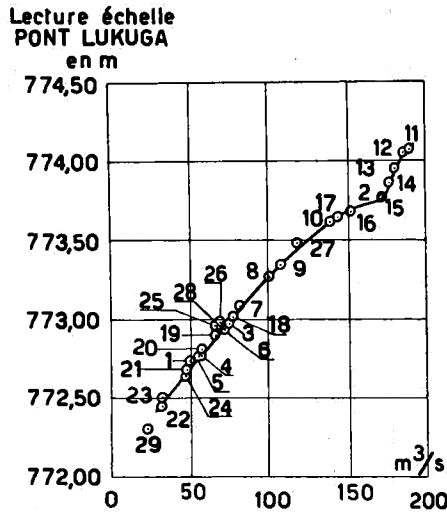


Fig. 20. — Débits de la Lukuga à Albertville.

des causes mal connues se rattachant au problème des seiches [4].

Il en résulte que si la lecture à l'échelle n'est pas en synchronisme avec les mesures de débit dans la Lukuga, une nouvelle erreur s'introduit évidemment dans les résultats. En outre, il n'est pas certain que les variations dues aux seiches aient lieu exactement au même instant pour l'échelle du port d'Albertville et pour une échelle placée à l'entrée de la Lukuga laquelle donnerait le niveau de référence idéal pour les jaugeages (figure 21).

Enfin, la direction du vent peut gonfler les eaux soit au port, soit à l'entrée de la Lukuga et cela constitue une cause supplémentaire d'erreurs dans la lecture réelle. Toutes ces erreurs sont éliminées en observant une échelle située dans la Lukuga, comme cela s'est confirmé par l'expérience.

On a, d'autre part, supputé, dans le tableau XXXIX, que, du 1^{er} janvier 1952 au 1^{er} juillet 1954, la présence du batardeau a relevé le niveau des eaux du lac de 16,5 cm seulement [17].

TABLEAU XXXIX. — Influence du barrage provisoire de la Lukuga sur le niveau du lac Tanganika, depuis le 1-1-1952.

date	niveau réel observé	variation de niveau	niveau moyen observé	débit moyen Lukuga	contribution Lukuga à variation niveau	autres contributions	niveau moyen fictif	débit moyen fictif	contribution Lukuga à variation fictive	variation fictive de niveau	niveau fictif	différence entre niveau moyen fictif et niveau réel	différence niveau fictif et niveau réel
	cm	cm	cm	m ³ /s	cm	cm	cm	m ³ /s	cm	cm	cm	cm	cm
1. 1.52	360	+ 29	377	29	- 0,7	+ 29,7	375,8	125	- 3	+ 26,6	360	- 1,2	0
1. 4.52	389	+ 38	426	160	- 4,0	+ 42,0	422,9	212	- 5,3	+ 36,7	386,6	- 3,1	2,4
1. 7.52	427	- 31	409	106	- 2,6	- 28,4	404,4	175	- 4,4	- 32,8	423,3	- 4,6	3,7
1.10.52	396	+ 4	394	66	- 1,6	+ 5,6	387,5	144	- 3,6	+ 2,0	390,5	- 6,5	5,5
1. 1.53	400	+ 35	420	140	- 3,5	+ 38,5	411,8	190	- 4,8	+ 33,7	392,5	- 8,2	7,5
1. 4.53	435	- 16	442	183	- 4,6	- 11,4	432,6	232	- 5,8	- 17,2	426,2	- 9,4	8,8
1. 7.53	419	- 38	396	70	- 1,8	- 36,2	385,2	141	- 3,5	- 39,7	409,0	- 10,8	10
1.10.53	381	+ 13	378	30	- 0,8	+ 13,8	365,4	105	- 2,6	+ 11,2	369,3	- 12,6	11,7
1. 1.54	394	+ 6	396	72	- 1,8	+ 7,8	381,7	134	- 3,4	+ 4,4	380,5	- 14,3	13,5
1. 4.54	400	- 13	405	94	- 2,3	- 10,7	389,2	148	- 3,7	- 14,4	384,9	- 15,8	15,1
1. 7.54	387										370,5	- 16,5	

On pourrait objecter que la dépense a été hors de proportion avec un résultat aussi réduit, mais cela n'est vrai qu'en apparence, car ces 16,5 cm gagnés sur tout le lac ont permis de diminuer d'autant les dragages nécessaires pour assurer la navigation dans les ports. Le batardeau, en freinant la descente des eaux, répond d'autant plus à son objectif que le niveau s'abaisse.

Mais les critiques affirment qu'en période de hautes eaux, la présence du barrage risque d'aggraver la situation en créant une résistance à l'écoulement. Cette objection, qui est justifiée, fut invoquée notamment en mai 1953, lorsqu'il apparut que le débit mesuré pour un niveau de 774,50 m au lac s'écartait sensiblement du débit escompté, donné par la courbe E (figure 19).

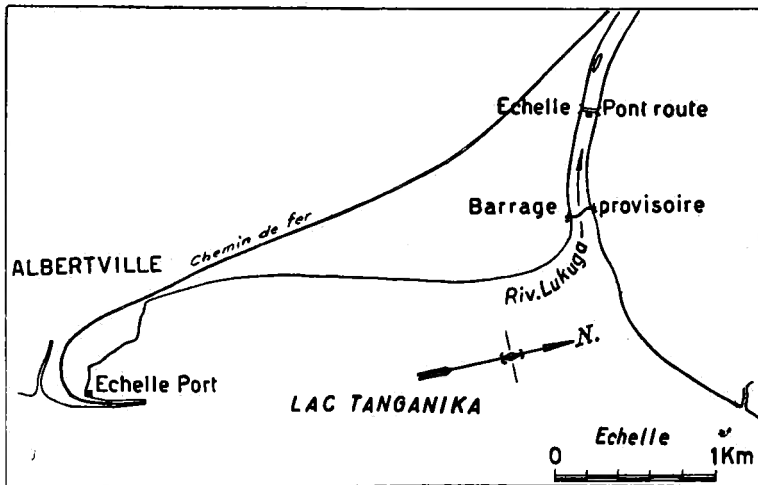


Fig. 21. — Croquis schématique des abords d'Albertville.

Pour retarder le moment où les points représentatifs des jaugeages s'écartent vers le haut de la courbe E, il faut augmenter la capacité d'évacuation de la Lukuga. Cela revient à abaisser la ligne d'eau pour un certain débit ou à écouler un débit plus fort pour un certain niveau. Pour que cette action soit réelle, il faut que

l'abaissement de la ligne d'eau se fasse sentir jusqu'aux abords mêmes du batardeau afin de retarder l'instant où le ressaut disparaît.

Le S. V. N. a, dans ce but, et profitant des eaux très basses de cette année, entrepris une campagne de dérochements dans la Lukuga entre Greinerville et le batardeau. En même temps, le lit de la rivière est entièrement curé.

Afin de garantir que la partie amont de la Lukuga fournisse toujours le débit maximum autorisé par le déversoir, des dragages par pelles mécaniques ont été entrepris dans la partie de l'exutoire en amont du batardeau. On a pu, en effet, constater que, lors des eaux basses de cette année, le courant n'avait pas la force d'érosion suffisante pour curer cette partie de la rivière. Le sable qui y arrive étant amené plus par la houle qui déferle sur les rives que par le courant normal, le lit s'est obstrué de plus en plus, car la houle n'a pas diminué en même temps que le courant.

Ces observations font suite aux études du mouvement des alluvions dans la Lukuga, effectuées par la brigade du S. V. N. entre 1951 et 1953, et qui ont donné lieu, de la part de M. L. VAN WETTER, conseiller technique du Comité hydrographique du Bassin congolais, à des commentaires très détaillés d'où sont extraits les passages suivants :

« A l'encontre de ce que l'on observe sur l'exutoire de la plupart des lacs, la Lukuga a un débit solide important provenant de l'action de la houle et du vent sur les plages du lac Tanganika » (Rapport de mission du 30.9.52, page 9).

« Les cordons formés par la houle à l'entrée de l'estuaire de la Lukuga y subissent les transformations suivantes :

» A mesure qu'un cordon progresse dans la plus grande profondeur d'eau offerte par cet estuaire, son allongement est freiné par le déferlement des vagues : le sable amené par la houle est ainsi déversé transversalement dans l'anse formée par le cordon et le rivage. Le virement de la houle autour de la pointe du cordon agit dans le même sens. Le

cordon s'élargit ainsi et son extrémité se retourne en crochet vers la rive. Simultanément, sous l'action du courant, le cordon s'infléchit vers la rive et l'anse qu'il abrite tend à s'ensabler.

» Les sables amenés par la houle suivent ainsi sur chacune des rives de l'estuaire de la Lukuga des trajets dont l'enveloppe a une allure générale convexe et par conséquent défavorable à l'érosion par le courant.

» En basses eaux du lac, le courant devient donc insuffisant pour opérer l'attaque des rives et le transport du sable sans le concours de la houle. Ce n'est que lorsque celle-ci survient, et dans l'étendue où elle attaque une rive obliquement, que les bancs de sable de l'estuaire peuvent progresser » (Lettre du 13.8.1953 à Hydrocongo, pages 2 et 3).

« Au moment où le Comité Hydrocongo a été constitué, il avait été envisagé de construire un môle ou une jetée à l'entrée de la Lukuga, en vue d'approprier son estuaire en rade complémentaire du port d'Albertville.

» Cet objectif a été abandonné en présence des constatations faites au sujet de l'importance des apports de sable qui convergent vers l'estuaire de la Lukuga en période de houle prolongée » (Note à Hydrocongo du 5.11.1953, page 1).

« On a constaté, au mois de mai dernier des apports de sable de l'ordre de 2.000 m³ par jour et, sur la rive gauche seule, il s'est déposé 10.000 m³ en deux à trois semaines : l'estuaire mesurant quelque 300 m de largeur à son entrée, le courant naturel de la rivière ne peut entraîner qu'à la longue les bancs de sable ainsi formés » (*Ibid.*).

Les observations de l'année 1954 ont corroboré ces avis de M. L. VAN WETTER ; les dragages entrepris ont donc pour but d'accentuer l'érosion naturelle dans cette partie de l'exutoire.

Les travaux en cours ont un objectif bien défini et limité ; dès l'an prochain on connaîtra, leurs résultats par de nouveaux jaugeages et l'observation régulière de la ligne d'eau.

Les niveaux des eaux seront enregistrés sur le lac et dans la rivière par des limnigraphes, ce qui éliminera une des sources d'erreurs sur les lectures d'échelles, particulièrement gênante ici.

CONCLUSIONS

L'aperçu sommaire des études entreprises dans le bassin du Lualaba montre que les diverses disciplines de l'hydrographie sont inséparables et que l'on ne peut négliger l'une d'elles sans risquer de compromettre les autres.

Il existe cependant une gradation dans les valeurs qui amène une gradation dans les efforts ; à cet égard, l'exemple de la Lukuga est frappant. En premier lieu, nous devons posséder des levés, des courbes de débits et des lignes d'eau. Tel qu'il existe, l'inventaire de nos connaissances pour le bassin du Lualaba est déjà non négligeable si on le compare à ce que l'on possède pour d'autres rivières de l'Afrique centrale. Mais il est loin d'être complet et il reste de nombreuses lacunes à combler.

La tâche est urgente, car l'évolution rapide de la Colonie nous dépasse depuis longtemps. Le travail est fort important, mais il reste à portée de nos possibilités actuelles et le stimulant qu'est pour de jeunes opérateurs la sensation de faire du neuf, doit être mis à profit.

Vues sous cet angle, les études hydrographiques au Congo sont exaltantes pour ceux qui y sont appelés.

Il me reste à remercier toutes les personnes qui, en Belgique et à la Colonie, m'ont aidé sans compter, par leur expérience, leur travail ou leurs conseils en vue de mener ces premières études à bonne fin et de présenter cette synthèse des résultats actuels. Je dois citer, en tout premier lieu, M. E.-J. DEVROEY, administrateur du Comité hydrographique du Bassin congolais et M. J. LAMOEN, mon ancien professeur à l'U. L. B., membre

dudit Comité, ainsi que tout le personnel du service des Voies navigables, sans lesquels je n'aurais pu accomplir ma tâche.

Je pense spécialement à mes assistants occasionnels, MM. P. CARDON et A. VECCHIOLI, respectivement conducteur et ingénieur à ce service, qui m'ont toujours été fort dévoués et dont la collaboration restera un des meilleurs souvenirs de mon premier terme.

Trazegnies, le 16 novembre 1954.

ANNEXE.

*Liste des postes d'observations limnimétriques
dans la région du Lualaba (août 1954).*

Légende: E : échelle d'étiage observée quotidiennement ;
E' : échelle d'étiage observée occasionnellement ;
R : repère d'étiage ;
L : limnigraphe.

RIVIÈRE	POSTE		RIVIÈRE	POSTE	
Lualaba	Wanie-Rukula	E	Lualaba	Kitule	E
	Ponthierville	E		Somene	R
	Banataba	R		Kabalo	E
	Lilo	E		Katelwe	E'
	Kirundu	E		Sofu	R
	Katende	R		Kialo	R
	Km 73,5 B.M.	E'		Kasinge	E
	Kilindi	E		Kamubangwe	R
	Bariki	E'		Kambi	R
	Lowa	E		Km 147 B.S.	E'
	Tubila-aval	E		Ankoro	E
	Tubila-amont	E		Km 170 B.S.	E'
	Mupalanga	E'		Mutombo	R
	Kowe	E		Kayumba	E
	Ngoma	R		Kitenta	R
	Kasuku	E		Km 210 B.S.	E'
	Maboka	E'		Muyumba	E
	Kailenge	E		Kiboko	R
	Waika	R		Ilunga Ngoy	E
	Lokandu	E		Longo-Longo	E'
	Elila	E		Kabumbulu	E
	Malonga	R		Kamukishi	R
	Kindu	E		Kalombwa-aval	R
	Kibombo	E		Kalombwa-amont	E'
	Kasongo	E		Kabwe	R
	Kongolo	E		Mulongo	E
	Mbila	E		Songwe-amont	E'
	Km 32 B.S.	E'		Kabala	R
	Confluent Lukuga	E'		Malemba Nkulu	E

ÉTUDES HYDROGRAPHIQUES DANS LE BASSIN DU LUALABA 67

RIVIÈRE	POSTE		RIVIÈRE	POSTE	
Lualaba	Muluba	R	Lac Tanganika	Kigoma	E
	Pungwe	R		Usumbura	E
	Kadia	E		Uvira	E
	Kalombo	E	Lac Kivu	Bukavu	E
	Nyonga	E		Kisenyi	E
	Kabelwe	E	Sebeya	Kisenyi	E
	Sombe	R	Luvua	Kifwa	E
	Kiabo	E		Kiambi	E
	Maka	E	Lac Moero	Pweto	E
	Katoto	R		Kilwa	E
	Bukama	E	Luapula	Kashiobwe	E
Lowa	Ongoka	E		Kasenga	E
	Yumbi	E		Kabunda	E'
Lubilanga	Lubutu	E	Lovoi	Masango	E
Ulindi	Shabunda	E		Km 12	R
Elila	Kama	E	Lac Kisale	Kikondja	E
Lukuga	Pont C.F.L.	E'	Lac Kukanga	Tembele	E
	Kibula	E	Lufira	Bundwe	E
	Kabeya	E		Kimwenze	E
	Niemba	E		Km 60	R
	Kiluba	E		Kyubo	E'
	Greinerville	E	Lac		
	Pont-route		Muyumbwe	Muyumbwe	E'
	Albertville	E	Lac Upemba	Mabwe	E
Lac Tanganika	Albertville	E	Lac Tumba	Tumba	E'

POSTES OBSERVÉS PAR DES ORGANISMES PRIVÉS

Lusthurukuru	Pont-route	Sha-	
	bunda-Kindu	E	Symétain
Kyimbi	Makungu	L	Sydelkir
Lac Tanganika	Uvira	L	I.R.S.A.C.
Ruzizi	Bukavu	L	Sydelkir
Lac Kivu	Kisenyi	L	Sydelkir
Luvua	Piana-Mwanga		
	aval	E	Géomines
	Piana-Mwanga		
	amont	E	Géomines
Lufira	Kapolowe	E	Sogefor
Lofoi	Musansabantu	E	Sogefor

BIBLIOGRAPHIE

1. ADDISON, Hydraulic Measurements (2^e éd., Chapman et Hall, Londres, 1946).
2. Albums de navigation, édités périodiquement par le Service des Voies Navigables du Congo belge, pour le fleuve Congo et ses principaux tributaires.
3. BAES, L., Notes-annexes aux cours de résistance des matériaux et de stabilité des constructions (Lamertin, Bruxelles, 1940).
4. CAPART, A., Exploration hydrobiologique du lac Tanganika. Le milieu géographique et géophysique (1946-1947). (Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruxelles, 1952).
5. CORBETT, D.-M. and others, Stream-gaging procedure (Water Supply Paper, n^o 888, Geological Survey, Washington, 1943).
6. DEBENHAM, F., Study of an African Swamp (Her Majesty's Stationery Office, Londres, 1948).
- 7, a. DEVROEY, E.-J., Observations hydrographiques du Bassin Congolais (1932-1947) (Mémoire de l'I.R.C.B., Section des Sciences techniques, in-8^o, tome V, fascicule 1, Bruxelles, 1948).
- , b. Observations hydrographiques au Congo belge et au Ruanda-Urundi (1948-1950) (Publication n^o 1 du Comité hydrographique du Bassin congolais, 25, Avenue Marnix, Bruxelles).
- , c, d, e. Annuaire hydrologiques du Congo belge et du Ruanda-Urundi (1951 — 1952 — 1953) (Publications n^{os} 5, 6 et 7 du Comité hydrographique du Bassin congolais).
8. La mesure des débits des grands cours d'eau congolais (*Bulletin des Séances de l'I.R.C.B.*, 1948, pp. 632-654).
9. Le bassin hydrographique congolais, spécialement celui du bief maritime (Mémoires de l'I.R.C.B., Section des Sciences techniques, in-8^o, tome III, fascicule 3, Bruxelles, 1941).
10. Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika (*Ibid.*, tome I, fascicule 3, Bruxelles, 1938).
11. A propos de la stabilisation du niveau du lac Tanganika et de l'amélioration de la navigabilité du fleuve Congo (*Ibid.*, tome V, fascicule 3, Bruxelles, 1949).
12. Directives pour le jaugeage des cours d'eau congolais (Comité hydrographique du bassin congolais, 18 octobre 1950).
13. HERMANS, Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la carte magnétique du Congo belge

- (Mémoires de l'I.R.C.B., Section des Sciences techniques, in-4°, tome III, fasc. 1 à 5, Bruxelles, 1939-1941).
14. KING, H. W., Handbook of Hydraulics (Mac Graw Hill, New-York, 4^e édition, 1954).
 15. LAMOEN, J., Travaux hydrographiques et hydrométriques (Cours autographié professé à l'U.L.B.).
 16. MARTHOZ, A., Le problème de l'énergie électrique au Katanga (Extrait de la revue *Énergie*, n° 124, mai-juin 1954).
 17. OSSOSSOFF, Contribution à l'étude de la stabilisation du niveau du lac Tanganika (*Bulletin I.R.C.B.*, 1951, pp. 779-690).
 18. SCHAFFERNACK, F., Hydrographie (Jul. Springer, Vienne, 1935).
 19. SPRONCK, R., Mesures hydrographiques effectuées dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo (Mémoires de l'I.R.C.B., Section des Sciences techniques, in-8°, tome III, fascicule 1, Bruxelles, 1941).
 20. a. THYS, R., De l'importance et du débit des branches initiales du Congo (*Le Mouvement géographique* du 28 décembre 1913, col. 655).
—, b. Essai sur l'amélioration du régime du fleuve Congo par la régularisation du débit de lacs et anciens lacs congolais (Compagnie pour le Commerce et l'Industrie, Bruxelles, 1913).
 21. VAN DER STRAETEN, J., Considérations sur les cotes des différents nivellements au Katanga (*Bull. des Séances de l'I.R.C.B.*, 1953, pp. 1486 à 1519).
 22. VAN MEEL, L., Contribution à l'étude du lac Upemba (Institut des Parcs nationaux du Congo belge, Exploration du Parc national de l'Upemba, fasc. 9, 1953).

NOMENCLATURE DES TABLEAUX NUMÉRIQUES

1. Comparaison des niveaux moyens en 1953 avec les moyennes générales connues.
2. Comparaison des débits du Lualaba à Mulongo et en amont d'Ankoro.
3. Surhaussements de niveau à partir de l'étiage minimum observé pour une même augmentation de débit en plusieurs sections du Lualaba.
4. Suppléments de débit nécessaires pour obtenir un même surhaussement du niveau à partir de l'étiage minimum observé en plusieurs sections du Lualaba.
5. Comparaison des débits de la Luvua et du Lualaba, mesurés en amont du confluent pour différents niveaux.
6. Résultats des jaugeages pour Ponthierville.
7. » » Lowa.
8. » » Km 264 — aval Elila.
9. » » Kindu.
10. » » Mbila (Kongolo).
11. » » Kitule.
12. » » Katelwe-Sofu.
13. » » Km 170 — amont Ankoro.
14. » » Kabwe (Mulongo).
15. » » Katoto (Bukama).
16. » » Kasongo.
17. » » Kasenga, rivière Luapula.
18. » » l'embouchure de la Lowa.
19. » » » de l'Ulindi.
20. » » » de l'Elila.
21. » » » de la Lukuga.
22. » » » de la Luvua.
23. » » » de la Lovoi.
24. » » » de la Lufira.
25. » » Yumbi, rivière Lowa.
26. » » Shabunda, rivière Ulindi.
27. » » Kama, rivière Elila.
28. » » Kiambi, rivière Luvua.
29. » » Pweto, rivière Luvua.
30. » » Albertville, rivière Lukuga.

31. Jaugeages pour l'embouchure de la Lowa.
32. » » de l'Ulindi.
33. » » de l'Elila.
34. Cotes absolues dans le système C.S.K. des origines des échelles du Bief supérieur.
35. Pentes superficielles pour les plus hautes et plus basses eaux connues.
36. Pentes superficielles locales.
37. Coefficients d'écoulement.
38. Axes hydrauliques Lukuga (nouvelles observations).
39. Influence du barrage provisoire de la Lukuga sur le niveau du lac Tanganika, depuis le 1.1.1952.

NOMENCLATURE DES FIGURES

1. Repérage d'une section de jaugeage.
 2. Méthode semi-graphique pour le calcul des débits.
 3. Courbe des débits pour Ponthierville.
 4. » » Lowa.
 5. » » Km 264 — aval Elila.
 6. » » Kindu.
 7. » » Mbila (Kongolo).
 8. » » Kitule.
 9. » » Katelwe-Sofu.
 10. » » Ankoro.
 11. » » Mulongo.
 12. » » Bukama.
 13. » » Kasongo.
 14. » » Yumbi, rivière Lowa.
 15. » » Shabunda, rivière Ulindi.
 16. » » Kama, rivière Elila.
 17. » » Kiambi, rivière Luvua.
 18. » » Pweto, rivière Luvua.
 19. Courbes des débits pour la Lukuga près d'Albertville.
 20. Courbe des débits pour la Lukuga à Albertville, après la construction du barrage provisoire.
 21. Plan schématique de la région d'Albertville.
- Hors-texte. — Bassin hydrographique du Lualaba.

INDEX

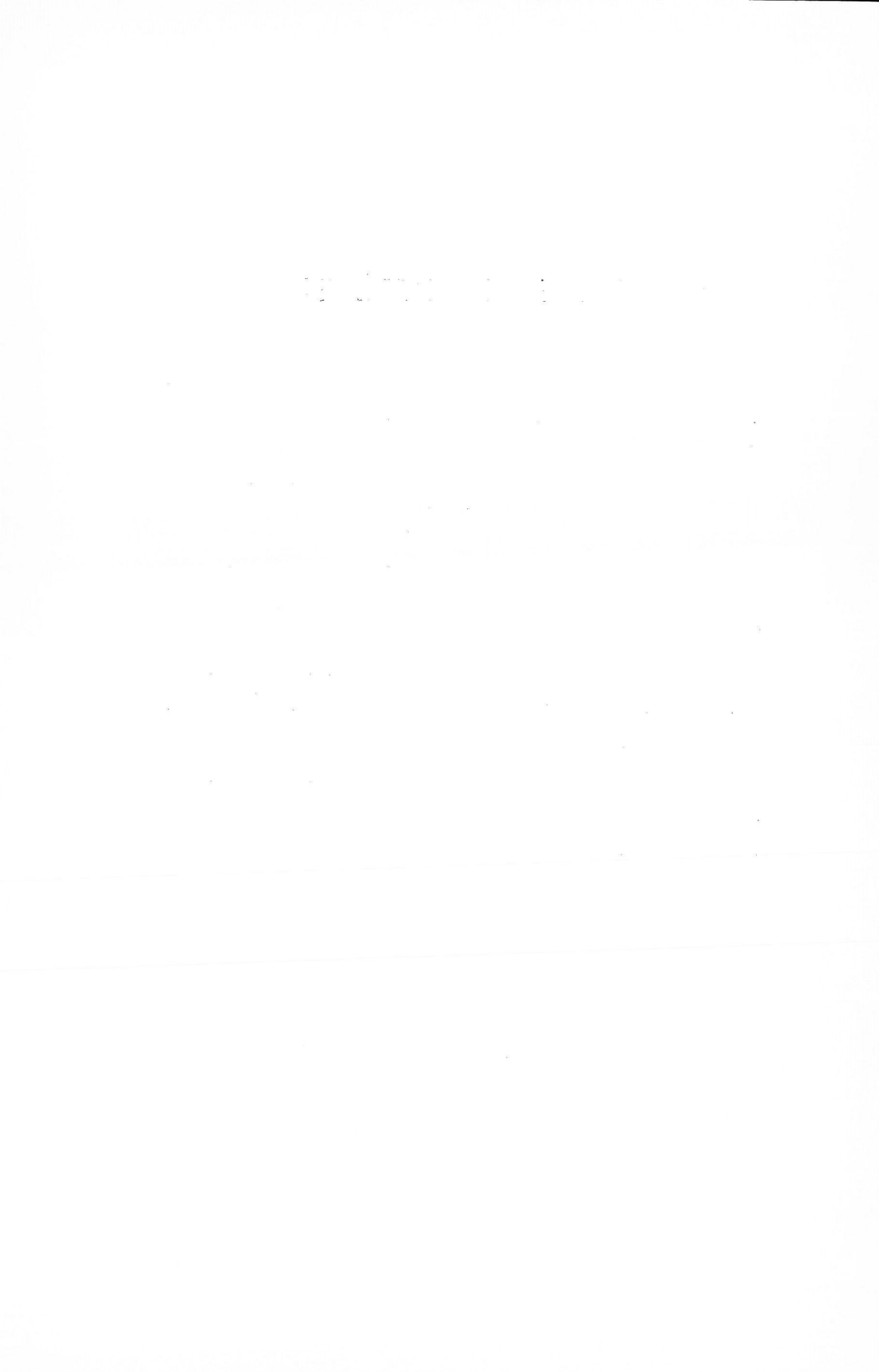
Les noms de personnes sont en PETITES CAPITALES ; les eaux, en *italique* ; les débits, en **gras**.

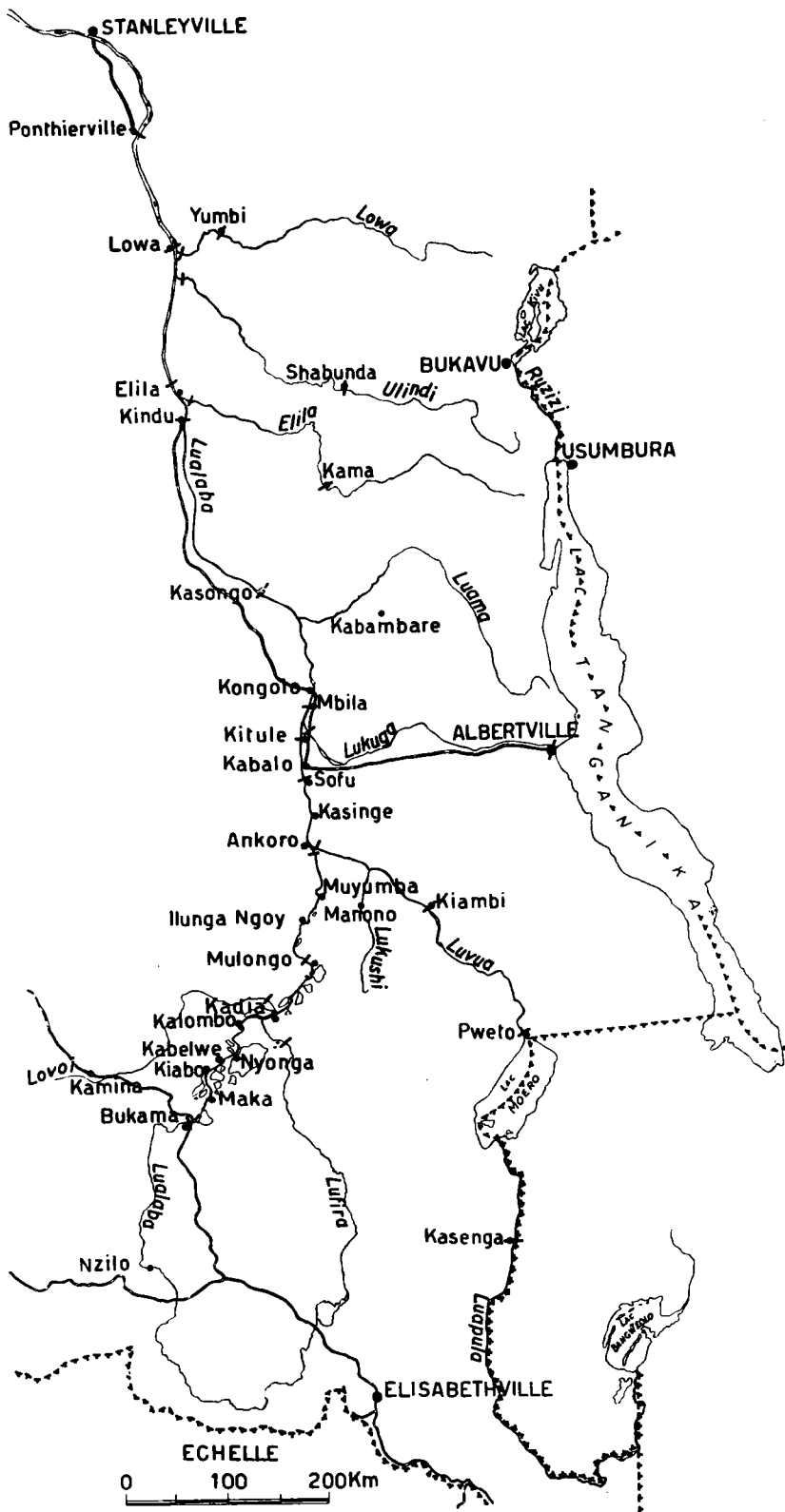
ADDISON, 67.
Albertville, 8, 56.
Ankoro, 11, 12, 14, **15, 27, 37**.
BAES, L., 67.
Bangweolo, 6.
BOLLENGIER, K., 7.
Bukama, 4, 11, 12, 14, **28, 38**.
CAPART, A., 67.
CARDON, P., 64.
CHÉZY, 48.
CORBETT, D.-M., 67.
CRESPIN, A., 7.
DAUBLAIN, G., 55.
DEBENHAM, F., 67.
DEVRIESE, M., 8.
DEVROEY, E.-J., 63, 67.
Ehila, 11, **29, 31, 35**.
Elila, 6, 11, **31, 40**.
Greinerville, 55, 61.
HARLACHER, 23, 24.
HARTON, 51.
HERMANS, L., 67.
Kabalo, 12.
Kabwe, 11, **27, 51**.
Kadia, 12, 14.
Kama, 11, **31, 40**.
Kamolondo, 14.
Kasenga, 5, 11, 12, **28**.
Kasongo, 6, 11, 12, **28, 39**.
Katelwe, 11, **27**.
Katoto, 11, **28**.
KHRONUQUE, V., 9.
Kiabo, 14.
Kiambi, 5, 11, 12, **31, 41**.
Kibamba, 55.
Kindu, 4, 11, 12, **26, 35**.
KING, H. W., 68.
Kiputa, 55.

Kisale, 4.
Kitule, 11, **26, 36**.
Kongolo, 4, 11.
LAMOEN, J., 63, 68.
Lovoi, 5, 11, **30**.
Lowa, 6, 11, **12, 34**.
Lowa, 6, 11, **25, 28, 30**.
Luapula, 5.
Lufira, 5, 11, **30**.
Lukuga, 6, 11, **29, 32, 54**.
Luama, 6.
Luwua, 5, 7, 11, **17, 29, 31, 41**.
OSSOSSOFF, D., 68.
MARTHOZ, A., 68.
Masango, 52.
Mabila B. S., 11, **26, 36**.
Moero, 6, 7.
Mondala, 55.
Mulongo, 11, 12, 14, **15, 27, 38**.
Nzilo, 13.
Ponthierville, 4, 6, 11, 12, **25, 34**.
PORTIER, B., 9.
Pweto, 5, 8, **31, 41**.
SCHAFFERNACK, 68.
Shabunda, 11, **30, 40**.
Sofu, 11, **27, 37**.
SPRONCK, R., 68.
Stanleyville, 3, 12.
THYS, R., 7, 68.
Ulindi, 6, 11, **29, 30, 40**.
VAN DER STRAETEN, J., 68.
VAN HOYWEGHEN, F., 9.
VAN MEEL, L., 68.
VAN WETTER, L., 7, 61, 62.
VECCHIOLI, A., 64.
WALTHERT, 55.
Yumbi, 11, **30, 39**.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	3
I. But et intérêt des études entreprises	10
II. Mesures de débits :	
Méthode de travail adoptée pour les jaugeages	21
Tableaux numériques	25
Courbes des débits et commentaires	34
III. Lignes d'eau et pentes naturelles	47
IV. Débits solides	53
V. Aperçu sur le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika	55
Conclusions	64
Liste des postes d'observations limnimétriques	66
Bibliographie	68
Nomenclature des tableaux numériques	70
Nomenclature des figures	72
Index	73





0 100 200Km
 ECHELLE
 — Rivière et section de jaugeage
 — Chemin de fer
 - - - - - Frontière
 Légende:

Bassin hydrographique du Lualaba.



