

REVUE UNIVERSELLE DES MINES

Organe de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège A. I. Lg.

82^{me} Année. Février 1939

8^{me} Série — Tome XV — N^o 2

UN ESSAI DE RÉGULARISATION DU BIEF MARITIME DU FLEUVE CONGO

LE BARRAGE DU FAUX-BRAS DE MATEBA

par E. DEVROEY,

Ingénieur A. I. Br.

Résumé. — *Le bief maritime du fleuve Congo présente, en aval de Boma, une large expansion, connue sous le nom de région divagante, dans laquelle la route des navires de mer, sur 45 kilomètres de son parcours, subit des modifications. Les îles et les bancs de sable y sont nombreux, séparés par des passes plus ou moins profondes et des faux-bras.*

En 1929, l'Administration coloniale envisagea d'y améliorer le chenal de navigation en ramenant vers lui le débit qui se perdait dans l'un de ces faux-bras, celui de Mateba, large de 900 mètres. Après avoir écarté diverses autres solutions, il fut décidé que l'obturation du Faux-Bras de Mateba s'effectuerait au moyen d'un barrage en palplanches métalliques. L'exécution en fut entamée en juillet 1934 et est actuellement en voie d'achèvement; elle souleva de nombreuses difficultés de chantier dont le mémoire tente de rechercher les causes et d'analyser les solutions, en vue d'en tirer un enseignement.

Le coût du travail atteignait 6 $\frac{3}{4}$ millions au 31 décembre 1937.

L'auteur estime que les améliorations enregistrées dans les brassages du Bas-Congo (minimum de 26 $\frac{1}{2}$ pieds en 1937 contre 21 $\frac{1}{2}$ pieds en 1929 et 19 pieds en 1927) ne sont guère dues au barrage, mais bien plus à la politique des « dragages dirigés », qui a permis de « gagner » 2,25 mètres sur les mouillages minima sondés depuis 1927.

Introduction

On sait que l'estuaire du Congo, seule porte de notre Colonie sur l'Océan, est accessible aux navires de haute mer jusqu'à Matadi, soit sur une distance de 137 km (planche I).

Les deux tronçons extrêmes de ce bief maritime sont à bras unique, abstraction faite des criques dans la partie aval; de Banana à la Pointe Ecosaise (27 km), on trouve des fonds de 500 mètres à 20 mètres, et de l'île des Princes à Matadi (50 km),

les profondeurs sur le thalweg sont en général de 25 à 30 m; toutefois, dans le Chaudron d'Enfer, à 3 km en aval de Matadi, la sonde a accusé jusqu'à 166 mètres.

A partir de la Pointe Ecosaise, le fleuve s'élargit: alors qu'en cet endroit, le lit mineur mesure 3.500 mètres, il atteint, par le travers des plaines de Congo Yella, 19 km de largeur; le lit se rétrécit ensuite pour n'avoir plus, devant Boma, que 4.600 mètres entre les rives principales. Dans les vastes expansions, que les coloniaux appellent des « pools », entre les goulets de Kisanga et de Fetish Rock, — soit sur une distance de 45 kilomètres suivant le chenal de navigation, — les îles sont en grande partie inondées en temps de crue, et, sauf la Grande Ile Mateba, où l'on trouve des roches, elles sont d'origine alluvionnaire et en état de transformation continuelle: corrosion d'une part, engraissement de l'autre.

Les nombreux bancs de sable se déplacent constamment, quoique les seuils soient relativement stables. C'est la « région divagante », dans laquelle la route de navigation subit des modifications profondes (voir le cartouche de la planche I).

La planche II montre, par cinq situations successives, les changements survenus, de 1924 à 1936, dans l'un de ces « pools », celui de Camoëns.

Nous avons décrit ailleurs ⁽¹⁾ l'évolution des conditions de navigabilité et les progrès réalisés dans le Bas-Congo, notamment par le creusement, en 1923-1924, de la passe Nisot, dans le pool de Fetish Rock (planche I).

Nous nous contenterons donc de rappeler que la région divagante fait l'objet d'une surveillance

⁽¹⁾ Voir *Le Bas-Congo, Artère vitale de notre Colonie*, par E. Devroey et R. Vanderlinden (*Annales des Travaux Publics de Belgique*, février-décembre 1938 et en tiré à part, au prix de 30 francs, chez Goemaere, éditeur, 21, rue de la Limite, à Bruxelles.)

attentive et constante de la part du Service des Voies Navigables, lequel fonctionne au sein du Service des Travaux Publics du Gouvernement Général.

L'organisation est la suivante :

Une brigade d'études composée d'un hydrographe, d'un aspirant de la marine et d'une douzaine de travailleurs indigènes procède continuellement au levé des fonds, ce qui permet de choisir le chenal de navigation le plus favorable, compte tenu des directions et vitesses des courants. Cette brigade vit dans les passes mêmes, à bord d'un chalandon. Elle dispose d'une vedette, d'un canot à moteur et d'une motogodille, ainsi que de l'outillage nécessaire aux opérations de topographie et de sondages, mesures de vitesses des courants et, conséquemment, calculs des débits.

Les travaux de la brigade d'études commandent les modifications du balisage de la route de navigation, lesquelles sont effectuées par un officier-baliseur qui se déplace à bord d'une vedette dont le port d'attache est Boma et qui procède en outre quotidiennement à des sondages de la route de navigation pour indiquer aux trois dragues (succeuses-porteuses de 500 mètres cubes) attachées au Service, les « macarons » et seuils à draguer, et les lieux de déversement des sables. Des alignements implantés à rive et les bouées de balisage facilitent le repérage avec suffisamment de précision, de ces divers emplacements.

Les sondages relevés par l'officier-baliseur permettent en outre de reconnaître entre deux levés successifs de la brigade d'études soit la possibilité d'élargir la route de navigation, soit la nécessité de la rétrécir, mais ces modifications ne sont généralement décidées qu'après rappel sur place de la brigade pour un levé détaillé de la région intéressée.

Trois fois par semaine, une vedette assure les approvisionnements et l'entretien de la brigade et des dragues ainsi que le ravitaillement du personnel. Le renouvellement des stocks de charbon des dragues est toutefois effectué indépendamment, par chalands de 200 à 400 mètres cubes.

La Section du Bas-Congo du Service des Voies Navigables dispose d'un atelier bien équipé avec slip et dock flottant pour l'entretien du matériel.

Grâce à cette organisation et à une vigilance de tous les instants de la part du personnel d'exécution, les mouillages minima offerts à la navigation dans le Bas-Congo ont pu être portés progressivement de 19 pieds en 1927 à 26½ pieds en 1937.

Projets

L'idée d'améliorer les conditions de navigabilité dans la région divagante du Bas-Fleuve, en y calibrant un chenal au moyen d'épis et en barrant les faux-bras, est ancienne, car déjà en 1902, certaines personnalités désespéraient de pouvoir obtenir uniquement par dragages une amélioration

suffisante. A cette époque, le vice-gouverneur général Wangermée avait envisagé de barrer le chenal Maxwell (planche I).

Ces idées furent reprises vers 1927 par feu l'hydrographe principal Mayaudon et elles donnèrent lieu à l'élaboration d'un projet d'ensemble pour l'aménagement de la région divagante, présenté en août 1929 par le Service technique de la Colonie.

On considérait, en effet, que — sauf cas exceptionnel comme la passe Nisot — le dragage ne peut pas, dans un fleuve alluvionnaire et rapide comme le Congo, créer — et surtout maintenir — des profondeurs sensiblement supérieures à la profondeur naturelle des eaux. La drague peut combattre un défaut local ou un atterrissement accidentel, mais elle ne peut créer des zones entières plus profondes ; elle ne peut surtout pas empêcher, dans les cours d'eau ayant des kilomètres de large, l'invasion par les alluvions d'un chenal déterminé.

C'est donc dans la conduite ou la canalisation des courants que l'on recherche l'amélioration des passes à emprunter par les navires de mer.

Ce projet visait à obtenir un chenal de 30 pieds de profondeur et d'environ 600 mètres de largeur, suivant le tracé Fetish Rock — Chenal Réouvert — Seuil de Convenseingh — Mateba Aval — Kisanga (planche I). La longueur de la route proposée devait être de 37,5 km contre 45,5 km pour la route existante.

La méthode comportait l'oblitération des faux-bras au moyen de barrages en fascines ou épis transversaux, perpendiculaires au courant, construits en matériaux du pays, et suffisamment perméables pour ne pas arrêter brusquement les eaux, mais au contraire provoquer une diminution de courant favorisant le dépôt des sables en suspension. Ces épis devaient consister en fascines retenus par une série de ducs d'Albe, en pieux de 25 à 35 cm de diamètre, ligaturés à leur tête et entretoisés par des pieux horizontaux au niveau des plus hautes eaux. Les fonds auraient été protégés contre les affouillements par des matelas de 36 mètres de largeur, en fascines recouvertes de pierres. La défense des rives était prévue par des matelas de fond un peu plus épais et solidement fixés au sol. Le devis s'élevait à 120 millions.

Etant donné la complexité du problème, le Ministre des Colonies institua une Commission chargée d'examiner les conditions de la navigation sur le Bas-Fleuve en général, de même d'ailleurs que sur le Kasai, et de donner son avis au sujet des travaux d'amélioration envisagés ou d'en proposer d'autres qui, à ses yeux, auraient plus de chances de succès.

Afin de diminuer les risques d'insuccès, le Ministre décida de faire appel à la compétence de spécialistes étrangers qui avaient eu à s'occuper de questions analogues.

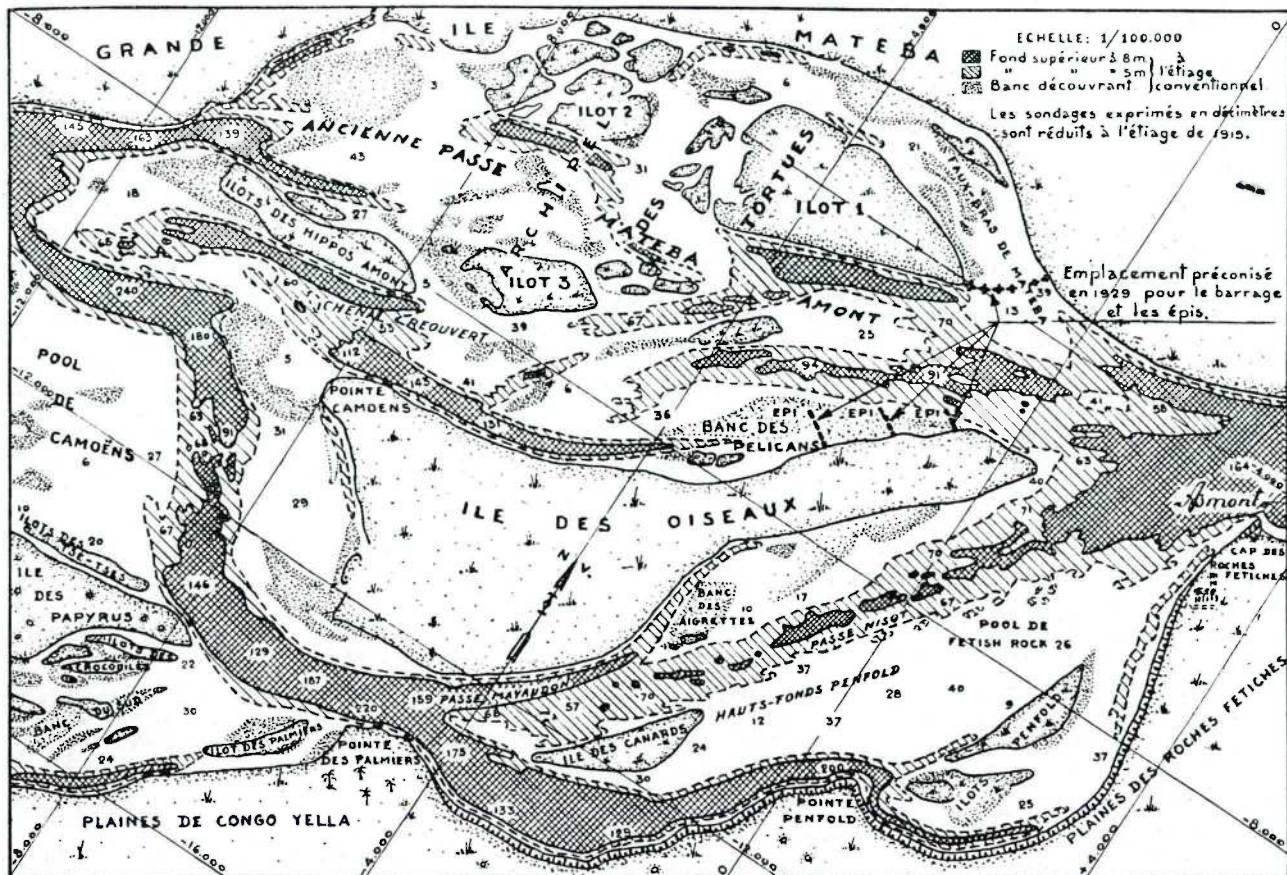


Figure 1. — La région divagante en amont du pool de Camoëns (situation en 1936).

La Commission fut composée comme suit :

Président : M. Bouckaert, directeur général honoraire des Ponts et Chaussées de Belgique.

Membres :

MM. Col. Townsend, ancien ingénieur et ancien président de la Commission du Mississipi.
Armand, inspecteur général des Ponts et Chaussées de France.

Reed, ingénieur conseil du Manchester Ship Canal.

Lely, ingénieur en chef du Waterstaat de Hollande.

Van Mierlo, ingénieur conseil du Département.

Secrétaire : M. de Backer, ingénieur en chef-adjoint honoraire de la Colonie.

La Commission tint une première séance le 16 juillet 1929 et se réunit ensuite les 9, 10, 11 et 12 octobre. Elle estima de prime abord qu'il serait téméraire d'entreprendre d'emblée un travail d'ensemble de trop grande envergure et qu'au contraire, vu l'état de la connaissance du fleuve, il fallait opérer par tâtonnements et procéder, d'amont vers l'aval, à l'exécution successive des travaux en fonction des résultats de ceux déjà effectués.

Dans cet ordre d'idées, et sur proposition de M. Townsend, elle recommanda de procéder d'abord au barrage du Faux-Bras de Mateba et à l'établissement en travers du banc des Pélicans de

trois épis à peu près normaux à la rive et distants entre eux de $2\frac{1}{2}$ à 3 fois leur longueur (fig. 1).

L'ouvrage destiné à barrer le Faux-Bras était prévu à son entrée et, dans le but de diminuer les risques d'érosion, la Commission proposa d'entamer la construction du barrage en partant de l'île des Tortues.

En ce qui concerne le mode d'exécution, la Commission fut d'avis que le type d'ouvrage proposé par les autorités d'Afrique, à savoir fascines, pieux et moellons, pouvait convenir. La Commission signala à ce sujet que la crête du barrage en moellons devait être arasée au niveau des basses eaux et que les épis ne devaient dépasser ce niveau que de la hauteur exigée par les nécessités de l'exécution.

En résumé, la Commission estima qu'il y avait lieu d'abord de fermer le Faux-Bras de Mateba par une digue continue, mais cet ouvrage, à compléter par la protection de la pointe de l'île I, n'était considéré que comme une amorce, les travaux d'aménagement de toute la région divagante du Bas-Fleuve devant être continués en s'inspirant des résultats obtenus.

Le but poursuivi était double : d'une part, ramener vers les passes de navigation le débit qui se perdait en ce moment dans le Faux-Bras (environ 5% du débit total, 15% du débit de Mateba-

un gouffre, il suffira de « décrocher » l'alignement ; ces décrochements éventuels pourront allonger le barrage de 25% environ (longueur totale prévue du rideau : 1.625 mètres) ;

le battage se fera en partant du milieu vers les deux rives.

Commande de matériel et ouverture des chantiers

La commande de matériel, passée en avril 1934, comprenait :

2.032 palplanches doubles Ougrée N° 2 (voir profil fig. 4) permettant la réalisation de 391 m de paroi de 10 m de hauteur, 746 m de 8 m de hauteur, 370 m de 6 m de hauteur et 320 m de 4 m de hauteur, soit au total 1827 m de rideau ;

60 palplanches d'angle pour retour ;

89 palplanches trapézoïdales pour racheter l'inclinaison en cours de battage ;

10 casques de battage appropriés aux divers types de palplanches ;

divers accessoires pour la mise en ordre du matériel de battage, de levage et de transport.

Les palplanches (1.617,6 tonnes) revinrent à 1,24 fr. le kg, rendues Boma (dépense totale de 2.002.177,60 fr. dont 60.605,60 fr. pour les accessoires).

Le matériel spécial de chantier est détaillé dans un paragraphe ultérieur.

Les chalands, pontons, remorqueurs nécessaires au transport du matériel et les embarcations destinées aux déplacements du personnel furent fournis par la Section du Bas-Congo du Service des Voies Navigables.

Le personnel prévu comportait :

un chef de section, assurant la direction du chantier sous les ordres du chef de la Section du Bas-Congo ; cet agent fut supprimé à partir de juillet 1935 et la direction du chantier assurée directement par le chef de section principal M. Delguste, chef de la Section du Bas-Congo ;

deux batteurs ;

une trentaine de travailleurs indigènes.

* * *

Le chef de section principal M. Van den Abeele, chargé de la direction du chantier, ainsi que les deux spécialistes batteurs de palplanches, MM. Lamotte et Van Massenhove, arrivèrent à Boma le 5 juin 1934 et les travaux de battage furent entamés le 3 juillet 1934. Ils devaient, suivant les prévisions et en travaillant avec deux sonnettes, être terminés dans un délai de $1650 : (2 \times 10) = 83$ jours soit trois mois environ.

Les 4, 5 et 6 juillet 1934, le battage, effectué à l'aide de la seule sonnette Mukag progressa normalement : 14 ou 15 palplanches doubles par jour. Le samedi 7, il fut procédé à la mise en place de la sonnette Figée ; le battage fut arrêté, de même que le dimanche 8.

A parti du lundi 9, on constata une tendance de plus en plus marquée au creusement, et le 10 juillet, les palplanches du côté de l'Ilot I (sonnette Mukag) n'avaient plus que 0,95 m de fiche (pour des palplanches de 10 m). Les affouillements prirent rapidement l'aspect d'un véritable gouffre progressant devant le rideau de palplanches, au fur et à mesure de son implantation.

Décrochements

Pour remédier aux affouillements, on recourut aux « décrochements » (fig. 5) conformément aux directives fixées pour l'exécution et on abandonna le battage à l'extrémité nord du barrage (vers Mateba), afin de pouvoir concentrer tous les efforts sur la meilleure des deux sonnettes (Mukag) et pousser, aussi activement que possible, l'avancement de l'extrémité sud du barrage, vers l'Ilot I des Tortues.

Malgré cela, la fiche prescrite pour les palplanches (autant dans le sol que dehors) ne put jamais être obtenue ; dès le 16 août 1934, les palplanches de

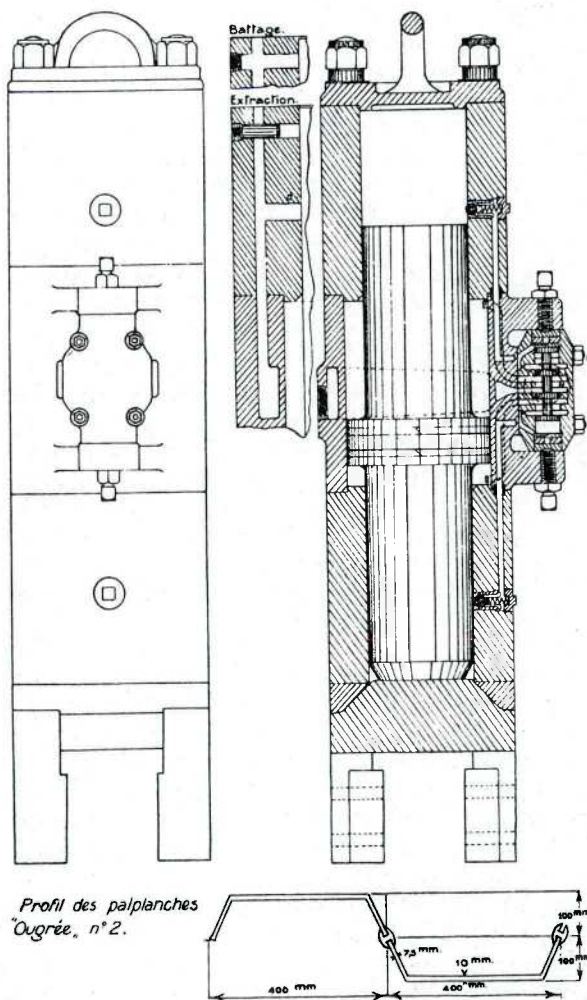


Figure 4. — Marteau Mac Kiernan et profil des palplanches Ougrée n° 2.



Fig. 5. — Barrage de Mateba (fin août 1934). — Vue de l'Ilot I vers le large. — Décrochements et étançonnement des sections du rideau normales au courant.

10 m, les plus longues commandées, n'offraient plus qu'une fiche nettement insuffisante (inférieure à 1,00 m). Il fallut haubanner la tête du rideau sur des ancres mouillées à l'amont du barrage, pendant que les ateliers de la Section du Bas-Congo procédaient à la confection de palplanches de 12 mètres par éclissage d'éléments de 6 + 6 mètres et de 8 + 4 m. Ces deux types différents de palplanches éclissées, à implanter alternativement, étaient nécessaires pour éviter la création d'une ligne continue de faible résistance dans le rideau. Plus tard, cette découpe des éléments successifs fut réalisée par palplanches de 8 + 4 et de 4 + 8 mètres.

Cependant, malgré de multiples décrochements, les affouillements allèrent croissants au fur et à mesure de l'avancement de l'ouvrage. Il fallut recourir à l'emploi de palplanches éclissées de 16 m de longueur (8 + 8 et 10 + 6 mètres) sans pourtant parvenir à progresser sans décrochements continus.

Le nombre de palplanches mises en place à cette époque était en moyenne d'une quinzaine par jour, correspondant à un avancement de 12 mètres et il fut matériellement impossible d'obtenir davantage ; cette vitesse était d'ailleurs supérieure à celle fixée au programme primitif, en se basant sur des profondeurs de 2 à 3 mètres...

Afin de gagner de vitesse, on ne décrochait plus qu'en cas d'absolue nécessité, en battant fréquemment avec une fiche inférieure aux 3/10 de la longueur totale des palplanches. Pour empêcher les palplanches de se déverser, elles étaient appuyées à leur sommet contre des grumes solidement liées aux extrémités aval et amont de deux décrochements voisins (fig. 5). Mais avant qu'un nouveau décrochement puisse être amorcé, la dernière section du rideau normale au courant devait être maintenue en place à l'aide de cales reportant la poussée sur le bordé de la sonnette ou de câbles d'ancres mouillées à l'amont. Dès lors, la sonnette ne pouvait plus être déplacée qu'avec d'énormes difficultés et si l'on observe qu'un déplacement de la sonnette est indispensable après battage de

chaque palplanche, on concevra combien les conditions de travail étaient précaires.

Enfin, le 25 septembre 1934, après 18 décrochements, la liaison du barrage avec l'Ilot I était réalisée et le battage se poursuivait à terre, à l'aide d'une chèvre en bois dont le marteau MacKiernan était alimenté par la chaudière d'une grue flottante amarrée à la rive. Le battage à terre se termina le 10 octobre 1934, l'amorce atteignant alors 61,50 m et la tête des palplanches étant arasée à la cote -2,40 m, soit à une quarantaine de centimètres au-dessus du sol.

A cette époque, on ne disposait plus d'un stock suffisant de palplanches de 10 m et de 12 m (obtenues par éclissage) pour allonger le barrage dans la partie nord, vers la Grande Ile Mateba.

En attendant l'arrivée de la commande complémentaire de palplanches qui avait été passée, on exécuta, du 30 septembre 1934 au 5 octobre suivant, un « retour » sur une longueur de 43,20 m, et jusqu'à épuisement des palplanches de 10 et 12 mètres. Ce « retour » ou décrochement, avait été amorcé à quelques mètres de l'extrémité nord du barrage, abandonnée depuis juillet 1934 et qui s'était déversée ; elle dut être sacrifiée.

Commande de palplanches supplémentaires

Le second lot de palplanches arriva en novembre 1934, comprenant :

300	palplanches	doubles de 15 mètres
200	»	» de 12 mètres
20	»	simples de 15 mètres
20	»	» de 12 mètres
24	»	d'angle de 15 mètres
16	»	» de 12 mètres
20	»	trapézoïdales de 15 mètres
20	»	» de 12 mètres

Le poids total était de 707 tonnes et le prix, rendu Boma, s'élevait à 913.249,20 fr., soit 1,29 fr. le kilo.

Echec de la méthode

Le 14 novembre 1934, on put reprendre le battage en direction de la Grande Ile de Mateba, le « retour » ayant été porté de 43,20 m à 49,45 m. Dès le 18, les palplanches de 15 m de longueur n'eurent plus de fiche et l'on décida de continuer le battage au-dessous du niveau de l'eau, avec l'espoir d'obtenir au moins quelques mètres de fiche sur des palplanches de 15 m de longueur. Malheureusement, à cause de la compacité du sol sous-jacent et des difficultés de battage sous eau, on n'obtint que des fiches de 1,50 m et 2 m pour des palplanches de 15 et 16 mètres.

Au surplus, par suite de la violence du courant consécutive à la crue (2,70 m à l'échelle), le rideau s'infléchit de plus en plus vers l'aval. Le 24 novembre 1934, les palplanches avaient été déchaussées et le rideau se déversa, pied vers l'aval, sur une

dizaine de mètres. Les travaux furent suspendus : du 14 au 24 novembre 1934, on n'avait allongé le barrage que de 22 mètres...

L'ouvrage paraissait irrémédiablement arrêté, du moins suivant le procédé d'exécution en vigueur.

Le temps d'arrêt fut mis à profit pour réviser complètement le matériel et effectuer les forages à la sondeuse Lemoine dans la région que devait occuper le barrage dans sa partie nord. En règle générale, on y rencontra du sable jusqu'à 12 m sous le zéro de l'échelle. Ce sable devient de plus en plus graveleux à mesure que l'on descend sous la cote 12,00. A partir de 20 mètres sous zéro, la teneur en gravier est de 10 à 15%.

Battage sous eau

Dès avant le commencement des travaux, M. Delguste, chef de section principal, qui se trouvait en congé en Europe, avait mis les services métropolitains en garde contre l'instabilité des fonds. Il prévoyait que l'établissement du barrage serait contrarié par des affouillements profonds aux extrémités du rideau en cours de battage et il préconisa de battre tout l'ouvrage à fond et de le relever ensuite au niveau définitif par paliers d'un mètre de hauteur, au fur et à mesure que se déposeraient les alluvions derrière la paroi. Quoique cette proposition fût reconnue intéressante parce qu'elle devait éviter les affouillements pendant la progression de l'ouvrage et économiser un gros

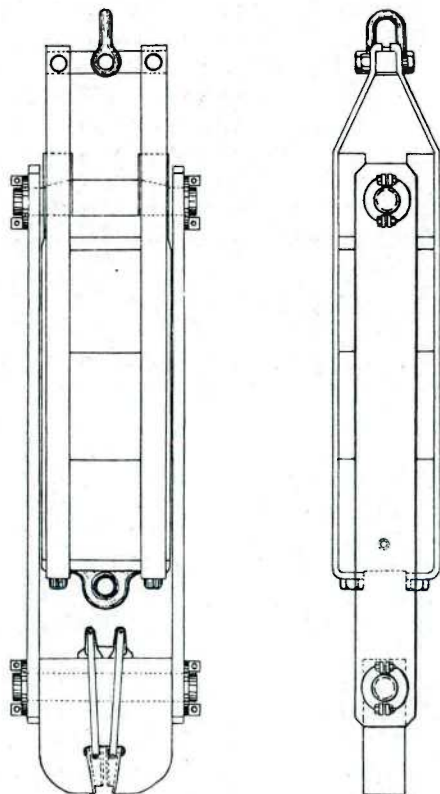


Figure 6. — Extracteur.

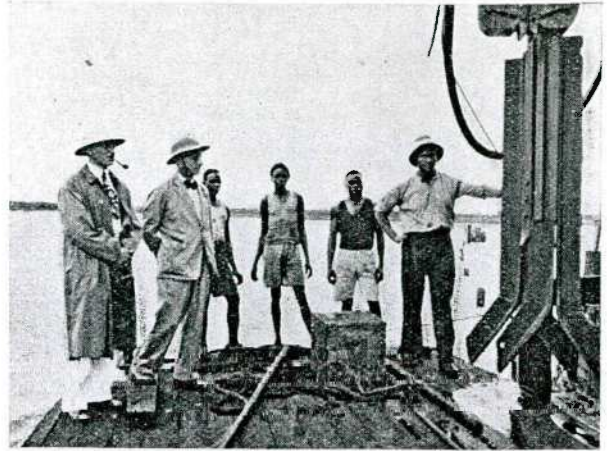


Fig. 7. — Faux-pieu de guidage et extracteur pour le relèvement des palplanches (29 février 1936).

gaspillage de palplanches en cas de nécessité de recourir aux décrochements, elle ne fut pas retenue d'emblée.

Néanmoins l'idée fut poursuivie par M. Delguste lors de son retour en Afrique. Profitant de sa situation de chef de la Section du Bas-Congo, et conséquemment de chef des Ateliers de la Marine à Boma, il fit confectionner le matériel nécessaire à l'exécution de son projet.

C'est ainsi que, fin octobre 1934, il put procéder à un essai de battage et d'extraction de palplanches sous eau, en présence de M. Vanderlinden, ingénieur-directeur du Service des Voies Navigables. Les résultats furent des plus encourageants. Le battage des palplanches à fond, leur reprise par l'extracteur (fig. 6 et 7), leur relèvement et leur abandon à un niveau quelconque sous eau, ne présentèrent aucune difficulté spéciale.

Pour le battage des palplanches à fond, on utilisa un faux-pieu (fig. 7) constitué par une palplanche double de même type que la palplanche à battre, renforcée sur deux faces par des profilés (fers tés) de forte section, dépassant de 0,75 m la partie inférieure du faux-pieu et pliés à 45° sur 0,25 m de longueur à leur extrémité inférieure. Ce faux-pieu venait ainsi étroitement coiffer la tête de la palplanche, sur 0,50 m de hauteur. Le déplacement latéral du faux-pieu sur la palplanche était évité, au début, par des guides latéraux rivés sur le faux-pieu mais il fut reconnu plus tard que cette précaution supplémentaire était plus nuisible qu'utile. Ce déplacement latéral peut, en effet, être empêché par le placement judicieux des pattes du faux-pieu en fers tés. En outre, le processus du travail d'implantation des palplanches indiqué ci-après assure la juxtaposition parfaite du faux-pieu sur la palplanche.

Le battage s'exécute comme suit :

- 1° la palplanche n° X est battue jusqu'à ras de l'eau ;
- 2° la palplanche n° X + 1 est également battue à ce niveau ;

- 3° le marteau revient sur la palplanche n° X, coiffée d'un faux-pieu de longueur convenable, et la bat à fond ;
- 4° la palplanche n° X+2 est battue à niveau de l'eau ;
- 5° le faux-pieu est dégagé de la palplanche n° X et placé sur la palplanche n° X+1 qui est battue à fond ;
- 6° le processus se reproduit de proche en proche.

On observe ainsi qu'au cours de l'avancement, le faux-pieu est toujours engagé dans l'emboîtement de la palplanche précédente, elle-même engagée dans la rainure de la palplanche en battage. La liaison est parfaite et après relèvement des palplanches, nous avons constaté qu'aucun élément n'était détérioré. Leur tête ne présente aucune bavure ce qui n'est pas le cas lorsque l'on procède par battage direct, même avec interposition d'un casque à fourrure de bois. Il est évident que le casque de battage continue à être placé sur les faux-pieux, pour éviter de devoir procéder à de fréquents recépages de ceux-ci. Le battage sans casque n'a été toléré que pour des réparations ultérieures du barrage, alors que le rideau se présentait sous forte inclinaison, ou bien lorsqu'un corps dur était rencontré sous la palplanche.

Il convient de noter, en effet, que l'interposition d'un faux-pieu, atteignant jusqu'à 6 m de longueur, et d'un casque, entre le marteau et la palplanche, réduit considérablement l'effet utile pour l'enfoncement. Les pertes d'énergie résultent de vibrations et « fouettements », et se traduisent par des échauffements très appréciables du faux-pieu.

C'est afin de réduire au minimum ces dissipations d'énergie ou mouvements parasites que les pattes des faux-pieux doivent être prolongées jusqu'à 0,15 m au-dessous des têtes de ces derniers. Ces pattes rivées constituent ainsi de sérieux raidisseurs, et il est nécessaire de les arrêter à 0,12 m ou 0,15 m au-dessous de la tête du faux-pieu pour permettre l'emboîtement du casque du type courant.

Après un long usage du faux-pieu, la tête de celui-ci se déforme ou se fissure par martelage dans les rainures du casque. Il convient alors de recéper d'une même longueur à la fois la tête du faux-pieu et ses raidisseurs.

Inutile d'ajouter que le rivetage des pattes-raidisseurs sur les faux-pieux doit être très serré et très soigné, sinon les rivets se cisailent un après l'autre.

Au cours du battage, des palplanches trapézoïdales sont incorporées dans le rideau pour regagner l'inclinaison des palplanches (dans le plan du rideau) consécutive au battage ; elles doivent être arasées à leur cote définitive (fig. 10 et 11), car on comprend que le relèvement de palplanches trapézoïdales, serrées entre les palplanches voisines, serait impossible sur plusieurs mètres de hauteur. Avant relèvement des palplanches voisines battues à fond, la présence de ces trapézoïdales isolées ne cause aucun affouillement important.

Pour le relèvement des palplanches par paliers successifs, ces trapézoïdales hautes servent de guides pour l'extracteur. Celui-ci, du type à mâchoires (fig. 6), est pourvu d'un bout d'aile de palplanche qui, une fois emboîté dans la rainure mâle ou femelle de la palplanche haute, assure le guidage de l'extracteur dans l'axe de la palplanche à relever (fig. 7).

D'autre part, l'extracteur est rattaché au marteau par de longues bretelles permettant le travail du marteau au-dessus de l'eau. Notons en passant que le marteau pneumatique pourrait fonctionner sous eau : il suffirait, à chaque reprise d'extraction, de modérer l'admission de vapeur pour éviter le coup de bélier et l'explosion du fond de cylindre. Mais le système n'est pas recommandable en raison de l'importance des condensations de vapeur et des difficultés de repêcher le matériel en cas de rupture d'axe ou de bretelle.

L'aile de guidage de l'extracteur ne doit pas être fixée de façon trop rigide sur le corps même de celui-ci. Il convient au contraire que ce guide soit accouplé par boulons passant dans des trous ovalisés vers le haut, afin qu'il puisse épouser une inclinaison éventuelle de la rainure de la palplanche haute sans devoir entraîner la même inclinaison pour l'extracteur, les bretelles et le marteau, représentant au total un poids de 4 à 5 tonnes.

Pendant l'opération de descente de l'extracteur sur une palplanche basse, par guidage sur une palplanche haute ou sur un faux-pieu, le courant presse fortement extracteur et bretelles, voire la partie inférieure du marteau, vers l'aval. Tout cet effort doit être supporté par le guide de l'extracteur. C'est pourquoi il faut procéder au relèvement des palplanches dans tel sens que le guide de l'extracteur se trouve toujours à l'amont du guide de la palplanche haute ou du faux-pieu. De cette façon, le guide de l'extracteur reste pressé contre la rainure mâle ou femelle de la palplanche et du faux-pieu, tandis que, dans le cas contraire, on risquerait de fréquents déboîtements.

Il faut savoir, en effet, que pour la facilité de préhension des palplanches dans les sections inclinées, la longueur du guide de l'extracteur doit être limitée (0,30 m à 0,40 m maximum) et que l'usure en est assez rapide.

Ce matériel répondit d'emblée à sa destination ; seule la nécessité d'ovaliser les trous de fixation du guide sur l'extracteur fut reconnue ultérieurement, en même temps que le besoin de renforcer le dispositif ordinaire de commande de fermeture des mâchoires.

Le relèvement des palplanches, par paliers sous eau, s'exécute de la façon suivante :

1° L'extracteur est descendu sur la palplanche basse n° Y par guidage sur une trapézoïdale arasée au-dessus du niveau des eaux. La palplanche n° Y est relevée au niveau du palier à réaliser. Si l'extracteur qui a mordu dans la palplanche ne peut être dégagé par simple traction sur la tige de commande des mâchoires, on fait reposer tout le

dispositif d'extraction sur la palplanche et on intercale une pièce de bois entre le fond supérieur du marteau et l'axe supérieur des bretelles. En admettant la vapeur dans le marteau, celui-ci entre en action dans les bretelles et provoque le déclenchement des mâchoires ;

2° L'appareil d'extraction étant relevé, on glisse un faux-pieu n° Z sur la palplanche n° Y en l'emboîtant dans la trapézoïdale précédente ;

3° L'extracteur est descendu sur la palplanche n° Y + 1 par guidage sur le faux-pieu Z puis sur la palplanche relevée Y. La palplanche Y + 1 est relevée au niveau du palier à réaliser ;

4° L'appareil d'extraction étant relevé, on glisse un faux-pieu Z + 1 sur la palplanche Y + 1 par guidage sur le faux-pieu Z ;

5° L'extracteur est descendu sur la palplanche Y + 2 par guidage sur le faux-pieu Z + 1 puis sur la palplanche relevée Y + 1 ; la palplanche Y + 2 est relevée au niveau du palier ;

6° L'appareil d'extraction étant relevé, on récupère le faux-pieu Z et on le place sur la palplanche relevée Y + 2..., et le cycle recommence.

L'on est ainsi parvenu à relever jusqu'à 46 palplanches en une journée, mais la moyenne réalisée sans accident ou difficultés spéciales est de l'ordre de 20 palplanches. Cet avancement est à peu près indépendant de la hauteur du relevage, car le gros travail réside dans les déplacements de la sonnette, la mise en place et l'enlèvement des faux-pieux et de l'extracteur. Une fois la palplanche décollée de ses voisines, c'est affaire d'une ou deux minutes pour la relever de 2 ou 3 mètres.

Le relèvement des palplanches pourrait être réalisé avec deux faux-pieux. Toutefois, lorsque, au cours de l'implantation des palplanches, une palplanche simple ou une palplanche spéciale a été intercalée dans le rideau, celui-ci se trouve modifié, et il est nécessaire de disposer de faux-pieux d'un autre type. En fait, on ne peut réaliser que quatre types de faux-pieux : bout mâle à l'avancement vers l'amont, bout femelle à l'avancement vers l'amont, bout mâle à l'avancement vers l'aval, et bout femelle à l'avancement vers l'aval. L'emploi de ces deux derniers types entraînant de fréquents déboîtements et détériorations du guide d'extracteur, on y remédie en choisissant convenablement le sens d'avancement du relèvement. Deux jeux de faux-pieux devraient suffire ainsi pour toutes les opérations. Cependant, il peut arriver, par suite d'accident dans le rideau, par exemple, que l'on soit amené à poursuivre le relèvement dans le sens d'avancement le moins favorable. Alors la disposition des deux autres jeux de faux-pieux devient indispensable.

A la suite d'un accident de l'espèce, on peut également être amené à devoir relever une palplanche basse sans disposer de guide (palplanche haute et faux-pieu) pour la descente de l'extracteur. Quoique les pattes amont des faux-pieux soient plus longues que les pattes aval, on comprend la difficulté d'emboîter sur une palplanche profondé-

ment immergée, un faux-pieu de 0,80 m de largeur, offrant une large prise à la poussée du courant. Dans ce cas, il faut procéder par tâtonnements, en s'aidant parfois d'un treuil sur ponton mouillé à l'amont de l'ouvrage et maintenant la partie basse du faux-pieu dans le courant.

Avec le même dispositif d'ancrage, on pourrait descendre directement l'extracteur sur la palplanche basse, sans faux-pieu de guidage, en munissant l'extracteur vers le bas d'une tôle de guidage du côté amont.

Sur le chantier de Mateba, de telles difficultés de placement de l'extracteur ne surgirent qu'exceptionnellement.

Reprise des travaux

En présence du succès des essais de construction du barrage par battage sous eau (système Delguste), les travaux se poursuivirent d'après ce procédé.

La reprise eut lieu le 1^{er} mars 1935 (niveau de l'eau : 1,50 m au-dessus du zéro de l'échelle), selon un alignement sensiblement normal au courant (planche III).

Le battage s'effectua par deux équipes, s'éloignant l'une de l'autre à partir de la rive de la Grande Ile Mateba, la première réalisant l'amorce à terre (palplanches 1 M à 175 M) (3), l'autre (palplanches 1 à 589) s'acheminant vers la partie sud, battue en 1934.

L'amorce à terre, implantée — après avoir obtenu l'accord de la Compagnie des Produits, propriétaire — dans un sol vaseux recouvert d'une épaisse végétation d'herbes flottantes et de papyrus, nécessita la construction d'un appontement en bois pour les manœuvres de battage. Cette amorce, d'une longueur totale de 138,40 m (169 palplanches doubles de 4 à 12 m, 3 doubles et 3 trapézoïdales), a été terminée le 15 mai 1935, les dernières palplanches étant arasées à la cote —2,45, soit à une quinzaine de centimètres sous le niveau du sol environnant.

Quant au rideau battu sous eau, il arriva le 1^{er} juin 1935 à hauteur de la partie sud, sans affouillements appréciables et suivant un développement en ligne droite de 463,20 m (569 palplanches doubles, 8 simples, 6 trapézoïdales et 6 d'angle).

L'examen de la partie du barrage battue en 1934 ayant révélé plusieurs déchirures, on décida de l'abandonner et de poursuivre le battage sous eau jusqu'à l'Ilot I, suivant un alignement passant en amont de la section sud battue en 1934, en dehors des courants tourbillonnaires et dans une zone de faibles profondeurs, déjà ensablée sous l'effet du barrage de 1934 (planche III).

Les travaux reprirent le 23 juin 1935 et comme on se trouvait relativement protégé par ce qui restait du barrage battu en 1934, on ne s'astreignit

(3) Pour la numérotation des palplanches, voir le profil en long de la planche IV.

plus à battre « à fleur de fond » et ce, pour autant que la fiche des palplanches restât au moins égale aux $\frac{4}{10}$ de leur longueur totale.

Les travaux progressèrent de façon très satisfaisante et la rive de l'îlot I des Tortues fut atteinte le 10 août 1935 (hauteur d'eau à l'échelle : 1 m). La nouvelle section sud, battue depuis le 23 juin 1935, présente un développement de 406 m (490 palplanches doubles, 16 simples, 14 trapézoïdales et 5 d'angle : palplanches 700 à 1224).

Pour le battage de l'amorce sur l'îlot I des Tortues, on recourut à nouveau, comme en septembre-octobre 1934, à une chèvre en bois sur deux cours de madriers et à l'alimentation du marteau Mac-Kiernan par la vapeur de la chaudière de la grue flottante.

Par un système de poulies de renvoi, le treuil de la grue servit également à la manipulation des palplanches.

Cette amorce, terminée le 3 octobre 1935, a une longueur de 186,40 m (232 palplanches doubles, 1 simple et 1 trapézoïdale : palplanches 1225 à 1458).

Les palplanches sont arasées à la cote $-2,40$ m dépassant légèrement le sol environnant.

Relèvement par paliers sous eau

Le 25 septembre 1935, on entama un essai de relèvement de palplanches battues sous eau, qui porta sur les palplanches N^{os} 1077 à 1137, soit sur 48 mètres de rideau ; leur tête avait été battue à la cote $+1,70$; $+1,20$; $+0,70$ et $+0,20$ et fut relevée à la cote $(-0,50)$.

L'opération s'effectua sans difficulté spéciale tout en faisant apparaître la nécessité de quelques améliorations de détail du matériel d'extraction, notamment du dispositif de commande des mâchoires ; mais il n'y avait plus à craindre d'incident sérieux, à condition de pousser activement les travaux de façon à éviter les affouillements ; ceux-ci étaient d'ailleurs moins probables qu'en 1934, les palplanches battues sous eau formant parafouille.

Le stock de palplanches étant épuisé, on différa la continuation du relèvement et on procéda d'abord à la récupération des palplanches du rideau de 1934, en vue de disposer d'une réserve en cas de besoin.

Le 10 octobre 1935, on constata un affouillement à l'extrémité nord de la partie relevée quinze jours

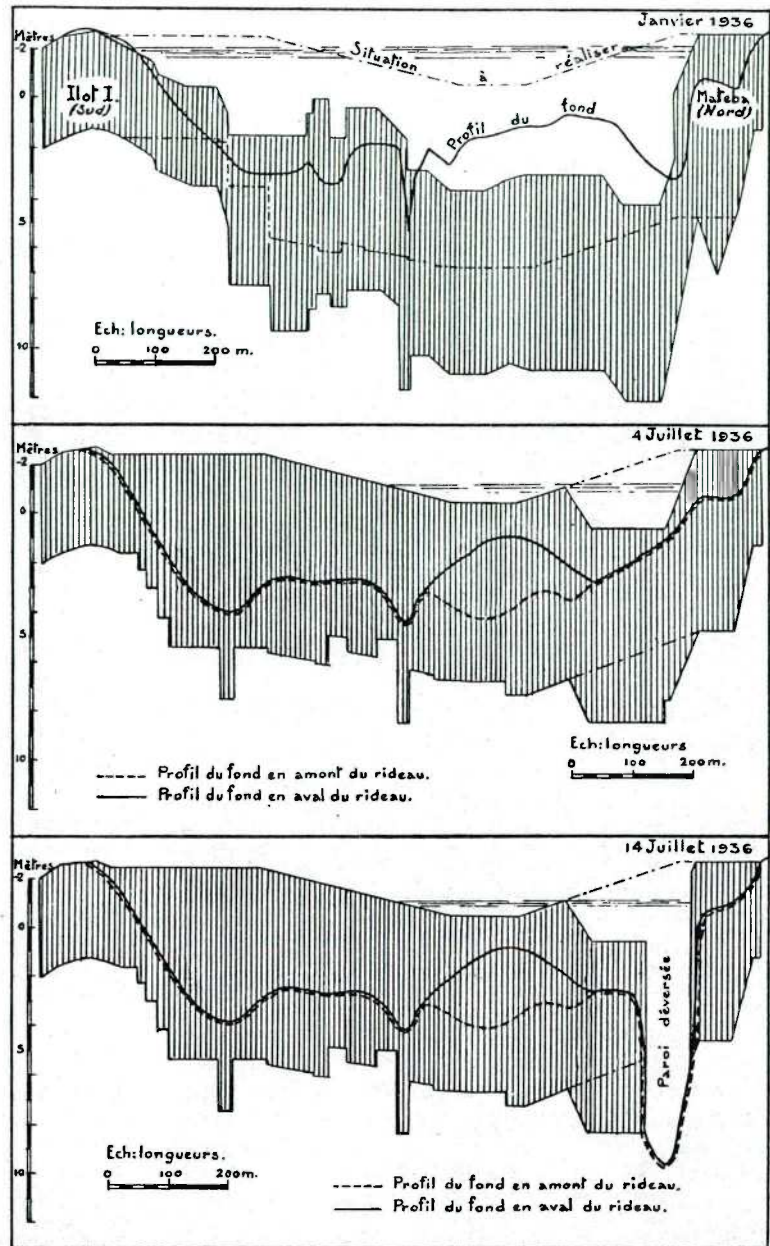


Figure 8. — Profil en long du barrage (janvier 1936, 4 juillet et 14 juillet 1936).

plus tôt. C'est la différence des cotes entre les palplanches 1076 et 1077 qui avait provoqué la formation d'un tourbillon, lequel avait affouillé le fond jusqu'à déchausser le pied des palplanches, donnant passage à l'eau sous le rideau. Il y fut remédié en battant des palplanches plus longues (de 8 à 10 m) derrière la partie de paroi en danger (doubleure A). Au 15 octobre, le renard était fermé.

Des sondages entrepris en vue de vérifier la fiche des palplanches firent apparaître l'existence d'une situation analogue aux environs de la palplanche 710. Les palplanches 700 à 721 n'avaient pu être battues aussi profondément que leurs voisines au sud et au nord, à cause de la proximité de la jonction avec le rideau de 1934, qui gênait

l'accès de la sonnette Mukag. Une dénivellation de 2,50 m à 3,00 m se présentait dans la tête du rideau de part et d'autre de ces 22 palplanches, d'où tourbillons et affouillements. On rebattit les palplanches N^{os} 700 à 721, mais il apparut que l'on ne pouvait laisser une partie du rideau en attente à une cote supérieure à celle des parties voisines et qu'il fallait donc éviter tout arrêt dans la progression du relèvement. Ultérieurement, une doublure (doublure B) battue derrière cette partie du rideau fut réalisée du 7 au 15 juin 1936; elle comprend les palplanches 700bis à 735 bis.

L'arrachage des palplanches de l'ancien rideau fut poursuivi jusqu'au 22 février 1936; on récupéra ainsi 395 palplanches, représentant une longueur totale de 3070 mètres et un poids de 290 tonnes.

A partir du 25 février 1936, le relèvement proprement dit fut entrepris.

La figure n° 8 donne le profil en long du barrage et des fonds immédiatement en amont et en aval, en janvier 1936; y figure également la représentation schématique des différents stades de relèvement; celui-ci fut conduit en partant alternativement de l'une et de l'autre rive.

Le stade (1) (palplanches 1070 à 830) fut réalisé du 23 février au 7 mars 1936 (cote 0).

Le stade (2) fut entamé le 12 mars, en partant de la Grande Ile Mateba (palplanche 1); le 26 mars 1936, on avait atteint la palplanche 197 (cote 1,00).

Dans cette région, il s'était produit des apports de sable importants depuis le battage sous eau et, au début des opérations de relèvement, la tête des palplanches était enfoncée sous 2 m de sable (fig. 8). Malgré le relèvement des palplanches voisines à la cote 1,00 (stade 2), ce sable ne s'affouillait pas et sa présence empêchait de descendre l'extracteur sur la tête des palplanches basses.

Pour parer à cet inconvénient, on décida qu'à partir de la palplanche N° 215, on relèverait directement à la cote (-0,80), et que les palplanches 198 à 214 seraient relevées à des cotes croissantes, de façon à constituer un gradin de raccordement.

On poursuivit de la sorte jusqu'à la palplanche 376, située dans la partie la plus basse du rideau qui devait être relevée à la cote (-0,50); au delà, on réalisa un gradin pour regagner la cote (1,00) et on continua l'exécution du stade (2); celui-ci était réalisé fin avril.

Au cours de ces relèvements, il fut observé qu'aus-tôt que le palier d'arasement atteignait le niveau du fond de la sonnette (celle-ci devant être maintenue à 0,80 m environ en aval du rideau), la lame d'eau déversante s'engouffrait sous la sonnette et causait de rapides et dangereux affouillements.

On enregistra ainsi des affouillements de l'ordre de 4 mètres de profondeur en une demi-heure.

Il fallut ramener la sonnette à l'amont du barrage afin d'opérer tête de la sonnette vers l'aval, ce qui est moins favorable à l'avancement du travail et qui oblige en outre à mouiller beaucoup plus

solidement la sonnette pour éviter qu'elle soit emportée par-dessus le barrage (fig. 9).

Le stade (3) prévoyait le relèvement de la partie sud du rideau à la cote (-1,00); la réalisation

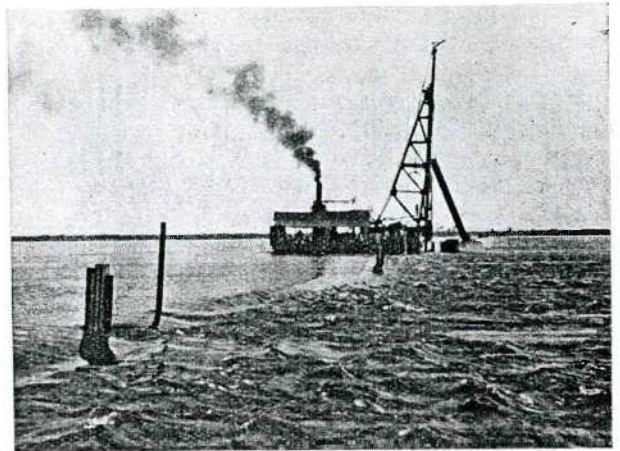


Fig. 9. — La sonnette de Mukag, construisant la doublure B devant les palplanches 700-737 (14 juin 1936).

de la cote définitive faisait l'objet des stades (4 et 5). Au moment de l'exécution des travaux, le niveau des eaux variait de (-1,20) à (-1,50) et il n'était pas opportun, pour maintenir l'écoulement d'une tranche de 0,20 m à 0,50 m d'épaisseur seulement, de fractionner le relèvement de ces palplanches dont la fiche était suffisante pour permettre de les relever directement à leur cote définitive; c'est pourquoi les travaux des stades (3) et (5) furent réalisés simultanément.



Fig. 10. — Photo prise de l'aval vers la Grande Ile Mateba. Palplanche haute d'avant plan n°s 537-534. Palplanche haute du large n° 484.

Section de débit sur le rideau: environ 860 m². Niveau des eaux 1,25. Dénivellation 0,18 m à 0,20 m. (14 juin 1936).

Du stade (4), les palplanches 225 à 376 se trouvaient déjà à leur cote définitive; contrairement au programme primitif, on releva d'abord la région 376-589 (fig. 10), pour éviter le creusement aux

environs de la palplanche 700 (ancienne jonction avec le rideau de 1934) et le 4 juillet 1936, toute la partie du barrage située au sud de la palplanche 215 se trouvait relevée à sa cote définitive (voir fig. 8).

Brèche de juillet 1936

Le 6 juillet 1936, il ne restait plus à relever que 200 palplanches environ; la réduction importante



Fig. 11. — Photo prise de l'aval vers l'Ilot I (14 juin 1936).

de section provoquée par le barrage localisait, dans ce profil rétréci, la presque totalité de la perte de charge qui, avant les travaux, se répartissait sur toute la longueur du Faux-Bras (fig. 10 et 11). La dénivellation entre les deux extrémités du Faux-Bras, commandée par la pente générale des bras principaux du fleuve sur laquelle le barrage n'agit pas, est de 0,40 m en moyenne; le 6 juillet, la dénivellation entre les deux faces du barrage était de 0,31 m, et il en résulta un violent courant dans la partie restant ouverte; l'épaisseur de la nappe déversante était de 2 m sur 200 m de largeur.

Le 8 juillet, on constata un mouvement anormal des eaux aux environs de l'amorce nord (rive de la Grande Ile Mateba): alors que précédemment cette amorce était environnée d'une zone de morte eau, on y vit un courant appréciable et, après investigation, il apparut que l'eau passait sous le barrage. Les palplanches menacées (nos 22/M à 38/M) furent aussitôt rebattues et le 9 au matin, le danger paraissait conjuré (fig. 12).

Dans la journée du 9, les palplanches nos 5 à 55 (donc à une cinquantaine de mètres au sud du renard du 8 juillet), se déversèrent.

La section libre s'étant agrandie, la dénivellation diminua et l'avarie ne s'étendit pas immédiatement (fig. 8 et planche IV: situation au 14 juillet 1936).

Cet accident doit être attribué à l'affouillement du sable en aval de la partie basse du barrage. Des sondages effectués le 6 juin, entre les palplanches 22/M et 215, avaient montré que, — alors que

contre la paroi, le fond se trouvait à 2 m sous le zéro —, on sondait de 6 à 9 m sous zéro à une vingtaine de mètres en aval du barrage; cette situation n'était pas inquiétante, car le creusement ne se poursuivait pas et on pouvait compter sur les dépôts de sable consécutifs à la fermeture du barrage pour combler cette fosse.

Mais à cette époque, la dénivellation entre les échelles amont et aval n'était que de 15 à 20 centimètres. Le relèvement de la partie sud du barrage provoqua un accroissement de la chute et par conséquent de la vitesse (voir paragraphe ultérieur, *Vitesses aux environs du barrage*).

L'état d'équilibre atteint en juin fut détruit et il doit en être résulté un raidissement du talus en aval du barrage, tandis qu'en amont, le fond se maintenait sensiblement horizontal aux environs de la cote (+2,00). A un moment donné, la butée devint insuffisante et le barrage se déversa...

Il est vraisemblable également que la présence d'une poche de vase sur la Grande Ile Mateba ne fut pas étrangère à l'accident: il fut reconnu ultérieurement que les palplanches 40 M à 70 M n'avaient pratiquement aucune fiche dans le sol résistant situé sous la couche de vase (ces palplanches furent allongées et rebattues ultérieurement).

Il y avait là un point faible; le terrain sans consistance aura sans doute cédé, d'où renard et affouillement supplémentaire du sable en aval, à proximité de la rive de Mateba.

Pour éviter l'extension des dégâts, on augmenta la fiche des palplanches constituant l'amorce sur

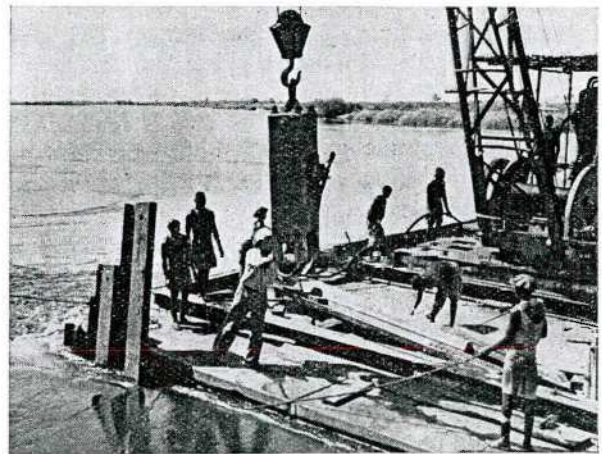


Fig. 12. — Réparation de l'amorce du rideau en bordure de la Grande Ile Mateba. — Marteau Mac Kiernan (9 juillet 1936).

la Grande Ile Mateba, en les allongeant au moyen de coupons de 4 m de longueur et en les rebattant. En outre, on procéda au rebattage des palplanches 215 à 479 à la cote (+1,00), de façon à augmenter le débouché et à diminuer la violence du courant. Ces travaux furent terminés le 7 août 1936.

Peignes

Dès 1932, lors des études préliminaires, nous était venue l'idée d'araser les palplanches à des cotes différentes, de façon à réaliser un profil crénelé ou « peigne » (fig. 13 et 14).



Fig. 13. — Barrage de Mateba. Déformations de la doublure C battue suivant un profil en « peigne » (Février 1937).

Ce dispositif devait avoir l'avantage de s'opposer à la formation d'un tourbillon à axe horizontal.

La première expérience fut tentée en juillet 1936, lors du rebattage à la cote (+1,00) de la partie du barrage située au sud de la brèche; des palplanches 346 à 375, on ne rebattit que celles portant les numéros pairs, de façon à constituer un peigne formé par l'alternance des palplanches hautes et des basses. Les résultats furent satisfaisants, le dispositif s'étant révélé efficace en ce sens qu'il ne se produit plus en aval du peigne le creusement que l'on enregistre chaque fois qu'une paroi pleine reste en attente.

Nous verrons une application de ce procédé à propos de la doublure D (paragraphe suivant).

Doublures

On entama, d'autre part, la réalisation, en amont de la partie avariée, d'une nouvelle paroi, dénommée doublure C (planche IV); celle-ci fut amorcée à la palplanche N° 97, sur laquelle on battit un angle et une simple. Bien que la partie en retour de la palplanche d'angle dépassât de 5 m vers le bas la partie emboîtée dans le N° 97, il ne fut pas possible d'obtenir une jonction étanche avec le rideau primitif.

Signalons ici que ce problème de la réalisation d'une jonction convenable fut un des plus délicats qui se présentèrent et il n'a jusqu'à présent pas reçu de solution satisfaisante.

Dans le cas qui nous occupe, on avait utilisé une palplanche d'angle dont la partie inférieure avait été découpée de telle façon que le retour d'angle vint s'appliquer contre la palplanche sous-jacente;

cette palplanche d'angle avait été battue au-dessus du n° 99. Au cours du battage, le retour d'angle ne resta pas en contact avec la palplanche, laissant un passage à l'eau. Il y fut remédié par l'immersion de sacs de sable. Le même palliatif avait déjà dû être utilisé aux jonctions des doublures A et B avec le rideau.

Le 22 août 1936, il apparut que l'eau se frayait un passage entre le rideau et la doublure; le renard fut obturé au moyen de sacs de sable et les travaux de battage furent poursuivis.

La mise en place des palplanches était extrêmement laborieuse, en raison de la force du courant qui tendait à infléchir le rideau vers l'aval, tendance à laquelle il fallait s'opposer à tout prix, pour éviter d'avoir à implanter la doublure dans la fosse profonde qui existait aux environs immédiats du barrage déversé.

La jonction de la doublure C avec l'amorce sur la Grande Ile Mateba s'effectua le 13 septembre 1936. La doublure avait été battue aussi près que possible du fond et devait être relevée à la cote (+1,00). Toutes les palplanches disponibles ayant été consommées pour sa réalisation, la récupération des palplanches de l'ancien barrage fut reprise pendant la deuxième quinzaine de septembre et les premiers jours d'octobre. Il eût, en effet, été imprudent d'entamer le relèvement sans avoir aucune réserve, car on n'aurait pu parer au moindre incident.

On constata d'autre part que la doublure C était fortement déformée aux environs de son origine (jonction avec la palplanche 97 de l'ancien barrage).

Dans ces conditions, le relèvement à la cote (+1,00) était dangereux: d'une part, il était probable que les palplanches déformées ne pourraient pas être relevées; d'autre part, le relèvement augmentant la dénivellation, il fallait craindre des affouillements aux environs du point faible constitué par la jonction imparfaite.

C'est pourquoi il fut décidé d'installer devant cette partie affaiblie une nouvelle paroi (doublure D: planche IV); celle-ci fut raccordée à la palplanche 22/C de la doublure C. Le battage s'effectua du nord vers le sud, de façon à rejoindre le rideau principal; il fut atteint le 25 octobre 1936.

Les difficultés éprouvées lors de la mise en place de la doublure C (tendance au déversement sous la force du courant) se représentèrent. Ces circonstances rendirent le battage sous eau impossible.

La jonction avec le rideau principal se fit à la palplanche 100 sur laquelle on emboîta une palplanche d'angle; on tenta d'enfoncer les deux palplanches superposées jusqu'à ce que l'angle ait une certaine fiche dans le sol, mais on dut y renoncer en raison de la résistance du terrain. Cette jonction constituait, comme les précédentes, un point faible. La doublure D couvre donc 4 palplanches du rideau principal (100 à 97) et 22 palplanches de la doublure C (1/C à 22/C).

Les travaux de relèvement de la doublure C furent entamés le 29 octobre 1936. Ces opérations

furent extrêmement malaisées, en raison de la déformation des palplanches; du 29 octobre au 7 novembre, 34 palplanches seulement purent être relevées. Sur cette période, on enregistra trois ruptures des axes de l'extracteur et une rupture de la bretelle, ce qui montre à quel dur service était soumis le matériel. La palplanche 56/C ne put être relevée qu'à la cote (+1,80), la partie engagée dans les mâchoires s'étant déchirée. Le relèvement de la doublure C à la cote (1,00) fut terminé le 30 novembre 1936.

Dans l'entretemps, des affouillements importants s'étaient manifestés en amont de la doublure D qui n'avait pu être battue sous eau et qui, plus haute que les parties voisines du rideau, provoquait des remous violents (planche IV). Simultanément un creusement se produisait en aval de l'amorce à rive; il put y être remédié assez aisément en retirant les allonges de 4 m sur les palplanches impaires 147/C à 179/C, de façon à réaliser, comme

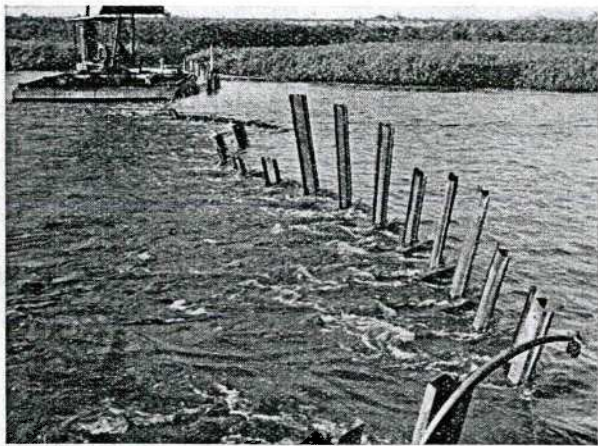


Fig. 14. — Barrage de Mateba. Déformation de la doublure C battue suivant un profil en « peigne » (Février 1937).

il avait été fait au sud de la brèche, un « peigne » et à briser ainsi la force du tourbillon à axe horizontal qui affouillait le sable derrière l'amorce du rideau; le 26 décembre 1936, non seulement le creusement était enrayé, mais on enregistrait un ensablement de plus de 2 m d'épaisseur. Aussi fut-il décidé d'étendre le peigne vers le sud, sur toute l'étendue de la partie basse du barrage (palplanches n^{os} 100-479). Comme on ne pouvait relever les palplanches dont la fiche était déjà insuffisante, le peigne fut, dans toute la région critique, réalisé au moyen d'allonges fixées sur les palplanches paires. Ce peigne fut terminé le 14 février et, à cette date, les fonds ne se présentaient pas trop défavorablement.

Du 14 au 27 février 1937, les levés hebdomadaires ne firent apparaître aucune modification appréciable dans l'allure des fonds contre le barrage, en amont et en aval.

Le levé du 6 mars 1937 révéla un creusement important, en aval du barrage, derrière les pal-

planches 130/C à 140/C, déchaussant le pied du rideau. En même temps se manifestait un déversement du rideau, tête vers l'aval, dû au défaut de butée (fig. 13).

A partir du 14 février jusqu'au 15 mars 1937, les travaux se bornèrent à l'exécution de quelques réparations peu importantes ou travaux confortatifs aux extrémités de la doublure C dont le déversement s'accroissait (fig. 14). Du 15 mars au 30 avril, on procéda à la récupération de toutes les palplanches encore économiquement récupérables dans le premier barrage de 1934.

Programme d'achèvement

Dès le mois de décembre 1936, après le relèvement de la doublure C, le Service d'Afrique s'était rendu compte du danger que courait cette dernière, et il avait envisagé le battage d'un nouveau rideau en aval, qui aurait servi à remplacer toute la partie nord du barrage jusques et y compris les doublures C et D. Ce rideau devait épouser sensiblement le tracé représenté par un trait de chaînette sur la situation du 8 décembre 1936 de la planche IV. On constate qu'il s'écarte très nettement de l'alignement du barrage. La raison en est qu'il fallait se mettre à l'abri des palplanches déversées de l'ouvrage primitif et profiter de la circonstance pour réaliser une nouvelle amorce à un endroit de la Grande Ile Mateba où le terrain est plus consistant.

En juin 1937, il fut jugé que la fermeture de la brèche de 120 m environ, qui subsistait à proximité de la Grande Ile Mateba, ne s'imposait pas de façon urgente, et il fut envisagé de disposer, au nord et au sud de la brèche, deux parois en retour CD et FG (planche IV) destinées à limiter les dégâts en servant de soutien aux parties extrêmes du rideau conservé et en permettant l'alluvionnement dans les angles abrités du courant.

Ces travaux ne furent pas effectués, les services d'exécution ayant estimé que les parois en retour seraient non seulement inutiles — puisque les dégâts n'avaient aucune tendance à s'étendre — mais même dangereuses. En effet, leur réalisation aurait entraîné, en même temps que l'alluvionnement dans les angles abrités du courant, le creusement des fonds devant les angles saillants, ce qui aurait provoqué le déversement de la paroi sous l'inégalité des poussées.

Cela étant, le programme d'achèvement des travaux fut fixé comme suit :

a) Ne pas obturer provisoirement les fenêtres du peigne constitué entre les palplanches 100 et 477, pour ne pas risquer de troubler l'équilibre qui s'était établi aux environs de la brèche;

b) Ne pas limiter la doublure à l'étendue de la brèche, les échecs essayés lors de la réalisation des doublures C et D ayant montré que ce procédé n'est pas pratiquement applicable en raison de

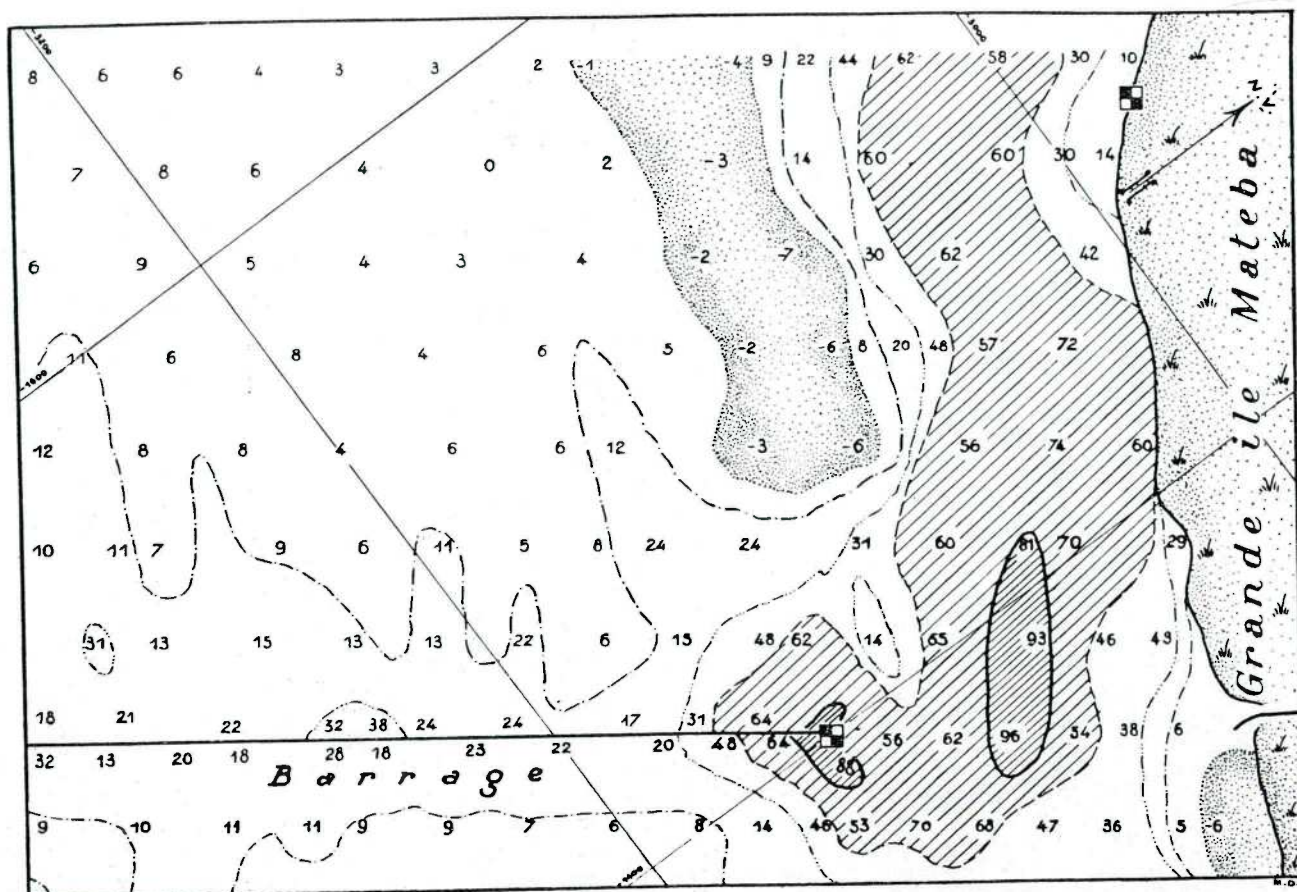


Fig. 15. — Situation des abords du barrage à la reprise des travaux. (Levé du 14 mars 1938). Echelle 1/20.000.

l'agitation tourbillonnaire qu'entraîne la proximité des deux rideaux ;

c) En réalisant une doublure plus étendue, en profiter pour déplacer l'amorce sur la Grande Ile Mateba vers l'aval, de façon à échapper à la poche de vase et à implanter l'amorce en terrain plus consistant ;

d) en raccordant la doublure au rideau, éviter de faire un angle vif qui serait une source d'ennuis dus aux affouillements ; le tracé figuré sur la planche IV (nouveau rideau proposé) satisfait à ces conditions ;

e) Réaliser ce rideau par battage jusqu'au niveau du fond ; ce niveau est d'ailleurs approximativement celui des palplanches basses du peigne dans la région où devrait se faire le raccordement ;

f) Effectuer le relèvement par paliers successifs de 2 m de hauteur, au besoin en donnant au rideau une forme en peigne, de façon à s'opposer à la formation d'un tourbillon à axe horizontal. Ne passer d'un palier au suivant qu'après que le fond s'est relevé aux environs de la tête du rideau ou du niveau inférieur du peigne ;

g) Finalement fermer les fenêtres du peigne, soit en relevant les palplanches basses, soit en les allongeant au moyen de coupons.

Les travaux furent repris le 8 mars 1938 (fig. 15), à partir d'une palplanche d'angle 1/E, engagée

dans le retour de la palplanche 277. Au début du battage de la nouvelle doublure E, on constata un creusement de 2 à 3 mètres, lequel s'atténua petit à petit, pour disparaître complètement dès la palplanche 40/E, suffisamment distante du rideau primitif.

Le 7 avril 1938, on était à la palplanche 87/E et, les fonds se relevant, la manœuvre du ponton devint difficile malgré l'emploi de la lance d'injection pour évacuer les sables. A partir du 16 avril (palplanche 102/E), on ne battit plus à fond (tête à la cote — 1,30 m), afin de provoquer un affouillement permettant de passer le ponton vers l'amont de la doublure. On progressa de la sorte jusqu'à la 228/E (10 mai 1938) et, le haut-fond étant franchi, on rebattit à fond les palplanches 228/E à 102/E (19 mai 1938).

Le 21 mai 1938, on entama l'arrachage de la partie de l'ancien rideau située entre la brèche et la palplanche 276 et ce, dans l'espoir de ralentir le courant vers la rive de la Grande Ile Mateba. La vitesse ne diminua guère (80 cm/sec au lieu de 95 cm/sec), mais l'arrachage de l'ancien rideau se poursuivit néanmoins jusqu'à la 173, l'expérience ayant montré le danger de deux rideaux hauts voisins.

Le raccord de l'ancien rideau conservé au sud de la palplanche 276 a été aménagé en forme de

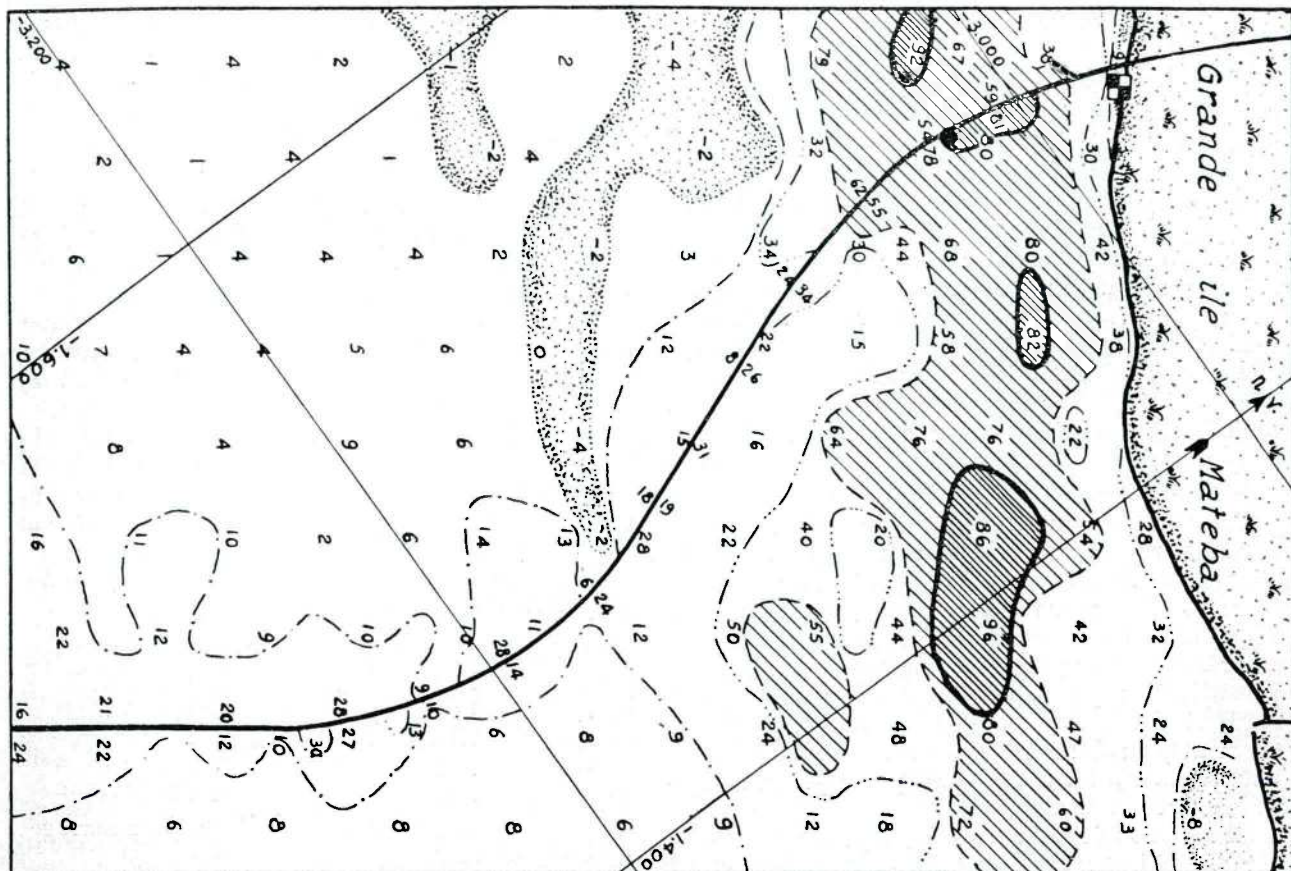


Fig. 16. — Situation des abords du barrage au 20 août 1938. Echelle 1/20.000.

peigne, pour briser les tourbillons à axe horizontal dans ces parages.

La doublure E atteignit la rive de la Grande Ile Mateba le 25 juillet avec la palplanche n° 293 E. Le rideau se prolonge à terre jusque vers la palplanche n° 505 E, de façon à réaliser une amorce d'environ 90 m constituant ancrage.

Pour la doublure E, il a toujours été fait usage de palplanches de la plus grande longueur compatible avec la résistance du terrain. C'est ainsi que, d'un rideau de 8 m, on est passé à un rideau de 10 m, puis de 12 m dès que le nombre de palplanches implantées en un jour a pu être maintenu au-dessus de quatre en dix heures de travail.

Le battage s'est fait le plus bas possible et ce n'est qu'à partir de la palplanche n° 270 E qu'on ne parvint plus à atteindre le fond, celui-ci s'abaissant rapidement (brèche de l'ancien rideau).

La présence d'une couche de terrain résistant à la cote 16,50 ne permit pas de battre à fond et la cote moyenne d'arasement dut être maintenue à 4,50. Un certain affouillement en fut la conséquence et les fonds dans la brèche s'abaissèrent de la cote 6,50 à la cote 8,50 en moyenne. La fiche moyenne des palplanches de 12 m est ainsi de 8 m.

Dans cette dernière partie du rideau, un atterris-

sement de 2 à 3 mètres s'est rapidement produit à l'aval ; à l'amont, les fonds sont restés sensiblement les mêmes qu'à l'implantation (fig. 16).

Le programme prévu pour l'achèvement du travail est le suivant :

1° Relever en peigne le rideau de 12 m entre les palplanches n°s 210 E et 112 E en commençant par la première et en arasant les palplanches hautes à la cote définitive (— 2,60) ;

2° Relever en peigne les rideaux de 10 m et de 8 m près du raccordement à l'ancien rideau à la cote provisoire (— 1,00).

Ces travaux seront effectués avant la crue d'octobre 1938. Quant au relèvement dans la partie correspondant à la brèche de l'ancien rideau ainsi que la fermeture des peignes et la mise à niveau définitif du rideau, ils ne seront réalisés qu'en 1939 (4).

(4) Au cours de la correction des épreuves (4 novembre 1938) nous parvient la nouvelle que le rideau est actuellement relevé en peigne partout, sauf entre les palplanches 270 E et 360 E. Au 15 octobre 1938, un léger creusement se manifestait derrière cette partie basse. L'usure du matériel d'extraction ne permet plus d'y constituer un peigne par relèvement, mais par surcroît de précaution, ce dispositif sera réalisé par battage de palplanches isolées, en amont du rideau.

**Vitesses aux environs du barrage
et influence sur les affouillements**

Tout le problème est dominé par la nécessité de réduire au minimum les affouillements, que nous attribuons à l'agitation tourbillonnaire se manifestant aux environs du barrage.

Avant l'exécution des travaux, la pente ou perte de charge hydraulique, qui atteint quelque 0,40 m pour les 5 km de longueur du Faux-Bras, se répartissait quasi uniformément sur cette longueur.

La construction du barrage entraîne une réduction du débit; il en résulte que la perte de charge due à l'écoulement dans le Faux-Bras diminue et que la dénivellation disponible (qui ne change pas, car elle est conditionnée par les autres bras beaucoup plus importants) se localise sur le barrage.

Il s'ensuit un accroissement local de vitesse.

Dès que l'on eut à déplorer les affouillements devant le rideau de 1934, on se préoccupa de déterminer les vitesses de courant au voisinage du barrage. On trouva 1,2 à 1,5 m/sec devant les angles des décrochements (août 1934); ces vitesses se présentent fréquemment dans le Bas-Fleuve et ne suffiraient pas à expliquer le creusement du fond, si l'existence d'angles saillants (les décrochements) ou d'une paroi en attente (le barrage à l'avancement) n'avaient pas provoqué une agitation tourbillonnaire.

La question fut reprise de façon plus approfondie après l'accident survenu le 9 juillet 1936 au barrage en cours de relèvement.

Les mesures de vitesses auxquelles procède périodiquement la Section du Bas-Congo du Service des Voies Navigables pour déterminer le débit qui s'écoule par les différents bras s'effectuent au moyen de flotteurs de surface.

L'application de ce procédé dans le Faux-Bras permet de représenter l'allure des trajectoires (planche III), mais est impuissante à donner une appréciation de la vitesse de l'eau passant par-dessus le barrage, les remous qui existent immédiatement à l'aval de l'ouvrage rendant ce mode de mesure trop imprécis.

En l'absence de mesures, on a tenté, après l'accident du 9 juillet 1936, d'évaluer les vitesses par la formule de Bernoulli :

$$u_1^2 - u_0^2 = 2g(h_0 - h_1)$$

dans laquelle :

u_0 représente la vitesse en amont du barrage en m/sec.

u_1 représente la vitesse en aval du barrage en m/sec.

h_0 représente le niveau de l'eau en amont en m.

h_1 représente le niveau de l'eau en aval en m.

$g = 9,81$ m/sec/sec.

Le tableau suivant donne les valeurs de u_1 que l'on obtient dans diverses conditions :

$h_1 - h_0$	$u_0 = 0$	$u_0 = 0,50$ m/sec	$u_0 = 1$ m/sec
0,20 m	$u_1 = 2$ m/sec	$u_1 = 2,06$ m/sec	$u_1 = 2,24$ m/sec
0,30 m	2,45	2,50	2,65
0,45 m	3,00	3,04	3,16

On voit que l'influence de la vitesse d'amont (comprise en pratique entre 0,25 et 0,75 m/sec) est négligeable et que l'on peut admettre les chiffres relatifs à $u_0 = 0,50$ m/sec.

Des mesures de vitesses effectuées au moulinet le 12 octobre 1936, alors que les eaux se trouvaient à environ 2,10 m au-dessus du zéro (2,07 à 2,12 m) et que la dénivellation entre les échelles situées respectivement à 50 m en amont et en aval du barrage était de 0,19 m en moyenne, ont fourni les valeurs suivantes pour les vitesses mesurées sur une verticale à 4 m environ (3 à 5 m) en aval du barrage :

1° En aval de la partie basse du barrage (tête des palplanches à 1 m sous zéro).

Cote	Vitesse m/sec	Observations
- 2,00	1,81	Surface de l'eau
- 1,00	1,85	—
- 0,50	1,84	—
0	1,81	—
+ 0,50	1,58	—
+ 1,00	0,85	Niveau de la crête du barrage
+ 1,50	0,76	—
+ 2,00	0,45	—
+ 2,50	0,47	—
+ 2,80	—	Fond

2° En aval de la partie haute du barrage (tête des palplanches de 0,80 m au-dessus de zéro).

Cote	Vitesse m/sec	Observations
- 2,00	1,74	Surface de l'eau
- 1,00	0,48	0,20 au-dessus de la crête
- 0,50	0,41	0,30 m sous la crête
0	0,34	Vitesses irrégulières
+ 0,50	0,28	
+ 1,00	0,45	
+ 1,50	0,29	
+ 2,00	0,20	
+ 2,50	0,17	
+ 3,00	0,11	
+ 3,40	—	

3° En aval du peigne (palplanches hautes à - 0,50, palplanches basses à + 1,00).

Cote	Vitesse m/sec	Observations
- 2,00	1,61	Surface de l'eau
- 1,00	1,58	—
- 0,50	1,32	Tête des palplanches hautes
0	1,10	—
+ 0,50	0,63	—
+ 1,00	0,41	Tête des palplanches basses
+ 1,50	0,41	—
+ 2,00	0,49	—
+ 2,50	0,33	—

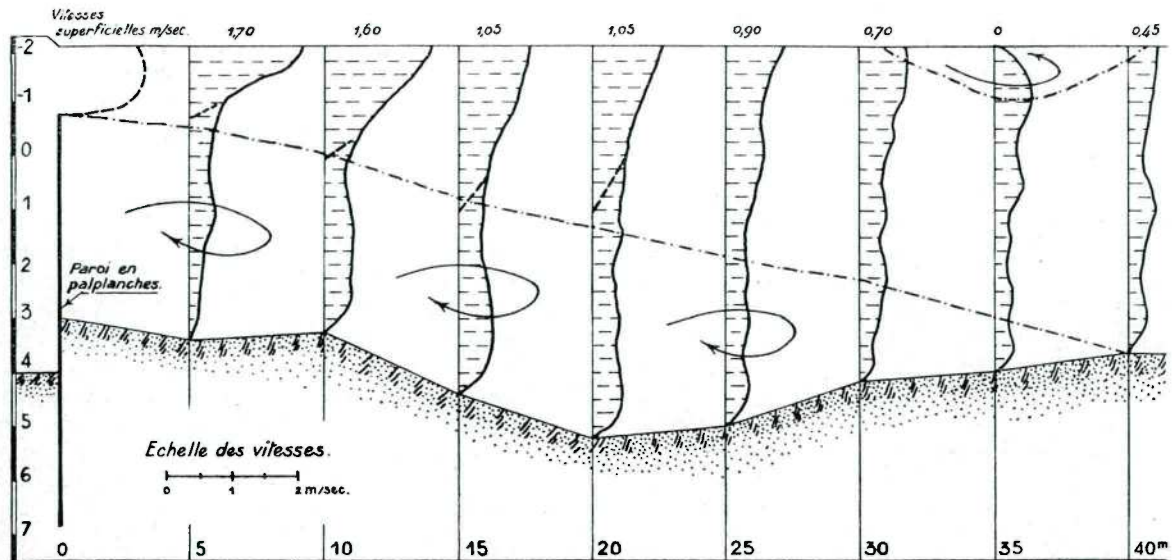


Figure 17. — Vitesses aux environs du barrage.

On voit que les vitesses maxima enregistrées dans les deux premiers cas sont de l'ordre de grandeur de celles que le calcul faisait prévoir (1,74 et 1,85 m par seconde pour une dénivellation de 0,19 m au lieu de 2,06 m pour une dénivellation de 0,20 m).

A mesure que l'on s'éloigne du barrage, cette vitesse maximum va en s'atténuant, en même temps que l'épaisseur de la lame animée d'une vitesse sensible augmente. La figure 17 montre les résultats des mesures faites de 5 en 5 m à partir du barrage.

Si l'on considère la répartition des vitesses sur une verticale, on remarque qu'elles décroissent régulièrement depuis la surface jusqu'à un certain niveau, à partir duquel les vitesses enregistrées par le moulinet restent comprises entre 0,20 et 0,50 m/sec. Il est vraisemblable que ces « vitesses » ne correspondent à rien de concret et que la partie inférieure de la masse liquide (au-dessous du trait de chaînette de la figure 17) est animée de mouvements tourbillonnaires complexes. De même, la vitesse nulle enregistrée en surface à 35 m du barrage correspond à une zone de morte eau qui surmonte la masse en écoulement.

Ces considérations ont une grande importance pour l'explication des affouillements enregistrés. On a, en effet, soutenu que ceux-ci ne pourraient être attribués à la vitesse du courant, des vitesses superficielles de l'ordre de 1,50 à 2 m par seconde existant en de nombreux endroits du fleuve sans qu'il y ait d'affouillements. Cette remarque ne nous paraît pas pertinente, car ces vitesses ne s'accompagnent généralement pas de mouvements tourbillonnaires comparables à ceux que l'on rencontre en aval du barrage de Mateba.

L'existence de tourbillons à axe horizontal explique que les fonds sont sensiblement plus grands à quelque 10 m du barrage qu'immédiatement en aval de celui-ci.

C'est ainsi que, le 13 juin 1936, après relèvement des palplanches 1030 à 1074 à la cote (0,00), le fond se trouvait immédiatement en aval de la paroi à la cote 0,50 environ ; tandis que, avant relèvement, le 2 mai, on avait trouvé le fond à la cote (2,00) sous zéro et qu'en janvier 1936, avant réalisation de la phase (1) du relèvement, le fond se trouvait à la cote (3,00). On pouvait donc croire qu'il y avait engraissement à l'aval du barrage, et il en était effectivement ainsi contre la paroi. Mais plus loin en aval, il y avait au contraire approfondissement, dû à l'existence d'un tourbillon à axe horizontal, creusant à quelques mètres derrière le barrage, et retroussant les sables contre la paroi.

Les sondages effectués le 6 juin 1936 derrière la partie basse du barrage située près de la Grande Ile Mateba firent de même apparaître des profondeurs de 6 à 9 m (7,40 m en moyenne sous zéro, sur 150 m de longueur), alors que, contre la paroi, le fond se trouvait à la cote 2,00. Cette situation n'était cependant pas dangereuse, car on put se rendre compte, en répétant les sondages, de ce que les fonds ne changeaient plus : un état d'équilibre était atteint.

Il en était de même en août 1936 dans la région (palplanches 100 à 215) où le rideau était resté à la cote (1,00) : les profondeurs, réduites au zéro des échelles, étaient de 2 m immédiatement en aval du rideau, 7 m à 10 m en aval, atteignant ensuite 8 à 9 m à 50 m, pour se relever alors graduellement.

D'une façon plus générale, les profondeurs sont plus grandes à quelque distance du rideau que dans sa proximité immédiate et la zone des grandes profondeurs gagne en importance quand l'épaisseur de la nappe déversante s'accroît.

En août 1936, le fond atteignait la cote (2,00) à (3,00) sous zéro derrière le rideau relevé à la cote (-0,75), tandis que, dans les régions où la tête des palplanches est à la cote (1,00), la fosse se creuse jusque vers 10 mètres sous zéro.

Si nous examinons maintenant le mécanisme de l'accident de juillet 1936, nous devons admettre que les profondeurs relevées le 6 juin n'avaient rien de spécialement inquiétant, cette situation étant absolument générale. Mais la stabilité relative de ces fonds fut troublée lorsque, sous l'influence du relèvement de la partie sud, la dénivellation ($h_1 - h_0$) passa de 20 à 30 cm, ce qui provoqua un accroissement sensible de la vitesse de la nappe se déversant par-dessus les palplanches arasées à la cote (1,00) sous zéro.

En résumé, l'allure des fonds en aval du barrage dépend à la fois, comme on pouvait s'y attendre, de l'épaisseur de la nappe déversante et de l'importance de la dénivellation. La modification du deuxième élément a provoqué l'accident du 9 juillet 1936.

Notons d'ailleurs que, même sans diminution sensible de section, le relèvement de quelques palplanches à un niveau supérieur à celui du rideau avoisinant suffit à provoquer une agitation tourbillonnaire dangereuse.

On peut se demander si pareil phénomène ne se reproduira pas après achèvement de l'ouvrage. En basses eaux (niveau inférieur à 0,50 à l'échelle de Fetish Rock), le barrage ne laissant passer aucun débit, la dénivellation entre les deux faces sera égale à la pente actuelle dans le Faux-Bras, soit quelque 0,40 m, mais le débit étant nul, il n'y aura évidemment pas de danger d'affouillement. En hautes eaux (niveau supérieur à 2 m), le barrage sera presque complètement submergé et la dénivellation au droit du rideau sera minimum. Mais il existera un niveau intermédiaire pour lequel la nappe déversante aura une épaisseur notable et une vitesse suffisante pour provoquer des affouillements. La question qui se pose est de savoir si ces affouillements seront susceptibles de mettre en danger la stabilité de l'ouvrage.

Nous croyons que des essais sur modèle réduit seraient susceptibles d'apporter quelque lumière à ce sujet.

Evolution des fonds

Les quatre plans de la planche III font clairement apparaître l'ensablement progressif du Faux-Bras, à mesure que l'exécution du barrage se poursuivait.

En 1934, il n'existait qu'un banc de peu d'étendue dépassant la cote de l'étiage conventionnel, à l'intersection des coordonnées —2000 et —3000. En 1935 et 1936, de nombreux bancs se sont formés en aval du barrage en construction, bancs qui, en 1937, se sont réunis en une seule masse occupant les 6/7 de la largeur du Faux-Bras.

De même, en amont du barrage, un grand banc s'est formé contre la rive de l'Îlot I, obstruant la moitié sud du Faux-Bras; la partie nord reste ouverte en raison de la présence de la brèche à proximité de la Grande Ile Mateba.

Dans le bras compris entre l'Îlot I et l'île des Oiseaux, des changements importants se sont égale-

ment produits dans l'allure des fonds, sans que l'on puisse dès à présent en attribuer l'origine à l'exécution du barrage. Cette région a toujours été très instable et des modifications aussi importantes s'étaient déjà produites avant le début des travaux.

Résultats acquis

L'efficacité du barrage de Mateba doit s'apprécier à un double point de vue : d'une part, degré d'oblitération du Faux-Bras proprement dit aux divers niveaux des eaux, d'autre part, influence de cette oblitération sur le chenal de navigation.

Le tableau suivant, que nous reprenons du N° 2328 de notre étude générale « *Le Bas-Congo, Artère vitale de notre Colonie* », résume les mesures de débits effectuées de 1927 à 1933 dans la partie amont de la région divagante (voir sur la planche I l'emplacement des sections de jaugeage).

Rappelons en passant que les débits totaux à Fetish Rock, mentionnés dans ce tableau, sont inférieurs à ceux mesurés à Boma; la différence, qui est en moyenne de 15 à 17% en plus pour Fetish Rock, représente la quantité d'eau passant par le Chenal Maxwell (planche I).

Répartition du débit à Fetish Rock

Dates	Lecture à l'échelle de Fetish Rock m	Débit total à Fetish Rock m ³ /sec	Pool de Fetish Rock		Mateba Amont	
			Passe Nisot	Ancienne Passe	Passe	Faux-Bras
11-11-27	2,20	45.000	47%	10%	43%	
6-5-28	1,72	37.200	46%	10%	44%	
10-8-28	1,00	30.000	47%	10%	43%	
21-12-28	2,42	49.800	46%	9%	45%	
24-3-30	1,18	35.200		57%	36%	7%
17-6-31	1,28	38.300		53%	40%	7%
5-12-32	2,68	53.400		53%	41%	6%
3-4-33	1,94	39.100		55%	39%	6%
15-8-33	0,80	24.200	48%	7%	40%	5%
18-12-33	2,30	45.300	43%	8%	42%	7%

Depuis que les travaux du barrage ont été entamés, les mesures de débits se sont poursuivies et ont donné les résultats suivants :

Débits du Faux-Bras de Mateba

Dates	Lecture à l'échelle de Fetish Rock	Débit à Fetish Rock m ³ /sec	Débit du Faux-Bras m ³ /sec	Pourcentage %
16-12-1935	2,25	45.900	765	6
26-8-1936	1,20	31.500	788	4
5-1-1937	2,35	47.100	1180	4
12-3-1937	1,54	35.200	507	1,4
8-5-1937	2,07	42.700	1327	3,1
10-8-1937	0,74	28.000	504	1,8
11-1-1938	2,40	51.600	1600	3,2

Des jaugeages couvrant l'ensemble de la région divagante ont été effectués en 1937 et au début de 1938, en vue de déterminer la répartition du débit du fleuve en aval de Boma.

Les résultats moyens peuvent se résumer comme suit :

Débit à Boma : 100%				
Chenal Maxwell 15%	Passe Fetish Rock 85%			
	Faux-Bras Mateba 3%	Entrée Passe Mateba Amont 35%	Passe Nisot 40%	Ancienne Passe Portugaise 7%
			Passe Mayaudon 22%	Passe Congo Yella 25%
	Sortie Passe Mateba Amont 14%	Chenal Réouvert 24%	Passe Camoëns 35%	Passe Sud Papyrus 12%
Passe Mateba Aval 51%	Jonction 7%	Passe Hippos Aval 9%	Passe Nord Papyrus 6%	
	Passe Bulikoko 20%	Passe Monro 12%	Passe Pointe Clayssens 2%	
Passe Nord 66%				Passe Sud 34%
Débit à Kisanga : 100%				

Ces résultats sont représentés schématiquement par la figure 18 sur laquelle, toutefois, les chiffres des débits ne doivent pas être considérés de façon trop absolue ; leurs décimales résultent, en effet, d'opérations arithmétiques qui ne correspondent pas à la précision des mesures.

Il en résulte que, depuis l'établissement du barrage, le débit du Faux-Bras de Mateba n'est plus que de 1,4 à 3,4% du débit total à Fetish Rock, alors qu'avant il était de 5 à 7%, suivant la hauteur des eaux.

En période d'étiage, le « gain absolu » est important, car il dépasse 50% du débit dans le Faux-Bras ; mais le « gain relatif » n'est que de quelque 3% du débit à Fetish Rock, ce qui fait que le débit dans le chenal de navigation (Passe Nisot), qui était avant la construction du barrage de 43 à 48% du débit à Fetish Rock ou de 34 à 38% du débit total devant Boma, ne peut être accru, théoriquement, que d'un peu moins de 1,5 %. Ce « gain » est tellement minime qu'il est de l'ordre de grandeur de nos erreurs de mesures et un coup d'œil sur l'ensem-

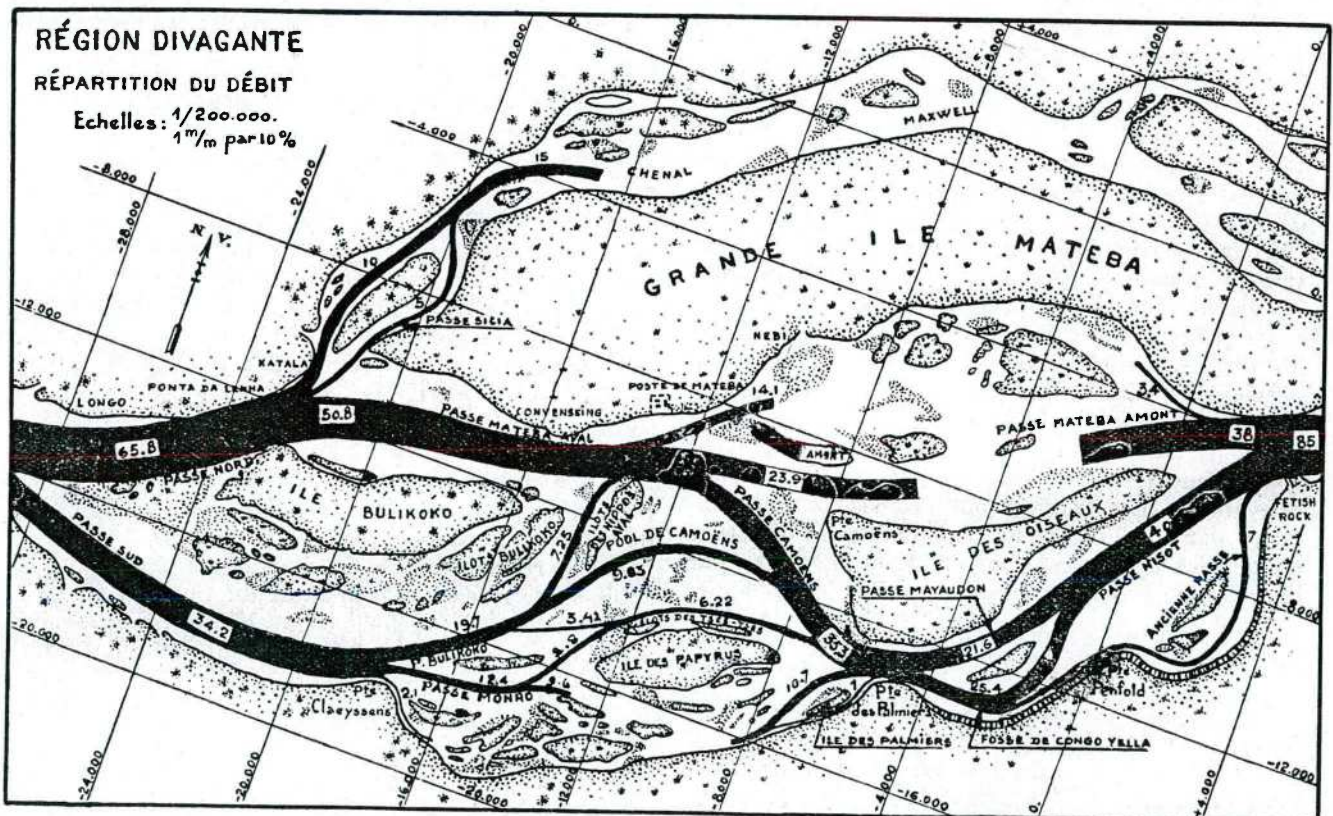


Fig. 18. — Répartition du débit du fleuve Congo en aval de Boma.

ble de la région divagante qui s'étend entre les goulets de Kisanga et de Fetish Rock (planche I et fig. 18), achèvera de nous convaincre que ce n'est guère à l'action du barrage qu'il convient d'attribuer l'amélioration très sensible des conditions offertes à la navigation en ces dernières années et qui ont permis d'offrir pendant les 365 jours de 1937 un mouillage minimum de $26\frac{1}{2}$ pieds dans les passes du Bas-Congo.

Rappelons d'ailleurs que le but initial du barrage était surtout de rattacher l'Archipel des Tortues à la Grande Ile Mateba, en vue de créer une route directe vers le « Chenal Réouvert » (fig. 1).

Une meilleure connaissance des fonds, un contrôle sévère du travail des dragues, la recherche permanente d'emplacements pour le déversement des sables à proximité des endroits dragués, l'excellent état d'entretien du matériel grâce à la modernisation des ateliers, et aussi — et il nous est particulièrement agréable de pouvoir le signaler — la conscience professionnelle du personnel d'exécution, de surveillance et de direction, constituent les causes réelles des améliorations enregistrées.

Personnel

Le conducteur M. Van den Abeele a été réengagé pour diriger le travail. Celui-ci a choisi directement le personnel qui devait lui être adjoint : MM. Lamote, C. et Van Massenhove, C., pilotes de métier, engagés pour la durée des travaux.

Ces trois spécialistes sont arrivés au Congo le 5 juin 1934 et les contrats contiennent une clause aux termes de laquelle une prime (8000 fr. et 2×5000 fr.) leur était allouée « dans l'éventualité où les travaux seraient terminés le 1^{er} décembre 1934, et sous réserve de leur bonne exécution ». Les primes ont été octroyées, le retard dans l'achèvement des travaux étant indépendant de la volonté des agents précités.

Pour les deux batteurs, les « heures supplémentaires » étaient rétribuées à raison de 12 fr./heure et tarif doublé les dimanches.

La brigade a fonctionné sous l'autorité de M. Delguste, chef de la Section du Bas-Congo du Service des Voies Navigables. Ce dernier assumait personnellement la direction des chantiers après le départ de M. Van den Abeele, à partir de juillet 1935, donc pendant toute la période difficile du relèvement. Les travaux ont été visités fréquemment par M. l'ingénieur Vanderlinden, directeur du Service des Voies Navigables, et inspectés par l'ingénieur en chef des Travaux Publics de la Colonie.

Matériel et outillage

Les palplanches utilisées pour l'établissement du barrage de Mateba sont du type breveté de la Société Anonyme d'Ougrée-Marhayé profil N° 2 (voir profil fig. 4). Chaque palplanche simple a une largeur utile de 400 mm ; une profondeur de 100 mm, réalisant donc un rideau de 200 mm de largeur ;

l'épaisseur de la tôle est de 10 mm. Poids par mètre courant d'une palplanche double, y compris les 2 griffes : 94 kg. Poids par mètre carré de rideau : 117,5 kg. Moment d'inertie par mètre de largeur de rideau : 8732 cm⁴. Module de résistance à la flexion, par mètre de largeur de rideau : 873,2 cm³.

L'acier présente une résistance à la traction de 55 à 65 kg par millimètre carré, avec allongement minimum de 18% sur des éprouvettes de 200 mm.

Pour rendre le métal plus résistant à la corrosion, l'acier a été additionné de cuivre, dans la proportion de 250 gr (300 gr pour le 2^e lot) minimum par 100 kg.

Après réception en usine, les palplanches sont enduites d'une couche soignée de vernis noir (Fyxol). Les contrats, ont été passés sur la base de 825 fr. la tonne (800 fr. pour le 2^e lot et 1400 fr. pour une dernière commande passée en juin 1937) sauf pour les palplanches spéciales (angles et trapézoïdales), pour lesquelles le prix de base a été de 1400 fr. la tonne pour les deux premiers lots, un supplément de 50 à 100 fr. par mètre courant étant appliqué pour le 3^e lot. Pour ce dernier lot, il a également été tenu compte d'une majoration de 7,50 fr. par 1000 kg et par mètre ou fraction de mètre au-dessus de 12 mètres de longueur.

Un supplément de 5 francs a été consenti par trou de manutention foré dans les palplanches. Ces prix s'entendent franco à bord du vapeur exportateur à Anvers.

Ce matériel a donné entière satisfaction au triple point de vue de la résistance à la corrosion⁽⁵⁾, de l'étanchéité du rideau et de la facilité de mise en œuvre.

Des doutes ont toutefois été émis sur le point de savoir si la forme des palplanches Ougrée convenait pour l'exécution d'un tel travail. Un examen superficiel des faits pourrait faire attribuer à cette forme certaines difficultés que nous avons éprouvées sur le chantier. Un rideau type Ougrée se comporte, en effet, comme un accordéon et lorsque, pour une cause quelconque (poussée des eaux, migration des bancs de sable...), le rideau prend du « ventre », les palplanches se « déplient ».

De fait, certaines palplanches du barrage de Mateba ont été retirées, « dépliées » comme une tôle ondulée que l'on aurait aplatie. On comprend que, dans ces conditions, les opérations d'arrachement ou de rebattage deviennent laborieuses. En réalité, ce n'est pas la forme des palplanches qui devait être incriminée, car la cause initiale de nos déboires résidait dans les déformations mêmes que subissait le rideau en « prenant du ventre » ou en se déversant. Ces déformations elles-mêmes, ainsi que nous l'avons montré dans ce qui précède, sont la résultante de fausses manœuvres.

(5) Un coupon de palplanche déposé dans l'eau saumâtre de la crique de Banana en septembre 1935 ne présentait en novembre 1937 que des traces de rouille très superficielle : celle-ci se détache plus facilement que sur des tôles ordinaires et laisse apparaître un métal sain, uni et sans piqûres.

Si nous avons utilisé d'autres palplanches, au lieu d'avoir des dépliements ou aplatissements, comme pour les Ougrée, nous aurions eu à déplorer des ruptures de joints par ouverture des griffes, ou d'autres ennuis, car il est évident que si les forces sollicitantes deviennent suffisantes, l'ouvrage cédera d'une façon ou d'une autre.

Il serait cependant intéressant, pour le cas où d'autres barrages du même genre seraient envisagés, de procéder à une étude comparative de la résistance à l'extension latérale de divers types de rideaux par rapport aux palplanches Ougrée.

Nous citerons notamment les types suivants :

a) *Universal* (poutrelles double T, reliées par des griffes : 210 kg par m² de rideau et 446 cm³ par mètre courant de rideau) laminée à Longwy par la Société Métallurgique de Senelle Maubeuge ;

b) *Simplex* (107 kg/m² et 82 cm³/m.crt), fabriquées par la même société ;

c) *Ilse der Hütte* (caisson) à Peine, Allemagne (voir *Bautechnik* 1934, N° 33) ;

d) *Lackawanna* (joint à double enclenchement), de la Société Lorraine des Acieries de Rombas (175 kg/m² et 202 cm³/m.crt).

* * *

Grâce aux arrangements spéciaux conclus avec la Compagnie Maritime Belge, une économie de l'ordre de 400.000 francs a pu être réalisée sur le fret rien que pour le premier lot de palplanches. La C. M. B. a, au surplus, mis gracieusement à la disposition des services d'exécution les allèges nécessaires pour réduire au minimum les dépenses de déchargement et de manutention dans le Bas-Congo.

Le transport à pied d'œuvre de tout le matériel, a été assuré par les soins du Service des Voies Navigables, qui a la Marine du Bas-Congo dans ses attributions.

Pour l'organisation du chantier, on a disposé des engins suivants :

a) s/s *Administrateur Général Arnold* de 550 t, utilisé comme stationnaire, pour le logement du personnel blanc et noir (valeur d'inventaire au 31 décembre 1936 : 3.400.000 francs) ;

b) *Sonnette à vapeur Mukag* (fig. 9), sur ponton de 15 m × 12 m × 2,05 m (tirant d'eau : 1,40 m) ; pouvant battre des pieux atteignant 20 m de longueur ; flèche inclinable (valeur d'inventaire au 31 décembre 1936 : 436.932 francs) ;

c) *Sonnette à vapeur Figée*, supportée par 2 chalandes à clapets de 200 m² (valeur d'inventaire au 31 décembre 1934 : 224.000 francs) ;

d) *Trois marteaux automatiques à double effet, Mac Kiernan-Terry N° 7* (fig. 12) pouvant fonctionner indifféremment à la vapeur ou à l'air comprimé.

Poids total : 2.260 kg.

Poids de la masse frappante (piston et tige) : 365 kg.

Course de la masse frappante 24 cm — 225 coups par minute.

Valeur d'inventaire : 96.000 francs pièce.

e) *Une grue flottante* (Regitra) de 5 tonnes (fig. 14), montée sur 2 pontons Sluysmans, accouplés, de 13 m × 4,50 m × 1,10 m (valeur d'inventaire au 31 décembre 1936 : 185.000 francs).

Dépenses

a) **Comptabilité budgétaire.** — Un devis, dressé en janvier 1934, établissait comme suit le montant de la dépense à prévoir pour la construction d'un rideau de 1.625 m de long (y compris 25% d'allongement pour tenir compte des décrochements), dont la mise en place était estimée à 7 mois :

Personnel européen	Fr. 350.000,—
Personnel indigène	49.000,—
Palplanches	2.224.194,—
Mise en état du matériel de battage et de transport	150.000,—
Transports locaux	87.500,—

Total Fr. 2.860.694,—

Un crédit de 3.000.000 francs fut prélevé sur le disponible du budget extraordinaire de 1930 (B. E. 1930) laissant donc une réserve pour imprévus de 139.306 francs, soit environ 22% du devis, déduction faite du coût des palplanches ; on avait estimé, en effet, qu'il n'y aurait aucun imprévu sur l'achat des palplanches.

Ce devis fut mis au point en octobre 1934, pour tenir compte de l'expérience acquise au cours des premiers travaux et de la commande d'un second lot de palplanches, et devint :

Personnel européen	Fr. 271.863,50
Personnel noir	63.900,—
Matières (combustibles, carburants et lubrifiants)	140.150,—
Mise en état du matériel	150.000,—
Palplanches	3.105.476,—
Imprévus (prestations — atelier — flotille et magasin du Service des Voies Navigables)	268.610,50

Total francs 4.000.000.—

Le supplément nécessaire de 1.000.000 francs fut mis à charge du même budget (B. E. 1930).

Les crédits de la loi de 1930 furent utilisés à concurrence de fr. 3.606.001,19 et laissèrent un reliquat de fr. 393.998,81, tombé en annulation au 31 décembre 1934.

De nouveaux crédits furent accordés au budget extraordinaire de 1931, à savoir successivement fr. 425.000, fr. 200.000 et fr. 101.400. Ces crédits — fr. 726.400 au total — furent employés à concurrence de fr. 675.519,60 et le reliquat, soit fr. 50.880,40 tomba en annulation le 31 décembre 1935.

Pour la continuation des travaux, un crédit de fr. 125.000 fut accordé au B. E. 1935 et un

crédit de fr. 275.000 fut voté au B. E. 1936. Les dépenses sur ces crédits s'élèvent, à la date du 31 décembre 1937, respectivement à fr. 121.586,78 et fr. 235.442,13 laissant disponibles fr. 3.413,22 et fr. 39.557,87.

Un nouveau crédit de 1.200.000 francs a enfin été prélevé fin 1937 sur le B. E. 1935 pour l'achat du stock de palplanches approvisionné en septembre-novembre 1937 et qui a coûté 1.115.588,66 francs.

En résumé, il a été accordé au total pour ce travail fr. 6.326.400 de crédits contre fr. 3.000.000 prévus initialement ; les dépenses totales au 31 décembre 1937 s'élèvent à fr. 5.754.138,36 ; les crédits des lois de 1930 et 1931 sont tombés en annulation à concurrence de fr. 444.879,21 et les crédits des lois de 1935 et 1936 laissent un disponible de fr. 127.382,43 (dont 87.824,56 fr. pour 1935 tombent à leur tour en annulation au 31 décembre 1937).

Les résultats de la comptabilité budgétaire sont reflétés par le tableau ci-dessous.

b) Coût réel du travail. — Certaines charges de l'entreprise n'apparaissent pas dans la comptabilité budgétaire, soit parce qu'elles sont incorporées dans les dépenses ordinaires d'exploitation de la Section du Bas-Congo du Service des Voies Navigables, soit parce qu'elles ont été supportées par les budgets extraordinaires antérieurs. Ces dernières charges sont celles correspondant à l'amortissement des unités affectées en permanence aux travaux de barrage et s'élèvent, pour la période du 1^{er} juillet 1934 au 1^{er} juillet 1937, à fr. 347.926,67. Les autres comprennent :

l'intervention du chef de la Section du Bas-Congo (1/3 de son temps pendant 3 ans) et de certains membres de son personnel, soit fr. 189.960,44 ;
des prestations d'équipages pour fr. 6.425,63 ;

les carburants et lubrifiants prélevés pour une des embarcations sur les approvisionnements de la Section et évalués à fr. 27.000 ;

Situation des crédits au 31 décembre 1937

Loi	Gestionnaire	Crédit	Dépenses	Tombé en annulation	Reliquats disponibles
1930	Afrique Bruxelles	718.360,50 3.281.639,50	408.875,89 3.197.125,30	309.484,61 84.514,20	— —
1931	Afrique Bruxelles	468.625,— 257.775,—	420.429,97 255.089,63	48.195,03 2.685,37	— —
1935	Afrique Bruxelles	117.500,— 1.207.500,—	116.359,13 1.120.816,31	— —	1.140,87 86.683,69
1936	Afrique Bruxelles	265.450,— 9.550,—	225.961,53 9.480,60	— —	39.488,47 69,40
Totaux		6.326.400,—	5.754.138,36	444.879,21	127.382,43

des prestations de l'atelier et de la flotille pour fr. 240.448,94 ;

l'entretien du matériel dont l'amortissement a été compté ci-avant, soit fr. 183.000 environ.

Au total, les dépenses qui n'apparaissent pas en comptabilité budgétaire s'élèvent à fr. 994.761,68 et portent à fr. 6.748.900 le total du coût réel de l'ouvrage au 31 décembre 1937.

Le tableau suivant donne la ventilation des dépenses d'après leur nature.

Ventilation des dépenses réelles

Objet	Imputé	Non imputé	Total
Personnel européen ..	647.355,25	189.960,44	837.315,69
Personnel noir.....	187.067,41	6.425,63	193.493,04
Combustibles, carburants et lubrifiants .	523.392,11	27.000,—	550.392,11
Mise en état du matériel	121.026,97	—	121.026,97
Palplanches	3.960.852,96	—	3.960.852,96
Matières diverses	89.747,98		89.747,98
Prestations de l'atelier et de la flotille du Bas-Congo	224.695,68	240.448,94	465.144,62
Amortissement du matériel flottant affecté en permanence aux travaux.....		347.926,67	347.926,67
Entretien de ce matériel		183.000,—	183.000,—
Totaux Frs	5.754.138,36	994.761,68	6.748.900,04

Conclusions

Le barrage du Faux-Bras de Mateba a été préconisé en 1929 comme une amorce d'un ensemble d'ouvrages destinés à l'aménagement de la « région divagante ».

A cette époque, la navigabilité de notre seul exutoire sur l'Océan était précaire : le plus fort mouillage enregistré dans les passes en 1929 était de 26 pieds (14 jours) et le mouillage minimum de 21½ pieds.

En 1937, le minimum sondé a été de 26½ pieds et on a maintenu un mouillage de 27½ pieds pendant plus de la moitié de l'année.

D'après nous, ce succès ne doit guère être attribué au barrage et comme les profondeurs obtenues dépassent les besoins actuels de la

navigation⁽⁶⁾, on peut se demander s'il est utile, dans la période présente, de poursuivre l'idée d'une régularisation de notre bief maritime par ouvrages fixes.

A notre avis, la réponse doit être négative et nous préconisons, au contraire, de persévérer dans la politique actuelle que l'on pourrait appeler « des dragages dirigés ».

Nous rappellerons aussi qu'avant de poursuivre l'aménagement de la région divagante, il conviendrait d'étudier les possibilités d'approfondissement du Chenal Maxwell situé au nord de la Grande Ile Mateba et qui permettrait précisément d'éviter la zone où se présentent les difficultés actuelles (voir

(6) Le navire de 7 500 à 8 000 tonnes de portée totale restera encore longtemps le cargo-type destiné à la côte occidentale d'Afrique. Il présente un tirant d'eau de 25 pieds pour un chargement utile de 6.000 à 6.500 tonnes, ce qui constitue la limite pratique de chargement, compte tenu de la nature des marchandises.

Le nouveau quai de Lagos (Apapa), — dont le trafic est de l'ordre de grandeur de celui de Matadi et dépasse tous les autres ports entre Le Cap et Dakar —, a été construit avec un mouillage de 26 pieds et si, selon le rapport sur l'activité du Harbour Department de 1934, « des navires de 25 pieds de tirant d'eau peuvent entrer dans le port », la manœuvre n'est pas dépourvue de difficultés (*Annales des Ponts et Chaussées de France*, mars 1937, p. 416).

planche I et *Le Bas-Congo, Artère vitale de notre Colonie*, N° 2732).

Quoi qu'il en soit, si l'aménagement de la région divagante restait décidé, il faudrait commencer, comme toujours en pareil cas, par barrer les faux-bras et, à ce point de vue, l'essai en cours dans celui de Mateba fournit dès à présent quelques enseignements :

a) quoi qu'on fasse, ces travaux comprennent une grande part d'imprévus : la marge de 15% suivant laquelle a été établi le devis de 1934, est beaucoup trop faible ; il faut tabler au bas mot sur 50%, tant que nous n'aurons pas acquis une beaucoup plus grande expérience ;

b) il faut disposer sur place d'un excédent important de palplanches pour parer à tout imprévu et pouvoir remédier immédiatement à un accident ou incident quelconques ;

c) le procédé de battage sous eau avec relèvement par paliers successifs (système Delguste) a fait ses preuves ;

d) afin de pouvoir exploiter les événements, les techniciens responsables qui sont sur place doivent être autorisés à prendre les initiatives que les circonstances commandent.

Woluwe-Saint-Lambert, le 1^{er} septembre 1938.

BULLETIN

LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX AUX TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

par Maurice DÉsirant, D. Sc.

Aspirant F. N. R. S.

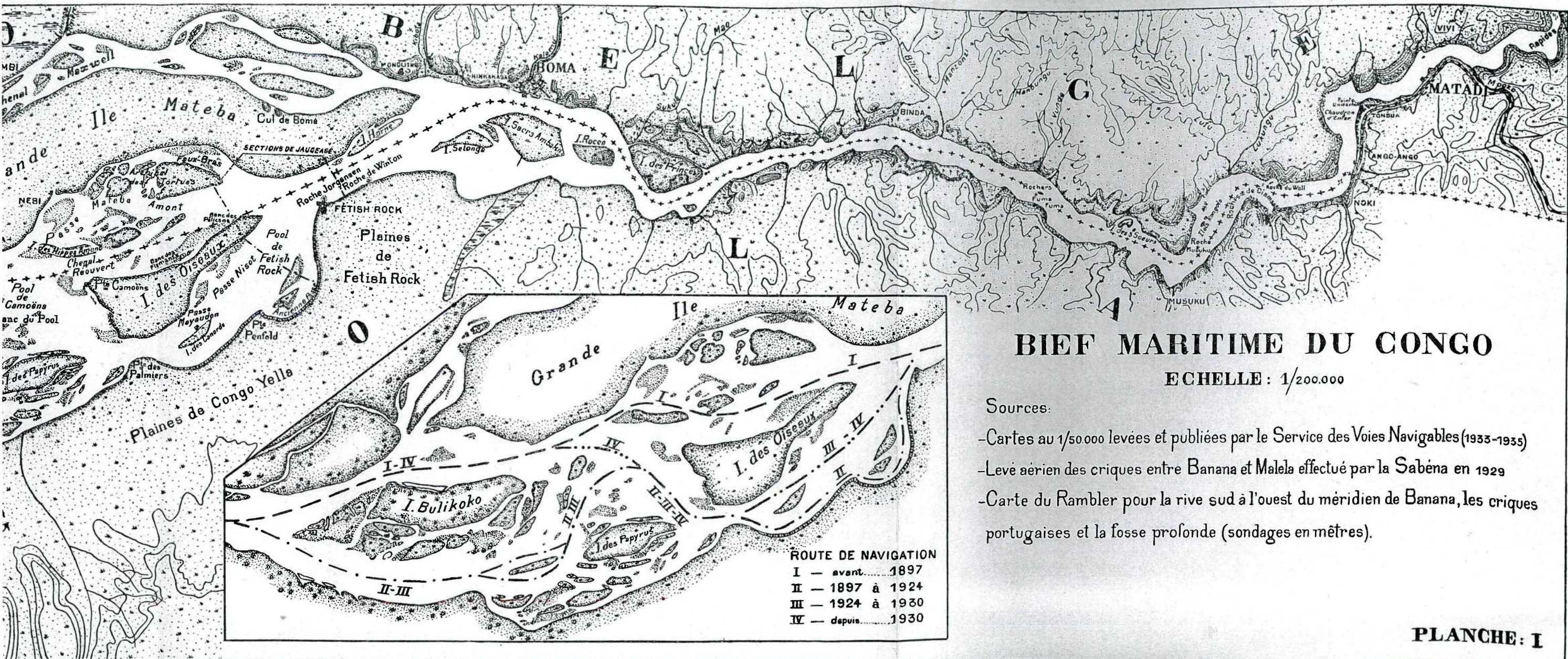
Institut de Chimie Générale — Liège.

Résumé. — *L'auteur indique quelques résultats de recherches théoriques concernant la conductibilité électrique des métaux normaux. Quelques résultats expérimentaux aux basses températures sont comparés avec les diverses formules proposées. Pour finir, l'auteur donne quelques indications sur la supra-conductibilité que présentent divers métaux.*

1. La propriété caractéristique des métaux est de conduire l'électricité électroniquement. Tout fil métallique offre une certaine résistance au flux d'électrons qui constitue le courant électrique ; d'après les théories quantiques modernes, la résistance que les métaux offrent au courant électrique résulte de l'interaction des ondes associées au mouvement des électrons avec les ondes du réseau cristallin. Il paraît d'ailleurs probable qu'au zéro absolu, la résistance électrique des métaux purs serait nulle.

Pour se rendre compte des différences de conductibilité électrique, on fait usage de la notion de résistance spécifique, qui est une grandeur indiquant la plus ou moins grande difficulté qu'offre un métal déterminé au passage du flux électronique.

Dans les conditions normales, l'intensité du courant électrique est proportionnelle à la différence de potentiel existant aux bornes du conducteur, le coefficient de proportionnalité étant l'inverse de la résistance du conducteur. Cette loi, connue sous le nom de la loi d'Ohm, ne repose toutefois que sur des bases expérimentales. Diverses recherches ont été effectuées en vue de vérifier la loi d'Ohm dans les conditions expérimentales les plus diverses. Maxwell, Everett et Schuster (1) ne trouvèrent guère de déviations ; plus récemment, Bridgman (2) en utilisant des courants de l'ordre de 10^6 A/cm² a cru pouvoir observer des déviations de l'ordre



BIEF MARITIME DU CONGO

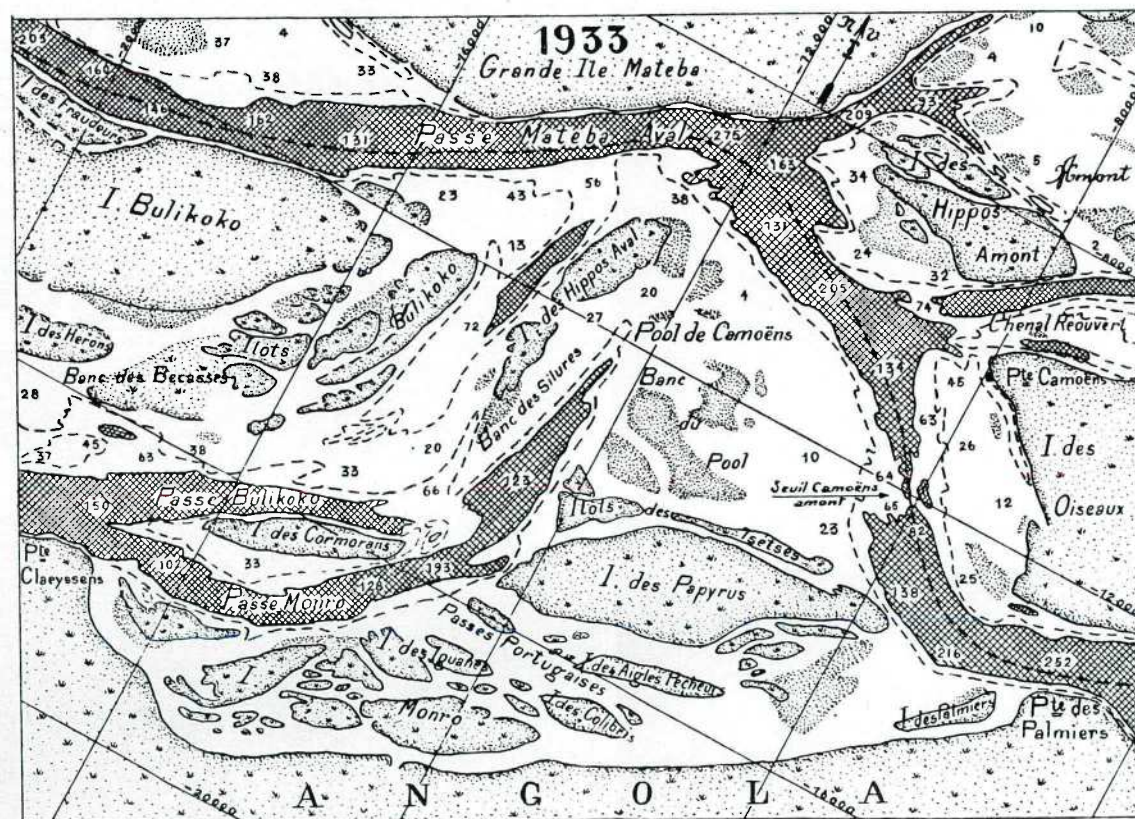
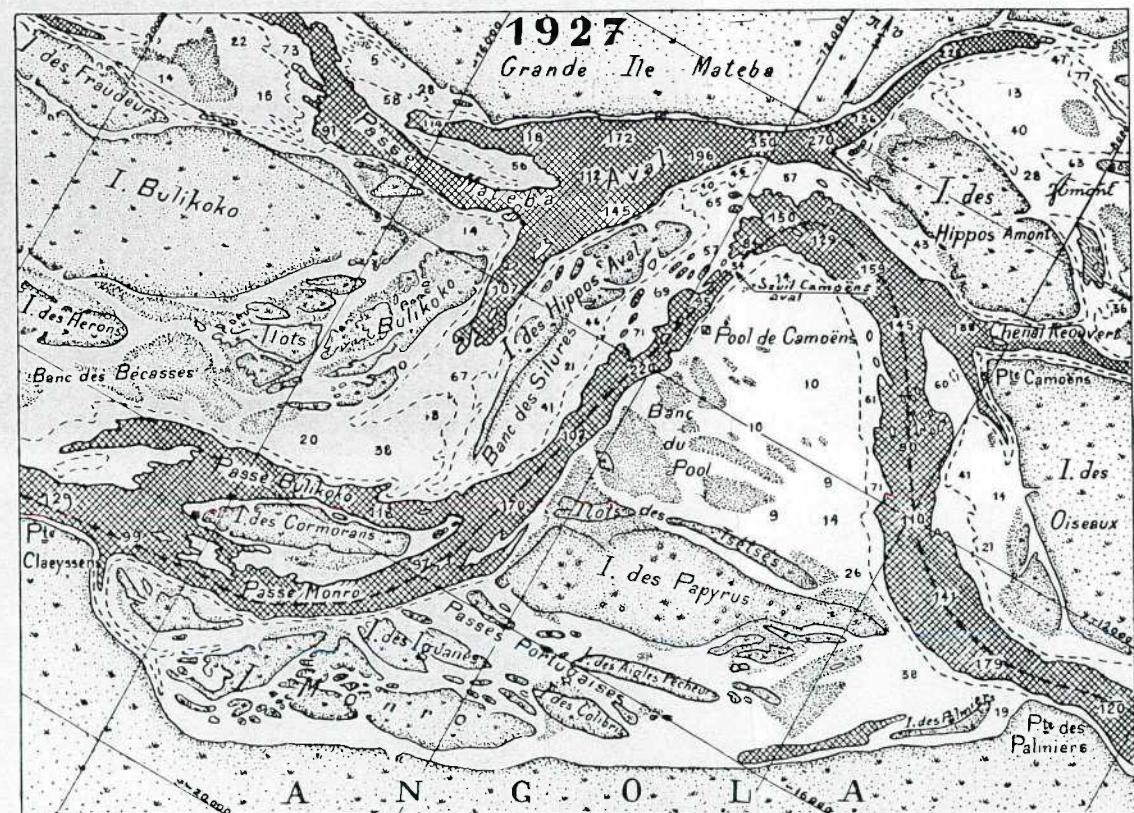
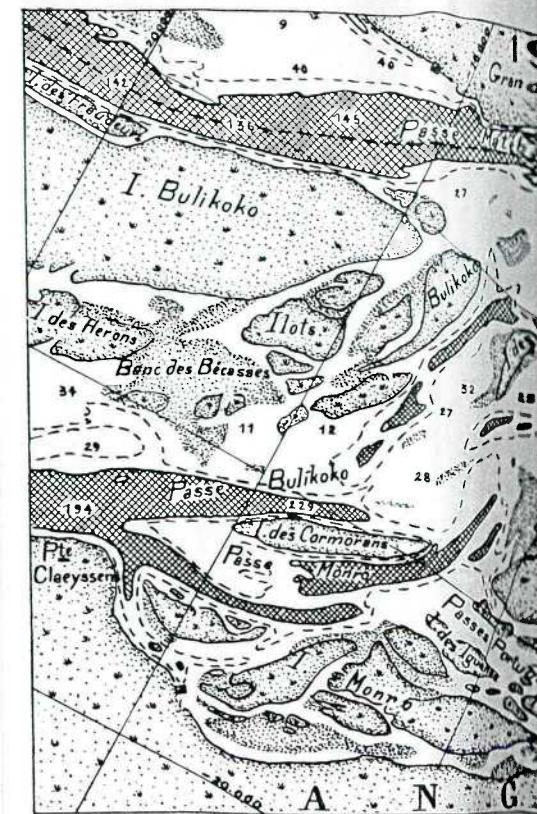
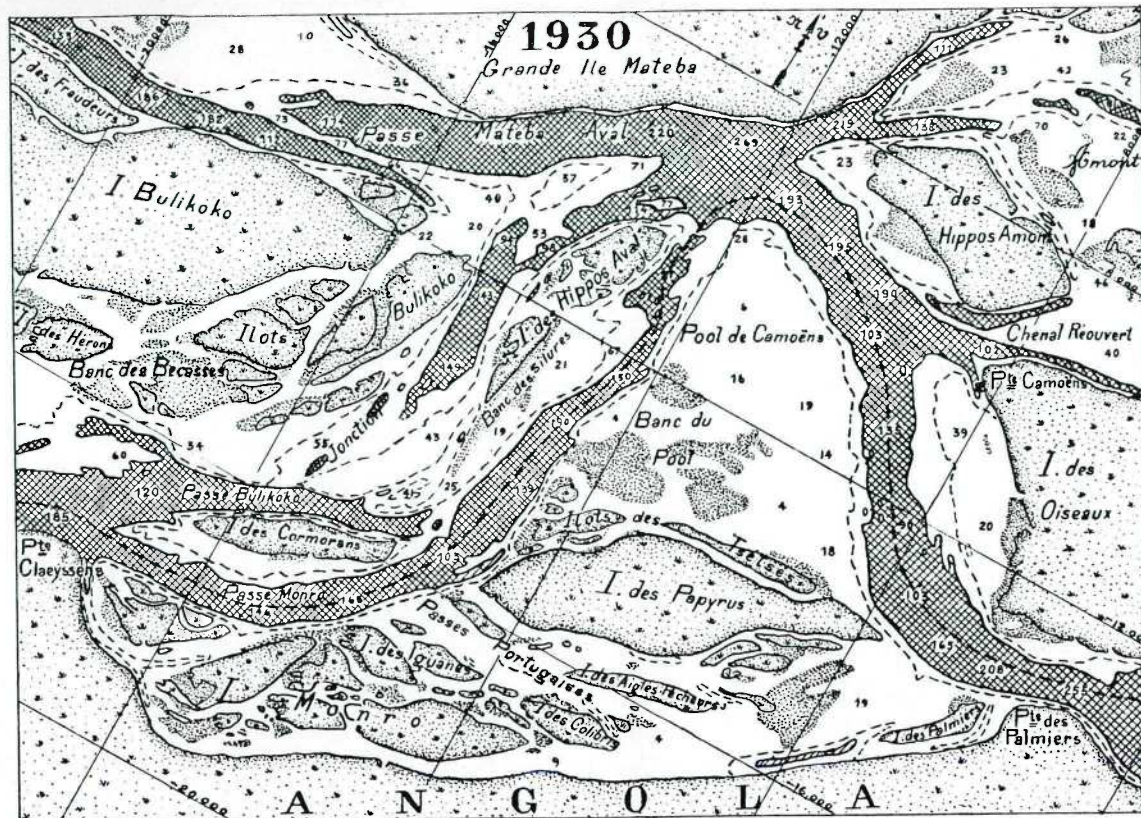
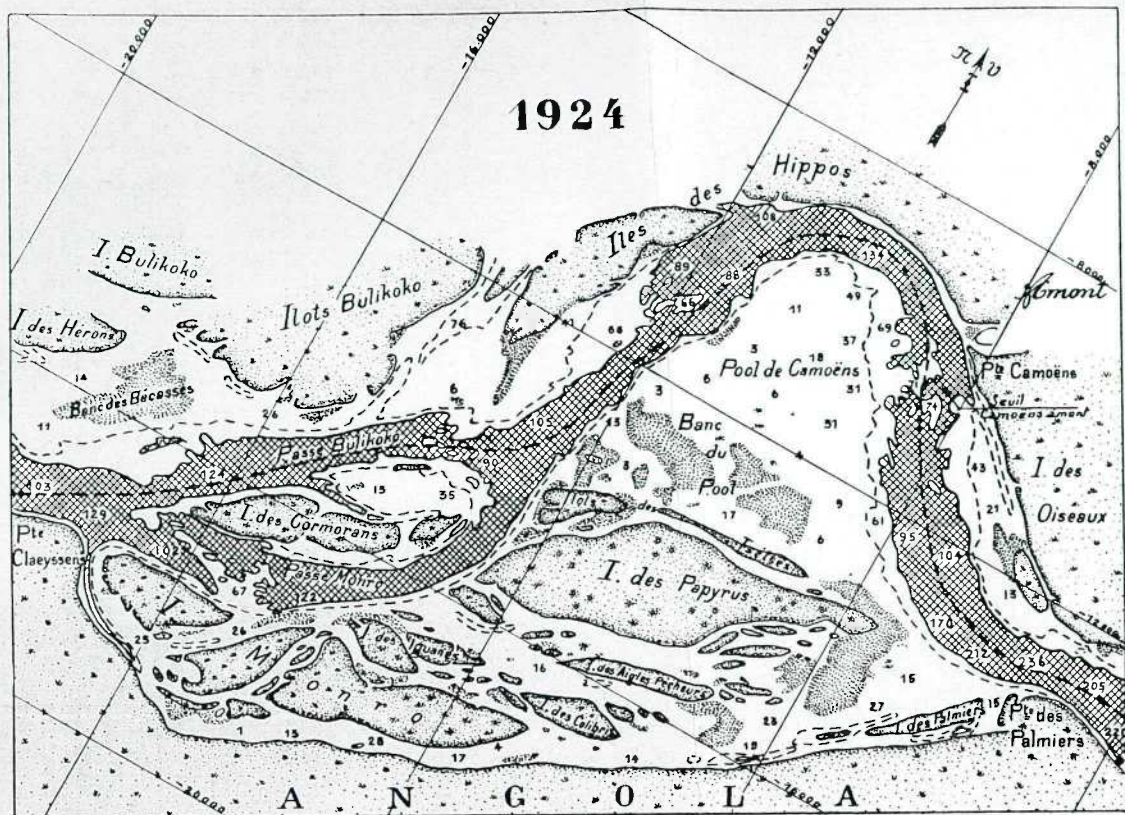
ECHELLE : 1/200.000

- Sources:
- Cartes au 1/50.000 levées et publiées par le Service des Voies Navigables (1933-1935)
 - Levé aérien des criques entre Banana et Malela effectué par la Sabena en 1929
 - Carte du Rambler pour la rive sud à l'ouest du méridien de Banana, les criques portugaises et la fosse profonde (sondages en mètres).

ROUTE DE NAVIGATION

I	— avant	1897
II	— 1897 à	1924
III	— 1924 à	1930
IV	— depuis	1930

PLANCHE: I

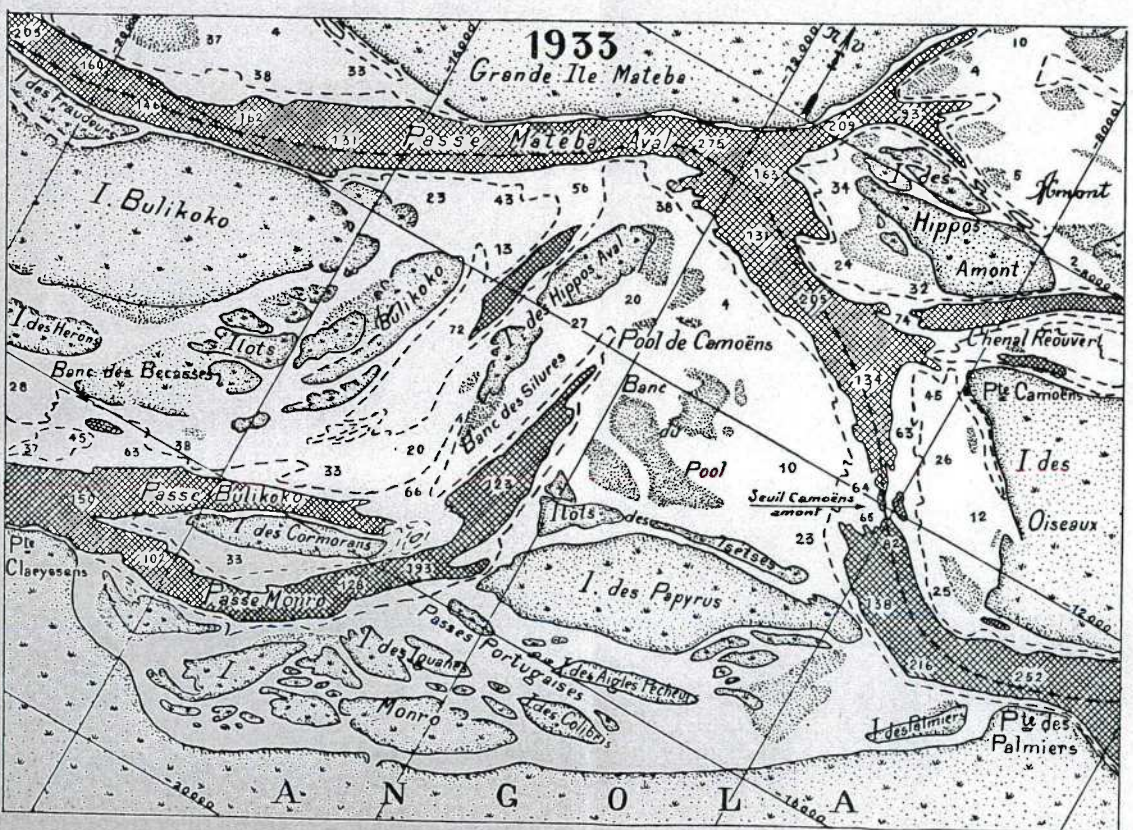
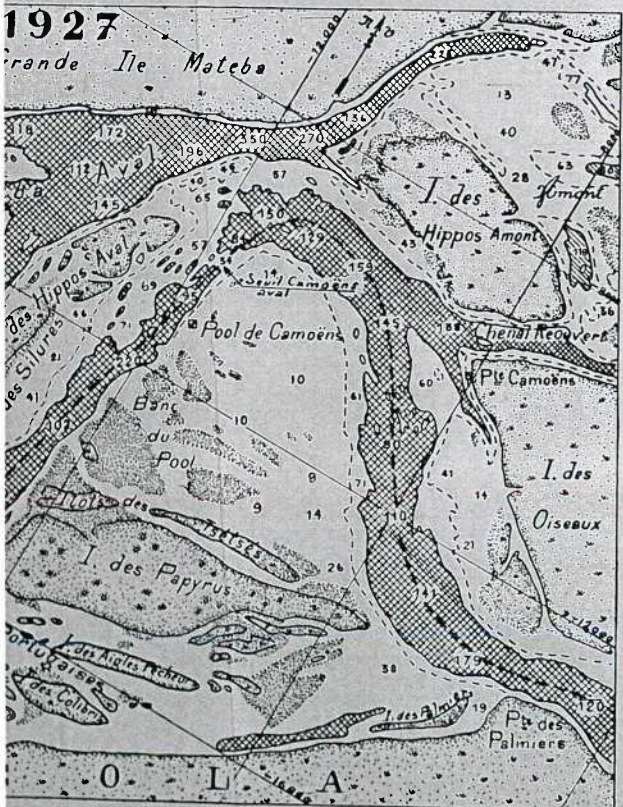
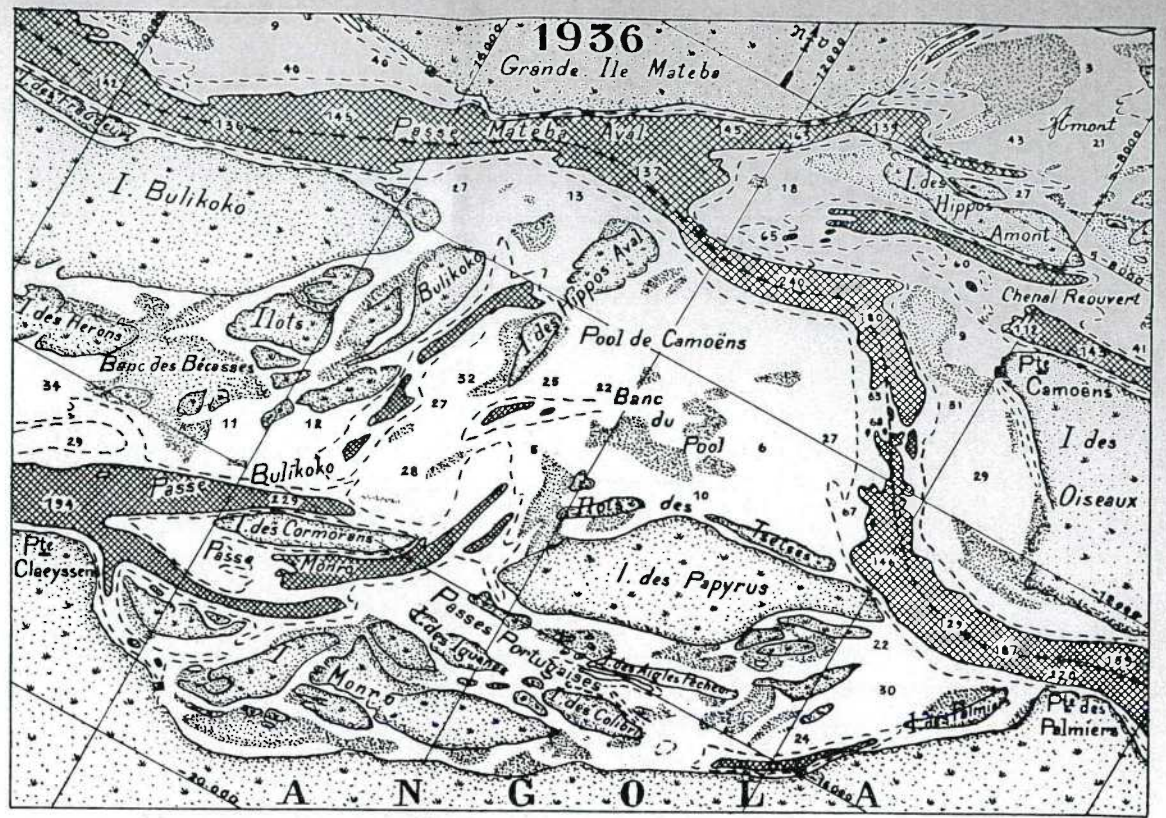
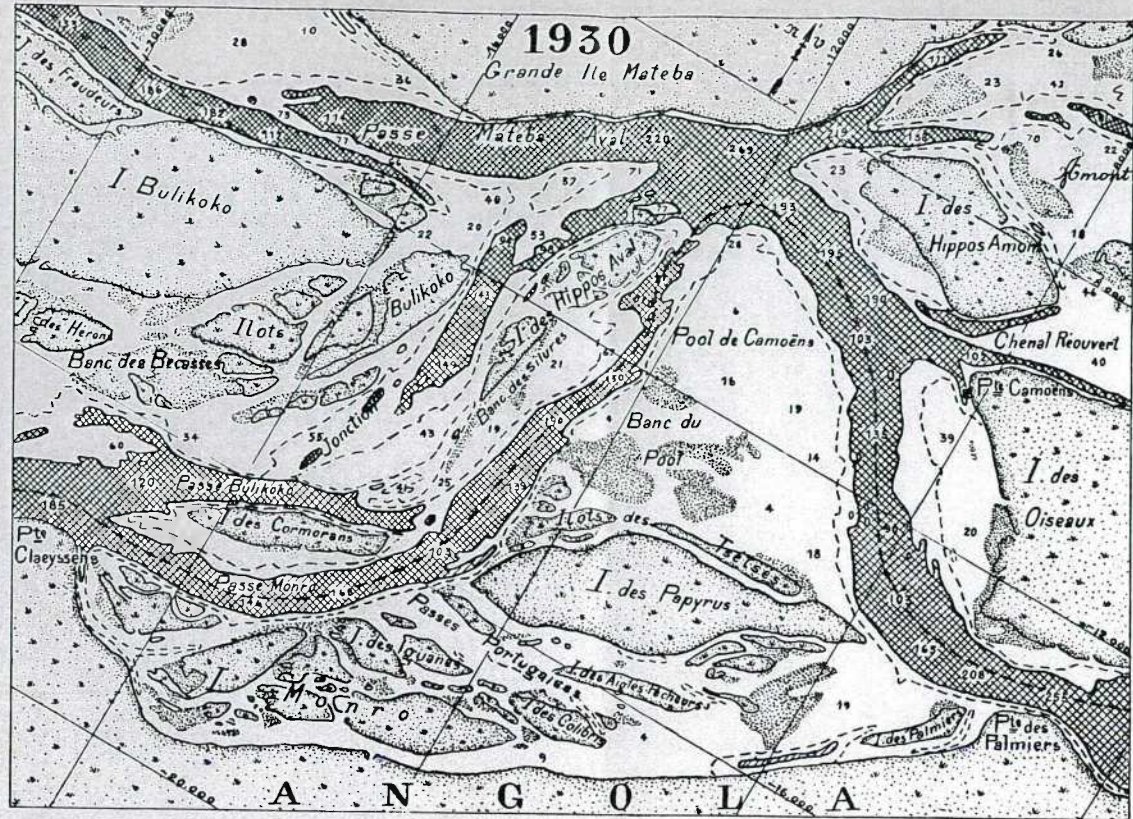
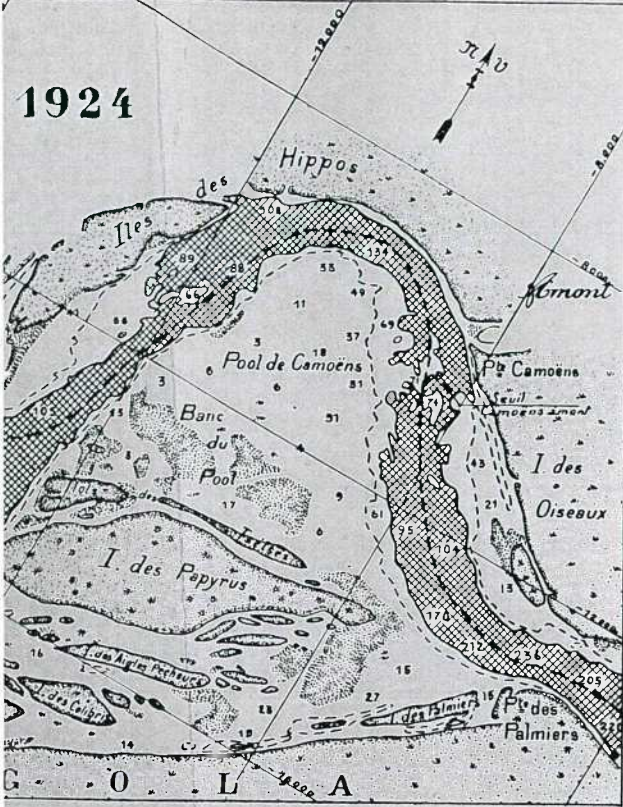


POOL DE

ECHELI

Les sondages sont exprimés en mètres de référence passant par les zéros et correspondent très approximativement

- Fonds supérieurs
- Courbe de 5m
- Bancs découvrant
- Route de navigation

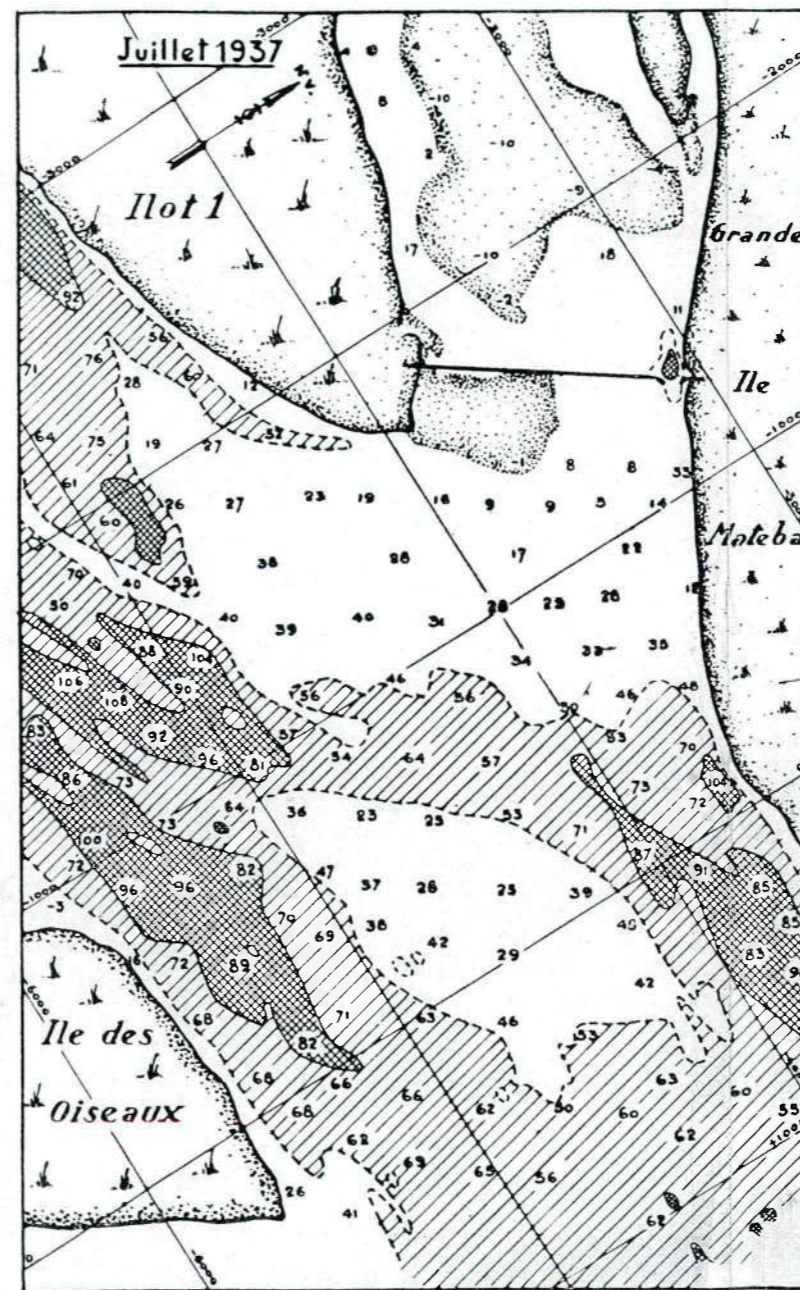
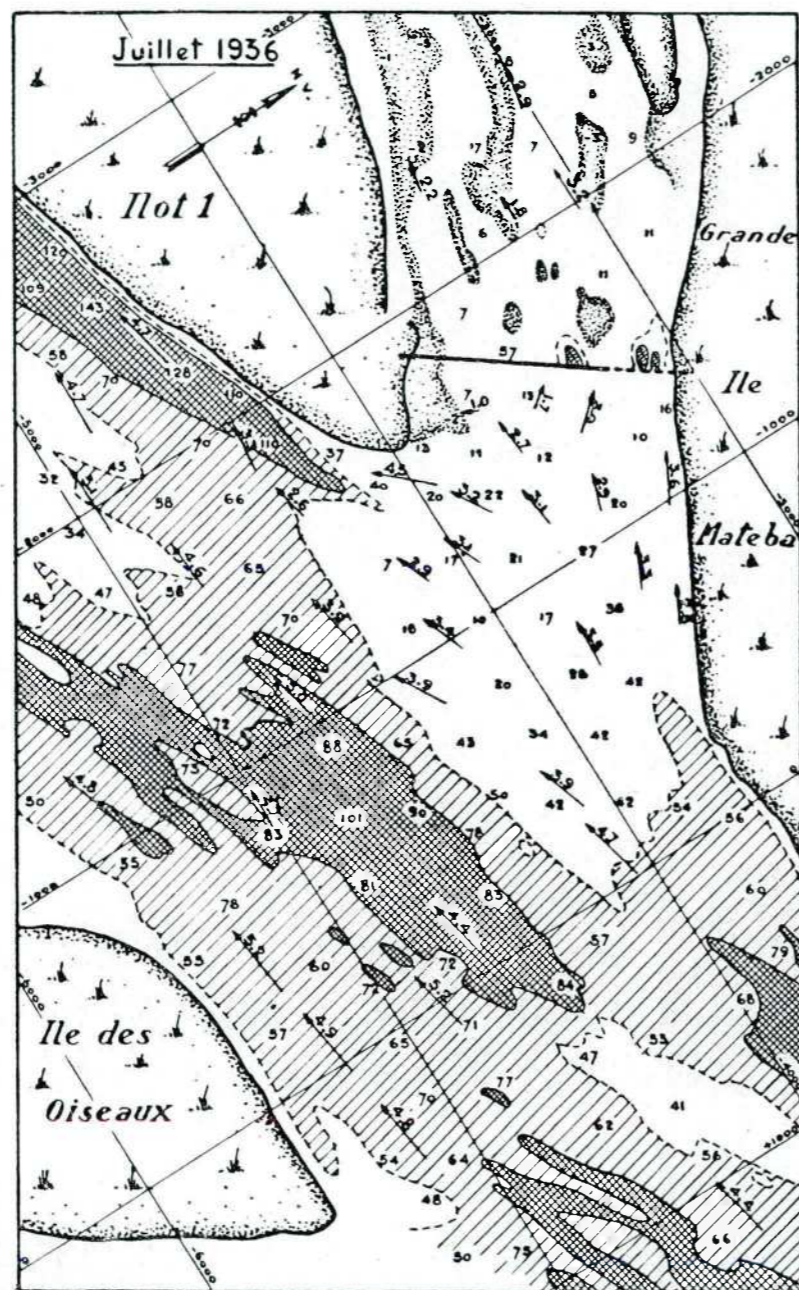
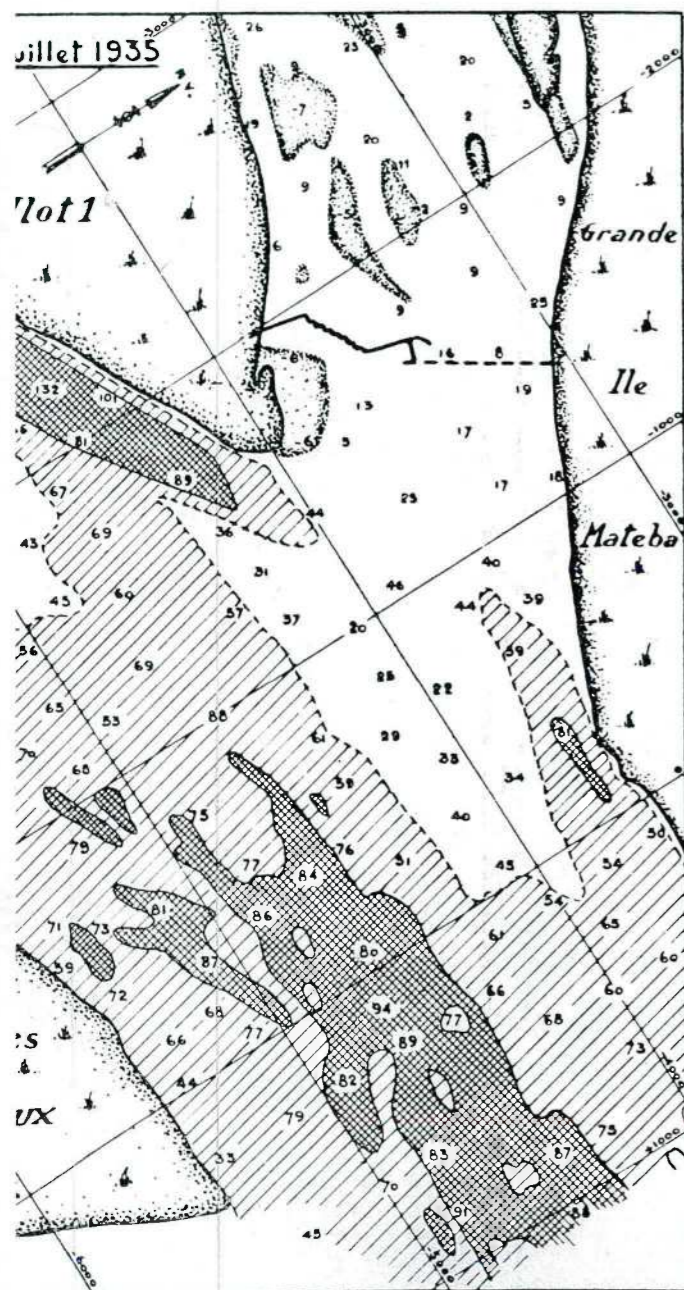


POOL DE CAMOËNS

ECHELLE 1/100.000

Les sondages sont exprimés en décimètres et réduits à la surface de référence passant par les zéros des échelles d'étiage. Cette surface correspond très approximativement aux basses eaux de 1915.

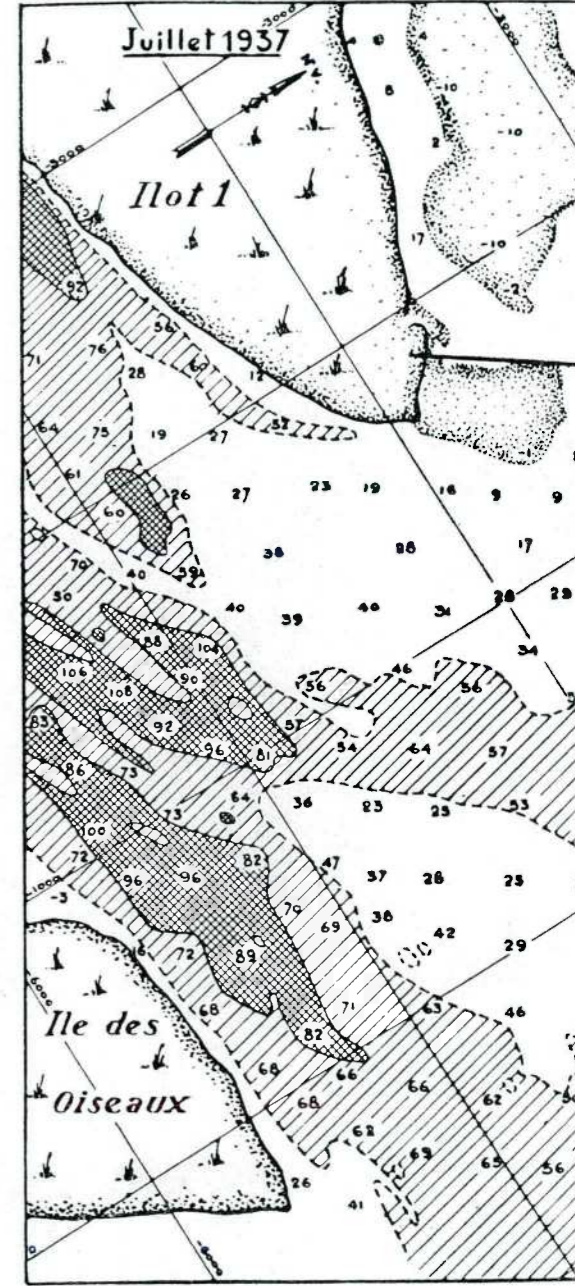
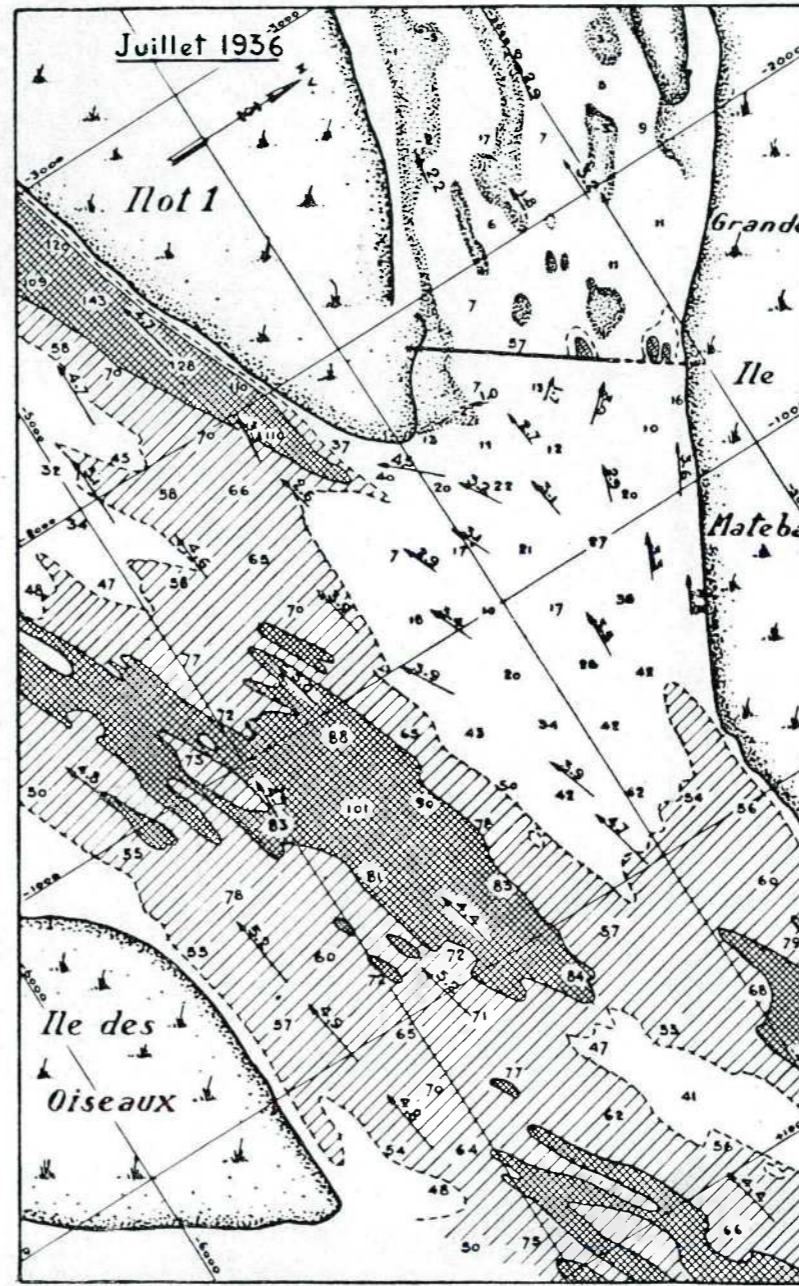
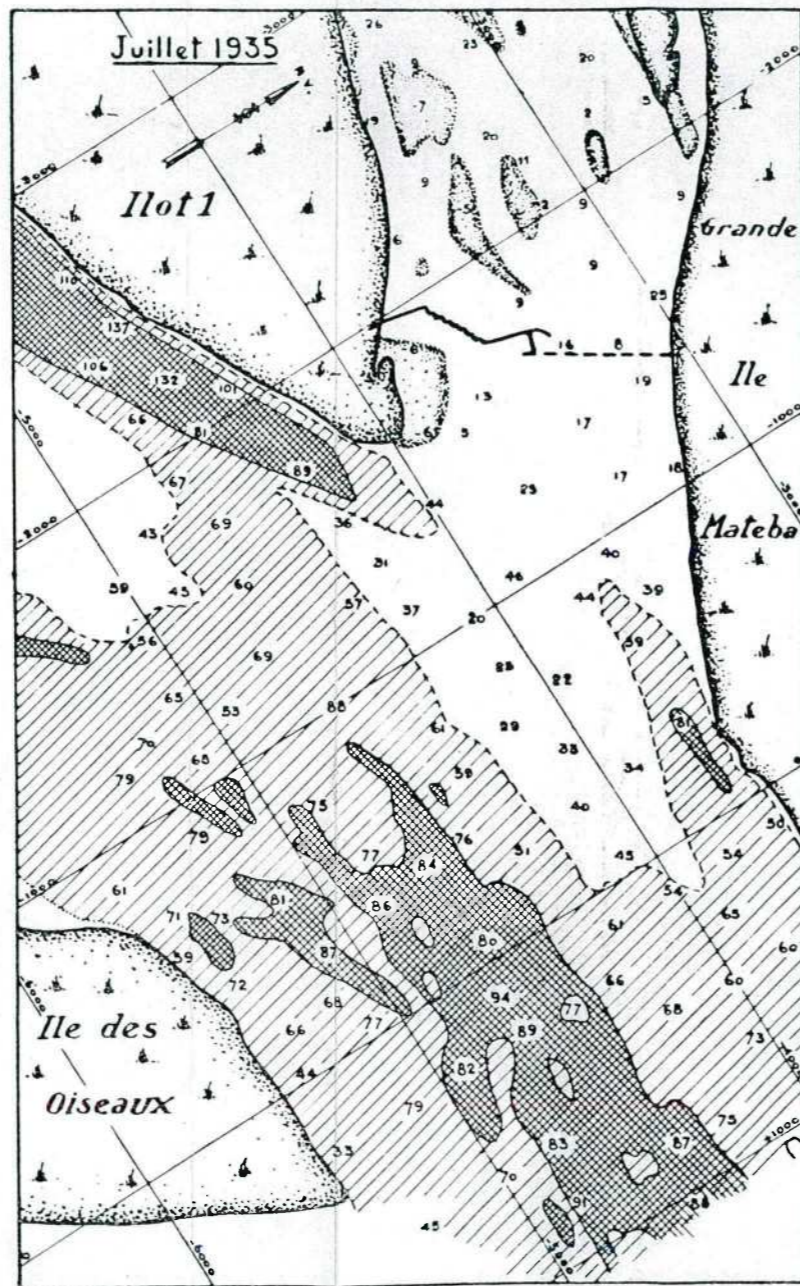
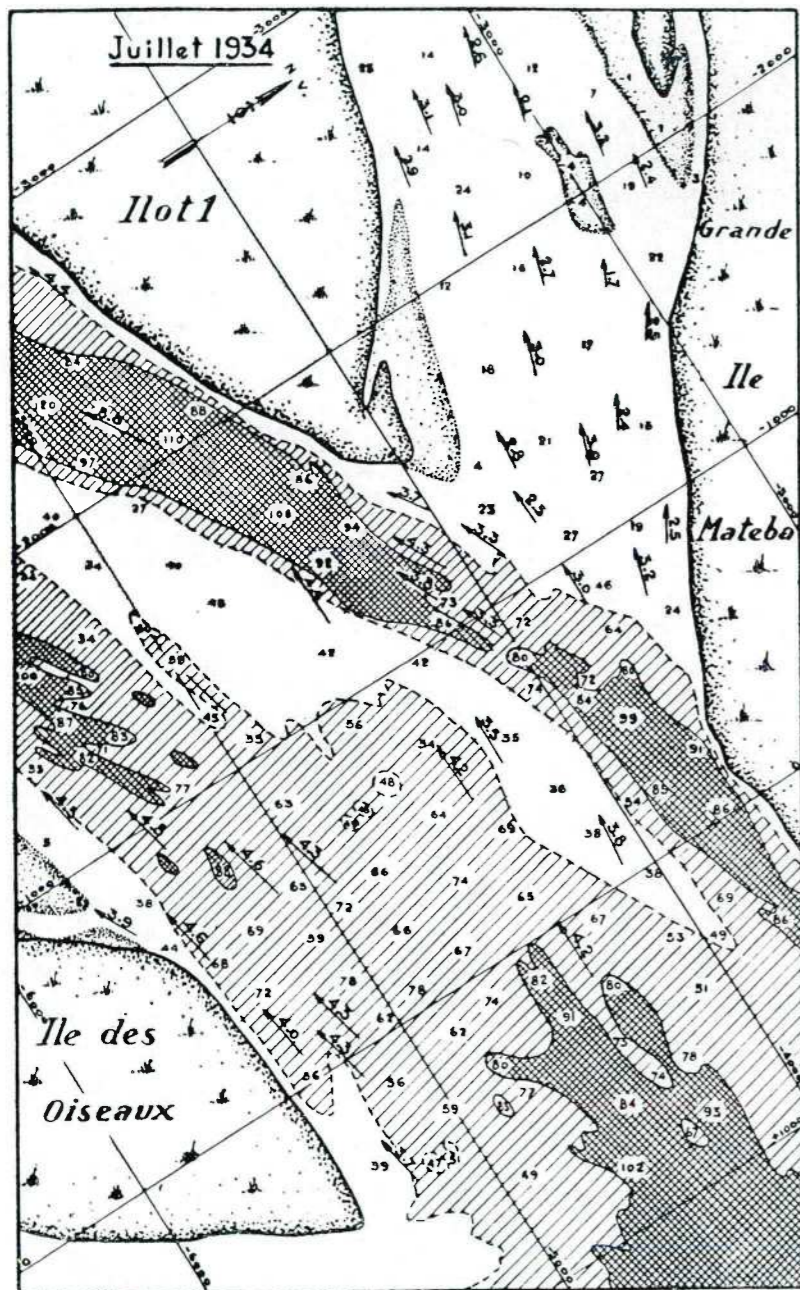
- Fonds supérieurs à 8m.
 - Courbe de 5m.
 - Bancs découvrant
 - Route de navigation
- } à l'étiage conventionnel.



ÉVOLUTION
DES ABORDS DU BARRAGE
EN
1934 · 1935 · 1936 · 1937

Echelle : 1/25.000

*Les sondages sont exprimés en
décimètres et réduits à la surface de
référence passant par les zéros des
échelles d'étiage. (basses eaux 1915.)*



ÉVOLUTION DE LA BRÈCHE DU BARRAGE

JUILLET 1936 A DÉCEMBRE 1937

PROFIL EN LONG

ÉCHELLES { LONGUEURS 1/2000.
HAUTEURS 1/200

Les sondages sont exprimés en décimètres et réduits à la surface de référence passant par les zéros des échelles d'étiage. (barres eaux 1915.)

