

# HYDROGRAPHIE DE LA COTE OCÉANE DU CONGO BELGE (1)

par

R. SPRONCK et J. TRIQUET

## Introduction

par R. SPRONCK (2)

Pour bien situer les problèmes qui font l'objet du travail ci-après et faire ressortir convenablement l'intérêt qui s'attache à leur solution, il est utile de rappeler tout d'abord les caractéristiques de l'ensemble du bief maritime du fleuve Congo.

Ce bief maritime se divise en trois parties bien différenciées :

A partir de Matadi, immédiatement en aval des rapides, sur une longueur de 50 km environ, le fleuve coule entre des rives resserrées, dont l'écartement ne dépasse pas 2 km, et offre de grandes profondeurs.

Devant Boma, la largeur du lit du fleuve, y compris l'île des Princes est de 4,5 km.

Entre Boma et la pointe écossaise, sur une longueur de 60 km environ en suivant la route de navigation s'étend une vaste expansion dont la largeur atteint, par le travers des plaines de Congo Yella, 19 km environ en y comprenant l'île Mateba. Le lit du fleuve y est encombré d'îles alluvionnaires, les profondeurs sont faibles et les fonds, constitués de sables, sont

(1) Communications présentées à la deuxième séance d'études du C. E. R. E. S. le 15 mars 1948.

(2) Ingénieur civil des Mines, Université de Liège, 1925; ingénieur des Constructions civiles, Université de Liège, 1927; ingénieur civil des Constructions navales, Ecole d'application du Génie maritime, Paris, 1931; agrégé de l'Enseignement supérieur, Université de Liège, 1933, professeur ordinaire à la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Liège, 1943.

constamment remaniés par les eaux. C'est entre les deux goulets de Felish-Rock et de Kisanga, sur une longueur de 35 km que se situe la « région divagante » où se localisent les difficultés que rencontre la navigation et dont les profondeurs limitent le tirant d'eau des navires qui fréquentent les ports de Boma et de Matadi .

Enfin, depuis la pointe écossaise jusqu'à la mer, sur une longueur de 27 km, le lit du fleuve est formé par une fosse profonde entourée de criques et d'îles basses.

Le bief maritime sépare le Congo belge de l'Angola portugais. A l'embouchure,

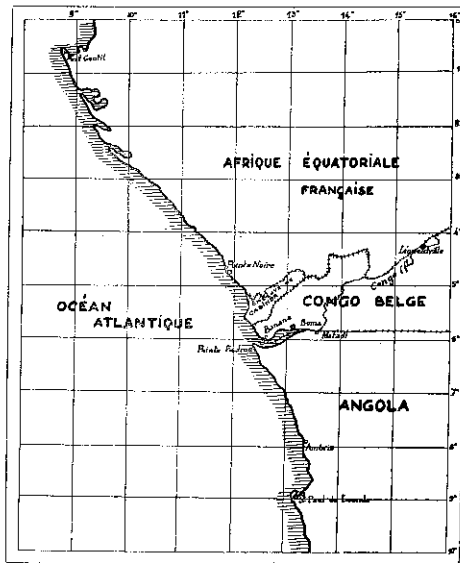


Fig. 1.

le fleuve a une largeur d'environ 10 km entre la Pointe de Banane et la Pointe Padron (fig. 1). Au nord de Banane, la côte du Congo belge s'étend sur 40 km environ, jusqu'à l'enclave portugaise de Cabinda. C'est à Banane que se trouve le poste belge de pilotage des navires dans les passes. L'embouchure du Zaïre, nom portugais du fleuve, fut découverte en 1482 par Diego Cao, qui aborda sur la presqu'île au sud de Banane et pour en affirmer la prise de possession, y planta un monolithe ou « padrao ».

Le débit du fleuve dans son bief maritime est, comme on le sait, relativement très peu variable. Le régime est caractérisé par une petite décrue en février-mars, une petite crue en mai, une grande décrue en juillet-août et les plus hautes eaux en décembre. En année moyenne le débit varie de 30.000 à 60.000 m<sup>3</sup>/sec.

Toute cette région de l'estuaire du Congo est caractérisée, outre sa latitude tropicale, par ses terres basses et l'extension des zones marécageuses. A l'exception des zones situées à proximité immédiate de l'Océan, toute la région, si elle ne manque pas de grandeur, offre peu d'attraits au séjour des Européens, d'autant moins qu'elle en offre au contraire beaucoup à celui des moustiques et des mouches tsé-tsé.

En revanche, elle a une très grande importance économique. L'estuaire du Congo est en effet pour la colonie la porte ouverte sur le monde. Le bas-fleuve, par où passent les trois quarts du trafic total de la colonie, n'est pas seulement l'exutoire naturel des eaux d'une immense étendue de l'Afrique centrale, mais aussi l'exutoire obligé des produits de l'économie congolaise. C'est par le bas-fleuve que les cargos amènent à Matadi les productions du monde entier. C'est par le bas-fleuve que les cargos emportent dans le monde entier les richesses du Congo. Dès avant la dernière guerre, les mesures prises pour améliorer cette voie d'eau avaient fait du bief maritime du Congo le centre de trafic le plus actif de la côte occidentale d'Afrique entre Dakar et le Cap. Dès 1935, le port de Matadi venait en effet en tête pour le tonnage manutentionné annuellement, devant Port-Gentil, Douala, Libreville, Saint-Paul de Loanda, Pointe-Noire et Lobito.

Selon l'expression de MM. DEVROEY et VANDERLINDEN <sup>(1)</sup>, le bas Congo est véritablement l'artère vitale de la colonie.

Il est hors de doute que les améliorations importantes y apportées, améliorations maintenues déjà pendant de longues années, sont dues pour une grande part à une connaissance de plus en plus complète du régime des eaux et de leur action sur les fonds. L'utilité des études hydrographiques, en ce domaine n'est plus contestée par personne. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'engager des dépenses pour ces travaux non directement rémunérateurs, il reste généralement assez difficile de réunir les crédits nécessaires à l'acquisition du matériel indispensable, au recrutement du personnel nécessaire et à l'exécution des levés et des mesures.

(<sup>1</sup>) E. DEVROEY et R. VANDERLINDEN, *Le Bas-Congo, artère vitale de notre colonie*, Goemaere, Bruxelles, 1938.

C'est pourquoi nous devons nous réjouir de voir aujourd'hui M. TRIQUET apporter de nouvelles contributions à l'étude de l'hydrographie de cette région, œuvre de longue haleine, toujours sur le métier, à laquelle des équipes successives d'hommes courageux et tenaces ont consacré leurs efforts.

M. TRIQUET, qui a consacré près de vingt ans de sa vie au bas Congo, a vécu toute l'évolution décisive de cette voie d'eau. Il expose ci-après les résultats de travaux personnels au sujet de deux questions distinctes :

D'une part, M. TRIQUET, à l'époque chef du balisage et des dragages du bas-fleuve, a été désigné en 1940 pour prendre la direction de la brigade hydrographique chargée du levé de la côte maritime. Ce travail, que l'on projetait depuis de nombreuses années, a été mené à bien en ordre principal grâce à sa participation effective aux opérations du levé.

D'autre part, M. TRIQUET, actuellement retraité, au moins provisoirement, a consacré une partie de ses loisirs à des études complémentaires sur la marée à Banane.

Sans négliger l'importance intrinsèque de sa communication sur ces deux points, je suis enclin à lui accorder une valeur en quelque sorte symbolique, parce qu'elle forme à mon avis une bonne base de départ pour de nouvelles études sur le régime du fleuve, pour lequel elle constitue une espèce de détermination des conditions aux limites.

Pour en faciliter la compréhension, je rappellerai très brièvement les principes de l'établissement et de l'utilisation des cartes marines et ceux de l'analyse harmonique et de la prédiction des marées.

#### A. CARTES MARINES

Les cartes marines se distinguent des cartes terrestres en ce qu'elles sont établies en général selon le système de projection de Mercator, pour rendre plus aisé leur usage en navigation, et qu'elles figurent le relief sous-marin par des cotes d'altitude inversées; mais ce qu'il y a de particulier dans une carte marine, c'est surtout qu'elle tend à figurer une situation variable dans le temps, le niveau de la mer étant continuellement variable. Le niveau de référence (le zéro de la carte) doit

logiquement être choisi en chaque lieu au niveau des plus basses mers ou à la rigueur à un niveau légèrement inférieur. De cette manière le navigateur ne peut trouver nulle part moins d'eau que la carte n'en indique. On voit que l'établissement d'une carte marine doit être conjugué avec une observation continue de la marée.

Pour permettre au navigateur de déduire la profondeur réelle en un point à un instant quelconque, il faut compléter la carte par une table de marées. En ajoutant aux sondes de la carte la hauteur de la marée, comptée au-dessus du niveau des plus basses mers du lieu, on obtiendra les profondeurs réelles qui ne seront qu'exceptionnellement, sinon jamais, aussi faibles que les valeurs portées sur la carte.

Ce qui précède montre quelles sont, lors d'un levé hydrographique, les trois opérations essentielles à mener de front, à une cadence rapide, en chaque station d'un profil de sondage :

La détermination de la situation du point de sonde par rapport à des points connus de la côte, rattachés à une triangulation terrestre, s'obtient exclusivement par la mesure d'angles horizontaux, au sextant ou au cercle hydrographique.

Le sondage proprement dit consiste généralement à laisser filer aussi verticalement que possible une ligne de sonde graduée munie d'un plomb de sonde jusqu'à toucher le fond, et à lire la graduation qui affleure au plan d'eau.

La réduction des sondes au niveau des plus basses mers exige que l'heure de chaque sondage soit notée soigneusement de manière à pouvoir utiliser les observations concomitantes de la marée.

Pour construire graphiquement la position des points de sonde on trace sur la minute de sondage des arcs de segments capables des angles mesurés. A leur point d'intersection on inscrit les sondes réduites.

La technique des sondages a fait d'immenses progrès grâce à l'emploi d'appareils de sondages par vibrations sonores ou ultra-sonores, qui sont devenus d'usage courant en navigation maritime et qui atteignent une précision et un rendement beaucoup plus grands, spécialement par grands fonds.

Des observations supplémentaires sur les courants, la sali-

nité, la nature du fond, etc., sont poursuivies au cours du levé. Tous les résultats obtenus sont reportés finalement sur la carte, dont la publication est l'aboutissement de ce travail ingrat, long, fatigant et monotone qui exige de l'endurance physique, des yeux perçants, de l'ordre et de la méthode, et où la conscience professionnelle de l'hydrographe joue un rôle aussi important que sa compétence technique.

Parmi les cartes anciennes du bas-fleuve, la plus importante en ce qui concerne les sondages maritimes est la carte éditée à Londres pour la première fois en 1901, et qui résultait d'un levé effectué en 1899 par les officiers du navire britannique *Rambler*. Les diverses cartes anglaises et américaines publiées dans la suite résultent de mises au point de cette carte.

Les sondes portées sur les cartes du bief maritime éditées par le Service des voies navigables de la colonie résultent de levés partiels effectués à diverses époques par ce service.

Les services d'hydrographie, de navigation et de météorologie nautique du Ministère de la marine portugaise ont publié en 1933 une carte du Rio Zaïre qui couvre l'embouchure du fleuve et la côte nord de l'Angola. Cette carte résulte du levé effectué en 1933 sous la direction du commandant DIAS.

Signalons encore que l'édition de 1938 de la carte générale bathymétrique des océans du Bureau hydrographique international de Monaco donne une représentation approchée des isobathes au large de Banane.

Enfin la publication par la Geological Society of America en 1939 du mémoire de A. C. VEATCH et P. A. SMITH sur les vallées sous-marines de l'Atlantique est accompagnée de la carte hors texte au 1/210.000 de l'estuaire et de la vallée sous-marine du fleuve Congo, qui reproduit tous les sondages disponibles à l'ouest des limites de la carte portugaise précitée du Rio Zaïre.

Je renvoie à ce sujet à la communication récente de M. E.-J. DEVROEY à l'Institut royal colonial belge <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> E.-J. DEVROEY, *La vallée sous-marine du fleuve Congo* (Bulletin des Séances de l'Institut royal colonial, XVII, 1946, 3).

## B. ANALYSE HARMONIQUE DES MAREES

Pour l'observateur se trouvant sur la côte d'une mer à marées semi-diurnes, le phénomène le plus apparent est le fait que le niveau de la mer passe successivement deux fois par jour par un maximum, puis par un minimum. Deux périodes successives d'oscillation prennent au total environ 24 h 50 min d'où le retard croissant de la marée sur le jour solaire moyen. L'amplitude de l'oscillation est maximum peu après la nouvelle lune, elle diminue jusqu'au premier quartier pour croître de nouveau jusqu'à la pleine lune et ainsi de suite, une lunaison comportant deux marées de vive-eau et deux marées de morte-eau. Ces inégalités sont particulièrement accusées à l'époque des équinoxes et plus encore si ces équinoxes coïncident avec celles des périgées lunaires. C'est le contraire pour les époques des solstices et des apogées lunaires.

L'étude de la marée en un lieu a pratiquement pour objet la prédiction des marées ultérieures. La possibilité de cette prédiction résulte de la connaissance précise des mouvements relatifs de la lune et du soleil par rapport à la terre. Le champ des forces exercées par ces astres sur la masse des eaux des océans est périodiquement variable autour de valeurs moyennes localement différentes en chaque lieu de la terre mais immuables dans le temps. Il existe plusieurs méthodes de décomposition et d'analyse de l'onde-marée résultante en un lieu. Elles ne diffèrent pas essentiellement et recourent toutes partiellement à l'empirisme.

Il suffira de résumer ici, en quelques lignes, les principes de la méthode générale de l'analyse harmonique, telle qu'elle s'est développée en Grande-Bretagne, à la suite des travaux de Lord KELVIN. C'est la méthode qui actuellement est de loin la plus employée parce que plus générale et plus commode.

En se basant sur les mêmes principes que ceux qui sont à la base de la conception de LAPLACE : principe de la superposition des petits mouvements et principe de la correspondance des périodes d'oscillation et des périodes de variation des champs de forces astrales, on peut décomposer une courbe marégraphique en un certain nombre de sinusôides de périodes connues avec précision et invariables pour tous les lieux de la

terre. Parmi ces périodes, certaines sont voisines de 24 heures (ondes diurnes), certaines voisines de 12 heures (onde semi-diurne) d'autres sont  $1/3$  diurnes,  $1/4$  diurnes,  $1/6$  diurnes,  $1/8$  diurnes, semi-mensuelles, mensuelles, semi-annuelles, annuelles, une d'entre elles atteint 18 ans  $2/3$ .

Les ondes principales, au nombre de sept, qui sont généralement à retenir, résultent des considérations suivantes :

L'action principale de la lune peut être attribuée à une lune moyenne qui tournerait à une vitesse relative constante autour de la terre, non pas sur l'orbite réel de la lune mais dans le plan de l'équateur terrestre, à une distance constante du centre de la terre. L'argument initial et la période de révolution de cet astre fictif peuvent être déterminés, cette dernière est égale au jour lunaire (24,84 h). Il donne lieu à une onde harmonique de période 12,42 h. Cette *onde lunaire principale*, désignée par  $M_2$ , aura en un lieu donné une amplitude particulière et atteindra sa hauteur maximum un certain temps après le passage de l'astre fictif au méridien supérieur du lieu. La demi-amplitude et la situation correspondantes de l'onde sont ses deux constantes harmoniques pour le lieu considéré.

On tient compte de la variation de distance entre la terre et la lune en imaginant un satellite fictif de la lune qui donne lieu à l'*onde lunaire elliptique majeure*  $N_2$ , de période peu différente de la précédente.

On tient compte de la diminution de l'action de la lune due au fait que celle-ci ne reste pas dans le plan de l'équateur terrestre par l'introduction d'un nouvel astre fictif qui donne lieu à une partie de l'*onde semi-diurne luni-solaire déclinaisonnelle*  $K_2$ .

De plus, en raison également de la déclinaison de la lune, les deux ondes lunaires d'un même jour n'ont pas la même amplitude. Cela conduit à imaginer non pas un seul mais deux nouveaux astres fictifs dont l'influence est diurne, le signe de la déclinaison étant indifférent. Ils donnent lieu à l'*onde lunaire déclinaisonnelle principale*  $O_1$  et à une partie de l'*onde luni-solaire déclinaisonnelle diurne*  $K_1$ .

Les mêmes considérations conduisent à imaginer en ce qui concerne l'action du soleil :



Un astre fictif correspondant au soleil moyen, qui donne lieu à l'onde solaire principale  $S_2$  dont la période est évidemment 12 heures exactement;

Un satellite fictif représentant la diminution de l'action du soleil due à sa déclinaison, qui donne lieu à la seconde partie de l'onde luni-solaire déclinatoire semi-diurne  $K_2$ ;

Deux satellites fictifs représentant l'inégalité diurne due à l'existence de la déclinaison du soleil et qui donnent lieu à l'onde solaire déclinatoire principale  $P_1$  et à la seconde partie de l'onde luni-solaire déclinatoire semi-diurne  $K_2$ .

Pour tenir compte du fait que l'orbite de la lune a en réalité une inclinaison variable sur l'écliptique, on devrait tenir compte de la période de révolution synodique du nœud ascendant de la lune, période qui est de 18 ans  $2/3$ .

En réalité on ne recherche que les amplitudes qui correspondent à la valeur moyenne de cette inclinaison. Pour les adapter à chaque année du cycle il faut les multiplier par un coefficient voisin de 1. L'erreur introduite de ce fait est tout à fait négligeable.

Les ondes à longue période que nous aurons à considérer sont les ondes solaires annuelle et semi-annuelle  $S_a$  et  $S_{sa}$ . Leurs amplitudes sont fortement influencées par les phénomènes météorologiques. La période de l'onde annuelle est celle de la révolution tropique du soleil. L'onde semi-annuelle a une période moitié moindre.

Le tableau I résume ce qui précède. Les constantes harmoniques de chacune des ondes composantes en un lieu permettent de la manière la plus simple de définir complètement la marée en ce lieu. On peut montrer qu'elles contiennent implicitement les divers éléments des définitions partielles en usage, établissement du port, âge de la marée, etc.

L'analyse harmonique d'une courbe marégraphique rapportée au niveau moyen revient à extraire de cette courbe chacune des ondes composantes, en effectuant des moyennes sur les ordonnées de la courbe prises à des intervalles réguliers, choisis de manière à éliminer toutes les ondes sauf une d'entre elles.

TABLEAU I

*Ondes composantes principales*

Lunaires	Lunéo-solaires	Solaires	Vitesses angulaires (degrés par heure)	Périodes (heures) (ou jours)
M <sub>2</sub> (principale)			28° 98	12 h 42
		S <sub>2</sub> (principale)	30°	12 h
	K <sub>2</sub> (déclination- nelle)		30° 08	11 h 97
N <sub>2</sub> (elliptique majeure)			28° 44	12 h 66
O <sub>1</sub> (déclination- nelle princi- pale)			13° 94	25 h 82
	K <sub>1</sub> (déclination- nelle)		15° 04	23 h 93
		P <sub>1</sub> (déclination- nelle principale)	14° 96	24 h 06
		S <sub>a</sub> (annuelle)	0° 041	365 j 24
		S <sub>sa</sub> (semi- annuelle)	0° 082	182 j 62

Le principe de la méthode ressort immédiatement du schéma (fig. 2) relatif au cas très simple où on n'aurait que deux sinusoïdes superposées, de période  $\frac{360}{m}$  et  $\frac{360}{n}$  heures ( $m$  et  $n$  étant égaux par exemple à 30 et 29).

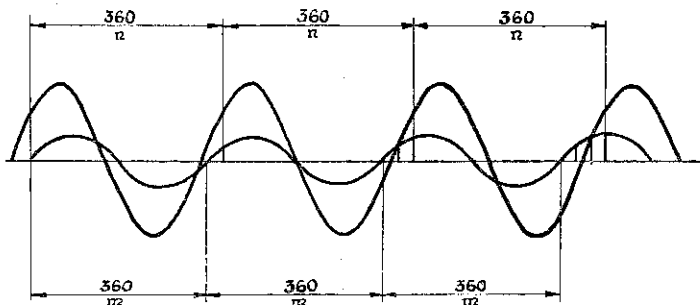


FIG. 2.

Si on ne retient que les ordonnées espacées de  $\frac{360}{n}$  heures, la hauteur de la deuxième onde sera constante, et la hauteur de la première onde, partant par exemple de zéro, passera par toute une série de valeurs, positives et négatives, jusqu'à revenir à zéro après

$$\frac{\frac{360}{m}}{\frac{360}{n}} = \frac{n}{m-n}$$

révolutions de la deuxième onde.

(Le retour à zéro s'effectuera exactement si  $\frac{n}{m-n}$  est un nombre entier et approximativement dans le cas contraire.)

Donc la moyenne de  $K \frac{n}{m-n}$  hauteurs ainsi espacées donnera pratiquement la hauteur de la deuxième onde à une heure déterminée et réciproquement la moyenne de  $K' \frac{m}{m-n}$  hauteurs donnera la hauteur de la première onde. (Le cas serait légèrement différent si la deuxième onde était diurne au lieu d'être semi-diurne. De même, pour séparer deux ondes dont les

périodes seraient multiples l'une de l'autre, il faudrait utiliser des développements en série de FOURRIER.)

Le plus petit commun multiple du nombre de jours nécessaire à l'élimination réciproque des 7 composantes principales correspond malheureusement à une durée de plusieurs années. On se contente généralement d'un multiple commun des nombres de jours nécessaires à l'élimination réciproque de  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$  et  $O_1$ , voisin d'un multiple des nombres de jours nécessaires pour  $P_1$ ,  $N_2$  et  $K_2$ . On arrive ainsi à une durée de 355 jours. En prenant à titre d'approximation pour les périodes de  $K_2$  et  $S_2$  12 heures justes et pour les périodes de  $K_1$  et  $P_1$  24 heures justes, on ramène cette durée à 55 jours lorsque  $N_2$  n'est pas négligeable, et à 29 jours dans le cas contraire.

Toute la difficulté est dans la longueur des calculs nécessaires. On les facilite par les procédés de la mécanographie et l'emploi des machines perforatrices, trieuses, tabulatrices, etc.

La prédiction de la marée s'effectue par la reconstitution de l'onde marée totale, somme algébrique des ondes composantes. Cette reconstitution est facilitée par des tables appropriées et l'utilisation de la formule :

$$y = \Sigma H \cos [n(24 D + h) + (V_0 + u) - v_0 - x] \quad (a)$$

dans laquelle :

- $y$  est la hauteur de l'onde marée résultante par rapport au niveau moyen;
- $D$  est le nombre de jours écoulés entre le 1<sup>er</sup> janvier à minuit GMT et le jour considéré à minuit GMT;
- $h$  est le temps moyen en heures compté à partir de minuit, temps moyen civil de Greenwich;
- $n$  est la vitesse angulaire de chaque onde composante;
- $V_0$  est l'angle correspondant à son argument initial pour le 1<sup>er</sup> janvier à minuit GMT;
- $v_0$  est la correction affectant  $V_0$  pour tenir compte de la longitude locale;
- $u$  est la partie de l'argument qui dépend des termes à longue période de la longitude du nœud ascendant de l'orbite lunaire;

$f$  est le coefficient affectant chaque année la demi-amplitude de chaque onde et tenant compte de l'inclinaison des orbites;  $H$  et  $\alpha$  sont les constantes harmoniques du lieu pour chaque onde composante : demi-amplitude et situation de l'onde (ou retard de phase sur le terme correspondant du potentiel).

Cette formule s'écrira :

$$y = \Sigma fH \cos (nh + V_0 + u - v_0 + 24 Dn - \alpha)$$

ou encore :

$$y = \Sigma fH \cos (nh - A - \alpha) \text{ en posant : } \left. \begin{array}{l} A = [360^\circ - (V_0 + u)] + v_0 + [360^\circ - 24 Dn] \end{array} \right\} (b)$$

On sait que d'ingénieuses machines permettent d'effectuer mécaniquement la sommation précédente et de tracer rapidement les courbes de prédiction des marées (<sup>1</sup>).

Les deux ports les plus voisins de Banane sont Pointe-Noire en Afrique équatoriale française et Saint-Paul de Loanda en Angola portugais (voir fig. 1).

Des tables de marées pour Pointe-Noire sont publiées par le Service hydrographique de la Marine française, anciennement dans un opuscule consacré aux colonies françaises de l'Atlantique, actuellement dans les tables de marées des territoires français d'outre-mer.

Ces tables sont établies au moyen d'observations de courte durée, qui datent de 1912 et qui n'ont fourni que des valeurs approchées des constantes harmoniques. Il en résulte que les niveaux indiqués des pleines et basses mers, exprimés d'ailleurs en décimètres, sont relativement peu précis.

Les tables de marées du Service hydrographique portugais fournissent pour Saint-Paul de Loanda des valeurs d'une précision notablement plus grandes. Elles sont basées sur l'analyse harmonique de la courbe marégraphique d'une année.

Dans les deux cas la marée présente une inégalité diurne appréciable, son amplitude extrême est de l'ordre de 2 mètres.

Les observations les plus anciennes faites à Banane paraissent

(<sup>1</sup>) Cf. *Les Machines à prédire les marées* (publication spéciale n° 13 du Bureau hydrographique international), Monaco, juillet 1926.

sent avoir été effectuées en 1899 lors du levé du *Rambler* et en 1923-1924 sous la direction des hydrographes CLAEYSSENS et MAYAUDON.

La mission envoyée au Congo en 1929 par le Syndicat d'études du Bas-Congo et dirigée par l'ingénieur des Ponts et Chaussées de France GARBE s'est livrée à des observations des marées dans la baie de Banane. Le Service des voies navigables de la colonie a fait également à de nombreuses reprises, des observations de marées, notamment en 1935, au moyen d'un limnigraphe Gurley transformé en marégraphe de fortune.

On a pu déduire de la comparaison des résultats de ces observations avec les tables précitées que les hauteurs des pleines et basses mers sont peu différentes de celles des deux ports voisins.

En général la durée du gagnant est un peu supérieure à celle du perdant.

Les corrections pour le passage des heures prédites pour Pointe-Noire et Saint-Paul de Loanda aux heures correspondantes pour Banane sont irrégulières et présentent une large incertitude en morte-eau en raison de la faible amplitude de la marée. La marée haute à Banane est en moyenne en retard de 15 minutes sur celle de Pointe-Noire, pour la marée basse, le retard n'est que de 5 minutes en moyenne.

Les méthodes approximatives de prédiction par renvoi à un port de référence voisin sont d'ailleurs relativement peu précises dans le cas d'inégalité diurne appréciable.

Cette marée, quoique relativement faible, peut cependant se faire sentir sur le fleuve jusqu'à Matadi, bien entendu, de façon moins sensible lorsque le fleuve est en crue. Les coefficients d'amplitude sur les différents seuils, en hautes eaux et en basses eaux sont à peu près les mêmes en mortes-eaux et en vives-eaux. La durée de propagation de l'onde-marée entre Banana et Boma est en moyenne de 3 h 50 min. Il n'y a jamais renversement de courant en surface, sauf dans les criques, mais bien variation de la vitesse du courant de part et d'autre de la moyenne. Dans la région divagante, cette variation est de  $\pm 10\%$  à l'amont et de  $\pm 20\%$  à l'aval. Je n'insisterai pas ici sur l'importance que peut présenter pour l'avenir une con-

naissance précise de la propagation de la marée dans l'estuaire, quoique l'usage actuel soit de garantir un mouillage minimum dans les passes, en tout état des eaux.

Depuis un petit nombre d'années, le Service hydrographique portugais publie des tables de prédiction de la marée à la Ponta Padrao (Rio Zaïre) en face de Banane, sur la rive portugaise <sup>(1)</sup>.

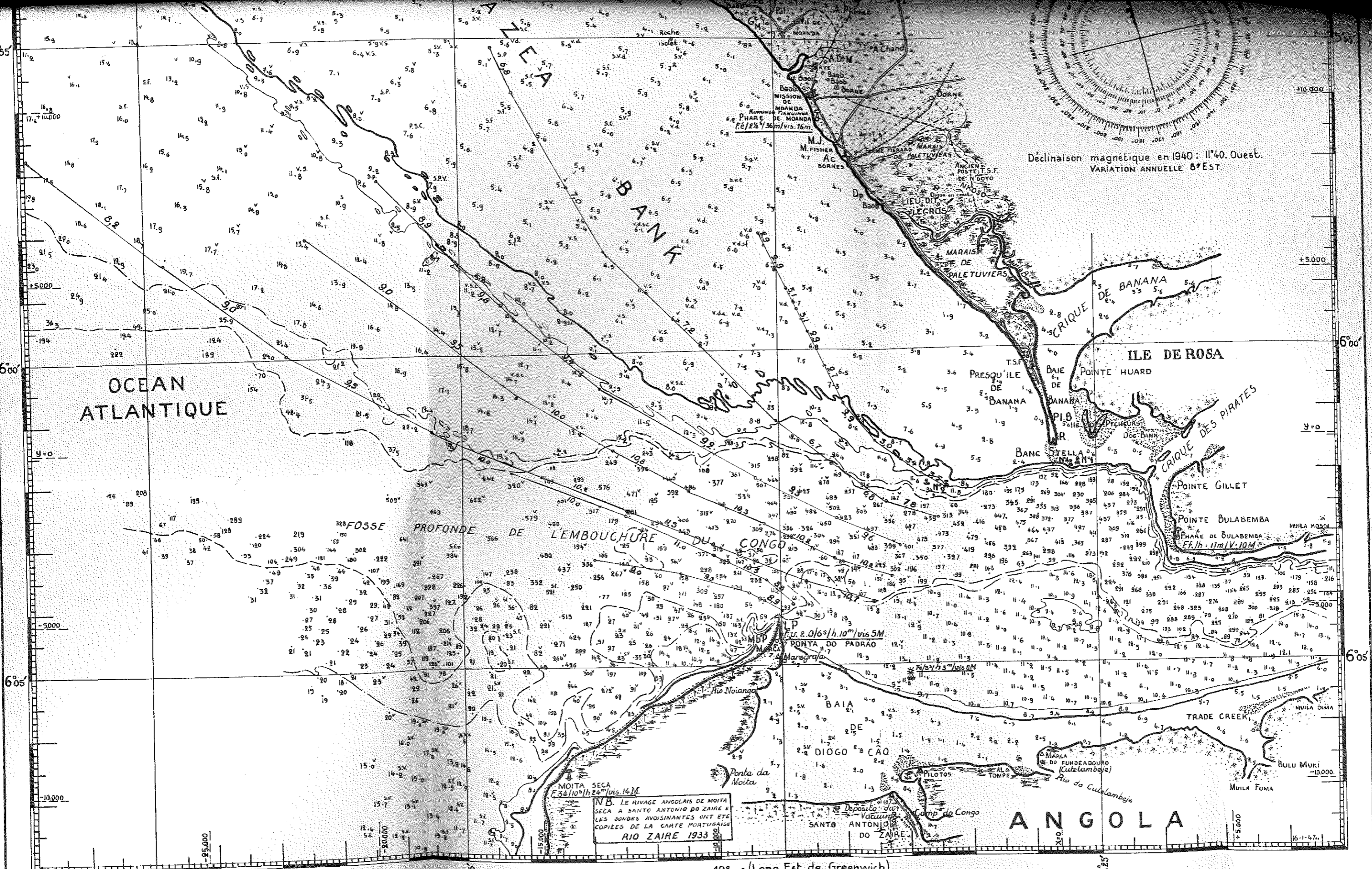
Ces tables résultent d'un enregistrement marégraphique continu effectué d'octobre 1931 à septembre 1932. L'analyse harmonique de ces observations, effectuée par la méthode Doodson, n'a pas fourni moins de 60 ondes composantes, dont un grand nombre toutefois ont des amplitudes de quelques millimètres. Les seules dont l'amplitude dépasse 5 cm se réduisent à celles mentionnées dans le tableau I, l'onde  $O_1$  exceptée. La prédiction est effectuée au moyen d'une machine Kelvin, pouvant totaliser 16 ondes.

La marée à Banane est peu différente de la précédente. De nouvelles observations faites en 1948 par M. DEVRIS, 1<sup>er</sup> lieutenant de la Marine, de part et d'autre de la presqu'île de Banane, permettent de préciser les différences avec les prédictions portugaises pour le Rio Zaïre. Nous ne disposons toutefois pas des moyens nécessaires pour reprendre le remarquable travail effectué par le Service précité. Dans l'étude qui va suivre, M. TRIQUET sera cependant amené à remettre en question les constantes relatives aux ondes à longue période. La rectification éventuelle de ces dernières pourrait amener à reviser légèrement l'ensemble de la question.

<sup>(1)</sup> Ministerio da Marinha, Lisboa, 1947, *Tabela de Mares para a ano de 1948*.







Declinaison magnetique en 1940: 11°40' Ouest.  
VARIATION ANNUELLE 8° EST.

N.B. LE RIVAGE ANGOIS DE MOITA SECA A SANTO ANTONIO DO ZAIRE ET LES SONDAS AVISINANTES ONT ETE COPIEES DE LA CARTE PORTUGAISE RIO ZAIRE 1933

12°20' (Long. Est. de Greenwich)