

04434

Georges YERANTONIS  
Ing. - Hydraulicien (E.I.H.)

Plans and photographs

# R A P P O R T

MISSION d'AMÉNAGEMENT  
du SENEGAL (M.A.S.)

SUBDIVISION DES ÉTUDES  
HYDRAULIQUES N° 1

par Monsieur C. ROMBOUTS,

Ingénieur-Directeur des Voies Navigables du Congo Belge, Léopoldville

## I- CARACTERISTIQUES LOCALES.

La présente communication expose le problème de la signalisation du chenal de navigation du fleuve Congo entre Léopoldville et Stanleyville, et de son principal affluent, la rivière Kasai, depuis leur confluent Kwamouth, jusqu'à Port-Francqui

Le bief Léopoldville-Stanleyville, long de 1.742 KM, est limité en amont et en aval par des rapides. A Léopoldville, entre son port et celui de Brazzaville, le plan d'eau est large de 3.800 m. A Stanleyville, entre le port rive gauche et le port rive droite, le fleuve présente une largeur d'environ 1.500 m.

Du "Stanley pool", juste en amont de Léopoldville, où le fleuve s'étale en plusieurs bras sur une largeur de 25 Km. jusqu'au pool de "Sandy Beach" à 260 Km plus en amont, le congo présente un cours régulier entre rives bien définies et relativement fort resserrées, entredistantes de 850 m. à 3.000 mètres. A partir du pool de Sandy Beach où la largeur de plan d'eau atteint 9 Km et jusqu'à Stanleyville le fleuve est étalé sur de larges espaces, est parsemé parfois d'îles immergées et ne possède pas toujours des rives bien définies. Le fleuve charrie une quantité assez considérable d'arbres arrachés aux rives et d'îlots flottants de végétation compacte. Les premiers forment parfois de dangereux écueils pour la navigation, les seconds par leur masse propre ou par leurs masses accumulées constituent une gêne sérieuse pour la bonne conservation ou visibilité des signaux de balisage.

La rivière Kasai de Kwamouth, confluent à Port-Francqui, se subdivise en 4 zones de configurations distinctes : 1) de Kwamouth à Lediba ( 48 Km ) la rivière présente des rétrécissements; les profondeurs sont grandes; en certaines saisons, les courants sont violents;

2) de Lediba à Lamlu moke ( 134 Km ) zone d'épanouissements;

3) de Lamlu moke à kese ( 71 Km ) lit resserré, beaucoup de roches;

4) de kese à Port Francqui ( 352 Km ) grandes largeurs, bonnes profondeurs.

A Léopoldville, le débit du fleuve varie de 25.000 m<sup>3</sup>/sec. aux basses eaux à 70.000 m<sup>3</sup>/sec. aux hautes eaux. Le Kasai apporte au fleuve de 5.000 à 13.500 m<sup>3</sup>/sec.

Des étiages aux crues, les variations de hauteur du plan d'eau sont d'environ 5 mètres à Léopoldville, de 8 mètres dans la partie resserrée du fleuve, de 3 à 4 m dans les sections les plus épanouies et de 6 mètres à Stanleyville.

Sur le Kasai, les amplitudes du plan d'eau sont de l'ordre de 5 mètres au confluent et à Lediba et de 2 à 3 mètres dans les zones épanouies.

Le fleuve Congo présente sur les seuils les plus défavorables des mouillages minima de 1 m 40 aux plus basses eaux, et de 2 m 50 aux hautes eaux. Ces mêmes chiffres pour le Kasai sont de l'ordre de 1 m 20 et 2 m.

Les vitesses maxima locales du courant dans le chenal de navigation des parties resserrées du fleuve et du Kasai sont d'environ 8 Km/heure. La vitesse moyenne dans la route de navigation peut être appréciée par la comparaison des temps que met un bateau à la montée et à la descente. En eaux moyennes, cette vitesse est de 4 Km par heure pour le fleuve et pour le Kasai.

Dans sa partie resserrée entre le Stanley Pool et le pool de Sandy Beach, sur 210 Km, le chenal de navigation du fleuve est très stable. Ailleurs, et par suite du cheminement des seuils de sable, le chenal est en continuelle évolution. Dans les nombreux épanouissements (pools) du Kasai, les fonds varient fréquemment. Les variations de route sont particulièrement fréquentes pendant la grande et rapide décrue de mai à juin.

Le tonnage total du cargo (montée et descente) manipulé au port de Léopoldville s'élevait à 500.000 t. en 1938, à 800.000 t. en 1950, à 1.000.000 t. en 1951 et à 1.150.000 tonnes en 1952. Environ 45% de ce trafic emprunte le Kasai.

La flottille de l'Office d'exploitations des Transports Coloniaux, qui assure la presque totalité des transports sur le bief de Léopoldville-Stanleyville du fleuve Congo et du Kasai, se composait fin 1951 de 7 bateaux courriers, 3 cargos rapides de 800 t., 3 cargos de 5 à 600 t., 37 remorqueurs de plus de 150 CV, un grand nombre de remorqueurs de moins de 150 CV, 150 barges de 1.000 t., 49 barges de 900 t., 50 barges de 6 à 700 t. et d'un grand nombre de petites unités. Sa capacité fin 1951, était de 156.000 t. avec une puissance de 40.000 CV. Au cours de l'année 1952, l'accroissement fut de 20.000 t de capacité et de 4.600 CV de puissance.

Les convois remontent le fleuve par remorquage en flèche. Un remorqueur de 1.000 CV traîne à la montée un convoi comprenant jusqu'à 14 chalands d'un tonnage total de 4.600 tonnes. A la descente les barges sont rassemblées en une masse compacte présentant jusqu'à 5 barges de front.

Ces tous derniers temps, les premiers essais de remorquages en poussée ont été organisés et régulièrement poursuivis. Cette nouvelle technique est appelée à se développer rapidement. Les convois en poussée dans l'actuel stade de développement sont composés de 4 pontons de 1.000 t. chargés au total de 3 à 4.000 t. et poussés par un remorqueur de 1.000 CV.

Les voyages se font debout en bout avec le même personnel navigant. Il n'y a pas de service de pilotage.

## II - BALISAGE DE JOUR.

### A - HISTORIQUE.-

Avant les années 1900, le balisage se fait à vue. Des albums de navigation sont constitués par les capitaines de steamers qui à chaque voyage dressent des croquis de leurs itinéraires ou corrigent les cartes existantes.

Vers les années 1900, des crédits assez importants sont consentis pour la balisage des passes et bancs rocheux par bouées et balisages. Ces repères artificiels sont reportés dans les albums de navigation.

Au cours de années suivantes, le balisage est alternativement négligé, rétabli et développé. Un service de pilotage est plus ou moins organisé. Ensuite, par la substitution de lourds convois remorqués aux bateaux auto-moteurs de faible capacité, la fréquence des voyages n'est plus suffisante pour permettre aux pilotes de se tenir au courant des modifications de la route à suivre.

La réorganisation du service et l'élaboration d'un système complet de balisage rationnel comprenant, outre des bouées, balises, signaux de rives, sémaphorés etc... des postes d'information et des albums de navigation tenus à jour sont mis au point vers les années 1930.

Le pilotage est abandonné. Le balisage adopté permet à un usager navigateur possédant une connaissance imparfaite du cours d'eau, de se guider de signal à signal d'une façon continue tout le long du chenal de navigation.

Il ne s'agit donc plus d'un balisage de repérage. Le système actuellement en vigueur est un balisage déterminant d'une façon continue et ininterrompue la route à suivre sur toute sa longueur.

## B- DESCRIPTION DU BALISAGE DE JOUR EN VIGUEUR JUSQU'À L'INSTAURATION DU

### BALISAGE DE NUIT.

#### I) Généralités.

En principe, les passes offertes aux navigateurs présentent une largeur minimum de 200 m. En cas où cette largeur ne peut être atteinte, des signaux délimitent exactement la passe de part d'autre.

La route balisée ne suit pas nécessairement la ligne de plus grande profondeur de la rivière, mais de préférence longe des rives afin d'éviter autant que possible l'emploi de bouées exposées à la dérive des files flottantes et à l'abordage des trains de barges. Les signaux de rive offrent plus de sécurité à la navigation et leur entretien est moins assujettissant que celui des bouées.

La dénomination "rive" désigne aussi bien une île ou un banc émergeant qu'une rive proprement dite, si le rivage est en pente douce et couvert de végétation, on désigne par "rive" la limite de végétation.

Tout navigateur est sensé être muni d'un album officiel de la rivière sur lequel figure la route balisée et les amers et dont les indications complètent dans certains cas le balisage et facilitent la recherche des signaux en cas de mauvaise visibilité.

Le balisage indique la route à suivre. Les signaux placés, exception faite pour les balises, ne déterminent pas nécessairement la nature et l'emplacement d'obstacles, mais peuvent n'avoir pour objet que de guider le navigateur.

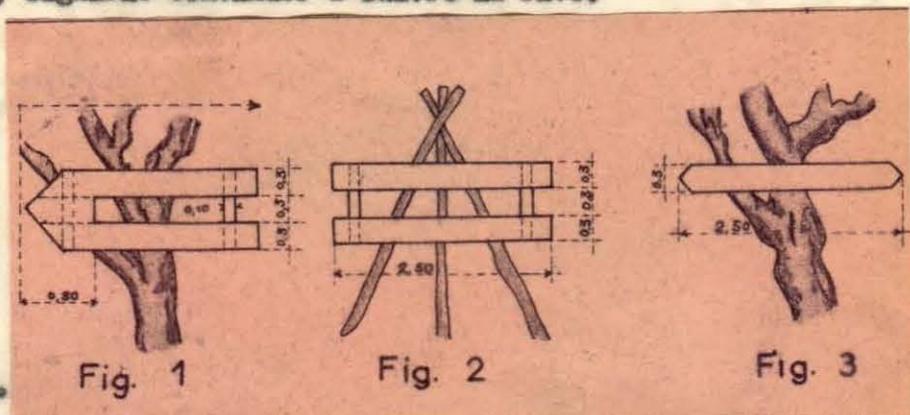
En règle générale, et sauf les parcours longeant la rive, un navigateur quittant un signal doit toujours voir devant lui le signal suivant ou l'amer sur lequel il doit se diriger.

## 2) Signaux de rive.

a) Le signal "suivre la rive" ( Fig.1) invite le navigateur à longer la rive à une distance comprise entre 30 et 230 M.

Le signal ( Fig.2 ) invite le navigateur à se rapprocher de la rive et de la quitter immédiatement en se dirigeant vers le signal suivant.

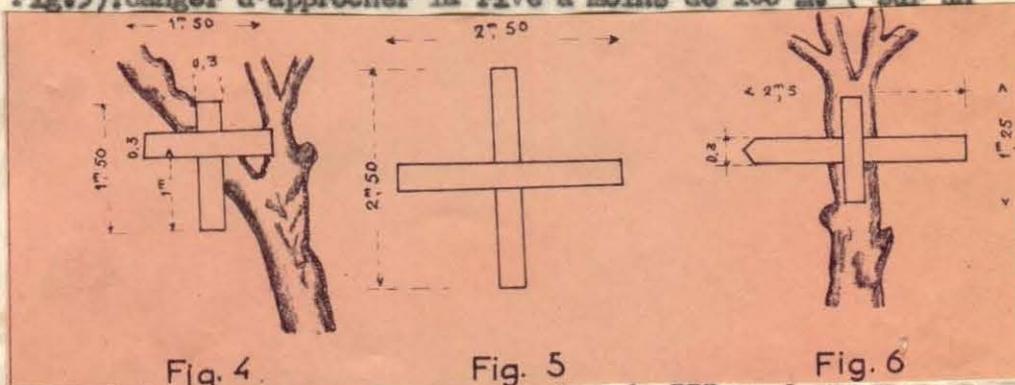
Le signal ( Fig.3 ) signifie continuer à suivre la rive.



## b) Signaux d'obstacles.

Croix latine ( Fig.4 ): danger d'approcher la rive à moins de 30 m.

Croix grecque ( Fig.5): danger d'approcher la rive à moins de 100 m. ( sur un parcours de 300 m.)



2 Croix grecques : danger d'approcher la rive à moins de 200 m. ( sur un parcours de 600 m)

Croix avec flèche ( Fig.6): obstacles multiples le long de la rive, le navigateur est invité à passer au milieu du chenal.

## c) Signal de bifurcation.

La croix de Saint-André ( Fig.7 indique l'endroit où une route se dédouble.

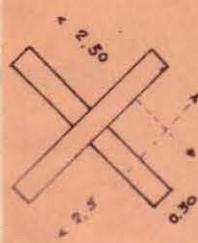


Fig. 7

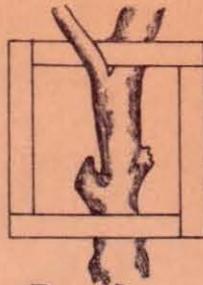


Fig. 8

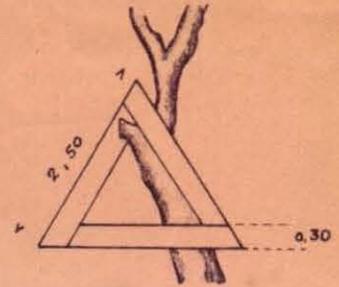


Fig. 9

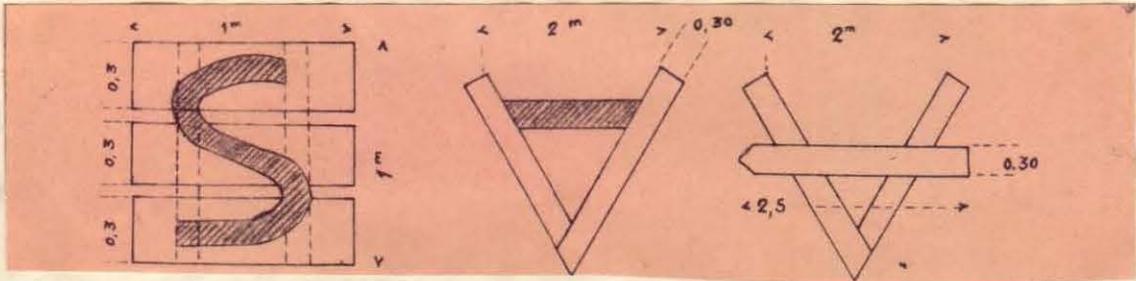
d) Signaux de direction.

A la descente, le carré (Fig. 8) doit être laissé à droite et le triangle ( Fig. 9) à gauche.

Le carré fait donc fonction de bouée noire et le triangle de bouée rouge.

e) Signal avertisseur d'une route étroite où la visibilité est précaire (Fig. 10)

Ce signal invite le navigateur à siffler un long coup.



f) signal de "bon accostage" ( Fig. 11). Ce signal indique une rive présentant un mouillage sûr. Le signal donné à la figure 12 limite une zone de bon accostage.

g) signal avertisseur de modification de la route balisée ( fig. 13 )

La zone où le balisage est modifié est limitée en amont et en aval par ce signal avertisseur. Les chiffres indiquent le jour et le mois du changement apporté à la route de navigation. Ce signal est maintenu jusqu'au moment où l'album de navigation est modifié en conséquence.

3°) Bouées.

Là où les signaux de rive sont insuffisants pour assurer la sécurité de la navigation, il est fait usage de bouées.

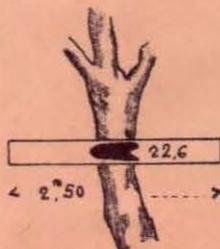


Fig. 13

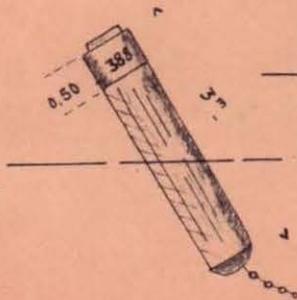


Fig. 14

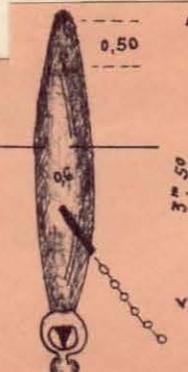
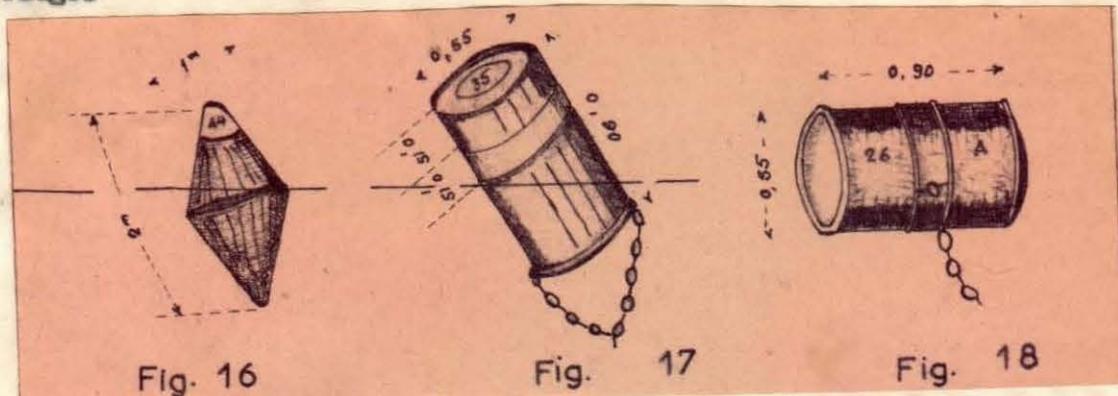


Fig. 15

a) pour un bateau descendant le courant, le côté droit de la passe est délimité par une bouée noire ( signal de rive carré), la bouée rouge ( signal de rive en triangle) en délimite le côté gauche. Ces bouées doivent être laissées à 20 m au moins.

La forme cylindrique ( Fig.14 ) ou tronconique ( Fig.15) est réservée aux bouées noires, la forme sphérique ou conique ( bouées biconiques fig.16) aux bouées rouges



En cas de simples fûts ( de 100 à 600 litres) utilisés pour le balisage, le fût flottant verticalement sert de bouée noire, le fût flottant horizontalement de bouée rouge. ( FIG. 17 et 18 ).

Afin d'augmenter la visibilité des bouées noires,celles-ci portent sur le fond émergeant un disque blanc de 30 centimètres de diamètre et sur le fût une bande blanche de 15 cm de hauteur,peinte à 15 cm du fond.

b) La bouée de Bifurcation est caractérisée par des bandes de 15 cm de largeur alternativement rouges et noires,perpendiculaires à l'axe de la bouée. La bouée du type espar est généralement utilisée à cette fin.

c) Bouées d'obstacles : une bouée verte couvre une épave, une bouée blanche couvre un danger isolé. Ces bouées doivent être laissées à 50 m. au moins. Une bouée peinte moitié en rouge et moitié en blanc repère une ancre perdue.

IDENTIFICATION DES BOUEES.

L'identification des bouées se compose :

- 1) du numéro de la planche de l'album de balisage sur laquelle figure la bouée.
- 2) D'une lettre majuscule donnant, par ordre alphabétique compté à partir de l'aval, le rang de la bouée sur une même planche de l'album.

Dans les régions de passes divagantes, des signaux de rive "avertisseurs de bouées" ( Fig 19 ) sont placés. Les planchettes de 0 m 30 x 0 m 10 ( voir Fig.) sont peintes suivant les couleurs et mises dans l'ordre des bouées qu'elles annoncent.

4) Balises. ( Fig.20,21,22 )

Les balises sont peintes en rouge ou en noir suivant la couleur des bouées qu'elles remplacent ( la couleur rouge ou noire alterne avec des bandes horizontales

les blanches de 0,50 m de hauteur afin d'augmenter leur visibilité). Si une balise repère un obstacle isolé qu'on peut contourner à gauche ou à droite, elle est peinte entièrement en blanc. La balise placée à la bifurcation d'une route est peinte en rouge et noir par bandes de 0,50 m de hauteur.

Les balises sont surmontées d'un voyant approprié: la balise noire porte un carré blanc, la balise rouge un triangle blanc, la balise blanche un cercle blanc, la balise de bifurcation un carré peint moitié en noir, moitié en rouge.

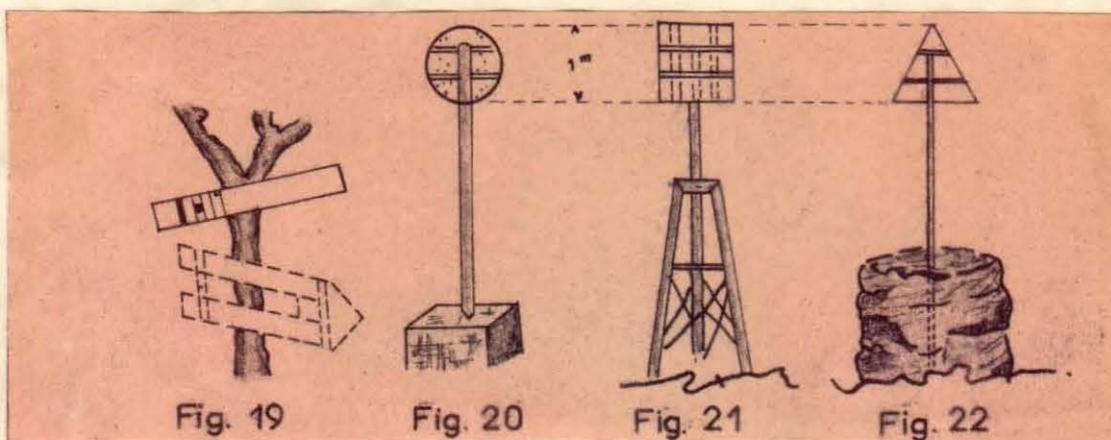


Fig. 19

Fig. 20

Fig. 21

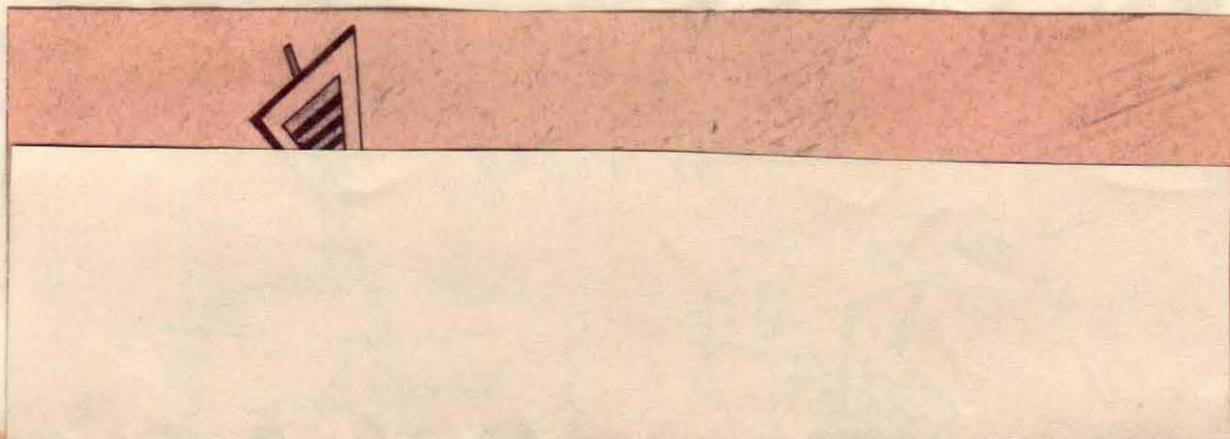
Fig. 22

### 5) Alignements de navigation.

a) Alignements axiaux ( Fig.23). Ces alignements sont placés dans le cas où la passe est étroite, bordée de part et d'autre de récifs dangereux et où le fort courant risque d'emporter les bouées. Les triangles des voyants sont peints en blanc; les planchettes intermédiaires, destinées à améliorer leur visibilité, sont peintes en noir.

Dans le cas d'alignements axiaux, la largeur garantie de la passe est mentionnée sur la planche de l'album de balisage.

b) Alignements limitatifs ( Fig.24. Ces alignements sont placés dans le cas où la passe est bordée d'un côté de récifs dangereux, échelonnés sur une grande longueur. Les triangles sont peints moitié en blanc, moitié en rouge ou noir suivant le côté de la passe qu'ils délimitent. Le plan vertical passant par leur sommet sépare deux zones dont seule celle correspondant aux moitiés peintes en blanc offre la sécurité.



c) Si un alignement limitatif cesse d'être valable soit que la navigation doive s'en écarter pour se diriger dans la zone de sécurité d'un alignement limitatif suivant soit qu'un autre signal lui indique la route à suivre, un signal "Losange" est placé à la rive.

#### 6) Sémaphores.

Aux endroits où la largeur de la passe ou la nature du courant rend le croisement de deux bateaux dangereux ou même impossible, le passage est réglé par des signaux hissés au sommet de sémaphores.

A 2 Km au moins en amont et en aval de l'extrémité de la section dangereuse, un placard blanc portant un S noir ( Fig.10 ), apposé à la rive, invite le navigateur à signaler sa présence par un long coup de sifflet d'une 1/2 minute au moins.

La nature et la signification du signal hissé sont déterminées dans chaque cas et le fonctionnement de cette signalisation fait l'objet d'un "avis aux navigateurs", lequel figure dans les albums de balisages du cours d'eau.

#### 7) Poste d'information.

Ces postes sont mentionnés dans l'album de balisage. Ils sont signalés à la rive par un panneau de 1,25 x 0,60 m ( Fig.26 ) portant l'inscription P.I. suivie du numéro figurant dans l'album.

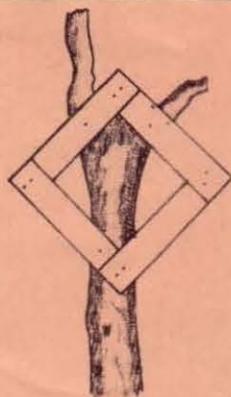


Fig.25

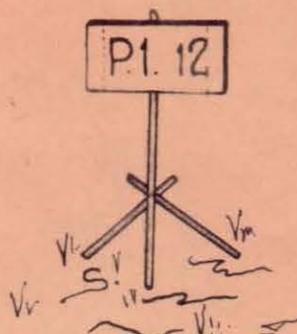


Fig. 26

Dans ces postes, l'officier-baliseur dépose un album complet de sa section scrupuleusement tenu à jour, et y inscrit tout renseignement susceptible d'intéresser les navigateurs. Ceux-ci sont invités, à leur passage, de signer un registre d'y inscrire la date, le nom du bateau, son tirant d'eau, le sens de marche, et d'y noter leurs remarques au sujet du balisage.

### III- MISE EN APPLICATION DU BALISAGE DE NUIT

#### A- HISTORIQUE.

La navigation de nuit sur le fleuve et le Kasai est envisagée depuis de longues années. Vers 1933 l'on songe de munir les bouées et signaux de rives de miroirs

métalliques et de prismes renvoyant vers le bateau les rayons lumineux émanant de son projecteur. Le système dut être abandonné. Les indigènes volaient les miroirs et les prismes étaient trop lourds sur les bouées.

Des expériences faites avec de la peinture fluorescente échouent également. La fluorescence était quasi nulle pendant l'obscurité et de jour, la teinte jaune sale de cette couleur la rendait peu visible.

A cette époque, malgré l'absence d'une signalisation lumineuse, la navigation de nuit se pratique assez couramment. A l'aide d'un projecteur puissant, le navigateur peut repérer les signaux de rive et les bouées, tout au moins dans certaines parties du cours d'eau. Il est toutefois évident que cette pratique exige du navigateur une tension soutenue et qu'un certain risque est encouru.

La mise en ligne des premiers remorqueurs équipés de moteur Diesel, propulsés par hélices, et ne devant plus, comme les vapeurs chauffés au bois, interrompre fréquemment leur voyage pour s'approvisionner en combustibles, les récentes crises de transport, faisant ressortir la nécessité d'accélérer la rotation du matériel fluvial, et les investissements toujours croissants que représente ce matériel moderne, nous ont amenés à assurer les possibilités d'une navigation de nuit ininterrompue présentant un caractère de sécurité aussi élevé de jour comme de nuit, ou du moins s'en approchant.

Des projets furent établis sur la base de bouées et balises lumineuses. Toutefois, devant les réelles difficultés de réalisation, les investissements énormes et les frais d'entretien et d'amortissement très élevés que comportaient ces solutions, le Service des Voies Navigables et Hydrographie revint au principe d'utiliser du matériel à pouvoir réfléchissant, la source lumineuse se trouvant à bord des bateaux.

En 1951 et 1952, suite à des expériences effectuées en collaboration avec les transporteurs, d'importantes commandes furent placées, concernant du matériel de balisage, et notamment 300 bouées muettes, 10 bouées lumineuses, et 70.000 plaquettes d'aluminium garnies de peinture à pouvoir réfléchissant "Scotchlite".

Le principe directeur est de donner de nuit au navigateur les mêmes indications que lui donne de jour le balisage très complet existant. Ainsi, le navigateur doit non seulement pouvoir repérer les signaux de balisage, mais encore les identifier aisément et à distance voulue.

Nous avons été conduits à reproduire de nuit les signaux de jour par une application judicieuse de matière réfléchissante.

Ce système est complété par l'emploi dans les larges pools et grands alignements de quelques bouées lumineuses à acétylène.

La mise en place des signaux nocturnes fut très rapide. Commencé en 1952, le balisage de nuit sera achevé au cours du premier semestre 1953.

#### B) DESCRIPTION DU BALISAGE DE NUIT TEL QUE REALISE A CE JOUR

### I) GENERALITES.

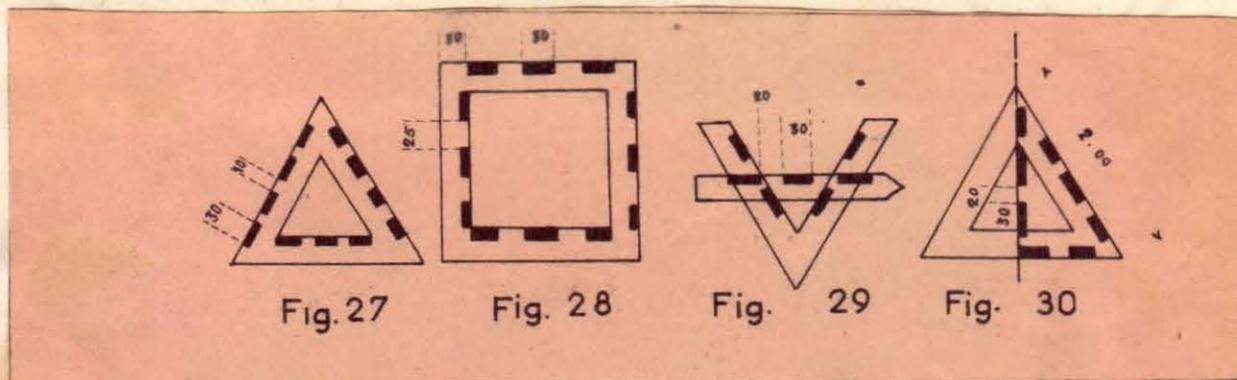
En principe dans le balisage de nuit sont reproduites, aussi fidèlement que possible, les formes et les couleurs des signaux du balisage de jour.

Les signaux de balisage, munis d'écrans réfléchissants, sont visibles, sous le feu d'un projecteur de 1000 Watt à faisceau mince, à des distances variant de 3 à 5 Km suivant l'étendue du signal et la couleur du Scotchlite.

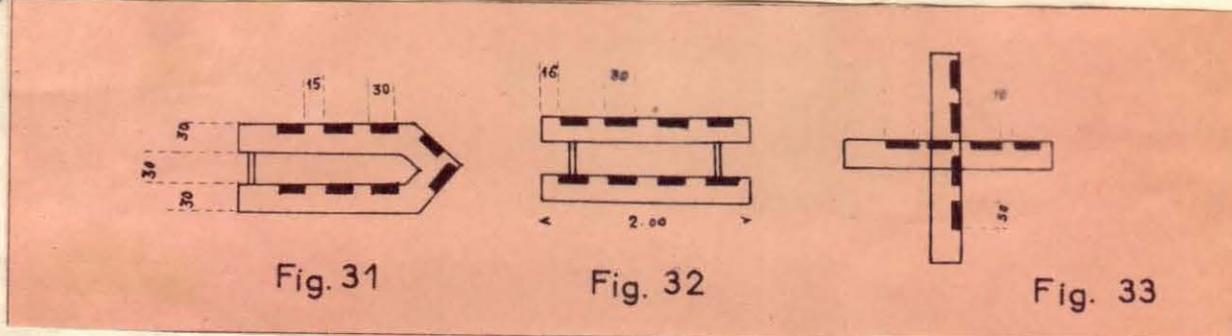
Dans les grands alignements où les distances entre signaux atteignent ou dépassent les 2 Km, il est fait usage de bouées lumineuses, non pas que cette mesure soit indispensable, mais pour faciliter la navigation par temps de visibilité réduite.

Le repérage de jour sur points remarquables et amers se fait de nuit au moyen de panneaux numérotés munis de Scotchlite.

### 2) SIGNAUX DE RIVE.



Les signaux de balisage de jour sont munis de scotchlite de qualité "Wide angle" pouvant refléter la lumière projetée sur le signal à un angle allant jusqu'à 80°.



Les figures n° 27 à 33 montrent les dispositions des plaquettes réfléchissantes utilisées.

### 3°) BOUEES

#### a) Bouées lumineuses.

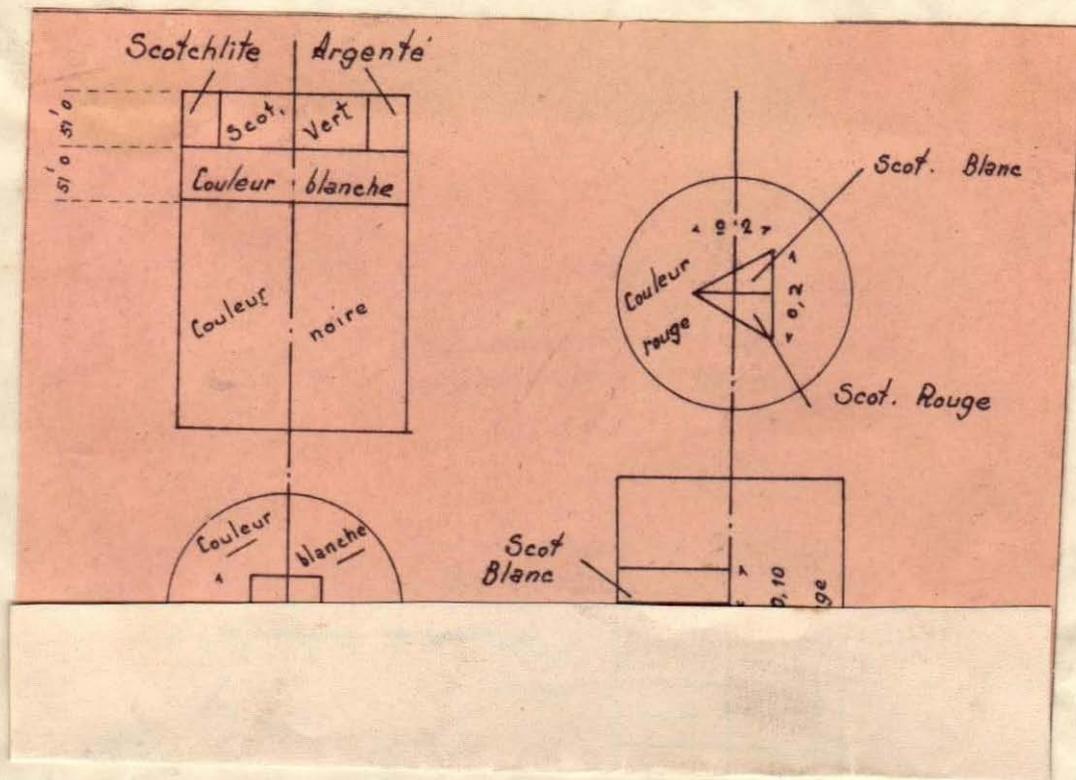
Les bouées lumineuses en usage sont en nombre fort restreint et aucune réglementation de fait n'a été arrêtée jusqu'à présent au sujet de la correspondance des feux et de la fonction de la bouée.

En principe, toutefois, il est retenu que la correspondance de signification des signaux de jour et de nuit doit être simple; ainsi, les bouées rouges seront en principe munies d'un feu rouge et garnies d'écrans réfléchissants rouges.

Les bouées noires seront munies d'un feu vert et garnies d'écrans réfléchissants verts. Les caractéristiques des feux à adopter ne sont pas encore arrêtées.

#### b) Bouées muettes.

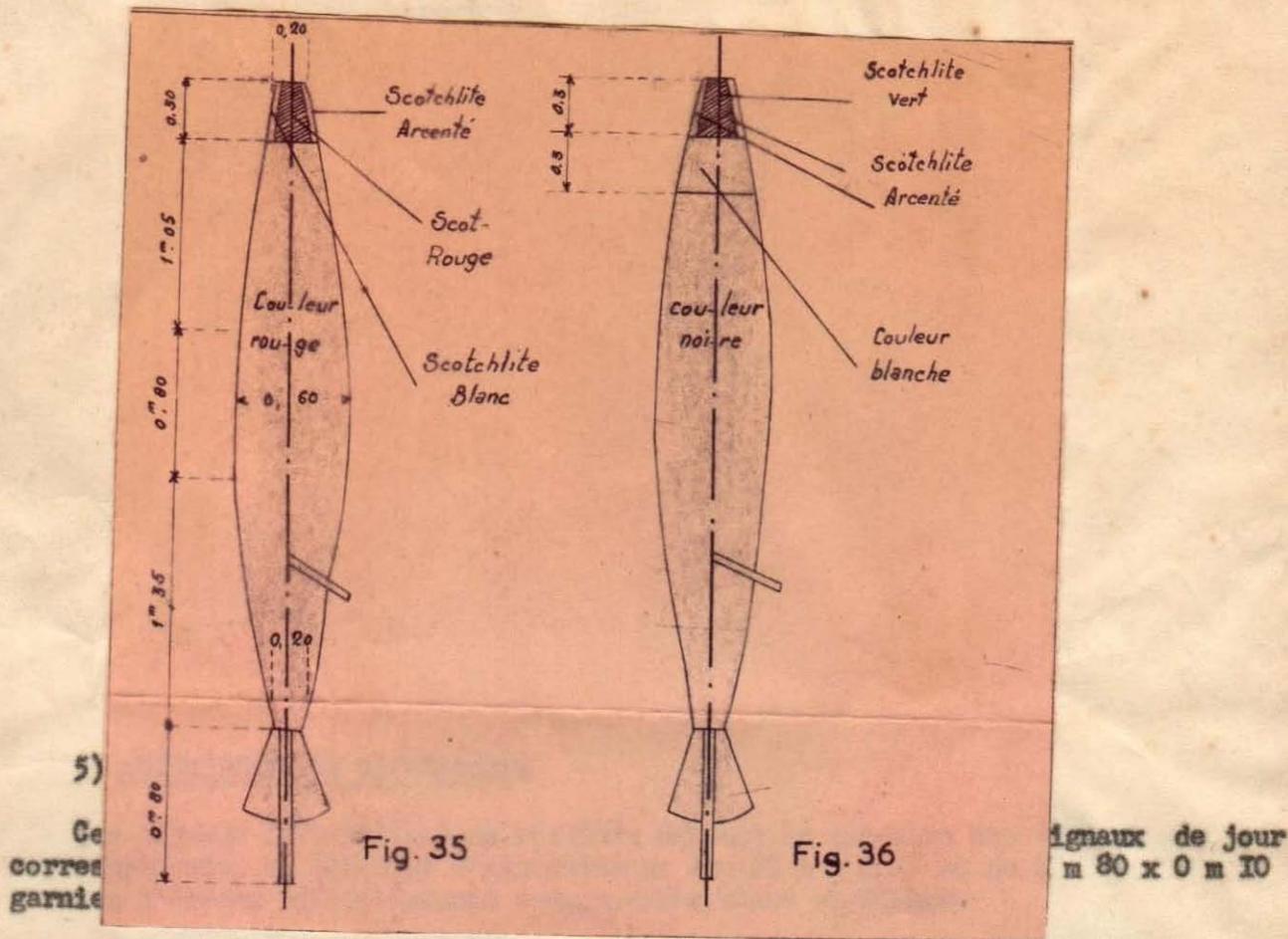
Les bouées de balisage de jour sont munies d'écrans réfléchissants de couleurs différentes suivant la destination de la bouée et sa signification ( voir figure 35 à 38 )



L'interposition de bandes argentées aux couleurs rouges et vertes est justifiée par la luminosité plus faible des produits de couleurs. Le repérage des bouées est ainsi facilité.

#### 4) BALISES ET SEMAPHORES.

Les mêmes principes appliqués ci-dessus sont admis pour les balises et sémaphores.



IV - MOYENS MIS EN OEUVRE POUR ASSURER LA NAVIGATION PAR TEMPS DE BROUILLARD ET DE MAUVAISE VISIBILITE

Il faut noter que dans les régions équatoriales traversées par le fleuve Congo et le Kasai le brouillard est toujours localisé et de courte durée. Pratiquement, il ne survient que de légers brouillards matinaux rapidement absorbés par les premiers rayons de soleil. Le problème de la navigation sans visibilité directe est donc d'importance relativement minime dans le stade actuel des transports.

Dés à présent, certaines unités de transport et un baliseur de service des Voies navigables et Hydrographie sont munis d'un équipement radar. Des essais ont été effectués, sans succès tangible, en vue de munir les bouées de voyants radar pour les rendre plus perceptibles sur l'écran.

Il n'a pas encore été procédé à l'établissement de cartes radar officielles de navigation. L'aide à la navigation par temps de brouillard et de mauvaise visibilité est au stade d'étude.-