

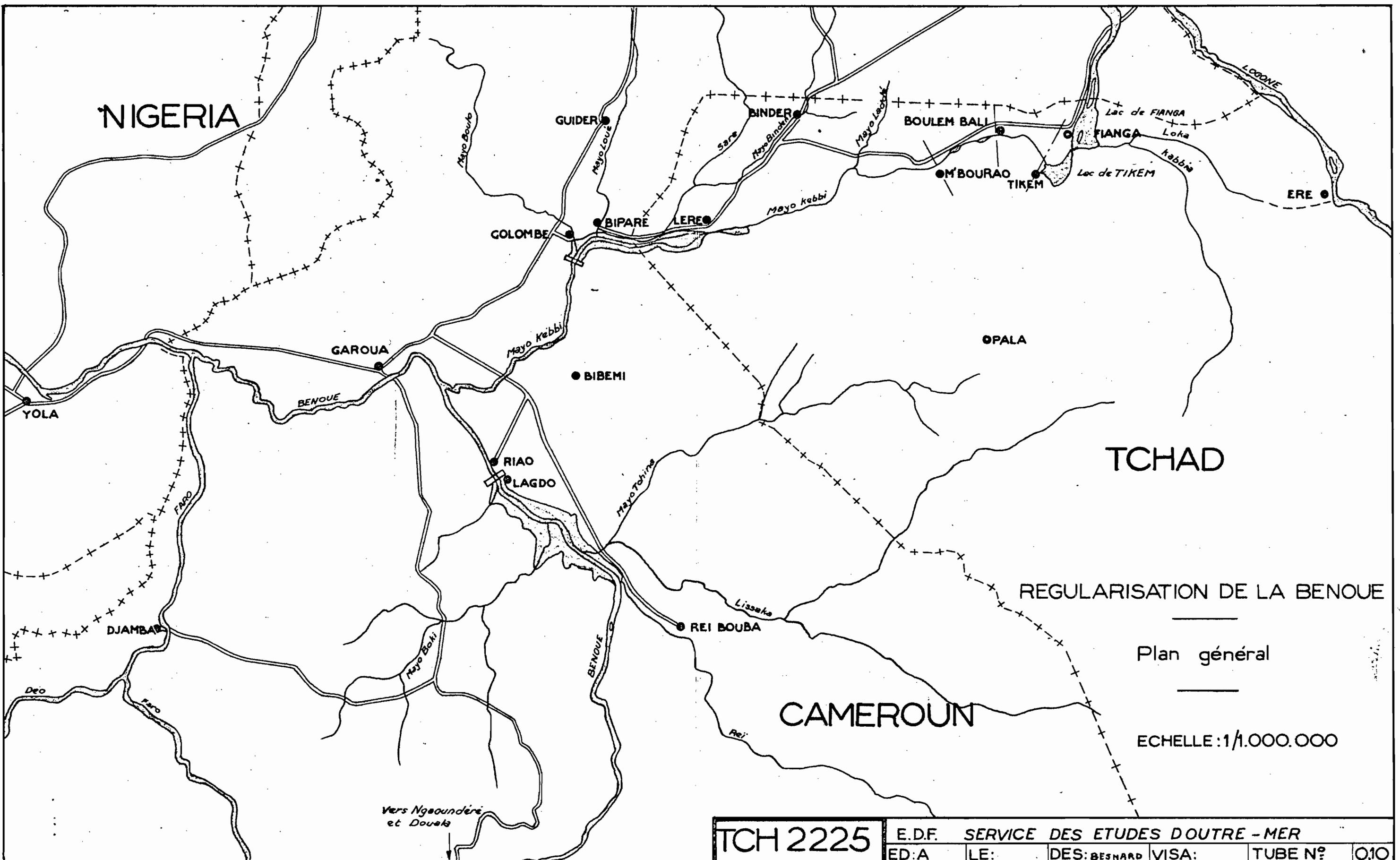
OFFICE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
D'OUTRE-MER

MISSION LOGONE-TCHAD

NOTE SOMMAIRE
SUR L'AMÉLIORATION
DE LA NAVIGABILITÉ
DE LA HAUTE-BÉNOUÉ

RODIER J.

NOVEMBRE 1950



NIGERIA

TCHAD

CAMEROUN

REGULARISATION DE LA BENOUE

Plan général

EHELLE: 1/1.000.000

Vers Ngaoundéré
et Douala

TCH 2225

E.D.F. SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER
ED:A LE: DES: BESNARD VISA: TUBE N° 010

NOTE SOMMAIRE sur l'AMÉLIORATION de la
NAVIGABILITE de la HAUTE-BÉNOUÉ

=====

S O M M A I R E

=====

- I- Régime de la Bénoué à Garoua
 - II- Conditions actuelles de la navigation sur la Haute-Bénoué
 - III- Possibilités d'amélioration des conditions de navigation
 - IV- Caractéristiques des réservoirs projetés
- Conclusion.

-0-0-0-0-0-0-0-0-

I - REGIME de la BENOUE à GAROUA

La BENOUE prend sa source à 1200 m. d'altitude, sur le plateau de l'Adamaoua, au Nord de NGAOUNDERE.

De direction générale Nord-Sud, elle reçoit, peu après sa descente de la falaise constituant le rebord de ce plateau, une série d'affluents secondaires et à 25 km à l'amont de GAROUA, son principal affluent rive droite, le MAYO-KEBI. Elle prend alors la direction Est-Ouest, passe à GAROUA, puis reçoit sur sa rive gauche, le FARO, à son entrée en territoire britannique, à 400 km. de sa source. Le débit du FARO est, très probablement, voisin de celui de la BENOUE à GAROUA.

Depuis le pied de la falaise de l'Adamaoua, la pente de la BENOUE est très faible, de 0,40 m/km, au confluent de la Rei, à 0,10 m/km, au voisinage de GAROUA.

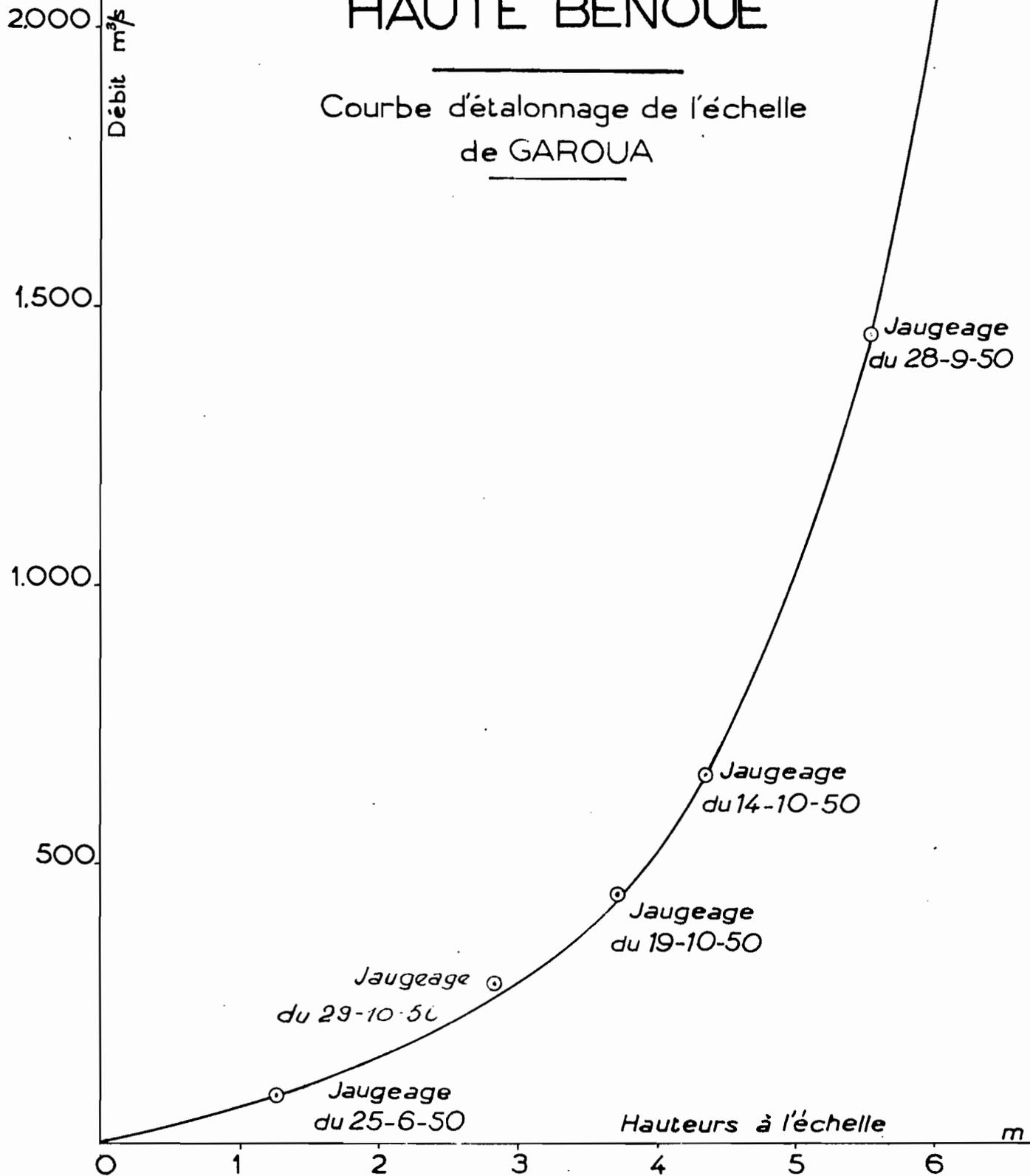
Le bassin versant de la BENOUE à GAROUA a une superficie de 65.000 km² environ, dont 31.000 correspondent au bassin du MAYO-KEBI.

Le régime de la HAUTE-BENOUE est connu grâce aux

.../...

HAUTE BENOUE

Courbe d'étalonnage de l'échelle
de GAROUA



TCH 2212

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE . SERVICE DES ÉTUDES D'OUTRE-MER

ED. A

LE: 6/11/50

DES: Besnard

VISA:

TUBE N°:

B 0

observations de l'échelle limnimétrique du port de GAROUA, dont on peut retrouver des relevés jusqu'en 1930.

La Mission Logone-Tchad a pu établir, tout récemment, par l'exécution d'une série de jaugeages, une courbe d'étalonnage de cette échelle (courbe n° 1). Cette courbe d'étalonnage provisoire (1), permet de transformer en débits les hauteurs d'eau lues à l'échelle avec une précision de 6 à 7 %.

On a donc tracé, sur le graphique n° 2, les variations du débit à GAROUA pour l'année 1949 (année faible).

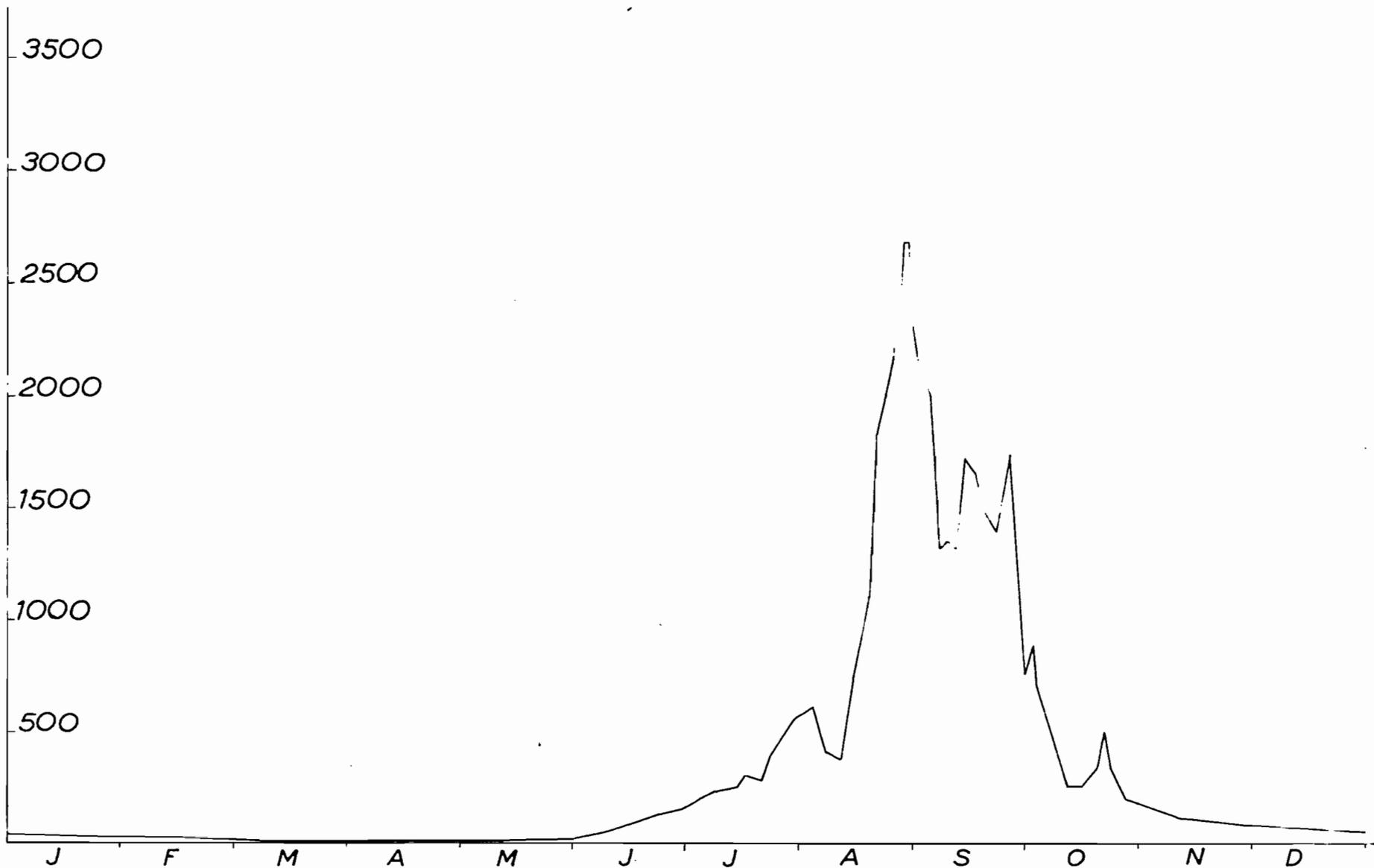
L'examen de cette courbe montre que le régime hydrologique s'apparente au régime tropical pur avec une crue unique très forte (3.000 m³/sec.) et très brutale de début Août au 15 Octobre et une très longue période de basses eaux à très faible débit (quelques centaines de litres par seconde, à l'étiage absolu).

Le débit moyen journalier, ou module, est de 450 m³/sec. en année moyenne, ce qui correspond à un volume écoulé de 13,5 milliards de m³.

Les variations de débit sont d'ailleurs en parfait
.../...

(1) La courbe définitive plus précise sera déterminée en 1951.

Débits de la BENOUE à GAROUA. 1949



TCH 2213

ED. A

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ÉTUDES D'OUTRE-MER

LE: 6/11/50

DES: Bernard

VISA:

TUBE N°:

B O

accord avec les conditions pluviométriques du bassin versant. La hauteur moyenne des précipitations est de l'ordre de 1500 mm. pour la HAUTE-BENOUE et de 500 mm. pour le MAYO-KEBI.

La rapidité des crues s'explique :

- par le caractère brutal des précipitations, surtout pour le MAYO-KEBI, à tendances légèrement subdésertiques,
- par la simultanéité du maximum de précipitations sur tous les points du bassin versant,
- par la disposition en éventail des principaux affluents d'où il résulte que toutes les crues partielles arrivent en même temps à GAROUA.

Le débit maximum de la crue est très variable d'une année à l'autre, sans qu'il soit possible de donner de précision à ce sujet, car on ne saurait, actuellement, extrapoler la courbe de jaugeages n° 1, au-delà de 2.500 m³/sec. sans risque d'erreurs très importantes.

Les conditions hydrologiques naturelles sont, comme nous allons le voir, assez peu favorables à la navigation, en l'absence de tout ouvrage de régularisation.

II - CONDITIONS ACTUELLES de la NAVIGATION

sur la HAUTE-BENOUÉ

=====

La BENOUÉ, puis le NIGER, sont navigables depuis le port de BURUTU, à l'embouchure, jusqu'à GAROUA et même jusqu'au village de Hião, à 60 km. à l'amont.

La durée moyenne de la période de navigation sur le fleuve varie de l'amont à l'aval. Elle est précisée par le tableau ci-dessous qui correspond à l'année moyenne et à un tirant d'eau atteignant 2 m. au maximum (1), comme c'est le cas pour la flottille assurant le trafic entre GAROUA et la moyenne BENOUÉ:

de BURUTU à LOKODJA	: 11 mois	: fin Janvier à fin Décembre
LOKODJA à MAKURDI	: 6	: Juin à Novembre
MAKURDI à YOLA	: 3 1/2 à 4	: Juillet à Octobre
YOLA à GAROUA	: 2 mois	: Début Août à fin Septembre

(1) On note une très légère tendance à la réduction de ce tirant d'eau dans les unités mises récemment en service, mais il conviendrait d'étudier de près ce qu'une modification plus importante de ce tirant d'eau permettrait de gagner quant à la prolongation de la durée de la navigation au-delà de MAKURDI.

La HAUTE-BENOUE constitue une des voies d'évacuation et de ravitaillement normales du Nord Cameroun, du Tchad et d'une partie de l'Oubangui, par l'intermédiaire du port de GAROUA.

Le trafic, exportations + importations, de ce port a dépassé légèrement 26.000 tonnes en 1950.

Le tonnage de produits exportés :

- arachides et surtout coton,
est légèrement supérieur au tonnage de produits importés :
- ciment, essence, fer à béton, profilés, sel, produits divers.

On prévoit un tonnage total de l'ordre de 40.000 tonnes pour les prochaines années (importations + exportations).

Les exportations de coton et d'arachides sont susceptibles d'augmenter, les importations de ciment, de fer à béton également, par suite des grands travaux en cours; de même, les importations d'essence, la Shell installant des tanks importants à GAROUA.

A noter que les territoires entre le Logone et l'Oubangui, actuellement, au début de leur développement, ont tendance à abandonner la voie d'évacuation classique, Oubangui-Congo Océan-Pointe Noire, pour les voies d'éva-

uation plus courtes, passant par le Cameroun et le Nigéria et aboutissant à DOUALA ou BURUTU, ce qui tend à favoriser le développement de GAROUA.

La navigation est assurée entre GAROUA et YOLA par une filiale de la Niger Company qui utilise des trains fluviaux, constitués en général, par un vapeur de 400 tonnes, trainant deux chalands de tonnage du même ordre. Cette flottille fait un certain nombre de navettes entre GAROUA et YOLA en Août et Septembre et est en service sur le reste du fleuve pendant le reste de l'année.

Les opérations de chargement et de déchargement sont effectuées grâce à deux quais construits en 1947-48 :

- un quai de 6 m. de haut, de 120 m. de long dit "Grand Quai",
- un quai de 3 m. de haut, de 60 m. de long dit "Petit Quai".

Un équipement mécanique intéressant et l'éclairage nocturne des quais permettent d'accélérer les manutentions.

Les principales difficultés de la navigation sur la HAUTE-BENOUÉ résultent de son régime hydrologique tel qu'il a été exposé plus haut. Ce sont :

1°) la brièveté de la période de hautes eaux, par-

.../...

fois réduite à un mois et demie (1949),

2°) le caractère brutal et difficile à prévoir de la montée et de la descente des eaux. On observe, parfois, des baisses du plan d'eau de 0,50 m. en 24 heures à GAROUA.

La durée de la navigation peut être réduite pratiquement à un mois, le trafic étant arrêté prématurément de façon à éviter les dangers d'une décrue précoce.

Ces difficultés sont encore aggravées par la grande importance du débit minimum de navigabilité, de l'ordre de 800 m³/sec. en fin des hautes eaux, caractéristique que nous préciserons plus loin. Ce fort débit, surabondant pour la navigation aux environs de GAROUA, est imposé par la grande largeur du lit de la BENOUE à l'aval du confluent du FARO (le lit étant encombré de bancs de sable) et par le fort tirant d'eau des chalands utilisés (jusqu'à 2 m.) tirant d'eau nettement plus important que celui des plus gros chalands utilisés sur le HAUT-NIGER ou le LOGONE. Nouvelle raison pour étudier les possibilités d'une flottille à moindre tirant d'eau.

Les deux dernières années donnent des exemples frappant des conditions précaires de la navigation sur la HAUTE-BENOUE.

En 1949, la période de hautes eaux a été très

.../...

brève et la décrue précoce. Quatre navires qui avaient quitté YOLA pour GAROUA ont dû faire demi-tour, deux autres n'ont évité d'extrême justesse, l'échouage définitif, que grâce à des déchargements.

2.400 tonnes de marchandises pour GAROUA n'ont pu être acheminées par voie d'eau. 2.500 tonnes de coton sont restées sur les quais de GAROUA (de ces 2.500 tonnes seules 500 tonnes ont pu être acheminées sur DOUALA par la route).

En 1950, les conditions hydrologiques ont été favorables, mais la compagnie de navigation redoutant une décrue aussi désastreuse que l'année précédente, a dû mettre en oeuvre une quantité de main-d'oeuvre disproportionnée avec le tonnage à transiter. C'est ainsi que l'on a chargé, pendant plusieurs jours, jusqu'à 2.600 tonnes en 24 heures, avec travail de nuit.

Les derniers navires ont quitté GAROUA prématurément et près de 2.000 tonnes de marchandises sont restées en souffrance entre MAKURDI et le Nord Cameroun qui, comme le Tchad, manque actuellement de sucre et de farine, probablement de ce fait.

Enfin, les quantités d'essence transportées auraient dû être beaucoup plus élevées, les aérodrômes de GAROUA et de NGAOUNDERE disposent actuellement d'un stock

tout-à-fait insuffisant.

On peut en déduire que sans aménagements hydrauliques importants, les conditions de navigation sur la HAUTE-BENOUÉ sont loin d'être satisfaisantes dans la période actuelle.

La Compagnie de navigation ne pourra faire face au développement certain du trafic qu'à condition d'augmenter très sérieusement sa flottille qui continuera de travailler dans de mauvaises conditions.

Jusqu'ici la très faible durée des hautes eaux interdit pratiquement l'exploitation de cette voie navigable par une compagnie française. Les navires resteraient inutilisés, en effet, pendant la plus grande partie de l'année, car ils ne pourraient pas, comme les navires britanniques, être utilisés dans la partie aval du NIGER pendant la saison sèche.

III - POSSIBILITES d'AMELIORATION des CONDITIONS
de NAVIGATION

A - Débit limite de navigation.

Si, sur le parcours YOLA-GAROUA, la section du fleuve la moins profonde se trouvait à GAROUA, la durée exacte de la période de navigation serait exactement définie par le nombre de jours pendant lequel le débit à GAROUA serait supérieur à un débit limite, Q_L , défini comme suit.

Q_L serait le débit le plus faible pour lequel le navire de la flottille dont le tirant d'eau est le plus élevé puisse passer sans danger d'échouage.

En réalité, la question est plus complexe : la région du fleuve la plus difficile à franchir au début et à la fin des hautes eaux est à l'aval du confluent du FARO, rivière à pente relativement forte, chariant, en crue, des quantités très importantes de sables grossiers. Le lit s'élargit à l'aval du confluent, est encombré de très nombreux bancs de sables, alors qu'il reste bien calibré dans la région de GAROUA.

Le débit Q_L dans cette région est bien déterminé. Malheureusement, il n'y a jamais eu aucune échelle limnimé-

trique dans cette zone du fleuve. Il n'est pas impossible d'en installer, mais, on ne saurait étudier un problème aussi important que celui qui nous intéresse sans disposer d'observations s'échelonnant sur dix ans au moins. Seule la station de GAROUA répond à cette condition.

Le régime du FARO est très analogue à celui de la HAUTE-RENOUE, ses crues coïncident sensiblement avec celles de ce fleuve, ce qui simplifie le problème.

On peut définir sur la RENOUE, à GAROUA, un débit limite Q_{1B} et sur le FARO un débit limite Q_{1F} atteint le même jour à la crue ou à la décrue, tel que :

$$Q_{1B} + Q_{1F} = Q_L.$$

Si le parallélisme entre les régimes du FARO et de la RE-NOUE était parfait, on retrouverait toujours pour Q_{1B} la même valeur pour une valeur donnée de Q_L . Il n'en est pas tout-à-fait ainsi et, en fait, nous trouverons pour Q_{1B} des valeurs légèrement différentes dont nous prendrons la moyenne.

En outre, on conçoit qu'en pleine crue du FARO, on peut parfaitement abaisser le débit à GAROUA nettement en dessous de la moyenne de Q_{1B} trouvée au début et à la fin de la crue, sans gêner la navigation, car ce qui importe c'est le débit total à l'aval du FARO.

En effet, en pleine crue du FARO :

$$Q_{\text{FARO}} \quad Q_{1F}$$

donc, on peut admettre :

$$Q_{\text{BENOUE}} \quad Q_{1B}$$

à condition que :

$$Q_{\text{FARO}} + Q_{\text{BENOUE}} \quad Q_T$$

Les navires peuvent circuler entre GAROUA et le FARO pour un débit nettement inférieur à Q_{1B} , la disposition du lit étant beaucoup plus favorable qu'à l'aval.

On voit, qu'en fait, le débit limite à GAROUA est variable : il est maximum en début et en fin de crue et minimum au maximum de crue.

Ce débit limite peut être déterminé à partir des éléments suivants :

Le 30 Septembre 1949, un navire parti de GAROUA pour YOLA a dû être déchargé pour éviter l'échouage (débit correspondant, immédiatement à l'amont du FARO, 800 m³/sec). Les navires partis le 5 Octobre ont dû faire demi-tour ($Q = 700$ m³/sec.).

En Août 1950, les navires ont attendu à YOLA jusqu'au moment où, selon l'appréciation du commandant de la flottille, ils ont pu gagner GAROUA sans danger.

Ils sont passés à l'aval du FARO le 10 Août, alors

que le débit de la BENOUE, venant de GAROUA, était de 750 m³/sec. (h = 4,60 m.).

On constate qu'au début et à la fin des hautes eaux, Q_{1B} est voisin de 750 m³/sec., à titre de sécurité nous supposerons 800 m³/sec. correspondant à h = 4,80 m.

Par contre, au maximum de la crue du FARO on pourrait abaisser, sans inconvénient, le débit de la BENOUE nettement au-dessous de 800 m³/sec., comme on a pu le constater les 12 et 13 Août 1950. Le niveau de la BENOUE à GAROUA est descendu en dessous de 4,20 m., et il n'en est résulté aucune difficulté pour la navigation; le débit du FARO n'avait probablement pas baissé dans les mêmes proportions.

On en déduit qu'en dehors du début et de la fin de la crue, on pourrait, sans danger pour la navigation, abaisser le débit à GAROUA à 600 m³/sec. correspondant à h = 4,20 m.

Enfin, si par un moyen quelconque on pouvait augmenter le débit de la BENOUE à GAROUA, après la fin des hautes eaux dans la région, il faudrait un débit limite Q_{1B} nettement supérieur à 800 m³/sec. puisque le débit du FARO serait nettement plus faible qu'en fin de hautes eaux. Cette dernière valeur ne pourra être déterminée avec précision que lorsque le régime du FARO sera bien connu. A titre

provisoire, nous admettons 1.000 m³/sec. ($h = 5,05$ m).
Ces débits limites sont très élevés.

B - Possibilités d'augmentation de la durée de navigation.

On peut utiliser deux procédés :

1°) Abaisser la valeur du débit limite Q_L en rectifiant le lit de la BENOUE, à l'aval du FARO, par divers moyens, par exemple la mise en place d'épis, comme pour l'ELBE. Mais, on observera que la montée et la descente des eaux sont très brutales; par suite, la diminution de Q_L ne conduira pas à une augmentation substantielle de la durée de navigation.

En outre, les travaux de rectification de lit sont très délicats, très coûteux, exigeant une surveillance et un entretien constant.

2°) Ne laisser passer, à GAROUA, pendant la crue, que le débit limite, mettre les excédents en réserve et les écluser au moment de la décrue de façon à prolonger la période de navigation. On maintiendrait, dans le fleuve, après la fin de la crue, un débit légèrement supérieur au débit limite (1.000 m³/sec.). Cette solution conduit à l'aménagement de grands réservoirs.

Il faut noter que dans ces conditions, on lâcherait au début de la saison sèche, un débit très important à

l'aval du confluent FARO-BENOUE (de l'ordre de 1.000 m³/s) alors que le débit du FARO est très réduit. Il est probable que l'on créerait ainsi dans cette région un chenal bien marqué, moins net cependant que celui qui serait obtenu par les procédés envisagés dans la première solution. La création de réservoirs conduirait donc également à une amélioration notable du lit de la rivière au confluent du FARO.

C - Volume disponible pour la régularisation partielle.

Pour évaluer ce volume, nous avons pris comme base la courbe des variations des débits de la BENOUE en 1949, la plus défavorable pour la navigation qui ait été observée depuis une dizaine d'années au moins.

Cette courbe a été obtenue à partir de la courbe limnimétrique relevée par l'observateur de la King Limited Company. De nombreux recoupements ont montré que les observations avaient été sérieuses.

La courbe d'étalonnage utilisée est celle dont il est question au chapitre I.

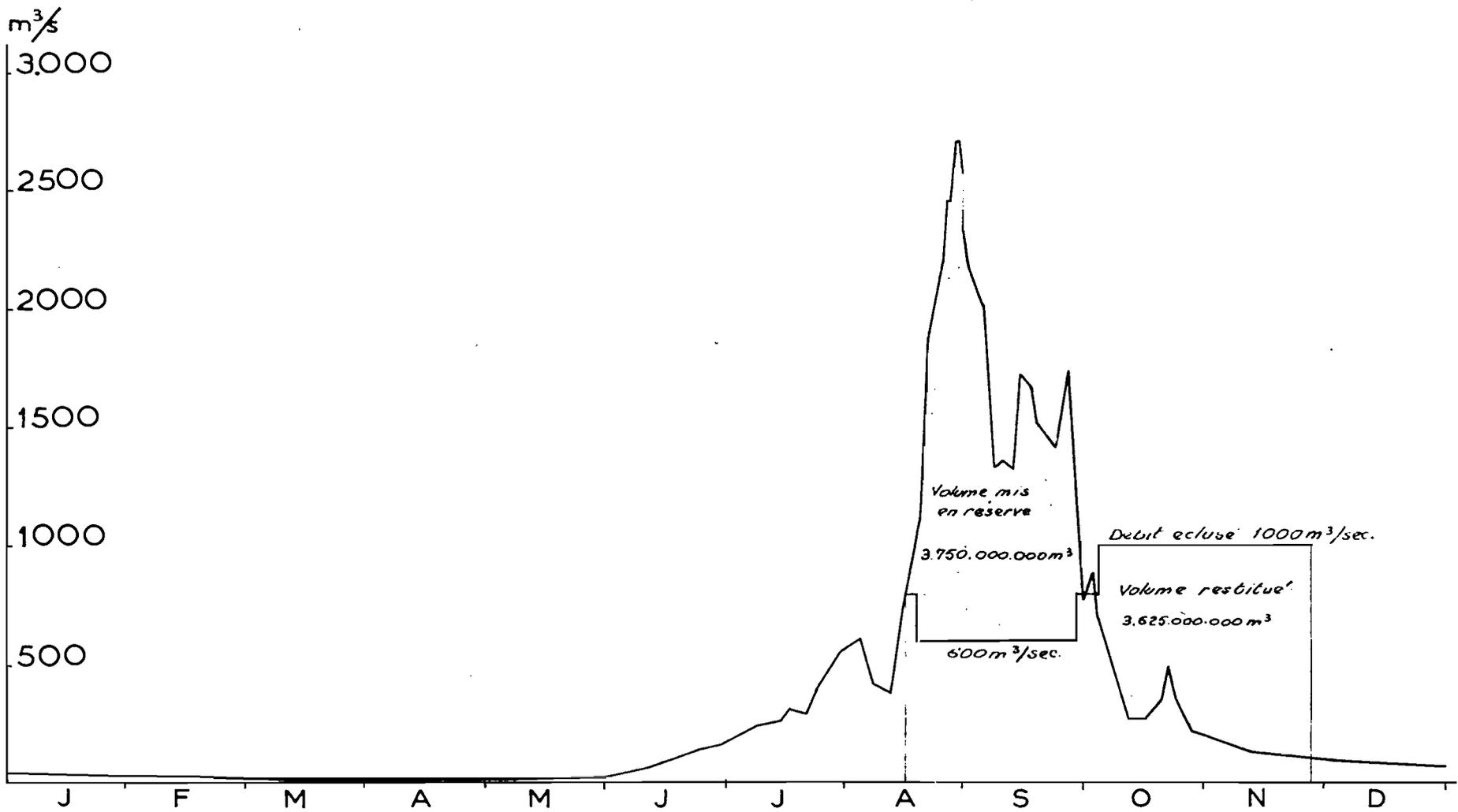
Le nombre de jaugeages qui ont permis de l'établir est suffisant et la dispersion des résultats semble très faible (voir courbe n° 2).

Nous supposons que le débit maintenu dans la

Régularisation partielle de la BENOUE 1949

TCH 2217

ED: ELECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER
 LE: 9.11.50 DES: BESNARD VISA: TUBE N°: BO



BENOUE est de 800 m³/sec. au début de la crue et à la fin,
 600 m³/sec. pendant la crue
 1.000 m³/sec. immédiatement après la fin de la
 période de navigation telle qu'elle existe actuellement
 (voir courbe n° 3).

En réalité, les règles d'exploitation seraient
 moins rigides, les éclusées seraient déterminées en fonc-
 tion des hauteurs d'eau relevées sur le FARO et transmises
 par téléphone ou radio à GAROUA, mais les quantités d'eau
 éclusées seraient voisines de celles que nous trouverons.

Par ailleurs, les réservoirs ne peuvent pas faire
 de régularisation interannuelle, les pertes par évapora-
 tion seraient énormes pendant toute la saison sèche.

Enfin, on suppose que, pendant le début de la
 montée des eaux, on ne constitue aucune réserve afin de ne
 pas retarder le début de la navigation à l'aval de YOLA.

Dans ces conditions, le volume total écoulé par
 le BENOUE, à GAROUA, en 1949, est de :

9.500.000.000 m³

au lieu de :

13.500.000.000 m³

en année moyenne (1947).

Les apports susceptibles d'être mis en réserve
 sont égaux respectivement à :

.../...

1.580.000.000 m³ en Août 1949

2.170.000.000 m³ en Septembre 1949

soit au total :

3.750.000.000 m³
 =====

Cette réserve serait reportée à fin Septembre, Octobre et Novembre (débit limite, 1.000 m³/sec).

On trouve :

- Complément pour Septembre (Complément pour deux jours)	15.000.000 m ³
- Débit écoulé en Octobre 1949	1.020.000.000 m ³
- Débit nécessaire	2.680.000.000 m ³
- Complément pour Octobre	1.460.000.000 m ³
- Débit écoulé en Novembre 1949	280.000.000 m ³
- Débit nécessaire	2.590.000.000 m ³
- Complément pour Novembre	2.310.000.000 m ³
	15.000.000 m ³
	1.460.000.000
	2.310.000.000

- Complément total nécessaire	<u>3.735.000.000 m³</u> =====

On dispose de :

3.750.000.000 m³ - VE

VE : pertes par évaporation.

.../...

En cette saison la perte par évaporation est de l'ordre de 7 mm/jour :

42 cm. pour 60 jours

soit pour une surface moyenne de 300 km² une perte de :

125.000.000 m³

La quantité d'eau disponible serait de :

3.625.000.000 m³

=====

Il manquerait 160.000.000 m³ pour régulariser jusqu'à fin Novembre ce qui correspond au complément des deux derniers jours (70.000.000 m³ par jour). Nous admettrons trois jours.

On en déduit que, si l'on trouve des réservoirs suffisants, on aurait pu assurer la navigation sur la BENOUE, à GAROUA, en 1949 :

- depuis le 17 Août (inclus) jusqu'au 27 Novembre (inclus)

- soit pendant 103 jours

- sensiblement 3 mois 1/2.

=====

En année moyenne, le volume susceptible d'être mis en réserve, serait suffisant pour permettre la navigation pendant quatre mois.

D - Possibilité de prélèvement sur le LOGONE.

Actuellement, le LOGONE fournit à la BENOUE, au

.../...

moment de la capture, un certain apport qui n'a pas encore été précisé par la mission, puisque ce phénomène vient juste de se terminer, mais on peut l'estimer compris entre 100 et 200.000.000 m³, avec un débit maximum de 100 à 150 m³/sec.

En prenant toutes précautions utiles pour éviter l'aggravation des risques de capture totale (1), on pourrait prélever 300 m³/sec. au lieu de 100 à 150, pendant la pointe de crue du LOGONE, soit un mois au lieu de 10 à 15 jours. Il en résulterait un apport supplémentaire de 600.000.000 m³ qui arriverait à GAROUA un mois après, vers le 15 ou le 20 Octobre, au plus tôt.

L'utilisation de ces 600.000.000 m³ pourrait alors se faire sans réservoir, ce qui est particulièrement intéressant. Pour diverses raisons, il est moins facile de créer de très grands réservoirs sur le MAYO-KEBI que sur la HAUTE-MENOUÉ.

Cet apport maintenu constant, même en année sèche, permettrait de réserver à l'agriculture 400 à 500.000.000 m³.

(1) En particulier, la dépression principale serait barrée vers le bec de capture et on utiliserait la dépression Nord (seuil de Dana).

Il semble difficile d'augmenter la valeur du débit prélevé au-delà de 300 m³/sec. qui correspond à la capacité maximum du M^AYO-KEBI de FIANGA à M^ABOURAO. Il faudrait alors entreprendre des travaux énormes.

Pour le LOGONE, ce prélèvement ne causerait aucun préjudice :

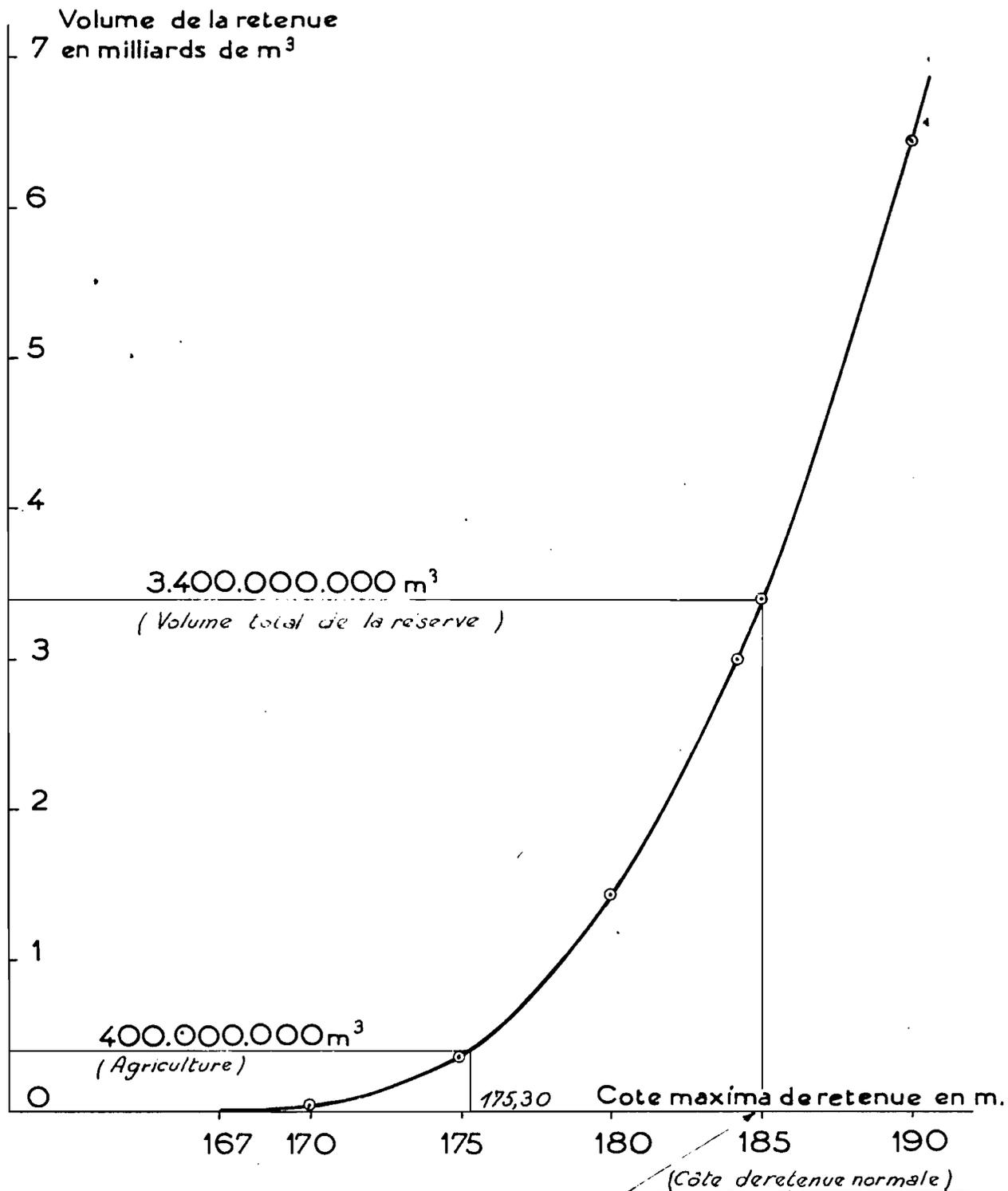
1°) A cette époque, il ne saurait gêner, ni la navigation, ni l'agriculture, la hauteur d'eau sur les terres à riz est généralement trop élevée.

2°) Les répercussions sur l'alimentation du lac Tchad seraient insignifiantes. Le CHARI et le LOGONE roulent, en effet, 40.000.000.000 de m³ environ. Le prélèvement opéré sur le LOGONE correspondrait à 1,5 % de cet apport.

3°) En cas de crue exceptionnelle, le débit prélevé atteindrait 400 m³/sec. environ, ce qui réduirait d'autant la crue du LOGONE sans causer de dégâts sur la HENOUÉ, cet apport de 400 m³/sec. arrivant à GAROUA, nettement après la crue de la HENOUÉ.

Réserve de LAGDO

Courbe de remplissage



TCH 2216

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ÉTUDES D'OUTRE-MER

ED:

LE: 9-11-50

DES: Besnard

VISA:

TUBE N°:

B 0

TCH 2215

ED:

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE . SERVICE DES ÉTUDES D'OUTRE-MER

LE: 8.11.50

DES: GAUTHIER

VISA:

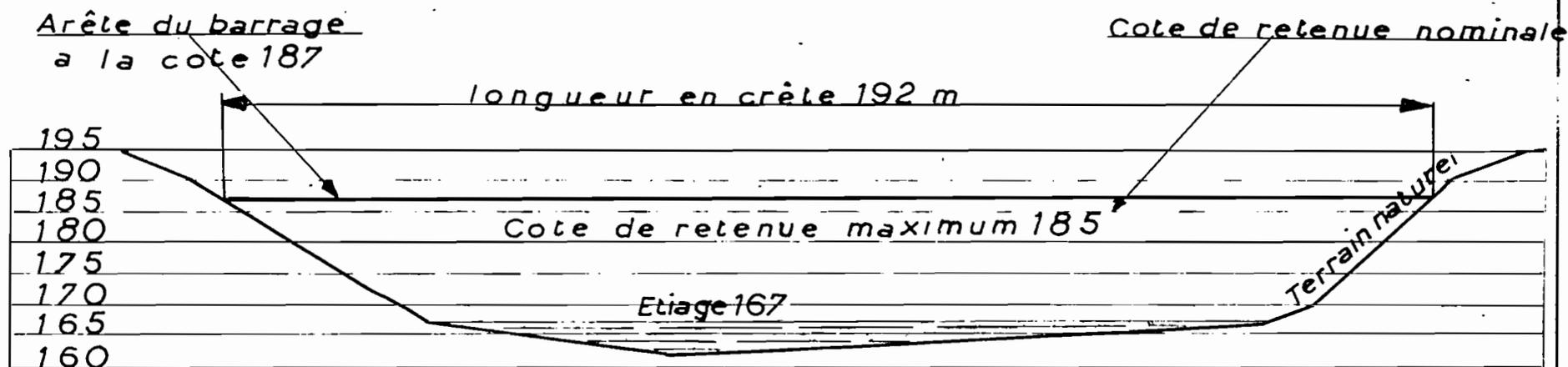
TUBE N°:

BO

DEFILÉ DE LAGDO

PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLÉE

ECHELLE 1/1.000



IV - CARACTERISTIQUES des RESERVOIRS PROJETES

.....

a) Une première prospection sur le FARO inférieur n'a révélé aucun site de barrage intéressant.

b) Sur la HAUTE-BENOUE, un seul emplacement possible : le site de LAGDO où une arête de granit barre toute la vallée du fleuve.

Ce site est absolument exceptionnel ainsi qu'on peut le voir sur le profil en travers et la courbe de remplissage ci-joints.

La courbe de remplissage a été établie grâce à un levé de reconnaissance de la cuvette comportant l'exécution d'une centaine de kilomètres de cheminements topographiques secondaires à partir de deux points de nivellement, l'un à l'amont, l'autre à l'aval, déterminés par les brigades de nivellement de l'I.G.N. Les cotes de ces deux points ont été mesurées par ces brigades en partant du grand nivellement du Lac Tchad à la mer et en suivant les mêmes méthodes. Elles présentent donc de sérieuses garanties d'exactitude et de précision.

Ces courbes montrent qu'il est possible d'emmaga-
.../...

siner 6.500.000.000 m³ avec cote de retenue maxima à 195 soit 32 m. au-dessus du fond du lit de la rivière (barrage de 34 m. de haut). Les études pluviométriques et un certain nombre de recoupements donnés par l'étude comparative des échelles du MAYO-KEBI et de la BENOUE montrent que les apports à LAGDO seraient suffisants pour remplir un tel réservoir.

Cependant, en année sèche, on ne dispose que de 3.750.000.000 m³ d'excédent sur la BENOUE et le MAYO-KEBI.

D'autre part, il semble nécessaire de prévoir un réservoir sur le MAYO-KEBI. Il serait difficile, en effet, d'alimenter uniquement GAROUA avec le MAYO-KEBI pendant les hautes eaux, même avec l'appoint d'écluse de LAGDO.

Les crues du MAYO-KEBI, aux mois d'Août et Septembre, sont plus brutales que celles de la BENOUE (régime à tendances subdésertiques des affluents rive droite) et le manque de réservoirs pourrait conduire à des pertes d'eau importantes.

Le ou les réservoirs sur le MAYO-KEBI devraient correspondre à plusieurs centaines de millions de m³. Pour ces diverses raisons, il semble inutile de prévoir plus de 3.400.000.000 m³ à LAGDO (dont 400.000.000 seraient réservés

à l'agriculture) (1).

Dans ces conditions, les caractéristiques du réservoir seraient les suivantes :

- cote de retenue maxima	185
- cote de la crête du barrage	187
- cote de l'eau à l'étiage	167
- cote du fond du lit	163
- hauteur maxima	24 m.
- longueur en crête	192 m.
- volume d'enrochements nécessaire ...	160.000 m ³
- volume réservé à la navigation	3.000.000.000 m ³
- " " aux irrigations	400.000.000 m ³
- marnage de Septembre à Novembre	10 m.

On a supposé les enrochements en très gros éléments versés en vrac, avec talus à 1,6 sur 1 à l'amont et à l'aval.

Les conditions de réalisation sont éminemment favorables.

Les appuis sont en granit assez diaclasé, mais qui peuvent, d'une part, offrir des conditions de stabilité

(1) A moins que l'on juge indispensable d'y réserver une tranche importante pour la protection contre les crues exceptionnelles.

suffisante, d'autre part, fournir des matériaux de carrière satisfaisants.

Le sable de la BENOUE a une granulométrie convenable.

Le ciment et le gros matériel peuvent être apportés en chaland jusqu'à proximité du barrage où aboutit, dès à présent, une piste secondaire.

Il existe, à la cote 185, un col rocheux voisin du barrage où peut être prévu l'ouvrage de régularisation.

L'existence de ce col et la valeur très faible du débit en basses eaux (moins de 1 m³/s. pendant six mois) permettront d'éviter l'exécution d'une galerie de dérivation provisoire et faciliteront les travaux.

Dans ces conditions, on peut estimer, très approximativement, le barrage lui-même à moins de :

200.000.000 Frs C.F.A.

Les ouvrages de dérivation qui, en première approximation, devraient dériver 600 m³/sec. à la cote 175, coûteront de l'ordre de : 700.000.000 Frs C.F.A.

(10.000 m³ de béton faiblement armé, 800.000 m³ de terrassement et les vannes) (1).

(1) Au cas où, dans le but de réduire au strict minimum l'importance des aménagements, on ne construirait pas de barrage sur le MAYO-KEBI, malgré les inconvénients signalés plus haut, le débit à dériver passerait à 800 m³/s. environ. Le prix du barrage serait alors de l'ordre de 1.300.000.000 Frs C.F.A.

Le prix de l'ouvrage serait inférieur à :

1.000.000.000 Frs C.F.A.
 =====

Si l'étude géologique du lit de la rivière qui sera entreprise en 1951, donne des résultats favorables, il sera possible d'adopter un autre mode de construction et dans ces conditions, on pourrait réduire le prix de l'ouvrage dans de fortes proportions.

c) Sur le MAYO-KEBI, on peut :

- soit utiliser la cuvette du Lac de Léré, prolongée à l'amont et à l'aval par des étangs ou des marécages.
- soit utiliser les lacs ou étangs des dépressions Toubouris.

Si tous ces réservoirs étaient aménagés à leur capacité maximum, sans causer de préjudices sensibles à l'agriculture d'une part et en évitant l'emploi de tous ouvrages trop coûteux d'autre part, le volume total qui pourrait être mis en réserve sur le MAYO-KEBI serait de l'ordre de 1.500.000.000 m³.

Les études hydrologiques sur le MAYO-KEBI ne sont pas encore terminées. L'étalonnage des différentes échelles est en cours et la crue se terminant vers fin Octobre, alors que toutes les routes sont encore coupées, il nous était impossible de recevoir à temps les relevés

.../...

de hauteurs d'eau pour 1950.

Pour cette raison, il n'est pas possible de préciser le volume total qu'il convient de donner aux réservoirs et la répartition de ce volume entre eux.

On peut simplement proposer la solution suivante, qui, dans l'état actuel des études, est facilement réalisable, mais qui, très probablement, n'est pas la plus économique :

- aménager le lac de Léré pour une réserve de 5 à 600.000.000 m³.
- aménager les lacs Toubouris pour une réserve de 100 à 200.000.000 m³.

Il semble peu logique d'aménager un second réservoir plutôt que d'augmenter le volume du premier. En réalité, l'aménagement du lac de Léré est assez coûteux, alors que celui des lacs Toubouris est absolument insignifiant. La solution adoptée semble donc justifiée.

Le préjudice causé à l'agriculture sera minime. Pour le réservoir de Léré, comme pour les lacs Toubouris il ne s'agit pas de surélever le niveau des lacs au-dessus du niveau maximum actuel. On maintient simplement ce niveau au maximum pendant 15 jours supplémentaires aux Toubouris

.../...

et un peu plus longtemps au lac de Léré afin de retarder l'écoulement de la crue. On ne cause donc aucun préjudice à l'agriculture dans les Toubouris et sur les bords du lac de Léré puisque les terrains inondés ne sont couverts que de cultures de mil rouge récolté au début de la crue, ou sont mis en culture après la baisse des eaux. Par contre, à l'aval du lac de Léré, à partir de BIPARE, une superficie importante sera noyée sous une hauteur d'eau notable, ce qui interdit toute culture. Cette dernière région est, d'ailleurs, beaucoup moins peuplée que la région de Léré et de BIPARE.

Aucune terre à coton ne sera noyée.

Les faibles pertes de production agricole seront compensées, d'une part, par le maintien de la nappe phréatique au voisinage des champs de coton et de mil blanc pendant une courte période après la crue, ce qui favorisera la production sans augmenter le risque de maladie, d'autre part par le développement de la production rizicole à l'amont des réservoirs, sans parler du bénéfice de l'irrigation à l'aval.

1°) Réservoir de Léré :

Le meilleur emplacement de barrage, susceptible de fermer la cuvette de Léré est à Cossi, à 7 km. de GOLOM-
BE, en aval du confluent du MAYO-OULO. L'emplacement de

.../...

KAKALE, plus connu, est nettement moins favorable.

Les plans topographiques sont en cours de restitution, c'est pourquoi nous ne pouvons donner ni profil en travers du barrage, ni courbe de remplissage. On peut, cependant, préciser les caractéristiques suivantes :

- cote de la rivière à COSSI (étiage) : 196,80
- Cote du lac de Léré (étiage) : 211
- Cote de retenue maxima : 213 (en dessous du niveau maximum du lac de Léré)
- Crête du barrage : 215
- Hauteur du barrage : 18 m. environ
- Longueur en crête : 300 m.
- Volume d'enrochements nécessaire : 180.000 m³
- Superficie de la réserve à la cote 213 : 150 km² environ
- Volume utile du réservoir : 500 à 600.000.000 m³.

En plus du barrage, on doit prévoir une petite digue de 5 m. de haut maximum sur la rive droite et un ouvrage de restitution sur la rive gauche, permettant de dériver 400 m³/sec. au maximum, alors que le plan d'eau est à la cote 206.

Les conditions d'aménagement sont moins favorables qu'à LAGDO, mais elles sont encore très acceptables.

.../...

Les conditions géologiques du lit de la rivière sont mal connues, mais on peut, a priori, y aménager une digue en enrochements. Les appuis du barrage sont en excellent gneiss ainsi que l'emplacement de l'ouvrage régulateur.

La disposition des lieux et la faible valeur du débit de basses eaux (quelques centaines de l/sec. pendant six mois) permettent d'éviter l'aménagement d'une galerie de dérivation provisoire.

La route inter-coloniale de GAROUA à FORT-LAMY passe à 8 km. du barrage. La section de cette route, de GAROUA à GOLOMBE, est praticable toute l'année.

Actuellement, une piste automobile provisoire uniquement praticable en saison sèche, permet d'accéder au barrage, à partir de la route inter-coloniale.

Le ciment, le fer et le matériel pourraient arriver à GAROUA par voie d'eau et seraient transportés par route sur moins de 100 km. jusqu'à COSSI.

Dans ces conditions, on peut estimer le barrage

à	:	250.000.000 Frs C.F.A.
la digue rive droite à	:	100.000.000 Frs C.F.A.
l'ouvrage de régulation à	:	400.000.000 Frs C.F.A.
soit au total	:	750.000.000 Frs C.F.A. au maximum.

2^a) Réservoirs des Toubouris :

La surface actuellement inondée de la dépression Toubouris est de 300 km² environ.

Au moyen de quelques digues en terre identiques à la digue sur laquelle passe actuellement à Fieng, la route de FIANGA à GOUNOU-GAYA, on pourrait barrer cette dépression à FIENG, à BOULEMEALI ou à M'BOURAO.

Ces digues en terre, de 2 m. à 2,50 m. de haut au maximum, de 2 km. à 2,500 km. de long, barreraient toute la dépression. Elles comporteraient en leur milieu une passe permettant le passage de 300 m³/sec., passe fermée par des aiguilles.

Par le contrôle de l'ouverture des passes, on pourrait maintenir le niveau des lacs Toubouris au maximum pendant une quinzaine de jours après la date normale. On bénéficierait ainsi à cette cote d'une tranche de 1 m. d'eau au moins, soit 300.000.000 m³.

Actuellement, ce problème est à l'étude et on ne peut pas encore préciser la disposition à adopter.

En pratique, seule une de ces digues serait équipée, probablement celle de FIENG, de façon à constituer une réserve de 150.000.000 à 200.000.000 m³ qui arrivant assez tard dans le lac de Léré, après le début de la vi-

.../...

dange de ce réservoir, pourrait être mise en réserve.

Cet ouvrage exigerait la mise en place de 20 à 30.000 m³ de terre et la construction du barrage à aiguilles de 150 m. de large environ, soit une dépense de l'ordre de 100.000.000 Frs.

Enfin, la dérivation de 300 m³/sec., prélevés sur le LOGONE, ne nécessiterait la création d'aucun barrage complémentaire.

On voit que, dans l'hypothèse la plus défavorable, concernant les conditions géologiques du lit du MAYO-KEBI et de la BENOUE, les aménagements prévus coûteraient moins de 2.000.000.000 Frs C.F.A. (1).

Ils permettraient de faire face, sans difficulté, au programme envisagé au chapitre précédent.

(1) Les études se poursuivent en vue de chercher dans quelle mesure on peut réduire cette dépense.

C O N C L U S I O N

Les études un peu sommaires effectuées depuis Janvier par la Mission Logone-Tchad montrent qu'il semble possible, moyennant une dépense inférieure à deux milliards de Frs C.F.A., de garantir la navigation sur la BENOUÉ pendant quatre mois, ce qui permettrait :

- 1°- d'assurer le transit de la totalité du fret dans la période actuelle, ce qui n'a pas pu être obtenu depuis deux ans;
- 2°- de faire face à l'augmentation rapide du tonnage à transiter,
- 3°- de créer une société française qui trouverait enfin des conditions d'exploitation convenables.

En outre, on réserverait aux irrigations plusieurs centaines de millions de m³, ce qui favoriserait la mise en culture des riches plaines de la vallée inférieure du MAYO-KEBI et de la HAUTE-BENOUÉ.

Enfin, la navigation, sur la section de la BENOUÉ entre YOLA et MAHURDI, bénéficierait également de la regu-

larisation.

Pour le cas où les conditions économiques actuelles ne permettraient pas d'envisager des dépenses aussi importantes, on peut proposer la réalisation d'un seul barrage en première étape, ce qui permettrait d'assurer la navigation pendant une période de 3 mois 1/2, moyennant une dépense de l'ordre de 1.300.000.000 Frs C.F.A. Le volume réservé à l'agriculture et la superficie des terres irrigables seraient beaucoup plus réduits.

Les résultats acquis montrent qu'il serait nécessaire de préciser ces études et de les étendre à l'ensemble du bassin versant de la HENOUÉ jusqu'au confluent du NIGER.

Des études complémentaires s'imposent, en particulier :

- l'achèvement de la prospection géologique des différents sites de barrage,
- la recherche du mode le plus économique de réalisation de ces ouvrages,
- l'étude d'un matériel naval parfaitement adapté aux conditions de navigation de la HAUTE-HENOUÉ.

Paris, le 15 Novembre 1950

J. RODIER