

11190



SOMMAIRE

-:-:-:-

I - NOTE PRELIMINAIRE

II - ETUDE HYDROLOGIQUE

- Annexe I : Relevé des précipitations maxima en 24 heures.
- Annexe II : Relevé des Hauteurs d'eau.
- Annexe III : Relevés de l'évaporation observée aux postes d'évaporation de Tahoua - Maradi - Niamey - Konni.

III - LES OUVRAGES DE KEITA

IV - DOSSIER PHOTOGRAPHIES

BUREAU CENTRAL D'ETUDES POUR LES EQUIPEMENTS D'OUTRE-MER

Créé par Arrêté du Ministre de la France d'Outre-Mer

90, Boulevard Latour-Maubourg PARIS - 7° - SOL : 86-00

AMENAGEMENT DE LA VALLEE DE LA MAGGIA

- Mission du 12 Avril au 2 Mai 1955 -

AMENAGEMENT DE LA VALLEE

DE LA MAGGIA

-:-:-

Cet aménagement s'inscrit dans le plan d'ensemble de l'aménagement des vallées sèches du Niger, plan qui retient toute l'attention de M. le Gouverneur RAMADIER.

Quand on a parcouru le Territoire du Niger, au caractère semi désertique pendant 8 mois de l'année ; quand on a vu le miracle de l'eau, partout où l'on a su la conserver ou l'amener, on comprend que pour l'économie de ce Territoire, l'aménagement des vallées sèches soit un problème n° 1 ; on comprend mieux pourquoi M. le Gouverneur RAMADIER s'attache avec passion à ce problème et désire avec ses services de l'hydraulique une solution rapide.

Les " vallées sèches " collectent pendant l'hivernage les eaux d'immenses bassins versants, qui s'écoulent alors en régime torrentiel pendant une période extrêmement courte : juillet, août, septembre. Les premières pluies d'hivernage ne ruisselant pas, ces vallées sont absolument " sèches " pendant les neuf autres mois de l'année.

Les cultures traditionnelles sont faites pendant l'hivernage, sur les terres propices, avec tous les aléas d'une pluviométrie des plus irrégulière. Par ailleurs sur les zones basses inondées par les oueds des vallées, l'africain cultive du coton, là encore avec tous les aléas d'une inondation désordonnée.

Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt de discipliner, de régulariser le cours de ces oueds, dont certains débitent annuellement des centaines de millions de m³ d'eau.

On se doit de reconnaître que cette idée n'est pas neuve ; nous avons retrouvé dans les archives de l'hydraulique que dès 1901 le Capitaine TILHO préconisait un barrage sur la Maggia ; il était suivi par la suite par le Capitaine URVOY et l'ingénieur des Ponts et Chaussées BAUZIL. En 1951 M. BRACHET, Commandant de Cercle de Tahoua, demandait que le barrage sur la Maggia fût construit à Birni Konni ; M. GAUCHOU, Ingénieur en Chef du Génie Rural, préconisait un barrage submersible.

./.

Cependant la technique de construction du barrage en terre, le seul proposable, exige certaines précautions que nous connaissons bien aujourd'hui et les faits nous invitent à ne pas les négliger.

Trois barrages ont été construits dans la région de Konni ; le premier par le capitaine SADOUX en 1915 ; les deux autres par M. L'Administrateur MENOU en 1924 ; ces 3 barrages ont été très rapidement emportés par les crues.

Le barrage de Keita, dû à l'initiative de M. L'Administrateur BRACHET ne doit d'avoir résisté à la première crue qu'il eût à supporter que par la mesure prise dans la nuit par M. l'Administrateur BROUHIN de créer hâtivement, avec les habitants mobilisés, un canal de fuite ; dans la nuit ce canal se transformait en un passage de 25 m. de largeur en moyenne et de 4 à 5 m. de profondeur. En 1953-1954, le Service de l'hydraulique a construit au travers de ce canal de fuite un déversoir en béton.

Plus en aval de Keita, sur la vallée qui va de Keita à Baga, par Aduna, un barrage déversoir maçonné trois fois reconstruit a été 3 fois contourné.

Ces expériences malheureuses ont certes coûté de l'argent ; elles ne doivent pas pour autant être portées pour l'ensemble de ces dépenses, au débit de ceux qui ont osé avec les moyens et les connaissances dont ils disposaient. Elles ont eu le mérite de faire la preuve que chaque fois qu'une réserve d'eau pouvait être constituée, ne fût-ce qu'une année, les terres progressivement oxodées sur la périphérie étaient immédiatement mises en culture. Cette année, autour de la réserve de Keita on pouvait voir 400 hectares de terre portant un blé dur de belle venue. A notre passage 300 T. de blé avaient été commercialisées au cours de 23.000 Frs. C.F.A. la tonne.

Cette reconnaissance de la vallée de Keita - Aduna - Baga ; faite dans les meilleures conditions possibles, puisque M. le Commandant de Cercle JULIEN VIROSSE a bien voulu nous accompagner m'a aidé à bien saisir le problème posé pour l'aménagement de la vallée de la Maggia.

/ mesure Il est un premier point que l'on doit retenir, c'est qu'il n'y a aucune commune/entre l'aménagement de ces deux vallées : la première très ouverte doit permettre de gagner des centaines d'hectares à la culture, par une retenue de faible hauteur ; la seconde très encaissée ne permet pas d'espérer un enrichissement spectaculaire de la région, ce qui ne signifie pas pour autant que son aménagement soit à rejeter.

./.

Exploitation des réserves d'eau -

Une exploitation vraiment rationnelle et sûrement payante se conçoit par les utilisations suivantes :

- 1) Irrigation par gravité des terres situées immédiatement à l'aval du barrage ;
- 2) Mise en culture des terres périphériques progressivement exondées par l'abaissement du niveau, provoqué d'une part par l'irrigation en aval, d'autre part par l'évaporation ;
- 3) Alimentation en eau du bétail des villages voisins et des troupeaux en transhumance ;
- 4) Accessoirement pisciculture.

Le cube d'eau mis en réserve ne doit pas faire illusion quant aux possibilités d'irrigation en aval ; seule compte pour cette utilisation, la cote minimum de retenue pour laquelle l'irrigation par gravité est encore possible, et par voie de conséquence le cube de la tranche d'eau limitée par cette cote de fin d'irrigation et celle que l'on s'est fixée pour la retenue maximum. Il convient de retenir également la durée du cycle de végétation des cultures prévues à l'aval. Cette durée a une importance déterminante dans un pays à forte évaporation.

Nous nous sommes fait communiquer, par le Service Météorologique du Niger, les relevés des mesures d'évaporation pour les cinq années : 1950 à 1954 incluse aux postes de Konni, Tahoua, Maradi et Niamey ville. L'évaporation a été mesurée à l'évaporomètre ONM de 1950 à 1954, à l'évaporomètre Piche depuis fin 1954. On sait qu'une évaporation mesurée à de tels appareils est sensiblement le double de celle qui serait observée sur une réserve d'eau (évaporation mesurée dans un bac de 1 m² de section, en partie immergé dans l'eau de la réserve).

./.

Des 5 tableaux donnés en annexe on retient que :

1°) L'évaporation mensuelle moyenne à Niamey-Ville est toujours sensiblement inférieure à celle relevée aux postes de Tahoua, Maradi, et Konni, et ce probablement à cause de l'influence du fleuve;

2°) On peut rechercher une moyenne mensuelle de l'évaporation aux 3 postes de Tahoua, Maradi et Konni.

Contrairement à ce qui m'avait été dit, cette moyenne d'ensemble permet de constater que l'évaporation est encore faible en Octobre, mais dépasse 10 mm par jour de Novembre à Mai inclus, pour atteindre son maximum en Avril, soit 13,9 mm par jour en moyenne. Pendant ces 7 mois l'évaporation moyenne totale est de 2454 mm, soit 350 mm par mois en moyenne, soit en une première approximation 12 mm par jour en moyenne.

Nous avons dit qu'une telle évaporation mesurée à l'évaporimètre ONM ou Piche devait correspondre sensiblement à 6 mm sur la surface d'un lac. Or l'on constate dans les grandes mares ou réserves qui existent un abaissement du niveau de l'ordre de 30 cm par mois, soit 30 mm par jour. Ce chiffre confirme le premier, car il comprend, outre l'évaporation :

- 1°) l'eau utilisée pour l'irrigation des cultures périphériques;
- 2°) l'eau utilisée pour la boisson des hommes ;
- 3°) l'eau utilisée pour la boisson des animaux (troupeaux de boeufs, chevaux, chameaux etc) ;
- 4°) peut-être aussi quelques pertes par infiltration.

Quand on voudra faire le bilan de l'utilisation d'une réserve il faudra donc tenir compte d'une perte journalière - que nous estimerons à 8 mm - pour l'évaporation, la boisson des hommes et des animaux et les infiltrations possibles. A cela ajouter bien entendu, l'eau nécessaire pour l'irrigation d'appoint des terres exondées en amont du barrage et pour les terres irriguées en aval.

Répercussion d'un barrage sur le régime d'écoulement de la Maggia -

Barrer l'Oued Maggia à Mazogué ou à Tsernaoua, revient à établir une réserve régulatrice du débit et à " effacer " en quelque sorte les pointes de crues à l'aval du site retenu pour le barrage. Nous avons vu dans l'étude hydrologique que pour concevoir un déversoir économique il fallait admettre que la réserve serve de bassin régulateur, en d'autres termes il s'agit d'évacuer non plus les débits maximum de pointe, mais des débits réduits de 50 à 60%.

Si les crues divagantes apportent une gêne aux cultures, la régulation apporte en elle-même une amélioration à l'économie de la région. En est-il ainsi ?

De Mazogué à Tsernaoua la vallée est relativement encaissée sauf au droit du confluent avec l'affluent rive gauche venant de la Nigéria britannique - les crues passent dans cette section sans dommage, ni profit, pour personne. En aval de Tsernaoua, l'Oued en crue :

- 1) s'étale dans des cuvettes qu'il fertilise (régions de Konni, de Tiérassa) ;
- 2) alimente régulièrement l'étang de Kalmalo, en Nigéria britannique ;
- 3) par le bras de Dibissou fertilise des terres situées environ à 13 km en aval de Tsernaoua.

L'oued barré nous ne restituerons à l'aval, par le déversoir, qu'un pourcentage réduit des pointes de crue (1) et cette restitution se fera alors à une cote qui normalement ne permettra plus l'inondation des cuvettes. Certes l'étang de Kalmalo sera toujours alimenté, cependant il le sera sûrement par un débit moindre. Certes on pourrait songer à alimenter encore la région de Dibissou par un ouvrage de prise et un canal (tête morte) ; mais la faible pente des terrains, l'abaissement rapide du niveau dans la réserve, par le jeu de l'évaporation, des cultures d'amont et l'alimentation en eau des villages et des troupeaux, laisse supposer que cette alimentation présentera quelques difficultés et pour le moins demandera une étude sérieuse préalable.

Il importe donc de bien préciser, dès le prochain hivernage, l'étendue et la qualité des terres fertilisées en aval de Tsernaoua - et ce jusqu'au village de Dibissou inclus - par les eaux de débordement de la Maggia (2). D'observer également le régime de la

- (1) déjà le graphique des crues à Konni est très écrété par rapport au graphique des crues à Tsernaoua ; il le sera bien plus encore.
- (2) le lever de reconnaissance dressé par M. DAVY (Dossier C), géomètre principal en aval de Tsernaoua, marque nettement l'étendue de la zone d'inondation qui s'étend jusqu'à 30 km à l'Ouest du grand pont. Ce lever marque également que la zone inondée, fertilisée, et dont une partie est mise en culture, dans les régions de Konni, Dibissou, Dollé, Gazouraoua et Koropé, couvre plus de 2500 hectares. Ce lever ne porte pas d'altimétrie, mais on doit pouvoir relier facilement par un cheminement basé principalement sur la route, le repère du pont de Tsernaoua aux seuils des 2 branches nord de Konni.

branche de Kalmalo et d'apprécier dans toute la mesure du possible la superficie des cultures de décrue sur la périphérie de l'étang de Kalmalo. Cette branche de Kalmalo n'a pas un débit négligeable, nous l'avons vu ; le service des Travaux Publics estime ce débit suffisamment important pour justifier 2 ouvrages d'art :

- 1 dalot en béton armé sous la route Niamey-Zinder, comportant 2 ouvertures de chacune $7,2 \text{ m}^2$, soit au total $14,4 \text{ m}^2$ d'ouverture

En période de crue exceptionnelle (1951) la route serait légèrement submergée au droit de ce dalot, quoi qu'il en soit cet ouvrage de construction ancienne a bien tenu, c'est donc qu'il présentait tout de même un débouché suffisant.

- 1 ouvrage de 10 buses de 1 m. de diamètre, sous la route, qui va de Birni N' Konni à Sokoto en Nigéria britannique. Le débouché maximum de cet ouvrage est de 8 m^2 .

En dehors de ces modifications de régime apportées à l'aval du barrage, il y en aura d'autres à l'amont:

1°) si l'on situe le barrage à Tsernaoua, l'affluent rive gauche, qui se divise en 2 branches coulant chacune au fond de 2 larges vallées, débitera dans une réserve d'eau dont la cote sera au minimum à (+ 200), c'est assez dire que les zones d'inondation en Nigéria vont intéresser des superficies d'autant plus grandes que les vallées y sont à relief moins accusé. Il importe donc, dès le prochain hivernage, d'installer sur cet affluent, à 400 m. environ en aval de la frontière, un poste de jaugeage. Il y aura lieu de choisir un profil bien calibré, de le repérer sur le terrain par 4 pieux en béton armé (2 sur chaque berge) ; d'installer une échelle de crue rattachée au nivellement Magnan ; de boulonner cette échelle sur un pieu ; de faire des mesures de vitesse au moins au bâton lesté ; de confier le poste à un surveillant africain capable, et de charger MM. WITTON & ROBLIN de contrôler les observations chaque semaine.

2°) que le barrage soit à Tsernaoua ou à Mazogué, il doit y avoir répercussion sur la zone d'inondation provoquée par la route Niamey-Zinder, aux points où celle-ci recoupe la Maggia et son affluent rive droite ; il importe donc de filer une courbe (+ 200) du système Magnan, depuis le village de Guida Baraoua jusqu'à la route, pour connaître la cote de cette route, celle du radier des ouvrages et celle de la route traitée en déversoir. Ainsi l'on pourra juger de l'influence de la réserve d'eau sur la zone d'inondation, principalement au Nord de la route Niamey-Zinder, de Malbaza au PK 468. Dans cette zone on trouve actuellement des champs de coton - ce qui est l'indice d'une submersion régulière des terrains.

Il importe enfin de connaître rapidement la qualité et la superficie des terres qui sont susceptibles d'être noyées, par la retenue d'eau créée, puis exondées à partir d'Octobre. Une reconnaissance est à faire d'urgence - nous l'avons demandée - par un pédologue accompagné par M. MAGNAN. Partout où la vallée est étroite il nous semble inutile de perdre son temps, nous savons déjà que nous ne trouverons sur les flancs que des terres latéritiques, quand ce ne sera pas des blocs de latérite ou même parfois de la roche dure. Mais il existe de nombreuses poches cultivables quand l'eau passera de la cote (+ 202) ou (+ 200) à la cote (+ 198) ou (+ 196). Dès que l'on atteint le village de Tengama Koki en remontant le cours de la Maggia de nombreux hectares de terre sont susceptibles d'être mis en valeur, si le sol permet de porter une culture, tel le tabac, le blé, le coton etc... Cette prospection devra se poursuivre jusqu'en amont de la route Niamey-Zinder. Le pédologue devra s'attacher à noter les zones habituellement cultivées (1) dans cette vallée et avec l'aide du géomètre, déterminer si ces zones seront soustraites à la culture parce que inondées en permanence par la réserve (terres dont la cote est inférieure à (+196) par exemple) ou si ces zones sont susceptibles, l'inondation et l'irrigation par la calbasse étant régularisées, de porter une culture riche à haut rendement, au lieu d'une culture médiocre à rendement soumis aux caprices des pluies et des crues.

DU DEBIT SOLIDE DE LA MAGGIA

De par le caractère même des pluies, de par le régime torrentiel de l'Oued, il est évident que les eaux qu'il charrie en crue ont fortement érodé au passage les terrains des bassins versants et ce d'autant plus que ceux-ci sont pour la plupart démunis de couverture forestière.

Aucune mesure de débit solide n'a été faite, mais en remontant le lit de la Maggia on observe nettement l'importance de ce débit et la classification des particules suivant les "accidents" du lit. En amont des seuils qui freinent l'eau, on note un colmatage très net du lit mineur par les particules fines (argile), colmatage qui atteint bien au-dessus des racines des arbres (voir photos) un niveau de 20 à 40 cm.

Par ailleurs, ce sont des dépôts de sable fin ou grossier avec certainement déplacement du lit suivant les années et par conséquent déplacement des bancs de sable. En aval du dalot qui se trouve sur le bras de Kalmale, les dépôts de sable donnent également une idée du débit solide.

- (1) Au cours de notre reconnaissance nous avons noté dans le lit de la Maggia, 2 km en aval de l'affluent de Nigéria et 2 km en amont, de nombreux champs de mil et de coton ; il importe de connaître exactement la cote de ces terrains cultivés. Remontant l'affluent de Nigéria et pénétrant en Territoire britannique on trouve 2 vallées très ouvertes dont les terres sont cultivées avec soin.

Sur les flancs de la vallée, les limons argileux latéritiques reposent sur des sables argileux ou sur une cuirasse latéritique.

Il est à craindre qu'un barrage de la vallée ne provoque très rapidement un envasement à l'amont de ce barrage, comme cela s'est produit sur certains oueds d'Afrique du Nord. Nous ne pouvons qu'attirer l'attention sur ce point.

CHOIX DU SITE POUR L'EMPLACEMENT DU BARRAGE SUR LA MAGGIA -

Nous possédons de cette vallée un plan au $\frac{1}{20.000}$ levé en Janvier/Février 1954 par M. MAGNAN, géomètre au service de l'hydraulique.

La lecture de ce plan et la reconnaissance que nous avons faite de la vallée, depuis le pont de Tsernaoua, jusqu'au point où cette vallée recoupe la route Niamey-Zinder, en amont de Mazogué, permettent de dire que la topographie des lieux limite à 2 points précis les emplacements possibles où l'on puisse économiquement barrer la vallée : soit à l'étranglement situé 1 km environ en aval du village de Mazogué, soit à l'étranglement situé environ à mi parcours entre les villages de Tsernaoua et de Malabar ; ces 2 points sont distants de 11.5 km environ. Nous devons à la vérité de dire que le service de l'hydraulique du Niger avait déjà fait choix de ces emplacements avant notre mission.

Suivant que l'on choisit l'un ou l'autre de ces emplacements et que l'on admet une cote de retenue variant de (+ 199) à (+ 202) les surfaces exondées par la baisse du plan d'eau, surfaces déterminées par : planimétrie à l'intégrateur du plan au $\frac{1}{20.000}$ sont les suivantes :

A - Hypothèse du barrage à Mazogué -

Cote de retenue (+ 202)	
Superficie exondée à la cote (+ 201)	196 ha
(+ 200)	437 ha
(+ 198)	632 ha

Cote de retenue (+ 200)	
superficie exondée à la cote (+ 198)	195 ha

B - Hypothèse du barrage à Tsernaoua -

Cote de retenue (+ 202)	
superficie exondée à la cote (+201)	307 ha
(+200)	608 ha
(+198)	1023 ha
(+196)	1438 ha

Cote de retenue (+ 200)	
superficie exondée à la cote (+198)	415 ha
(+196)	830 ha

Cote de retenue (+ 199)	
superficie exondée à la cote (+198)	206 ha
(+196)	621 ha

Les terres exondées ne sont pas toutes propices à la culture, il importe au pédologue de dresser une carte de celles qui le sont : de même il convient de dresser une carte des zones habituellement cultivées, qui vont se trouver incluses dans le périmètre inondé.

Dans l'hypothèse A, les travaux ne se justifient que pour une retenue à la cote (+ 202) ; le bilan à établir serait serré pour la cote (+ 201) ; à la cote (+ 200) on ne peut songer mettre des terres en valeur qu'à l'intérieur d'un périmètre de 195 ha, c'est vraiment insuffisant.

Dans l'hypothèse B, pour un ensemble d'ouvrages qui doit être moins coûteux (barrage plus court) que dans l'hypothèse A, les superficies exondées sont encore très intéressantes pour une retenue à la cote (+ 200). Pour une retenue à la cote (+ 199), il faut serrer le problème de plus près, avec des éléments que nous n'avons pas, pour savoir si le bilan de l'aménagement sera payant.

Dans l'hypothèse A nous n'avons pas prévu la mise en culture au-dessous de la cote (+ 198), la cote du fond de la vallée en amont de Mazogué oscillant, dans un lit mineur d'ailleurs diffus, entre les cotes (+ 196.50) et (+ 198).

Dans l'hypothèse B on peut certes admettre que le plan d'eau s'abaisse jusqu'à la cote (+ 196) en fin de la période culturale normale, qui doit se terminer fin février. Mais alors fin Mai, par le simple jeu de l'évaporation et de l'alimentation en eau des animaux la réserve sera à sec et son utilisation comme réservoir de poissons ne devra plus être envisagée.

Par ailleurs le plan d'eau ne s'abaissera pas à (+ 196) par le fait de l'utilisation normale d'amont (irrigation périphérique abreuvoir) et de l'évaporation ; il faudra un ouvrage de décharge. Celui-ci pourra être combiné avec le déversoir (ouverture vannée

en crête à une cote inférieure de 2 m à celle de la retenue) dans l'hypothèse d'une retenue à la cote (+ 200) ou à la cote (+ 197). Mais dans l'hypothèse d'une retenue à (+ 202), la tranche de 6 m à évacuer devra l'être progressivement au cours de l'exploitation normale de la réserve (une évacuation rapide de 2 m dès le 1er Octobre serait insuffisante et soulèverait par ailleurs un problème de stabilité du talus amont du barrage) et donc se faire par un ouvrage de décharge, dont le radier serait à (+ 196). Cet ouvrage augmenterait le prix de l'aménagement.

DES TERRAINS DE FONDATIONS -

Nous avons demandé que des prélèvements in situ soient faits au site de Tsernaoua, éventuellement au site de Mazogué. Nous avons demandé également à M. GREGER, géologue, s'il voudrait bien avoir l'amabilité d'examiner les 2 sites retenus ; sa connaissance approfondie de la géologie de la région, l'examen de nos puits ou tranchées de reconnaissance doivent lui permettre d'établir une note sur les terrains de fondations, qui a sa place dans le dossier de projet. A Tsernaoua les couches superficielles reposeraient, d'après M. GREGER, sur des schistes papyracés, avec inclusion de gypse ; mais à quelle profondeur trouve-t-on ces schistes ? J'aurais aimé pouvoir disposer d'une sondeuse me permettant d'ausculter le sol jusqu'à 20 mètres de profondeur, au moins en 3 points, thalweg, rive droite, rive gauche.

A Mazogué les calcaires apparaissent très vite (6 à 8 m de profondeur) ; banc aquifère dit M. GREGER. Au-dessous de ce banc nous devrions trouver le calcaire dur.

Les sondages de reconnaissance indiquent des terrains à peu près semblables, pour l'un et l'autre site, jusqu'à une profondeur de 6 à 8 m : argile noire, grasse avec veines légèrement sableuses (1). Des échantillons intacts sont absolument indispensables ne serait-ce que pour connaître les prédispositions au gonflement de cette argile et sa charge de consolidation.

- (1) au site de Mazogué du sable fin mêlé de débris de roche calcaire ont été extraits des puits de sondage exécutés en 1954 et ce à une profondeur inférieure à 6 m. en certains puits.

DE LA TOPOGRAPHIE DES LIEUX -

A Mazogué la vallée est beaucoup plus ouverte, beaucoup plus dénudée qu'à Tsernaoua ; en conséquence de quoi nous aurons un barrage beaucoup plus long, donc d'un cube plus élevé, et par ailleurs beaucoup plus difficile à défendre contre le batillage (le vent de N.E. le prendra de plein fouet et des vagues de 1 m. à 1 m 50 de creux sont à redouter).

Par contre, le déversoir devrait être moins important à Mazogué, puisque situé en amont de l'affluent de Nigéria ; mais nous n'avons absolument aucun élément nous permettant de calculer avec une approximation raisonnable le débit qui passe à Mazogué (1). En fin d'hivernage 1955, si les postes de jaugeage prescrits, au confluent de l'affluent de Nigéria et sous le pont de Tsernaoua, ont bien fonctionné, on connaîtra par différence le débit de Mazogué.

TERRES DE CONSTITUTION DU BARRAGE -

Nous avons délimité en amont du site de Tsernaoua 2 zones d'emprunts, une sur la rive droite, une sur la rive gauche, à des distances moyennes du site de 200 m et à des altitudes permettant aux engins de travailler chargés, soit en descendant soit en palier. 9 tranchées de reconnaissance, atteignant jusqu'à 3 m 80 de profondeur ont été creusées.

Nous avons distingué entre les limons argilo-sableux brun-rouge et les sables limoneux jaune-clair, mais les premiers résultats du laboratoire indiquent que tous ces sols ont des caractéristiques très voisines :

éléments	> 0.2 mm	15 à 20%
éléments	< 50 μ	25 à 30%

densité sèche proctor oscillant autour de 2.04 teneur optimum en eau proctor oscillant autour de 9.5%.
avec cette remarque capitale que la densité sèche varie très peu pour une teneur en eau allant de 7.5 à 11%, ce qui présente un intérêt évident pour la mise en place de ces sols.

- (1) Une estimation a ~~été~~ été faite dans le chapitre "hydrologie" basée sur les ouvrages (dalots et sections de route submersibles) de la route Niamey-Zinder, elle ne donne qu'en ordre de grandeur du débit possible.

Nous sommes donc à première vue en présence de terres permettant la constitution d'un barrage homogène et ne posant aucun problème ni d'étanchéité, ni de résistance. Toute l'attention est à porter sur le terrain de fondation. L'argile grasse noire prélevée dans les atterrissements amont a un aspect très voisin des terrains de fondation, ses caractéristiques Proctor ne sont pas brillantes : $ds = 1.75$, $\alpha = 22$.

A Mazogué, les terres susceptibles de constituer le corps du barrage sont situées à 400 m environ en amont du site du barrage. Nous avons indiqué à M. MOINE les emplacements qui nous semblaient convenir, afin que des tranchées de reconnaissance puissent être creusées, pour le cas fort problématique où ce site serait retenu.

Nous devons attirer l'attention sur un dernier point : pour réaliser un barrage en terre compactée, il faut environ 200 litres d'eau par m³ de terre compactée, soit pour un barrage de 30.000 m³ une quantité d'eau de 6.000 m³ et pour un barrage de 50.000 m³, une quantité d'eau de 10.000 m³.

On doit assurer en plus les besoins en eau du chantier pour le personnel et le matériel et cela dans un délai très court, environ 2 mois. Les besoins en eau à Tsernaoua seront donc de l'ordre de 4.000 m³ par mois pendant 2 mois ; à Mazogué de l'ordre de 6.000 m³ par mois pendant 2 mois. Or à partir de Décembre ces régions sont absolument sèches et l'on ne peut guère espérer tirer l'eau de puits de 8 à 10 m de profondeur. Une première sujétion est donc d'ouvrir le chantier dès Octobre. Immédiatement en amont du site de Tsernaoua on pourra puiser l'eau dans une mare qui ne s'assèche que vers Janvier (une diguette de retenue en fin de saison des pluies pourra augmenter la capacité de cette mare). A Mazogué il sera beaucoup plus difficile de se procurer de l'eau dans un rayon raisonnable du lieu des travaux.

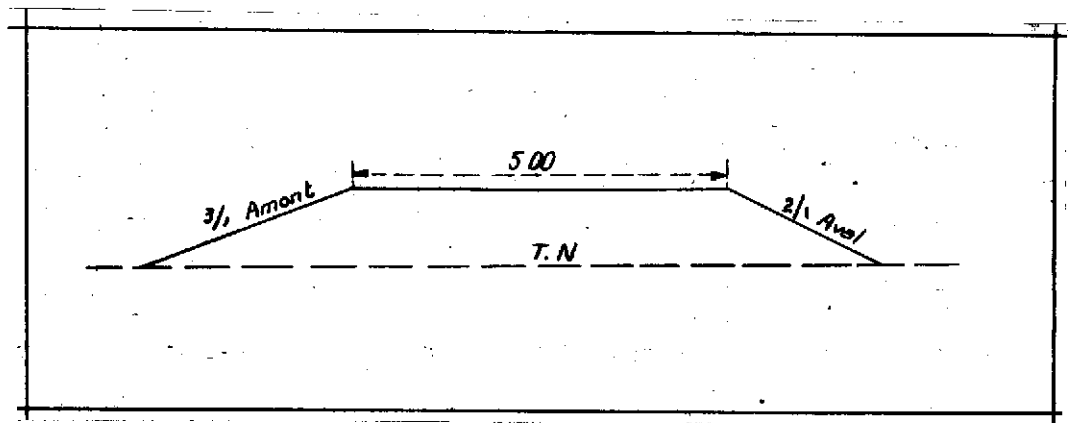
Il nous a été indiqué, comme réserve d'eau pour les travaux, les mares de Tierrassa, à 4 km environ de Konni. Nous avons visité cet emplacement qui ne nous semble pas convenir parce que trop éloigné des 2 sites précités ; à la rigueur il pourrait servir d'appoint au chantier de Tsernaoua, sûrement pas à celui de Mazogué.

Le site de Tsernaoua est situé à environ 16 km de Konni : 14 km de route en allant sur Zinder + 2 km de piste en direction Sud Est.

Le site de Mazogué est situé à environ 30 km de Konni : 25 km de route en allant sur Zinder + 5 km de piste en direction Sud Est.

ESTIMATION SOMMAIRE DES REMBLAIS DU BARRAGE -

Pour pouvoir comparer entre eux, en une première estimation sommaire, les prix de revient des diverses solutions possibles, le cube des remblais a été calculé dans chacune des hypothèses A et B, à partir du profil type ci-après :



La largeur en crête de 5 m. a été choisie pour faciliter au maximum la mise en place des terres par les engins mécaniques, on pourrait réduire à 4,50 m si l'on est très limité par les crédits. La section d'hydraulique du Niger avait prévu 6 m. de largeur en crête dans une première esquisse, c'est surabondant.

Les terres dont nous disposons pour la constitution du barrage nous permettent de prévoir un remblai homogène, sans noyau central étanche, mais les talus amont et aval seront en pierrailles et gros blocs et nous proposerons en définitive un profil légèrement différent de celui dessiné ci-dessus, quand nous aurons en mains tous les résultats de laboratoire.

Cependant, la comparaison telle que nous la faisons en première approximation n'en conserve pas moins sa valeur.

Il est bien entendu que la cote de crête du barrage assure une revanche de 2,00 m, sur la cote de retenue ; ainsi un barrage monté jusqu'à la cote (+202) correspond à un déversoir dont la crête est à (+200). Cette revanche nous paraît suffisante, même au moment où nous passerons une lame de 0m80 sur le déversoir pour évacuer les pointes de crue, notre revanche de 1m20 à ce moment là doit présenter une défense suffisante contre le batillage, même si la pointe de crue est évacuée dans le même temps que souffle un grand vent.

Cote de la crête du barrage	Longueur en crête du barrage	Cube des remblais
<u>Hypothèse A Mazogué :</u>		
(+ 202.00)	362,m50	24.000 m3
(+ 203.00)	435 m	34.800 m3
(+ 204.00)	602,m50	46.800 m3
<u>Hypothèse B Tsernaoua :</u>		
(+ 201.00)	308 m	22.800 m3
(+ 202.00)	385 m	31.000 m3
(+ 203.00)	540 m	40.200 m3

Un calcul des cubatures fait à Niamey en 1954, le profil ayant mêmes pentes pour les talus, mais 6 m00 de largeur en crête, donnait les résultats suivants :

<u>MAZOGUE</u>		
(+204.50)	"	62.500 m3
<u>TSERNAQUA</u>		
(+203.50)	"	50.400 m3

Dans notre chapitre "Choix du site pour l'emplacement du barrage sur la Maggia", nous avons noté qu'un aménagement se justifiait en première approximation, avec une retenue à la cote (+202), dans le cas de l'hypothèse A ; avec une retenue à la cote (+200), dans le cas de l'hypothèse B. Pour réaliser l'une ou l'autre de ces hypothèses, les caractéristiques du barrage à réaliser sont :

Hypothèse A - barrage à la cote (+ 204)	
longueur en crête 602 m 50	
Cube des remblais du barrage	46.800 m3
Hypothèse B - barrage à la cote (+ 202)	
longueur en crête 385 m	
Cube des remblais du barrage	31.000 m3

Il apparaît immédiatement que l'hypothèse B, cote de crête du barrage (+ 202) est la plus économique, tout en offrant une superficie exondée supérieure : 830 ha contre 632 ha (1).

Il a été émis l'hypothèse que pour une réalisation rapide, décidée avant que ne soit connus d'une part les résultats de la campagne de jaugeage de l'affluent de Nigéria, d'autre part la réaction de nos voisins, on pourrait admettre au site de Tsernaoua une cote de retenue inférieure à (+ 200), afin de ne pas influencer de façon notable le régime de l'affluent de Nigéria.

L'examen de la carte au 1/20.000 montre clairement que dans

cette hypothèse la réserve ne dépasserait guère le village de Mazogué; nous savons par ailleurs que là où la vallée est relativement étroite les flancs latéritiques ne sont pas susceptibles d'être mis en culture. Enfin une réserve à la cote (+ 199) par exemple se prêterait mal à l'amortissement d'un fort débit de crue ; alors que de (+ 200) à (+ 200,80) on peut retenir 8,3 millions de m³ ; de (+ 199) à (+ 199,80) on ne retient plus que 6.4 millions de m³ ; d'où un débit supplémentaire à évacuer de 1,9 millions de m³ en 24 heures soit 21 m³ sec, ce qui n'est pas négligeable.

Plutôt que d'en arriver à cette solution je préférerais retenir le site de Mazogué, avec une retenue à (+ 202) et deux artères d'irrigation une de 4 km sur la rive droite, une de 1,5 km sur la rive gauche, portant l'eau fertilisante sur les terres d'aval que nous savons convenir à la culture pour y avoir vu des champs de mil et de coton. Nous pouvons disposer pour l'irrigation de la tranche allant de (+ 202) à (+ 200,80), pour une pente du canal d'irrigation de 20 cm par km, soit environ de 7 millions de m³ d'eau . Une irrigation de 2 litres/ha seconde, pendant 100 jours d'une période culturale normale, requiert 17.280 m³ par hectare ; on peut donc avec 7 millions de m³ irriguer environ 400 hectares, ce qui représente plus que la surface irrigable. Rien n'empêche d'ailleurs de porter si nécessaire la retenue de la cote (+ 202°) à une cote légèrement supérieure.

Par cette solution :

1) nous mettons en valeur les 8/10^{es} au moins des terres cultivables entre Mazogué et Tsernaoua.

2) nous n'apportons aucune modification au régime d'écoulement de l'affluent de Nigéria.

3) nous modifions peu le régime d'écoulement de la Maggia en aval de Tsernaoua, puisque nous conservons les eaux des bassins versants de Nigéria ; du bassin versant du lit principal de Mazogué à Tsernaoua; une partie des eaux des bassins versants en amont de Mazogué.

(1) L'un des sites étant adopté , il y aura lieu de rechercher par des levés précis de 3 ou 4 profils en travers, celui qui doit permettre d'arriver au cube minimum; ce travail me semble aujourd'hui, après reconnaissance des sites, plus expéditif que celui qui consisterait à faire un lever précis de ces sites, au 1/2.500 et à tracer l'implantement sur plan.

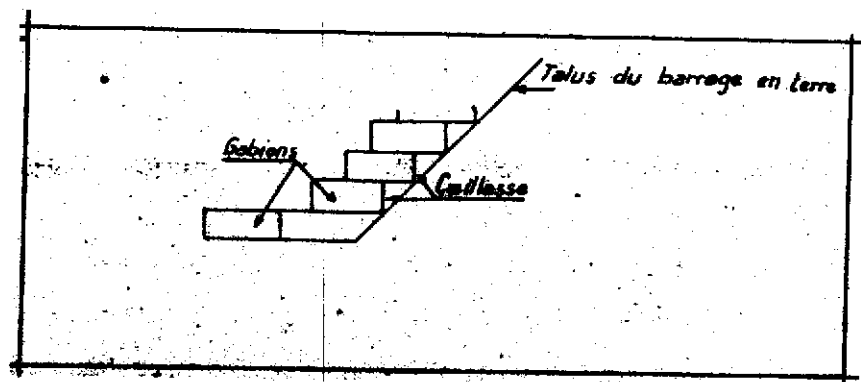
PROFIL TYPE POSSIBLE POUR LE BARRAGE

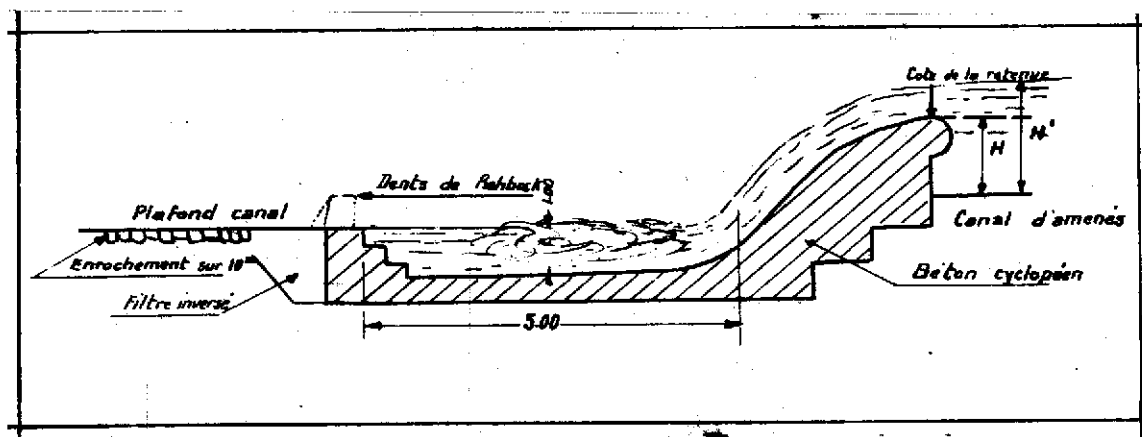
Les premiers résultats d'essais concernant les sols de constitution nous permettent d'envisager un barrage homogène en sol semi perméable. Il faut attendre les résultats complets pour déterminer les pentes des talus. Il importe aussi de connaître les caractéristiques du sous sol pour déterminer la longueur à donner aux lignes de fuite possibles en partant des règles de LANE, afin que les vitesses de percolation restent inférieures à celles d'entraînement des éléments fins du terrain de fondation.

De toute façon il n'y aura sûrement pas lieu de prévoir un noyau central étanche ; peut être une clef d'ancrage en argile et un tapis étanche en corroi argileux à l'amont ce qui serait une bonne précaution.

En ce qui concerne les essais en laboratoire, l'expérience m'a appris que l'énergie de compactage obtenue par des rouleaux pieds de mouton tractés par un D7 ou un D8 était légèrement inférieure à celle que l'on obtient au laboratoire avec l'essai Proctor modifié. C'est pour cette raison, que sur mes instructions, ECASOL a modifié légèrement les caractéristiques de l'essai Proctor modifié : mise en place en 5 couches, mais seulement 18 coups de dame au lieu de 25 par couche.

Les 2 talus doivent être protégés contre l'érosion que les pluies torrentielles d'hivernage ne manqueraient pas de produire. On ne peut songer pour le talus aval à un revêtement gazonné, que ne permet pas le climat du Niger. Le plus simple me paraît être de prévoir des talus sablo-graveleux, avec pour l'amont un tapis d'enrochements pour éviter la destruction par battillage, lequel sera d'autant plus important que la réserve sera plus profonde. J'avais songé d'abord à une protection amont par gabions, pour 2 raisons : on ne trouve pas facilement des moellons ou blocs de 40 à 60 kg dans les régions proches des sites A ou B, par contre on y trouve suffisamment de petits blocs de 5 à 20 cm de diamètre moyen.





La hauteur H est calculée pour qu'avec un canal d'amenée à talus réglés à $2/I$, la section en eau calculée pour une hauteur $H' = H + 0m\ 80$, donne une vitesse moyenne d'approche inférieure à $0,50\text{ m/sec}$, donc non érosive pour les terres latéritiques de la Maggia.

Le plafond du canal de fuite à la sortie de la cuvette d'amortissement sera déterminé par les 2 données suivantes que nous ne connaissons pas, le plan demandé au $1/2500$ ne nous étant pas encore parvenu :

- a) cote du plafond de la Maggia au lieu de restitution du débit de crue :
- b) distance de ce lieu au déversoir.

ETUDE HYDROLOGIQUE

-:-:-:-:-

L'étude hydrologique de la vallée de la Maggia est assez complexe, car les bassins versants de deux de ses affluents : l'un sur la rive droite, en territoire français ; l'autre sur la rive gauche, en Nigéria Britannique, paraissent avoir sur le régime d'écoulement de cet Oued une influence plus déterminante que le bassin versant du cours principal. De ces divers bassins versants nous n'avons aucune carte, aucune couverture aérienne ; on ne saurait en toute bonne foi en évaluer la superficie.

Les relevés pluviométriques de 5 postes entourant les 2 sites possibles pour l'implantation du barrage ne sauraient donc nous servir pour un calcul suffisamment approché du régime de la Maggia.

En pareille circonstance et quand on désire aller vite, le plus simple est d'établir quelques stations de jaugeage, judicieusement placées et par une étude détaillée du régime des pluies, d'en déduire le débit moyen annuel du cours d'eau et son débit de pointe en crue.

Ces deux caractéristiques nous intéressent, la première pour savoir si nous pourrions remplir chaque année la réserve d'eau que nous nous proposons de créer, la deuxième pour dimensionner judicieusement le déversoir.

Etude critique des relevés pluviométriques -

Nous avons reporté sur les 3 diagrammes joints (DI, DII, DIII) les hauteurs de pluie relevées au cours des dix dernières années : 1945 à 1954 incluse, à 5 postes d'observations encadrant le cours de la Maggia ; la carte au 1/1.000.000 qui accompagne les 3 diagrammes, donne les emplacements relatifs de la Maggia et des 5 postes.

On constate immédiatement que, sauf exceptions très rares, l'essentiel des précipitations annuelles se répartit sur 4 mois de l'année : juin, juillet, août et septembre.

Les relevés pluviométriques du Service météorologique de l'A.O.F., que nous avons consultés pour les années 1920 à 1945, confirment pour ces 5 postes cette constatation ; de plus ils permettent de dire que :

1°/ Il n'y a jamais eu de précipitation pendant les mois de novembre à mars inclus ;

2°/ Les tornades d'avril sont très rares et représentent par tornade, des précipitations de l'ordre de 5 mm.

3°/ Les précipitations annuelles sont très irrégulières, elles varient :

- à Konni, de 439 à 990 mm pour la dernière décade
de 428 à 990 mm pour les 20 dernières années
- à Madaoua, de 279 à 830 mm pour la dernière décade
de 244 à 830 mm pour les 20 dernières années
- à Tahoua, de 280 à 545 mm pour la dernière décade
de 210 à 545 mm pour les 20 dernières années
- etc.

L'examen des diagrammes joints permet de dire qu'il y a un fait plus important pour nous que l'irrégularité des précipitations annuelles, c'est la répartition de ces pluies dans l'année. On note :

- à Maradi une chute de 616 mm pendant le seul mois d'août 1950, pour un total annuel de 888 mm
- à Birni N'Konni une chute de 490 mm pendant le seul mois d'août 1952, pour un total annuel de 990 mm
- à Madaoua une chute de 529 mm pendant le seul mois d'août 1950, pour un total annuel de 830 mm

Si l'on examine les feuilles de relevés mensuels du Service Météorologique, on s'aperçoit que la hauteur d'eau mensuelle peut-être obtenue par quelques orages violents.

- à Dogondoutchi 178 mm en 3 jours pour 1 précipitation mensuelle de 325 mm (juillet 1954)
110 mm en 2 jours pour 1 précipitation mensuelle de 240 mm. (juillet 1953)
183 mm en 3 jours pour 1 précipitation mensuelle de 415 mm (août 1952)
- à Birni N'Konni 91 mm en 2 jours pour 1 précipitation mensuelle de 235 mm (août 1954)
108 mm en 2 jours pour 1 précipitation mensuelle de 120 mm (septembre 1954)
219,5 mm en 3 jours pour 1 précipitation mensuelle de 490 mm (août 1952)
- à Maradi 373 mm en 4 jours pour 1 précipitation mensuelle de 616 mm (août 1950)

etc...

C'est là un fait intéressant à retenir pour évaluer les débits de pointe de crue; aussi pour les 5 dernières années, nous avons noté sur les diagrammes les précipitations maximum journalières. Celle-ci peuvent être très importantes : en 1950, on note 112 mm à Birni N'Konni, 98 mm à Madaoua, 114 mm à Maradi ; par contre c'est en 1953 que l'on note à Dogondoutchi la plus forte chute journalière : 93 mm.

L'examen des diagrammes nous permet de dire encore que :

- 1949 a été aux 5 postes une année de faible pluviométrie ;
- 1950 et 1952 ont été des années de très fortes pluviométries ;
- 1954 a été une année de pluviométrie moyenne pour Maradi et Birni N'Konni, de pluviométrie assez forte pour les 3 autres centres.

Cette analyse de la pluviométrie a pour objet de nous permettre d'essayer de tirer quelques conclusions des observations de crue, faites à Tsernaoua et à Birni N'Konni, pendant la seule année 1954.

Etude critique des observations de crue

TSERNAOUA -

Ce poste mesure le débit total de la Maggia, en amont du point où cet Oued se divise en 2 branches. En ce poste il apparaît de prime abord que les bassins versants qui alimentent la Maggia doivent être plus spécialement sous l'influence du régime pluviométrique relevé à Birni Konni et à Madaoua.

Le diagramme DI nous montre une très grande similitude du régime des pluies en ces 2 centres ; on note en particulier une similitude dans la répartition annuelle des pluies.

L'échelle de crue installée à Tsernaoua montre qu'il n'y eût aucun débit de la Maggia pendant tout le mois de juin 1954, d'où cette première constatation :

1°) les premières pluies de Mai et Juin sont absorbées par le sol ; s'il y a ruissellement il est extrêmement limité dans l'espace, en tout cas insuffisant à créer un débit mesurable. Cette constatation a d'autant plus d'importance que très exceptionnellement les pluies de Mai 1954 ont été relativement fortes à Birni Kouni et Madaoua (elles l'ont été aussi à Dogandoutchi). Pour remplir la réserve on ne peut donc compter que sur les pluies de Juillet-Août et Septembre.

En Juillet il y eut un écoulement très irrégulier ; d'abord une première pointe les 15 et 16, qui peut s'expliquer par le fait que la plus forte chute de pluie du mois a eu lieu à Birni Konni le 15 (36mm) et à Madaoua le 16 (22mm) ; puis une pointe brutale de forte amplitude et de longue durée, les 27 - 28 - 29 - 30 et 31, qui ne s'explique ni par la pluviométrie du mois - plutôt faible à Konni et Madaoua - ni par quelques chutes journalières abondantes. On peut donc admettre que cette pointe de fin de mois provient de bassins versants importants plus éloignés (au Nord de la route et en Nigéria) . On note que la plus forte chute journalière à Maradi s'est produite le 22 juillet : 23 mm, sa répercussion sur le régime de la Maggia à Tsernaoua le 27 juillet paraît normale.

En Août écoulement irrégulier également, mais débit permanent pendant tout le mois, avec 3 pointes : la première du 7 au 14 ; la seconde du 18 au 20 ; la troisième du 23 au 25.

Le débit permanent correspond bien aux pluies maximum d'Août à Birni Konni, Madaoua et Maradi, mais d'où proviennent les 3 pointes nettement marquées ?

A Birni Konni, les plus fortes chutes journalières ont eu lieu le 17 : 36 mm et le 28 : 54,8 mm.

A Madaoua, la plus forte chute journalière a eu lieu le 17 : 62,5 mm.

A Maradi, la plus forte chute journalière a eu lieu le 12 : 48,2 mm.

Pour ce mois on est tenté d'admettre à nouveau l'hypothèse que la plus forte pointe de crue est provoquée par les pluies tombant très à l'Est de Tsernaoua ; les fortes pluies de Konni et Madaoua étant marquées par les pointes plus faibles des 18-20 et 28-29.

Ces constatations doivent nous inciter à la prudence car nous ne connaissons pas du tout le bassin versant de Nigéria, ni celui de l'affluent Rive droite, au Nord de la route NIAMEY-ZINDER.

En Septembre la crue se maintient jusqu'au 17, avec une très forte poussée les 11 et 12 et un arrêt brutal du débit le 18.

Les plus fortes chutes journalières au cours de ce mois ont été relevées :

- à Birni Konni, le 1er : 60,6 mm ; le 17 : 47,5 mm
- à Madaoua, le 17 : 30 mm
- à Maradi, le 16 : 28,7 mm

/ de crue

elles n'expliquent pas la pointe/des 11 et 12 septembre qui peut provenir aussi bien de l'affluent de Nigéria, que d'une conjonction de pluies moyennes sur l'ensemble des bassins versants ; nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses.

Lors de notre visite des lieux les géomètres qui nous accompagnaient, ainsi que les habitants interrogés, nous ont indiqué le niveau maximum atteint par les crues sous le pont de Tsernaoua ; ce niveau correspond à 2,40 m. à l'échelle. Mais étant donné l'allure du graphique de crue en 1954 ; on est en droit de se demander si cette hauteur correspond bien à un maximum maximorum et si elle ne correspond pas plutôt à la cote (1.20) - (1.30) de 1954 ; une pointe de quelques heures, semblable à celle de 1.90, qui a été relevée le 11 septembre a fort bien pu se produire, sans qu'elle ait été remarquée par les habitants.

Autre constatation importante : nous relevons dans notre carnet de route que la crue la plus forte de ces dernières années, tant sous le pont de Tsernaoua, que sur le bras qui alimente Kalmalo, s'est produite en 1951 ; par 2 fois nous avons noté cette date. Une précision s'imposera, car les fortes pluviométries ont été enregistrées à Konni et à Madaoua, non en 1951, mais en 1950 et 1952.

Comme il en est de même à Maradi et Tahoua, il faut bien admettre que l'affluent de Nigéria a un débit important s'il se confirme que la plus forte crue de ces 5 dernières années s'est bien produite en 1951.

KONNI -

Le graphique des crues à ce poste situé 20 km environ en aval de Tsernaoua suit avec un décalage en retard, ce qui est normal, les oscillations du graphique des crues à Tsernaoua.

On notera cependant que les pointes de crue sont nettement écrêtées ; ce phénomène s'expliquerait par deux raisons :

- 1°) 5 ou 6 km en aval de Tsernaoua les eaux de crue de la Maggia commencent à être absorbées par des cuvettes ;
- 2°) immédiatement en aval du point où cet Oued se divise en 2 branches, il existe sur la branche de Dibissou, un seuil qui n'est franchi qu'une fois atteinte une certaine cote de crue, qu'il serait important de préciser.

On conçoit donc qu'à l'échelle de Konni - 8 km environ en aval du confluent précité - les oscillations de la courbe de crue soient faibles et le débit réduit. Nous sommes d'ailleurs en ce point à quelques kilomètres seulement de l'immense cuvette de Kalmalo, qui forme réservoir d'amortissement.

Etude des débits aux postes de Tsernaoua et de Konni

Aucune mesure de vitesse n'ayant été faite, les débits devront être appréciés.

Le profil en travers à Konni était levé ; nous avons à notre passage fait exécuter le profil en travers de Tsernaoua . Il nous est donc possible de présenter un graphique des sections mouillées.

POSTE DE KONNI

Le profil de la Maggia au droit de l'échelle de crue de Konni, dessiné avec une distorsion de 1/8, peut faire illusion et amener à admettre l'hypothèse que dans une section dont la forme est voisine du demi cercle, l'eau s'écoule avec une vitesse moyenne de 1m/sec. C'est à partir d'une telle hypothèse que l'on a trouvé pour 1953, un débit annuel de 19 millions de m³.

Si l'on dessine le profil avec une même échelle pour les longueurs et les hauteurs, si l'on veut bien se souvenir que le lit de l'oued porte en ce point une végétation arbustive, si l'on examine en même temps le profil en long de l'oued, on est bien obligé d'admettre que :

- 1°) pour une hauteur d'eau lue à l'échelle, inférieure à 0.14 il n'y a pas écoulement, mais stagnation ;
- 2°) pour une hauteur d'eau lue à l'échelle, inférieure à 0.50, grande surface de frottement pour une faible hauteur moyenne, la vitesse d'écoulement ne peut être que très lente ;
- 3°) étant donné le profil en long, le débit a pu être calculé comme étant celui d'un déversoir à seuil épais dont la crête est à 0.14 ; cependant le profil en long tel qu'il nous est présenté fait illusion avec sa distorsion et les mouvements de terrain qui existent sont bien faibles. On peut donc se proposer de calculer la vitesse à partir de la formule de Bazin

$$V = C \sqrt{Ri} \quad \text{et} \quad C = \frac{87}{1 + \frac{\lambda}{\sqrt{R}}}$$

avec $\lambda = 2.30$ (1) la rivière étant à profil très irrégulier, son plafond et ses berges étant revêtus d'une végétation arbustive.

A partir de la formule de Bazin, nous trouvons pour différentes cotes les résultats ci-après :

Cotes à l'échelle	Section mouillée	Périmètre mouillé	R	λ	C	V
(+ 0.30)	2.35 m ²	12.2	0.192	2.30	13.9	0.33 m/sec.
(+ 0.40)	4.10 m ²	17.0	0.241	2.30	15.1	0.41
(+ 0.50)	6.20 m ²	21.0	0.295	2.30	16.6	0.49
(+ 0.60)	8.30 m ²	21.6	0.384	2.30	18.2	0.62
(+ 0.75)	11.50 m ²	23.0	0.50	2.30	20.4	0.79
(+ 1.00)	17.50 m ²	25.0	0.70	2.30	23.2	1.06
(+ 1.50)	31.80 m ²	38.4	0.82	2.30	24.6	1.22

- (1) Pour un cours d'eau naturel, sans obstacle la valeur moyenne de $\lambda = 1.74$.

Pour des cours d'eau naturels avec herbes, rochers, etc

λ varie de 1.74 pour un état parfois à 4.86 pour un état mauvais, avec une valeur de 2.43 pour un bon état et une valeur moyenne de 3.48

Ces vitesses ont été obtenues en appréciant la pente du lit à $\frac{1}{3.000}$, ce qui paraît plutôt fort si l'on considère la pente générale du lit de la Maggia, qui est une pente très faible.

Quoi qu'il en soit, lorsque dans un premier calcul fait pour apprécier le débit annuel de la branche de Kalmalo, le Niger retient la vitesse moyenne de 1m/sec pour toutes les hauteurs d'eau, il commet une erreur d'appréciation d'autant plus grande que les cotes relevées à l'échelle dépassent rarement 0.60. Pour ce premier calcul il eût été beaucoup plus raisonnable de retenir la vitesse moyenne de 0.50 m/sec ce qui eût conduit à un débit annuel de 19,8 millions de m³ : 2 soit 9.9 millions de m³ pour la branche de Kalmalo.

On peut supposer que cette vitesse de 1m/sec. a été retenue en partant de l'hypothèse - que nous avons contestée - d'un écoulement sur déversoir à seuil épais. En effet dans la formule $Q = CLH^{3/2}$, prenant $C = 1.46$ pour un déversoir à seuil très large on trouve pour la cote 0.50 à l'échelle : $Q = 1.46 \times 20 \times 0.36^{3/2} = 6.03$ m³/sec ; la section mouillée étant de 6.20 m², la vitesse moyenne est très voisine de 1 m/sec.

La hauteur d'eau maximum observée à cette échelle a été de 1.00 m; les 14 et 15/8 - 1954 ; cette cote s'est répétée les 9 et 14/9 - 1954 ; d'après nos calculs ci-dessus, à cette cote correspond une section mouillée de 17.50 m², une vitesse moyenne de 1,06 m/sec donc un débit de crue de 18,55 m³/sec.

D'après les renseignements recueillis sur place ce niveau n'est que rarement dépassé, sauf pour des pointes de crue durant quelques heures, la cote atteindrait alors 1m50. Pour cette cote nous avons une section mouillée de 31.80 m², une vitesse moyenne de 1.22 m/sec, soit un débit de crue en pointe de 38.80 m³/sec.

POSTE DE TSERNAOUA

A partir du profil levé lors de ma mission j'ai établi la courbe des sections mouillées, pour différentes hauteurs d'eau lues à l'échelle de crue pendant l'hivernage 1954.

Aucune mesure de vitesse n'a été faite, aucun jaugeage. Nous ne possédons aucune donnée nous permettant un calcul mathématique de la vitesse.

Le profil en travers joint au rapport, montre nettement le rétrécissement apporté par le pont de Tsernaoua au lit de la Maggia. L'expérience de tels passages a montré que la vitesse pouvait raisonnablement varier sous l'ouvrage de 0.20 m/sec pour une hauteur

d'eau de 20 cm à 2.00 m/sec pour une hauteur de 2 m. et ce suivant une loi parabolique, d'où la " courbe des vitesses possibles ". La section sous le pont étant - suivant que l'on est à une cote inférieure à 1.00 m, ou à une cote comprise entre 1.00 m et 1.30 m. - 2 à 4 fois inférieure à celle du lit de la rivière pour une même hauteur d'eau, on voit qu'à nos " vitesses possibles " correspondent dans la Maggia des vitesses de l'ordre de 0.35 à 0.40 m/sec, ce qui est peut être un peu faible mais certainement pas très loin de la vérité. Nous allons donc obtenir à notre avis des débits par défaut.

Nous avons calculé ces débits pour le seul mois de septembre ; l'attention est aussitôt attirée sur les 2 points suivants :

1°) disproportion entre les débits annuels à Tsernaoua et à Konni. Alors que nous avons évalué le débit annuel à Konni à 9,9 millions de m³, nous trouvons 53,2 millions de m³ à Tsernaoua pour le seul mois de septembre (17 jours).

2°) le débit de pointe de crue : 89,5 m³/sec le 11/9/1954 est évidemment lui aussi très supérieur au débit de pointe de crue à Konni : 18,5 m³/sec. les 9 et 14 - 9 - 1954.

Si les relevés d'échelle sont bien exacts, des observations très sérieuses sont à faire à la prochaine crue pour savoir ce que devient le débit, qui passé à Tsernaoua, ne se retrouve plus à Konni.

Notre reconnaissance de saison sèche, l'expérience du service hydraulique, nos échanges d'idées avec divers services administratifs, les interrogations des riverains, nous ont permis d'écrire plus haut, qu'en aval de Tsernaoua il y avait :

1°) étalement de la crue dans de nombreuses cuvettes ;

2°) au-dessus d'une certaine cote à Konni, alimentation de la branche de Dibissou.

Il est important de connaître l'utilisation des millions de m³ d'eau qui passent à Tsernaoua et dont une partie fertilise des terres ; en quels points exacts ? Sur quelles superficies exactes ? Que produit-on ? (coton de Dibissou, cultures maraîchères de Konni, par exemple).

De ce calcul approché du débit à Tsernaoua on retient par ailleurs :

- 1° - que le remplissage de la réserve projetée se ferait sans difficulté ;
- 2° - que par contre, si la hauteur d'eau sous le pont a bien atteint certaines années la cote (2.40), la section mouillée à ce moment là est de 48.44 m², la vitesse moyenne de l'ordre de 3m/sec et le débit voisin de 150 m³/sec (le débit de pointe à Konni a été ébalué à 38,80 m³/sec.)

Pour dimensionner le déversoir - ouvrage essentiel de l'aménagement projeté - il importe d'être mieux éclairé sur le débit de la Maggia et pour cela d'installer sous le pont un poste de jaugeage avec moulinets Ott ou Dumas.

Bien entendu dans le calcul du déversoir nous tiendrons compte du fait que le réservoir est susceptible d'emmagasiner une partie du débit de crue, par surélévation provisoire du plan d'eau. A titre d'exemple et pour fixer les idées, il faut un déversoir Creager de 40 m. de développement, pour passer un débit de 63 m³/sec, sous une lame de 0 m 80 au-dessus de la crête.

Dans l'hypothèse d'un barrage à Tsernaoua et d'une cote de retenue de la réserve fixée à (+200), le graphique 1 joint permet de chiffrer les surfaces immergées :

(+200)	S = 924 ha ou 9.240.000 m ²
(+200,80)	S = 1164 ga ou 11.640.000 m ²

Cube d'eau emmagasiné entre ces 2 cotes :

$$V = \frac{9.240.000 + 11.640.000}{2} \times 0,80 = 8.352.000 \text{ m}^3$$

Pour provoquer une surélévation de 0 m 80 en 24 heures il faut donc un débit de :

$$8.352.000 : 86.400 = 96.6 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Si le débit maximum de crue à Tsernaoua est de 150 m³/sec, il suffira d'évacuer 150 - 96,6 = 53,4 m³/sec par le déversoir, si l'on admet que la cote dans la réserve peut monter de 0 m 80. Nous ne disposerons pas alors d'un coefficient de sécurité pour étaler un orage localisé se produisant dans le temps où les bassins versants débient à plein. Ce pourquoi le déversoir de 40 m de développement permettant un débit de 63 m³/sec sous une charge de 0 m 80 ne paraît pas surestimé, dans l'état actuel de nos connaissances sur le régime de la Maggia.

Dans l'hypothèse d'un barrage à Mazogué, la capacité d'amortissement de la réserve est très réduite, mais le débit de crue doit être lui même beaucoup plus faible, ne comportant pas l'afflux des eaux de l'affluent de Nigéria Britannique.

Nous pouvons nous faire une idée du débit passant en amont de Mazogué, sur et sous la route Niamey Zinder, par les ouvrages que l'on y rencontre :

- 5 ouvrages de 21 m. d'ouverture totale
- 1450 m. de route submersible, niveau inférieur de 0 m 80 environ à celui de la route de part et d'autre.

Les 5 ouvrages peuvent avoir un débit total de l'ordre de 21 m³/sec, évalué à partir d'un débouché de $21 \times 1,25 = 26,25$ m² et d'une vitesse moyenne de 0,80 m/sec (1)

Les 1450 m. de route submersible, sous une hauteur de 0 m 20 qui semble être un maximum atteint peuvent débiter une centaine de m³/sec mais dans l'hypothèse la plus défavorable où l'affluent Rive droite et la Maggia ont des crues conjuguées.

Dans cette hypothèse le débit total est de l'ordre de 120 m³/sec, contre un débit évalué de 150 m³/sec à Tsernaoua ; les 2 n'étant pas forcément concomittants, les bassins versants du Niger français et de la Nigéria britannique étant suffisamment éloignés pour cela.

(1) Cette évaluation est plutôt pessimiste si l'on tient compte des faits suivants :

- 1°) le lit mineur est très marqué au droit du dalot à 5 pertuis de 2 m 50
- 2°) des affouillements se sont produits à l'aval du dalot à 2 pertuis de 1 m 50 et du dalot à 1 pertuis de 1 m 50; pour se défendre contre ces affouillements qui menaçaient les ouvrages des enrochements en gros moellons ont été nécessaires, sur une longueur de 20 m en aval du dalot à 2 pertuis.

- ANNEXE I -

- Relevé des précipitations maxima en 24 heures -

SERVICE METEOROLOGIQUE DU NIGER

-:-:-:-

Relevé des précipitations maximum en 24 heures observées aux
pluviomètres de BIRNI N'KONNI - MADAOUA - TAHOUA - DOGONDOUTCHI -
MARADI.

-:-:-:-

— • — • — • —

MOIS	1951		1952		1953		1954			
	Jour	Hauteur mm	Jour	Hauteur mm	Jour	Hauteur mm	Jour	Hauteur mm		
MAI	20	2.5	29	9.8	20	26.3	27	27.3	28	28.5
JUIN	5	32.0	6	30.8	1	19.2	23	40.2	28	14.6
JUILLET	27	20.8	17	37.6	2	68	13	77	15	36.0
AOÛT	4	111.9	25	34.0	12	64.4	9	53.7	17	36.0
					27	81.7			28	54.8
					31	73.4				
SEPTEMBRE	14	57.7	18	49.0	7	34.5	8	46.4	1	60.6
OCTOBRE	5	6.2	11	18.8	7	13.2	23	45	17	47.5
									11	13.5

POSTE DE MADOUA

---:---:---

MOIS	1 9 5 0		1 9 5 1		1 9 5 2		1 9 5 3		1 9 5 4	
	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur
		mm		mm		mm		mm		mm
MAI	20	2	11	2.6	27	3	11	14	24	59
JUIN	25	7.3	17	48.0	22	11.5	5	34	2	42
JUILLET	28	16.7	18	17.8	20	32.5	15	33.0	16	22
AOUT	19	98.6	26	39.7	1	52.5	14	39.5	17	62.5
SEPTEMBRE	14	49.4	20	30.0	17	54.5	7	30.0	17	30
OCTOBRE	Pas de pluie		11	12.6	11	19	23	0.2	10	12.5

POSTE DE TAHOUA

-:-:-:-

MOIS	1 9 5 0		1 9 5 1		1 9 5 2		1 9 5 3		1 9 5 4	
	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Haut.
		mm		mm		mm		mm		mm
MAI	15	10	28	22	20	4.8	23	34.1	25	8.3
JUIN	4	6.8	17	13.2	27	12.3	1er	27.7	24	27.1
JUILLET	30	63.3	23	23.0	11	40.2	13	36.6	19	68.6
AOUT	4	51.5	4	27.2	31	55.1	14	32.8	1er	26.1
SEPTEMBRE	7	23.5	13	30.1	18	18.2	27	16.4	3	27
OCTOBRE	15	20.3	13	13.6	6	6.3	3	0.3	11	24
	20	20.3								

POSTE DE DOGONDOUTCHI

	1950		1951		1952		1953		1954	
MOIS	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur
		mm		mm		mm		mm		mm
MAI	21	6.0	20	37.4	31	33.3	2	9	21	64.2
JUIN	2	41.0	7	26.5	27	31.5	9	36.5	1er	14.5
JUILLET	15	33.0	17	11.5	21	20.0	15	58.3	12)	53.7
							30	51.3	22)	62.3
AOUT	5	48.2			3	72.5			9	51
	25	55.0	23	60.7	22	57.4	15	93.3	20	67.3
					28	53.4				
SEPTEMBRE	5	38.5	19	33.2	19	68.2	8	44	17	26
OCTOBRE	néant		17	12.0	5	7.5	néant pas de pluie		28	9.2

POSTE DE MARADI

-:-:-:-

	1 9 5 0		1 9 5 1		1 9 5 2		1 9 5 3		1 9 5 4	
MOIS	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Hauteur	Jour	Haut.
		mm		mm		mm		mm		mm
MAI	25	5.8	27	8.8	16	23.5	7	19.1	25	9.5
JUIN	6	3.4	6	13.2	26	36.2	28	37.5	28	9
JUILLET	15	49.4	11	38.8	21	36.7	21	39.3	22	23.2
AOÛT	4)	75	14	53.8	30	55.3	5	39.5	12	48.2
	14)	83.7								
	19)	99.6								
SEPTEMBRE	23)	114.7	19	49.2	23	17.6	8	40.0	16	28.7
	11	28.3								
OCTOBRE	5	7.0	17	3.7	1er	33.5	3	5.8	11	7.4

- ANNEXE II -

- Relevé des Hauteurs d'eau -

TERRITOIRE
du
NIGER

DEBIT DE LA MAGGIA

ANNEE 1953

Echelle de crues de Birni N'Konni

Vitesse lm/seconde

Dates	Section	Débit/journalier
22 Juillet 1953	6,327	546.650 m3
23 -d°-	4,61	398.300 m3
24 -d°-	3,60	311.040 m3
25 -d°-	3,60	311.040 m3
26 -d°-	3,60	311.040 m3
27 -d°-	4,23	365.470 m3
28 -d°-	3,60	311.040 m3
29 -d°-	2,60	224.640 m3
30 -d°-	2,37	204.770 m3
31 -d°-	3,27	282.530 m3
1er Août 1953	3,60	311.040 m3
2 -d°-	3,60	311.040 m3
3 -d°-	3,27	282.530 m3
4 -d°-	2,60	224.640 m3
5 -d°-	2,13	184.030 m3
6 -d°-	2,12	183.170 m3
7 -d°-	1,62	139.970 m3
8 -d°-	1,62	139.970 m3
9 -d°-	1,40	120.960 m3
10 -d°-	1,04	89.860 m3
11 -d°-	0,94	81.210 m3
12 -d°-	1,04	89.860 m3
13 -d°-	1,40	120.960 m3
14 -d°-	1,76	152.060 m3
15 -d°-	2,10	181.440 m3
16 -d°-	2,54	219.460 m3
17 -d°-	2,82	243.370 m3
18 -d°-	2,37	204.770 m3
19 -d°-	2,60	224.640 m3
20 -d°-	3,60	311.040 m3
21 -d°-	4,23	365.470 m3
22 -d°-	4,61	398.300 m3
23 -d°-	5,30	457.920 m3
24 -d°-	5,30	457.920 m3

Dates		Section	Débit/journalier
		Report	8.762.150 m3
25	Août 1953	4,61	398.300 m3
26	-d°-	4,95	427.680 m3
27	-d°-	5,25	444.960 m3
28	-d°-	5,82	502.850 m3
29	-d°-	7,20	565.050 m3
30	-d°-	8,06	696.380 m3
31	-d°-	8,06	696.380 m3
1er	Septembre 1953	8,16	705.000 m3
2	-d°-	6,61	571.100 m3
3	-d°-	5,30	457.900 m3
4	-d°-	4,23	365.470 m3
5	-d°-	3,60	311.040 m3
6	-d°-	3,27	282.530 m3
7	-d°-	2,54	219.460 m3
8	-d°-	2,37	204.770 m3
9	-d°-	2,54	219.460 m3
10	-d°-	1,87	161.570 m3
11	-d°-	1,87	161.570 m3
12	-d°-	2,24	193.540 m3
13	-d°-	2,60	224.640 m3
14	-d°-	3,90	338.215 m3
15	-d°-	3,90	338.215 m3
16	-d°-	3,60	311.040 m3
17	-d°-	2,60	224.640 m3
18	-d°-	2,12	183.170 m3
19	-d°-	2,60	224.640 m3
20	-d°-	2,60	224.640 m3
21	-d°-	3,27	282.530 m3
22	-d°-	2,60	224.640 m3
23	-d°-	2,37	204.770 m3
24	-d°-	1,76	152.060 m3
25	-d°-	1,62	139.970 m3
26	-d°-	1,51	130.460 m3
27	-d°-	1,31	113.180 m3
28	-d°-	0,78	67.390 m3
29	-d°-	0,60	51.840 m3
30	-d°-	0,43	37.150 m3
1er	Octobre 1953	0,43	37.150 m3
2	-d°-	0,15	12.960 m3
3	-d°-	0,12	10.350 m3
			19.880.810 m3

C O T E S

KONNI

Vitesse l m/ s

Date	Matin	Soir
22 Juillet 1953	0.60	0.55
23 " "	0.50	0.45
24 " "	0.40	0.40
25 " "	0.40	0.40
26 " "	0.40	0.40
27 " "	0.40	0.50
28 " "	0.40	0.40
29 " "	0.35	0.35
30 " "	0.30	0.30
31 " "	0.40	0.37,5
1er Août 1953	0.40	0.40
2 " "	0.40	0.40
3 " "	0.37,5	0.37,5
4 " "	0.35	0.35
5 " "	0.30	0.27,5
6 " "	0.30	0.25
7 " "	0.22,5	0.22,5
8 " "	0.22,5	0.22,5
9 " "	0.20	0.20
10 " "	0.17,5	0.15
11 " "	0.15	0.15
12 " "	0.15	0.17,5
13 " "	0.20	0.20
14 " "	0.22,5	0.25
15 " "	0.27,5	0.27,5
16 " "	0.32,5	0.30
17 " "	0.35	0.32,5
18 " "	0.30	0.30
19 " "	0.35	0.35
20 " "	0.40	0.40
21 " "	0.45	0.45
22 " "	0.47,50	0.47,50
23 " "	0.52,50	0.52,50
24 " "	0.52,50	0.52,50
25 " "	0.50	0.47,50
26 " "	0.50	0.50
27 " "	0.50	0.52,50
28 " "	0.55	0.57,50
29 " "	0.60	0.60
30 " "	0.62,50	0.62,50
31 " "	0.62,50	0.62,50

Date			Matin	Soir
1er	Septembre	1953	0.62,50	0.65
2	"	"	0.60	0.57,50
3	"	"	0.55	0.50
4	"	"	0.45	0.45
5	"	"	0.40	0.40
6	"	"	0.37,5	0.40
7	"	"	0.35	0.32,50
8	"	"	0.30	0.30
9	"	"	0.32,50	0.32,50
10	"	"	0.25	0.25
11	"	"	0.25	0.25
12	"	"	0.27,50	0.30
13	"	"	0.35	0.40
14	"	"	0.42,50	0.42,50
15	"	"	0.42,50	0.42,50
16	"	"	0.40	0.37,50
17	"	"	0.35	0.35
18	"	"	0.27,50	0.27,50
19	"	"	0.35	0.35
20	"	"	0.35	0.35
21	"	"	0.37,50	0.37,50
22	"	"	0.35	0.35
23	"	"	0.30	0.30
24	"	"	0.25	0.22,50
25	"	"	0.22,50	0.22,50
26	"	"	0.22,50	0.20
27	"	"	0.17,50	0.15
28	"	"	0.12,50	0.12,50
29	"	"	0.10	0.10
30	"	"	0. 7,50	0. 7,50
1er	Octobre	1953	0. 7,50	0. 7,50
2	"	"	0. 5	0.5
3	"	"	0. 2,50	0. 2,50

- ANNEXE III -

MOYENNES MENSUELLES OBSERVEES AUX POSTES D'EVAPORATION
de TAHOUA - MARADI - NIAMEY - KONNI

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

MOYENNES MENSUELLES OBSERVEES AUX POSTES D'EVAPORATION

de TAHOUA - MARADI - NIAMEY - KONNI

	TAHOUA	MARADI	NIAMEY	KONNI	Moyennes mensuelles pour KONNI TAHOUA-MARADI
JANVIER	399,7	317,0	230,5	295,0	337
FEVRIER	386,3	340,4	262,6	339,5	355,3
MARS	457,4	410,7	334,8	334,7	400,9
AVRIL	452,4	415,2	298,8	385,9	417,8
MAI	343,7	295,5	211,8	340,9	326,7
JUIN	280,1	231,0	154,3	197,3	236,0
JUILLET	198,3	147,5	112,5	151,8	165,8
AOUT	109,2	83,4	61,5	83,3	92,0
SEPTEMBRE	136,4	97,1	71,7	92,7	108,7
OCTOBRE	265	169,3	133,8	143,3	192,5
NOVEMBRE	378,5	305,3	209,0	223,4	302,0
DECEMBRE	392,1	313,8	218,2	239,3	315,0

EVAPORATION LUE A L'EVAPOROMETRE O N M

au poste de MARADI

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Moyenne mensuelle
JANVIER	286,2	294,5	339,9	295,1	367,1	319,4	317,0
FEVRIER	249,7	346,8	369,1	298,2	397,1	381,8	340,4
MARS	"	400,2	489,8	270,1	483,0	"	410,7
AVRIL	"	397,0	447,7	425,7	390,7	"	415,2
MAI	"	286,2	312,5	288,0	295,5	"	295,5
JUIN	"	259,9	225,7	185,7	252,7	"	231,0
JUILLET	"	159,8	133,3	126,7	170,2	"	147,5
AOUT	"	96,2	72,0	81,8	83,7	"	83,4
SEPTEMBRE	"	81,4	62,2	120,2	124,6	"	97,1
OCTOBRE	113,7	128,8	162,2	231,7	210,5	"	169,3
NOVEMBRE	238,4	291,8	316,7	340,9	339,1	"	305,3
DECEMBRE	267,2	338,0	312,5	327,0	324,7	"	313,8

EVAPORATION LUE A L'EVAPOROMETRE O N M

au poste de TAHOUA

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Moyenne mensuelle
JANVIER	377,7	430,7	312,3	304,4	502,0	372,1	399,7
FEVRIER	450,6	"	329,0	319,9	"	445,7	386,3
MARS	564,4	"	399,9	408,1	"		457,4
AVRIL	519,1	"	413,9	424,4	"		452,4
MAI	424,2	"	331,9	275,1	"		343,7
JUIN	417,7	"	261,9	160,7	"		280,1
JUILLET	294,9	"	164,2	135,8	"		198,3
AOUT	136,5	"	94,1	97,0	"		109,2
SEPTEMBRE	180,2	"	85,6	143,5	"		136,4
OCTOBRE	308,8	"	243,4	243,2	"		265
NOVEMBRE	436,6	"	334,0	365,0	"		378,5
DECEMBRE	417,5	"	278,7	480,2	"		392,1

EVAPORATION LUE A L'EVAPOROMETRE O N M

au poste de NIAMEY

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Moyenne mensuelle
JANVIER	"	250,8	224,1	223,3	216,1	238,3	230,5
FEVRIER	"	281,4	324,1	220,0	234,9	252,6	262,6
MARS	"	329,7	406,5	313,9	289,2	"	334,8
AVRIL	"	319,6	312,7	292,1	270,8	"	298,8
MAI	"	217,4	236,3	177,1	216,7	"	211,8
JUIN	"	213,6	155,2	98,4	150,2	"	154,3
JUILLET	"	158,1	105,9	83,3	102,7	"	112,5
AOUT	"	84,9	47,7	56,8	56,8	"	61,5
SEPTEMBRE	70,3	76,0	49,7	63,7	98,8	"	71,7
OCTOBRE	155,3	110,7	112,3	147,9	143,0	"	133,8
NOVEMBRE	245,1	"	187,1	207,8	196,2	"	209,05
DECEMBRE	224,0	"	206,1	232,2	210,8	"	218,2

EVAPORATION LUE A L'EVAPOROMETRE O N M

au poste de KONNI

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Moyenne mensuelle
JANVIER	379,3	"	270,0	241,6	306,6	277,7	295,04
FEVRIER	437,9	"	384,5	254,9	271,0	349,5	339,56
MARS	529,3	"	354,1	175,0	280,4	"	334,7
AVRIL	500,2	"	359,1	370,0	314,5	"	385,95
MAI	411,8	"	387,8	283,0	281,1	"	340,92
JUIN	312,4	"	112,4	158,1	206,5	"	197,3
JUILLET	202,0	"	157,1	110,1	138,2	"	151,85
AOUT	93,1	"	92,6	80,2	67,4	"	83,3
SEPTEMBRE	102,3	125,6	64,9	85,1	85,6	"	92,7
OCTOBRE	"	"	143,2	168,5	118,4	"	143,3
NOVEMBRE	"	"	215,4	231,4	"	"	223,4
DECEMBRE	"	"	220,9	257,6	"	"	239,3

LES OUVRAGES DE KEITA

-:-:-:-:-

Un barrage en terre construit à l'initiative du Commandant de Cercle.

Dès le premier remplissage de la réserve - remplissage brutal puisque obtenu en 36 heures - le barrage est menacé, l'eau arrivant dans la nuit à 40 cm au-dessous de la crête.

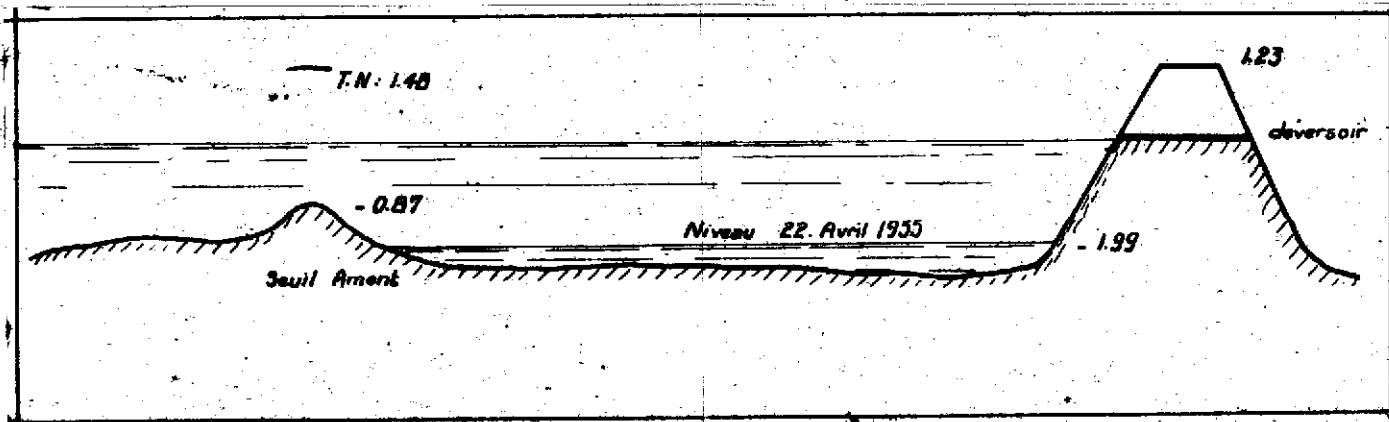
Pour sauver l'ouvrage, le Commandant de Cercle BROUHI prend l'initiative d'évacuer les eaux par un petit canal sur la rive gauche dans la nuit le canal s'élargit de lui-même et atteint une largeur moyenne de 25 m. sur une hauteur de 4 à 5 m.

Le service de l'hydraulique barre ce canal de fuite en 1954 par un déversoir en béton, dont les caractéristiques figurent au DOSSIER D.

L'Agriculture prétend que ce déversoir est inutile - le barrage aussi évidemment- puisqu'il existe un seuil naturel situé environ 1 km en amont.

Nous avons profité de notre passage et de la présence à nos côtés de M. MAGNAN, géomètre, pour faire exécuter un levé ; les résultats ont été les suivants :

Si l'on prend comme plan de référence celui contenant la crête du déversoir, la crête du barrage, que l'on vient de recharger, en son point le plus bas est à (+ 1,23) ;



tranche qui a permis cette année la culture du blé;

Depuis Octobre le plan d'eau de la réserve a baissé de 2,00 m. environ, par évaporation naturelle, irrigation de 400 ha de blé, puisement de l'eau pour abreuver hommes et animaux.

Après rechargement aux petits paniers la cote de crête du barrage n'est qu'à 1 m 23 au-dessus du déversoir ; ce rechargement subira forcément un tassement ; les tornades par les érosions vont attaquer le sommet de ce barrage déjà très étroit - à peine plus de 1 m 00. Au moment des crues la revanche sur le déversoir va être de l'ordre de 0 m 90 et la revanche sur la lame déversante de l'ordre de 0 m 45 peut-être moins.

Sur le plan du déversoir, nous notons que, en Novembre 1953, la crête du barrage accusait un fléchissement au milieu de 1,71 m., et que la revanche sur le déversoir, au point du fléchissement, n'était que de 1 m 49 ; c'était déjà très peu, mais nous étions en fin de saison des pluies, alors qu'aujourd'hui avant pluies, tassement et érosion, cette revanche n'est que de 1 m 23.

Le Commandant de cercle estime à 400 ha la superficie cultivée cette année en blé, sur la périphérie de la réserve. Deux récoltes ont été faites, la deuxième à peu près totalement détruite par les insectes. Les premières semences ont eu lieu en Octobre, les deuxièmes en Février (le chef de Service de l'Agriculture prétend qu'il est alors trop tard pour semer du blé sous le climat du Niger). Les Autorités administratives estiment le rendement moyen à 1400 kg par ha et par récolte. Cependant pour la première récolte qui eût dû donner 560 tonnes, sur la base de ce rendement moyen, il n'a été commercialisé que 300 tonnes, au cours de 22.000 Frs la tonne, et c'est bien que la consommation locale de cette céréale ait été très faible.

On doit noter tout le soin apporté par les habitants de KEITA à la culture du blé. De petites diguettes délimitent des carrés de 400 m² environ de superficie ; des artérioles étroites (30 à 50 cm), mais profondes parfois de 1 m 00 sillonnent les champs de culture, qui ont été irrigués par la calbasse à partir de l'eau puisée dans ces artérioles.

J'ai proposé de surélever le seuil en amont du barrage par un petit barrage de 0 m 80 à 1 m 00 de hauteur, barrage en terre recouvert d'une carapace en gabions. On pourra faire la preuve qu'il n'y a aucun défluent entre ce seuil et le barrage ; on pourra gagner sans danger quelques centimètres de retenue et ainsi juger du gain possible par une retenue à une cote supérieure. Je dis sans danger, car dès submersion de ce petit barrage, l'eau remplira très rapidement la dépression qui se situe immédiatement en amont du grand barrage.

Mais il n'en reste pas moins, à mon avis, que le travail le plus urgent à entreprendre dans le cercle de TAHOUA est le renforcement du barrage en terre de KEITA et la protection de ses talus

par de la caillasse et des enrochements. Cette protection de talus évitera la dépense annuelle de rechargement aux petits paniers que le Commandant du cercle évalue à 300.000 T.

SITE D'ANOUA

Plus en aval dans la vallée, un petit seuil maçonné



avait été construit pour barrer le lit mineur et constituer une réserve. Ce petit seuil a été contourné 3 fois par les eaux de crue, qui ont créé un passage définitif sur la rive droite. Il est à noter que l'eau de ces incidents est due au flot dévalant brutalement de KEITA par le canal de fuite creusé pour sauver le barrage de ce village.

A quelques centaines de mètres en amont de ce seuil, il existe un resserrement de la vallée, par 2 éperons d'une quinzaine de mètres de hauteur. En ce point la vallée a moins de 250 m. de large.

Ce verrou d'une très large vallée peut présenter un intérêt pour construire un barrage ; il est prématuré de se prononcer car l'ouvrage serait forcément coûteux et pour qu'il soit payant une étude très sérieuse doit être faite au préalable, mais nous estimons que c'est là une étude à faire en première urgence, la mare qui s'est formée naturellement près du verrou indiquant assez, comme à KEITA et à KAIMALO l'heureux usage qui peut être fait dans ces pays, des réserves d'eau de saison sèche.

Plus en aval cette même vallée recoupe la route de TAHOUA à KOUKI, près de BAGGA.

L'aménagement de cette immense vallée qui s'étend sur plus de 100 km doit retenir l'attention des responsables de l'économie du NIGER.

DOSSIER de PHOTOGRAPHIES

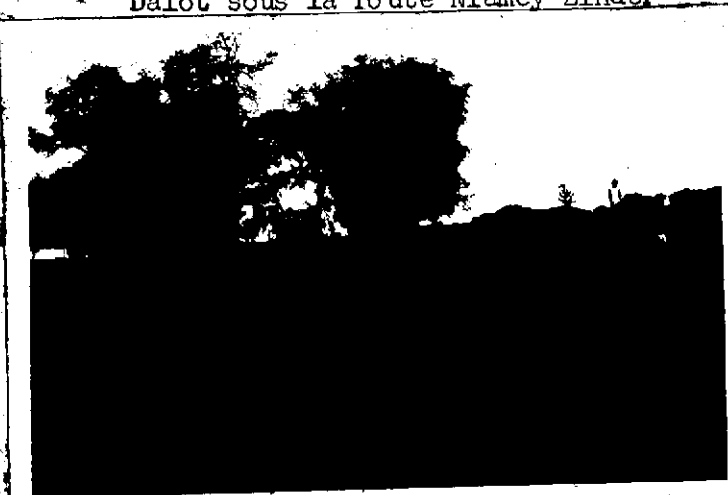
OUED MAGGIA - LA BRANCHE DE KAIMALO



Dalot sous la route Niamey Zinder



Le lit à l'aval du dalot



Vue amont



Vue aval

L'ouvrage sous la route Birni N° Konni - Nigéria



Le lit à l'aval de l'ouvrage de 10 buses

OUED MAGGIA



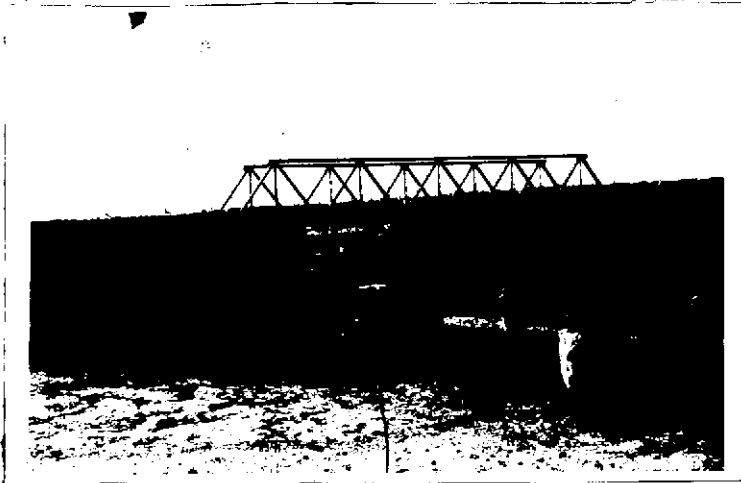
La végétation d'épineux
dans le lit majeur



Le village de Nazogué

OUED MAGGIA

-:-:-



Le pont de Tsernaoua



L'ouvrage sur la dérivation de Tsernaoua



- Le flanc de la vallée en amont de Tsernaoua -

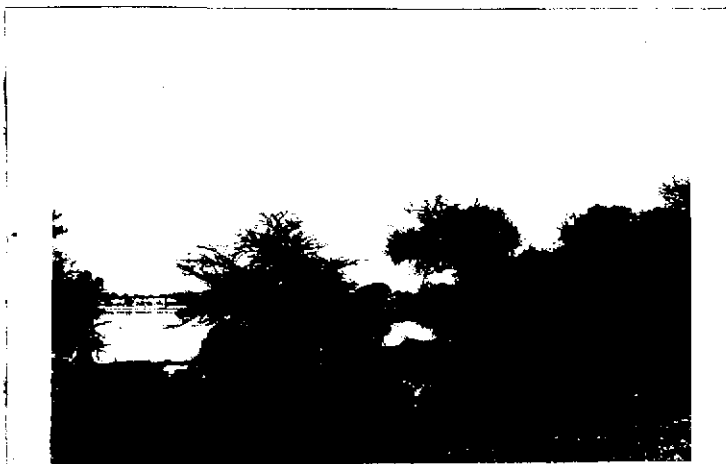


- Les dépôts d'argile en amont des seuils de la vallée -

K E I T A



La première mare en amont du barrage
des cavaliers donnent à boire à leurs montures



La deuxième mare 1 km en amont
Les animaux viennent y boire

(400 ha. de blé dur ont été cultivés sur les terres exondées en 1954-1955)

K E I T A

-:-:-



- Le barrage en terre -



Vue de profil



- Le déversoir en béton -

Vue arrière

DE TAHOUA à KEITA

-:-:-:-

- Vues panoramiques montrant le caractère prédésertique de la région -

