

1980

CHARTERED INSTITUTION

CHARTERED INSTITUTION

CHARTERED INSTITUTION

CHARTERED INSTITUTION

ETUDE DE L'AMENAGEMENT

DE LA ZONE D'AMENAGEMENT

DE LA ZONE D'AMENAGEMENT

DE LA ZONE D'AMENAGEMENT

DE LA ZONE D'AMENAGEMENT

DE LA ZONE D'AMENAGEMENT

S O G E T I M

Gouvernement Général de
l'Afrique Occidentale Française
Territoire du NIGER

Service des Travaux Publics

ETUDE DE L'AMENAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLEE DE
LA MAGGIA

—
AVANT-PROJET GENERAL D' IRRIGATION

—
NOTE ANNEXE AU MEMOIRE
DESCRIPTIF ET JUSTIFICATIF
—

NOTE ANNEXE

CANAL ADDUCTEUR - TETE-MORTE VARIANTE CONSTITUEE PAR UNE CONDUITE EN BETON SUIVANT LE TRACE N° III

Nous avons, au cours de l'étude de la tête-morte du préimètre de BIRNI N'KONI, envisagé les solutions qui s'attachent à un transport de l'eau d'irrigation par un canal en terre, c'est-à-dire par un ouvrage soumis aux impératifs suivants :

- pertes d'eau par percolation relativement importantes ;
- pertes d'eau par évaporation ;
- nécessité d'une pente uniforme de l'ouvrage à respecter entre son origine au barrage projeté à TSERNAOUA et celle du périmètre d'irrigation ;
- frais annuels importants concernant la surveillance du canal adducteur au cours de la saison d'irrigation ;
- frais annuels de remise en état du canal adducteur avant chaque saison d'irrigation.

L'ensemble de ces sujétions nous paraissant lourd a priori, compte tenu des circonstances locales et des conditions d'emploi de la main-d'oeuvre locale, nous avons estimé utile de mettre en parallèle avec l'étude des quatre variantes faisant l'objet du mémoire descriptif et justificatif, celle qui consisterait à prévoir l'utilisation d'une conduite en charge en béton qui, suivant le tracé le plus court (variante III), amènerait les eaux de la retenue du barrage de TSERNAOUA en tête du

périmètre d'irrigation en n'entraînant que des dépenses d'exploitation très réduites et des pertes en eau minima.

On peut admettre que les pertes en eau le long de la conduite resteraient inférieures à 10 % du débit transporté.

Dans ces conditions, les débits disponibles pour l'irrigation seraient, à l'origine du périmètre, les suivants :

- hypothèse favorable..... Q = I 900 l/s
- hypothèse moyenne..... Q = I 520 l/s
- hypothèse défavorable..... Q = 950 l/s

En tenant compte des bases précisées au mémoire pour les doses d'eau nécessaires à l'irrigation du périmètre, les cubes d'eau disponibles en tête du canal principal d'irrigation permettraient d'irriguer effectivement les surfaces suivantes :

- dans l'hypothèse favorable..... 990 ha
- dans l'hypothèse moyenne..... 790 ha
- dans l'hypothèse défavorable..... 490 ha, ce

qui correspond aux surfaces brutes ci-après à prévoir pour le périmètre :

- dans l'hypothèse favorable..... I 700 ha
- dans l'hypothèse moyenne..... I 350 ha
- dans l'hypothèse défavorable..... 850 ha

Ces chiffres sont supérieurs à ceux énoncés lors de l'étude des variantes I - II - III et IV constituées par un canal en terre. (voir tableau n° 7 du Mémoire).

ESTIMATION DES DEPENSES CORRESPONDANT A L'UTILISATION
D'UNE CONDUITE EN BETON -

- Coût des terrassements pour pose de conduite ;
2,00 x 2,00 x 500 F. =..... 2 000 F/ml
- Fourniture et pose de la conduite :
pour D = 1,70 m..... 17 000 F/ml
D = 1,60 m..... 16 000 F/ml
D = 1,30 m..... 13 600 F/ml

Dans ces conditions, les dépenses de construction de la tête-morte seraient les suivantes :

- hypothèse favorable..... 162 000 000 F.CFA
- hypothèse moyenne..... 152 000 000 F.CFA
- hypothèse défavorable..... 129 000 000 F.CFA

Si l'on ajoute à ces dépenses de construction de la tête morte celles relatives à l'aménagement intérieur proprement dit du périmètre, en prenant pour base le coût de l'hectare brut tel qu'il a été estimé dans le mémoire descriptif et justificatif du présent avant-projet on aura :

- pour l'hypothèse favorable :
I 700 ha x 46 000 = 78 200 000 F.CFA
- pour l'hypothèse moyenne :
I 350 ha x 46 000 = 62 100 000 F.CFA

- pour l'hypothèse défavorable :

$$850 \text{ ha} \times 46 \ 000 = 39 \ 100 \ 000 \text{ F.CFA}$$

Pour permettre la comparaison des résultats ci-après énoncés avec ceux du mémoire, nous avons admis que la tête-morte serait réalisée, de toute façon, pour porter un débit de 1920 l/s, correspondant à l'hypothèse favorable.

	Surfaces brutes aména- gées	Coût des travaux			Coût de l'hectare brut amé- nagé
		tête- morte	périmètre d'irri- gation	TOTAL	
	ha	(en milliers de francs CFA)			F. CFA
Hypothèse favorable	1 700	162 000	78 200	240 200	141 000
Hypothèse moyenne	1 350	162 000	62 100	224 100	166 000
Hypothèse défavorable	850	162 000	39 100	201 100	236 000

ATTENUATION DES FRAIS DE PREMIER ETABLISSEMENT DE LA
CONDUITE EN BETON SI L'ON TIENT COMPTE DES FRAIS D'EN-
TRETEN ET D'EXPLOITATION DES CANAUX EN TERRE FAISANT
L'OBJET DES VARIANTES II, III et IV -

Les frais de construction d'une conduite en béton, empruntant le tracé de la variante III, sont plus élevés que ceux découlant de la construction d'un canal en terre.

Nous devons cependant prendre en considération que :

.../...

- l'exploitation des canaux en terre entraîne d'importants frais d'entretien, tant pendant la période d'irrigation qu'au moment de leur mise en service après chaque hiver,
- les ouvrages en béton sont pratiquement exempts de ces charges.

Nous avons admis, dans le mémoire, que l'entretien de la tête-morte nécessiterait, chaque année, 6 300 journées d'ouvriers payés 400 F.CFA, ce qui correspond à une dépense annuelle de 2 520 000 F.CFA.

En admettant un loyer de l'argent de 3,5 %, ces frais correspondraient pour le canal variante III à un investissement de 72 000 000 F.CFA qu'il convient d'ajouter aux dépenses de construction du canal en terre.

En procédant aux mêmes estimations pour les tracés II et IV de la tête-morte et en tenant compte que :

- pour le tracé II, la longueur de canal à entretenir est de 4 800 m,
- pour le tracé IV, cette longueur est de 12 500 m,

le prix de revient de l'hectare aménagé dans les conditions envisagées par l'Administration peut être calculé comme nous le faisons dans le tableau ci-après :

.../...

On constate que, dans les trois hypothèses, la réalisation de la conduite en béton nécessite un investissement plus élevé que celle du canal en terre. Cependant, si l'on fait intervenir les frais d'entretien du canal en terre en les capitalisant, on peut dire que cet ouvrage est moins économique que la conduite et cela dans toutes les hypothèses aussi.

A notre avis, le gros argument qui pourrait faire donner la préférence à cette solution tient dans le fait que la tête-morte, réalisée en conduite, ne nécessite plus de digue de protection contre les crues de la MAGGIA. Cette solution entraîne donc une économie de 125 millions par rapport à la solution canal en terre tracé suivant la variante III.

Pour étudier cette solution sous tous ses aspects; nous reprendrons brièvement le calcul de rentabilité entrepris au chapitre VII du mémoire.

L'amortissement d'une conduite en béton peut être calculé sur 50 ans.

Dans ces conditions, le tableau n° 18 du mémoire peut être repris comme suit :

.../...

	Ouvrages à amortir						
	Barrage et conduite		Canaux en terre		Ouvrages de distribution		Valeur de l'amortissement annuel
	Estimation	Part annuelle d'amortissement (a=0,0437 E)	Estimation	Part annuelle d'amortissement (a=0,120 E)	Estimation	Part annuelle d'amortissement (a=0,0603 E)	
Hypothèse favorable	262 000	11 500	57 700	6 900	20 500	1 230	19 630
Hypothèse moyenne	262 000	11 500	44 100	5 300	18 000	1 080	17 880
Hypothèse défavorable	262 000	11 500	24 100	2 900	15 000	900	15 300

Ces annuités ramenées à l'hectare brut aménagé,
seraient :

- dans l'hypothèse favorable (1700 ha) de 11 500 F/ha,
- dans l'hypothèse moyenne (1350 ha) de 13 200 F/ha,
- dans l'hypothèse défavorable (850 ha) de 18 000 F/ha

Ramenées à l'hectare cultivable, elles devien-
draient :

- dans l'hypothèse favorable (1420 ha) 13 800 F/ha
- dans l'hypothèse moyenne (1120 ha) 15 800 F/ha
- dans l'hypothèse défavorable (710 ha) 21 600 F/ha

Nous avons vu que l'emploi d'une conduite en béton pour la réalisation de la tête morte supprimait pratiquement les frais d'entretien correspondants.

Si par ailleurs, comme nous l'avons déjà fait, l'on admet que les charges d'entretien du périmètre proprement dit sont proportionnelles à la superficie de celui-ci, elles deviennent, pour un périmètre de I 700 ha, égales à :

$$\begin{aligned} & (6\,480\,000 - 2\,520\,000) \frac{I700}{I570} = 4\,260\,000 \text{ F.CFA par an} \\ & \text{soit à l'hectare cultivable, } \frac{4\,260\,000}{I\,420} = 3\,000 \text{ F/ha} \end{aligned}$$

Dans ces conditions, les charges totales annuelles, ramenées à l'hectare cultivable, s'élèvent dans cette solution à :

- I6 800 F/ha, dans l'hypothèse favorable
- I8 800 F/ha, dans l'hypothèse moyenne
- 24 600 F/ha, dans l'hypothèse défavorable

On peut donc constater que sous l'angle de la rentabilité, la solution, présentée dans la présente note annexe, est plus avantageuse que celles qui ont été exposées dans le mémoire principal.

HYP HYPOTHESE DEFAVORABLE

Nature de la tête-morte	VARIANTES du tracé T.M.						
		Surface brute aménagée	Coût m de l'ele semble l'amén ment périmè T.M. d prise	Coût moyen de l'en- semble de l'aménage- ment du périmètre T.M. com- prise	Capital corres- pondant aux dé- penses d'entre- tien de la T.M.	Dépenses totales	Coût de l'hectare aménagé
Lit mineur de la MAGGIA	Variante II	810	71				
Canal en terre	Variante III	1.570	133	95 400	72 000	167 400	223 ===
	Variante IV	1.570	134	97 200	95 000	192 200	256 ===
Conduite en béton	Suivant tracé Variante III	1.700	240	201 100	-	201 100	218 ===

S.O.G.E.T.I.M.

Gouvernement Général de l'Afrique

Occidentale Française

Territoire du NIGER

Service des Travaux Publics

ETUDE DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE
DE LA VALLEE DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GENERAL D'IRRIGATION

MEMOIRE DESCRIPTIF ET JUSTIFICATIF

AVANT-PROJET D'AMENAGEMENT D'UN PERIMETRE
D'IRRIGATION EN AVAL DU BARRAGE PROJETE A TSERNAOUA

MEMOIRE DESCRIPTIF ET JUSTIFICATIF

SOMMAIRE

N° des pages

<u>GENERALITES SUR L'AMENAGEMENT PROJETE</u>	1
--	---

CHAPITRE I

BASES ADOPTEES POUR L'ETABLISSEMENT DE L'AVANT-PROJET

A - Disponibilités en eau pour l'irrigation ..	5
B - Cultures susceptibles d'être envisagées dans le périmètre d'irrigation de BIRNI N'KONI Leurs besoins en eau	6
C - Pertes d'eau par percolation et par évaporation dans les canaux	8
1°) - Estimation des pertes d'eau à prévoir dans le canal adducteur tête-morte :	
a) par percolation,	
b) par évaporation.	
2°) - Pertes à envisager dans les canaux à l'intérieur du périmètre d'irrigation - Efficience du réseau.	

.../...

CHAPITRE II

SUPERFICIES DES TERRAINS SUSCEPTIBLES D'ETRE IRRIGUES EN FONCTION DES HYPOTHESES FAITES QUANT AU VOLUME D'EAU POUVANT ETRE MIS A LA DISPOSITION DES IRRIGATIONS ET DES VARIANTES DU TRACE DU CA- NAL ADDUCTEUR TETE-MORTE -

- 1°) - Estimation des pertes par percolation
et par évaporation pour chaque variante
envisagée pour le tracé du canal tête-
morte et chacune des trois hypothèses
faites par l'Administration 14
 - A - Hypothèse favorable,
 - B - Hypothèses moyenne et défavorable
- 2°) - Volumes d'eau susceptibles d'être
réservés aux irrigations 21
- 3°) - Superficies irrigables dans chacune
des hypothèses envisagées par l'Admi-
nistration 25

CHAPITRE III

CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE

- A - DIMENSIONNEMENT DU CANAL 29
 - a) - Profil transversal
 - b) - Calcul de la portée du canal
- B - OUVRAGES D'ART 32
 - 1/ - Seuils déversants :
 - a) - Généralités sur la conception des ou-
vrages
 - b) - Particularités relatives à chacun des
seuils déversants :
 - seuil prévu dans le cas de la variante
N° I

- seuil prévu dans le cas de la variante N° II

2/ - Ouvrage à construire au P.K. 9.700 pour la traversée de la MAGGIA.

C - CHOIX DU TRACE A ADOPTER POUR LE CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE 38

Considérations générales :

1/- ESTIMATION DES DEPENSES A ENVISAGER POUR LA CONSTRUCTION DU CANAL TETE-MORTE SUIVANT LA VARIANTE ADOPTEE POUR SON TRACE 39

a) - Base des estimations

b) - Comparaison du coût des travaux de premier établissement suivant le tracé envisagé.

2/- CHOIX DU TRACE DU CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE 45

D - PROTECTION DU CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE CONTRE LES CRUES DE LA MAGGIA 49

CHAPITRE IV

PERIMETRE D'IRRIGATION

A - GENERALITES 52

a)- Description sommaire du périmètre ;

b)- Considérations générales sur les sols de la plaine située au Nord-Est de BIRNI N'KONI

c)- Les données hydrauliques ayant présidé au dimensionnement et à la mise en place du périmètre

AVANT-PROJET D'AMENAGEMENT D'UN PERIMETRE D'IRRIGATION
EN AVAL DE TSERNAOUA

MEMOIRE DESCRIPTIF ET JUSTIFICATIF

GENERALITES SUR L'AMENAGEMENT PROJETE

Le Sud du territoire du NIGER est soumis au climat sahélien, caractérisé par une saison de pluie unique suivie d'une période de sécheresse totale qui s'étale sur huit mois de l'année.

Cette région est pratiquement dépourvue de réseau hydrographique permanent.

Pendant la saison dite d'hivernage, les pluies, courtes mais souvent brutales, se traduisent par un ruissellement important ; les eaux de ruissellement sont collectées par des lignes de thalweg principales, plus ou moins marquées, qui ne débitent que pendant la saison des pluies. Après la cessation des pluies, ce réseau hydrographique particulier dégénère.

Tout écoulement s'interrompt, les cours d'eau se transforment en chapelets de mares, dont les plans d'eau sont soumis à une évaporation intense. Très vite, toute eau superficielle a disparu du paysage. Seul demeure le thalweg, reliquat topographique de ces cours d'eau temporaires.

On a donné le nom de "vallées sèches" à cet ensemble hydrographique particulier.

Les habitants de la région, profitant de la présence, pour un temps très court, de l'eau à la surface du sol, se

livrent, en bordure des thalwegs, partout où la nature du sol le permet, à des cultures de décrue.

Aux abords des vallées sèches, des études pédologiques ont montré que certaines zones seraient susceptibles de fournir d'excellentes terres de culture, dans la mesure où il serait possible d'y pratiquer l'irrigation d'une façon rationnelle.

Le problème à résoudre est donc presque purement hydraulique.

Il consiste à trouver un moyen économique d'emmagasiner l'eau qui coule en surabondance pendant une courte partie de l'année, pour pouvoir en disposer au moment opportun, et pratiquer l'irrigation des périmètres qui auront été reconnus pédologiquement dignes d'intérêt.

Parmi les vallées sèches qui ont été reconnues, celle de la rivière MAGGIA semble le mieux se prêter à un aménagement qui pourrait être réalisé à partir d'un barrage dont la construction est envisagée aux environs de TSERNAOUA.

La MAGGIA prend naissance dans le cercle de MADAOUA, aux environs de BOUZA. La plus grande partie de son cours se situe dans la subdivision administrative de BIRNI-N'KONI. La vallée dans laquelle elle coule est immédiatement très large et de faible pente jusqu'à 3 km en aval de MALBAZA.

A partir de ce point, elle se rétrécit sans changer de pente et la MAGGIA se faufile entre deux falaises jusqu'à TSERNAOUA où une retenue de près de 21.000.000 de mètres cubes pourrait être aisément obtenue par la construction d'une digue en terre de 7 mètres de hauteur.

A partir de ce point, la MAGGIA décrit une courbe vers le Nord, puis elle s'infléchit à nouveau en direction du Sud.- Ouest en passant légèrement à l'Est des collines de MAIGOZO.

Elle se divise alors en deux bras principaux.

Le premier se dirige vers l'Ouest, longe le pied des collines de MAIGOZO et de BAZAGA (zone de DIBISSOU). Il s'élargit au Sud de ce premier village et les divagations de la rivière créent localement un relief assez tourmenté.

Au Nord du village de GUINDAM GAUDIA, ce bras de la MAGGIA dessine une boucle fermée assez large puis il se divise en deux bras secondaires dont le premier se dirigeant vers le Nord, se perd au bout d'un kilomètre environ tandis que le second passant au Nord de GUINDAM TIBIA et de DIBISSOU, après avoir dessiné plusieurs méandres, disparaît à peu près à mi-chemin entre les villages de DIBISSOU et de DOLLE.

Le premier de ces bras semble barré par un seuil qui ne fonctionne qu'à l'époque des plus hautes eaux de la rivière. A cet endroit, commence une vaste plaine périodiquement inondée, présentant un relief peu marqué et surbaissée par rapport aux plateaux et collines qui l'entourent.

Le second bras de la MAGGIA se dirige vers le Sud en décrivant de nombreux méandres et il donne naissance, par endroit, à des mares, notamment celles situées à proximité de TIERASSA GOUNE et de TIERASSA MANGOU.

Il traverse la route fédérale n° 6 reliant BIRNI-N'KONI à NIAMEY, s'oriente vers l'Ouest, passe en bordure

de BIRNI N'KONI et il prend enfin la direction du Sud jusqu'à son aboutissement dans la mare de KALMALO.

Les études entreprises tant par le Service des Travaux Publics que par celui de l'Agriculture du Territoire du NIGER ont montré la possibilité d'aménager, sans difficulté majeure, un périmètre d'irrigation d'environ 1.570 hectares à 7 km environ au Nord-Est de BIRNI N'KONI. Ce périmètre s'insère dans la fourche créée par la jonction de la route de NIAMEY à ZINDER avec la piste de BIRNI N'KONI à MANDABA.

Par la nature des terres qu'il renferme et qui se prêtent à toutes cultures, ce périmètre est susceptible d'améliorer grandement les conditions de vie des habitants de cette région, lesquels sont, en premier lieu, voués à la culture.

L'aménagement du périmètre en cause, fait l'objet du présent avant-projet.

CHAPITRE I

BASES ADOPTEES POUR L'ETABLISSEMENT DE L'AVANT-PROJET

A - DISPONIBILITES EN EAU POUR L'IRRIGATION -

A la demande de l'Administration, le présent avant-projet a été établi en tenant compte des possibilités susceptibles d'être offertes par la retenue projetée à TSERNAOUA. En conséquence, trois hypothèses sont envisagées suivant les volumes d'eau qui pourront être délivrés annuellement pour l'irrigation.

- 1ère hypothèse (favorable)

La quantité d'eau disponible pour l'irrigation est de : dix millions (10 millions) de mètres cubes.

- 2ème hypothèse (moyenne)

La quantité d'eau disponible pour l'irrigation est de : huit millions (8 millions) de mètres cubes.

- 3ème hypothèse (défavorable)

La quantité d'eau disponible pour l'irrigation est de : cinq millions (5 millions) de mètre cubes utilisables jusqu'au début de Janvier seulement.

Par "quantité d'eau disponible pour l'rrigation", nous entendons ici le volume d'eau susceptible d'être mis à la disposition de l'irrigation en tête du canal adducteur qui, issu du barrage de TSERNAOUA, conduira les eaux à l'origine du réseau de distribution du périmètre d'irrigation projeté.

B - CULTURES SUSCEPTIBLES D'ETRE ENVISAGEES DANS LE PERIMETRE
D'IRRIGATION DE BIRNI N'KONI. Leurs besoins en eau -

La mission PORTERES pour le Sénégal a défini les grandes lignes des deux systèmes de cultures susceptibles d'être envisagés pour la mise en valeur de ce territoire. Le rapport agro-pédologique qui a précédé la rédaction du présent avant-projet, a mis en parallèle les deux systèmes de cultures en question et son auteur a été amené à choisir, compte tenu des caractéristiques particulières du problème à résoudre dans la vallée de la MAGGIA, un système d'agriculture mixte qui laisse une large place à l'élevage. Il a défini un assolement approprié à la région en même temps que les quantités d'eau à envisager, à l'hectare, pour assurer, dans les meilleures conditions, les rendements optima.

Nous adopterons, en conséquence, dans le développement qui va suivre, les bases ci-après relatives aux besoins en eau des cultures susceptibles d'être pratiquées dans le périmètre projeté.

a) - cultures industrielles :

coton et tabac 6.000 m³/ha

b) - engrais verts de 4.400 à 6.000 m³/ha

c) - cultures maraîchères de 4.000 à 6.000 m³/ha

Par mesure de prudence nous adopterons uniformément une dose de 6.000 m³ par hectare.

Ce n'est qu'après plusieurs années d'expérimentation qu'il sera possible, pour chacune des cultures envisagées, de dégager une dose d'irrigation serrant de plus près la réalité.

.../...

Il est fort probable que la dose de 6.000 m³/ha pourra être sensiblement réduite au moins pour l'irrigation des engrais verts.

L'emploi du chiffre de 6.000 m³/ha, au stade "avant-projet", ne risque pas de soulever de difficultés, si, par la suite il s'avère possible de le réduire. En effet, cette réduction se traduira par une augmentation possible de la surface irrigable mais ne modifiera pas les caractéristiques des aménagements projetés (canaux et ouvrages).

Dans ces conditions, les surfaces qu'il serait théoriquement possible d'irriguer sont consignées au tableau ci-après :

TABLEAU N° 1

	Volumes d'eau affectés à l'irrigation	Quantités d'eau à délivrer par ha.	Surfaces irrigables en ha.
Hypothèse favorable	10.000.000 m ³	6.000 m ³	1.667
Hypothèse moyenne	8.000.000 m ³	6.000 m ³	1.333
Hypothèse défavorable	5.000.000 m ³	6.000 m ³	833

En réalité, les surfaces irrigables indiquées ci-dessus sont théoriques : elles doivent être réduites pour tenir compte des pertes d'eau consécutives à la percolation à travers les parois des canaux en terre et à l'évaporation qui se manifesteront dans la tête morte, d'une part et dans le réseau de distribution à l'intérieur du périmètre, d'autre part.

Nous évaluerons ci-dessous ces pertes et nous rajusterons en conséquence l'estimation des surfaces des terrains qu'il sera possible d'irriguer, compte tenu des besoins des cultures fixés ci-dessus.

C - PERTES D'EAU PAR PERCOLATION ET PAR EVAPORATION DANS LES CANAUX -

Ces pertes se manifesteront :

- dans le canal adducteur tête morte,
- dans les canaux distributeurs à l'intérieur du périmètre d'irrigation projeté.

1°/ - Estimation des pertes d'eau à prévoir dans le canal adducteur tête morte :

a) - Par percolation -

En ce qui concerne l'estimation des pertes dues à la percolation de l'eau dans les sols dans lesquels seront creusés les canaux, nous ferons appel à des formules empiriques dont l'emploi est conseillé par des ingénieurs hydrauliciens spécialisés.

Formule de M. INGHAM établie à la suite de nombreuses observations faites au PUNDJAB

$$P = 0,55 \times C \times \frac{W \cdot L}{1.000.000} \sqrt{d}$$

dans laquelle :

C = coefficient trouvé par INGHAM égal à 3,5

W = largeur du plan d'eau (en mètres) dans la section transversale du canal,

.../...

L = longueur du canal (en mètres),

d = hauteur d'eau dans le canal (en mètres),

P = pertes par percolation exprimées en m³/s.

Formule de DAVIS et WILSON (ingénieurs hydrauliciens américains)

$$P = 0,45 \cdot C \frac{X \cdot L}{4.000.000 + 3.650 \sqrt{v}} \sqrt[3]{d}$$

dans laquelle:

C = coefficient qui, dans les terrains argilo-sableux, peut être pris égal à 30,

L = longueur du canal (en mètres),

v = vitesse moyenne du courant dans le canal (en m/s),

x = périmètre mouillé du canal (en mètres),

d = profondeur d'eau dans le canal (en mètres),

P = pertes par infiltration exprimées en m³/s.

Formules américaine et russe

$$P = C \cdot L \times l$$

C = coefficient = 0,228 m³/heure,

L = longueur du canal (en mètres),

l = largeur du plan d'eau au débit considéré (en mètres),

P = pertes par infiltration exprimées en m³/s.

Les formules énumérées ci-dessus ne donnent, bien entendu, qu'un ordre de grandeur des pertes par percolation auxquelles on peut s'attendre pour les ouvrages considérés.

Bien que ces formules aient été établies à partir d'un grand nombre d'expériences, il reste certain que la valeur des pertes par percolation est directement liée :

ainsi que nous l'avons fait pour le canal adducteur tête morte, les pertes par percolation et par évaporation des canaux constituant l'ossature du réseau d'irrigation du périmètre projeté. Nous nous contenterons de nous référer, pour cette question, aux résultats découlant de l'observation de périmètres d'irrigation en exploitation et placés dans des conditions semblables à celles de celui qui nous occupe.

Pour ces périmètres, constitués comme celui faisant l'objet du présent avant-projet par des canaux en terre, on admet que l'efficiencie du réseau est égale à 60 %, c'est-à-dire que 40 % du débit délivré en tête du périmètre est perdu par évaporation, par percolation et par gaspillage.

CHAPITRE II

SUPERFICIES DES TERRAINS SUSCEPTIBLES D'ETRE IRRIGUES EN FONCTION DES HYPOTHESES FAITES QUANT AU VOLUME D'EAU POUVANT ETRE MIS A LA DISPOSITION DE L'IRRIGATION ET DES VARIANTES DU TRACE DU CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE

La reconnaissance des terrains situés entre le barrage projeté à TSERNAOUA et le périmètre susceptible d'être irrigué à 7 km au Nord-Est de BIRNI N'KONI, l'étude du lit de la MAGGIA entre le barrage et le périmètre en question, ont montré que plusieurs variantes pouvaient être envisagées pour le tracé en plan du canal tête-morte.

Les variantes que nous allons successivement étudier conduisent à utiliser certaines sections communes. C'est pourquoi nous avons, pour plus de clarté dans leur description, adopté à partir du barrage, un tronçonnement du lit mineur de la MAGGIA, chacun des tronçons pouvant, suivant la variante considérée, être commun aux tracés étudiés précédemment.

1°/ - ESTIMATION DES PERTES PAR PERCOLATION ET PAR EVAPORATION POUR CHAQUE VARIANTE ENVISAGEE POUR LE TRACE DU CANAL TETE-MORTE ET DANS CHACUNE DES TROIS HYPOTHESES FAITES PAR L'ADMINISTRATION -

Dans les trois hypothèses envisagées par l'Administration, nous supposerons le canal adducteur tête-morte creusé à la section qui permet le passage du débit maximum dans le cas de l'hypothèse favorable.

Nous avons admis que la période d'irrigation s'étalera sur quatre mois consécutifs et que la durée d'irrigation journalière sera de douze heures.

Dans ces conditions, le tableau n° 2, ci-après, donne la valeur du débit qui sera disponible en tête de la branche morte, pour chaque hypothèse faite sur le volume d'eau disponible dans la réserve.

TABLEAU N° 2

Hypothèse considérée	Volumes d'eau pouvant être mis à la disposition de l'irrigation	Débit en tête du canal durant la période d'irrigation
Hypothèse favorable	10.000.000 m ³	1,920 m ³ /s
Hypothèse moyenne	8.000.000 m ³	1,545 m ³ /s
Hypothèse défavorable ...	5.000.000 m ³	0,965 m ³ /s

En adoptant, pour le canal, une pente de 0,00015 mètre par mètre, l'application de la formule de BAZIN, avec $\gamma = 1,75$, nous conduit, en première approximation et dans le cas de l'hypothèse favorable, à adopter la section trapézoïdale ci-après :



A - HYPOTHESE FAVORABLE -

1°/ -- Variante I -

tracé A - B - C - D - E -

La tête-morte issue du barrage projeté (P.K. 0,000), est entièrement constituée par le lit mineur de la MAGGIA jusqu'à un seuil déversant à construire au P.K. 12,426, à l'entrée du périmètre d'irrigation. Ce seuil assurera le maintien du plan d'eau dans le lit de la MAGGIA à la cote (273,50) nécessaire pour permettre l'irrigation du périmètre. En période d'irrigation, le seuil créera, pour les débits de la tête-morte prévus (0,965 - 1,545 ou 1,920 m³/s), un remous dont l'influence se fera sentir jusqu'au P.K. 3,000 environ. La courbe de remous, pour d'aussi faibles débits, sera très sensiblement horizontale. Les eaux ainsi retenues déborderont du lit mineur et elles s'étaleront sur une largeur de 30 à 40 mètres de part et d'autre de l'axe du lit, parfois plus en certains points.

Cette nappe d'eau de faible profondeur sera soumise à des pertes que nous allons évaluer en appliquant les formules énoncées plus (chapitre I - Parag. C).

a - Pertes par infiltration -

d'après M. INGHAM -

$$P = 0,55 \times 3,5 \frac{70 \times 9.500}{1.000.000} \times \sqrt[3]{1,5} = 1,568 \text{ m}^3/\text{s}$$

d'après DAVIS et WILSON -

$$P = 0,45 \times 30 \frac{70 \times 9.500}{4.000.000} \times \sqrt[3]{1,5} = 2,568 \text{ m}^3/\text{s}$$

.../...

d'après les auteurs américains et russes -

$$P = 0,228 \quad \frac{70 \times 9.500}{86.400} = 1,753 \text{ m}^3/\text{s}$$

La profondeur de 1,50 mètre adoptée correspond à la moyenne arithmétique des valeurs de la profondeur moyenne dans le lit au droit de chaque profil en travers levé dans la zone du remous.

Les résultats découlant de l'application de ces formules mettent en valeur la concordance sensible des chiffres obtenus en appliquant la formule de INGHAM et de ceux indiqués par les auteurs américains et russes.

Il faut noter que, dans le présent cas, l'application de la formule de DAVIS et WILSON est faussée du fait que la vitesse d'écoulement de l'eau dans la retenue qui nous occupe est pratiquement nulle et, qu'en conséquence, le terme 3,650 n'entre pas en considération pour faire intervenir le facteur "vitesse" favorable à la percolation, dans la mesure où il empêche la formation, par sédimentation, d'une pellicule de silts sur les parois en eau du canal.

En conséquence, s'agissant d'un avant-projet, nous nous contenterons pour l'étude des variantes du tracé de la tête-morte qui suit, de ne déterminer l'importance des infiltrations que par la seule application de la formule de INGHAM, fort employée aux INDES où les canaux en terre sont largement développés et soumis à une expérimentation quasi systématique.

b - Pertes par évaporation -

Comme nous l'avons dit plus haut, ces pertes

.../...

peuvent être estimées à 10 % de celles par percolation obtenues par la formule de INGHAM, soit 0,157

Total des pertes à
considérer 1,725 m³/s

2°/ - Variante II -

tracé A - B - C - D - E -

La tête-morte issue du barrage projeté (P.K. 0,000) est constituée entre A et C (P.K. 7,765) par le lit mineur de la MAGGIA. UN seuil à construire en ce point relèvera, comme nous l'avons indiqué pour la variante I, les eaux à la cote (273,50) et les dérivera vers un canal établi sur la rive droite de la MAGGIA aboutissant en tête du périmètre à irriguer.

Cette disposition réduit, comme on va le voir plus loin, les pertes par infiltration et par évaporation.

a - Pertes par infiltration -

- 1) - dans le lit mineur de la MAGGIA entre le P.K. 3,000 et le P.K. 7,765 :

application de la formule de M. INGHAM :

$$0,55 \times 3,5 \frac{70 \times 4.800}{1.000.000} \sqrt{1,60} = 0,818$$

Ici encore, la profondeur de 1,60 mètre est une valeur moyenne définie comme plus haut.

- 2) - dans le canal tête-morte entre le P.K. 7,765 et le P.K. 12,426 :

$$0,55 \times 3,5 \frac{6,3 \times 4.660}{1.000.000} \sqrt{1,60} = 0,073$$

Total des pertes par
infiltration = 0,891 m³/s

.../...

b - Pertes par évaporation -

$$\begin{aligned} 10 \% \text{ du cube ci-dessus} & \dots\dots\dots = 0,089 \\ \text{soit au total} & \dots\dots\dots = 0,980 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

3°/ - Variante III -

tracé A - B - D - E -

La tête-morte prenant naissance au pied du barrage projeté (P.K. 0,000) est constituée jusqu'en B (P.K. 1,825) par le lit mineur de la MAGGIA. A partir du profil n° 4 situé à 1.825 mètres en aval du pont n° 2 en béton armé livrant passage à la route fédérale n° 6, les eaux dérivées de la MAGGIA seront transportées par un canal de section trapézoïdale qui rejoindra en alignement droit le point D du tracé (P.K. 9,700) commun aux variantes I et II. Puis les eaux seront conduites par un canal trapézoïdal en terre jusqu'en tête du périmètre (tronçon D E commun aux solutions II et IV).

Ce tracé a l'avantage de n'offrir qu'un faible plan d'eau à l'évaporation, d'être plus court que les canaux des variantes précédentes ; il entraînera les pertes d'eau estimées ci-après :

a - Pertes par infiltration -

application de la formule de M. INGHAM :

- pertes dans le canal :

$$P = 0,55 \times 3,5 \frac{6,3 \times 9.500}{1.000.000} \sqrt{1,60} = 0,146$$

b - Pertes par évaporation -

$$\begin{aligned} 10 \% \text{ du cube ci-dessus} & \dots\dots\dots = 0,015 \\ \text{soit au total} & \dots\dots\dots 0,161 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

.../...

4°/ - Variante IV -

tracé A - B - C - D - E -

La tête-morte entre le barrage projeté et l'origine du périmètre d'irrigation est constituée, de bout en bout, par un canal de section trapézoïdale, implanté parallèlement au lit mineur de la MAGGIA et se développant sur la rive droite de la rivière.

On peut chiffrer comme suit les pertes en eau auxquelles ce canal sera soumis :

a - Pertes par infiltration -

d'après la formule d'INGHAM :

$$P = 0,55 \times 3,5 \frac{6,3 \times 13.500}{1.000.000} \sqrt{1,60} = 0,207$$

b - Pertes par évaporation -

$$10 \% \text{ du cube ci-dessus} \dots\dots\dots = \underline{0,021}$$

$$\text{soit au total} \dots\dots\dots = 0,228 \text{ m}^3/\text{s}$$

B - HYPOTHESES MOYENNE ET DEFAVORABLE -

Les calculs des pertes en eau qui précèdent ont été basés sur la portée maximum du canal adducteur dans l'hypothèse favorable.

Nous estimons que, quelle que soit l'hypothèse envisagée, il conviendra de creuser le canal tête-morte, une fois pour toutes, à ses dimensions définitives, c'est-à-dire, pour assurer l'irrigation du périmètre de surface maximum, soit 1.570 ha, comme nous le verrons plus loin, auquel sera affectée une dotation d'eau de 10.000.000 de m³/an.

.../...

TABLEAU N° 3

Hypothèse consi- dérée	Solution adoptée pour le tracé du canal	Pertes à envisager			Volumes d'eau perdus par sai- son d'irriga- tion (en chif- fres ronds)
		par perco- lation	par évapo- ration	Totales	
favorable (10.000.000 m ³)	Variante I	1,568	0,157	1,725	8.942.400 m ³
	Variante II	0,891	0,089	0,980	5.080.320 m ³
	Variante III	0,146	0,015	0,161	834.600 m ³
	Variante IV	0,207	0,021	0,228	1.181.900 m ³
moyenne (8.000.000 m ³)	Variante II	0,757	0,076	0,823	5.002.600 m ³
	Variante III	0,112	0,011	0,123	694.600 m ³
	Variante IV	0,148	0,015	0,163	912.400 m ³
défavorable (5.000.000 m ³)	Variante II	0,701	0,070	0,770	4.935.200 m ³
	Variante III	0,087	0,009	0,096	559.900 m ³
	Variante IV	0,114	0,011	0,125	736.100 m ³

Le tableau n° 4 donne, dans chacun des cas consi-
dérés, les volumes d'eau disponibles en tête du périmètre,
et les volumes d'eau effectivement disponibles pour l'irri-
gation, c'est-à-dire comptés à l'entrée des parcelles. Les

.../...

premiers chiffres se déduisent à partir des résultats du tableau n° 3. Les seconds résultent de l'application pure et simple du coefficient d'efficiencce retenu, égal à 0,60.

TABEAU N° 4

Hypothèses faites par l'Adminis- tration	Volumes d'eau affec- tés aux ir- rigations (m3)	Varian- tes du tracé de la tête morte	Volumes d'eau	
			disponibles en tête du périmètre (m3)	disponibles pour l'irri- gation (m3)
favorable	10.000.000	I	1.057.600	634.569
		II	4.919.680	2.951.808
		III	9.165.376	5.499.226
		IV	8.818.048	5.290.829
moyenne	8.000.000	II	2.997.440	1.798.464
		III	7.305.344	4.383.206
		IV	7.087.616	4.252.570
défa- vorable	5.000.000	III	4.448.188	2.668.913
		IV	4.263.872	2.558.323

Il faut remarquer que, dans le cas de l'hypothèse moyenne, pour la variante n° I du tracé de la tête-morte et dans le cas de l'hypothèse défavorable, pour les variantes n° I et II, les volumes d'eau disponibles pour l'irrigation deviennent tout-à-fait négligeables.

Nous avons conservé, dans la suite du présent mémoire, les autres combinaisons. Cependant, d'ores et déjà, on peut dire que seules les variantes n° III et IV présentent de l'intérêt, les autres font, en effet, apparaître un volume d'eau perdu à l'irrigation supérieur à la moitié du volume disponible à la sortie de la réserve de TSERNAOUA, lequel n'est déjà que la moitié du volume de la réserve.

Il semble intéressant de mettre en parallèle les estimations de volumes d'eau disponibles pour l'irrigation, telles qu'elles ont été faites par les ingénieurs qui ont été amenés à étudier le projet d'irrigation du périmètre de BIRNI N'KONI.

M. NICOLO, Ingénieur Principal du Génie Rural, dans une note de Mars 1956 sur le projet d'irrigation envisagé dans la plaine de BIRNI N'KONI à partir des eaux accumulées dans la MAGGIA, estimait à 50 % les pertes totales entre l'origine de la tête-morte du canal adducteur et les parcelles.

M. QUENOT, auteur du rapport agro-pédologique, établi en 1957, pensait que ces pertes étaient surestimées et en ramenait la valeur à 40 %.

La section du Génie Civil de la SOGETIM, qui a serré le problème de plus près en se basant sur des formules éprouvées par l'expérience, trouve des valeurs intermédiaires entre celles qu'ont définies les deux ingénieurs ci-dessus mentionnés.

Les résultats de ces études sont rassemblés dans le tableau n° 5.

TABLEAU N° 5

Hypothèses faites	Cubes d'eau dis- ponibles dans la réserve TSERNAOUA	Va- rian- tes du tracé T.M.	Cubes d'eau dispo- nibles pour l'irri- gation, d'après		Cubes d'eau dispo- nibles d'après la Section Génie Civil de SOGETIM	
			M. NICOLO	M. QUENOT	en tête du péri- mètre	à l'en- trée des parcelles
favorable	10.000.000	I			1.058.000	635.000
		II			4.920.000	2.952.000
		III	5.000.000	6.000.000	9.165.000	5.500.000
		IV			8.818.000	5.291.000
moyenne	8.000.000	II			2.997.000	1.798.000
		III	4.000.000	4.784.000	7.305.000	4.383.000
		IV			7.087.000	4.253.000
défavo- rable	5.000.000	III			4.440.000	2.669.000
		IV	2.500.000	3.000.000	4.264.000	2.560.000

Le graphique n° 1 (voir page ci-après) montre que les estimations de la section Génie Civil de SOGETIM, se placent entre celles faites par M. NICOLO, Ingénieur Principal du Génie Rural, et M. QUENOT, Ingénieur Agronome, au moins pour les variantes n° III et IV du tracé de la tête-morte.

3°/ - SUPERFICIES IRRIGABLES DANS CHACUNE DES HYPOTHESES EN-VISAGEES PAR L'ADMINISTRATION -

Nous avons précédemment admis une dose d'arrosage de 6.000 m³/hectare. Tenant compte des quantités d'eau disponibles pour l'irrigation effective des parcelles du périmètre

d'irrigation, il nous est possible d'estimer comme suit les surfaces irrigables dans chacune des hypothèses faites par l'Administration.

Les résultats de ces estimations sont consignés au tableau n° 6.

TABLEAU N° 6

Hypothèses faites par l'Administration	Volumes d'eau disponibles dans la réserve de TSER-NAOUA	Variantes du tracé du canal adducteur	Quantité d'eau disponible à l'entrée des parcelles	Surfaces irrigables compte tenu d'une dose d'irrigation de 6.000 m ³ /ha
hypothèse favorable	10.000.000 m ³	I	635.000	105 ha
		II	2.952.000	491 ha
		III	5.500.000	916 ha
		IV	5.291.000	881 ha
hypothèse moyenne	8.000.000 m ³	II	1.798.000	299 ha
		III	4.383.000	730 ha
		IV	4.253.000	708 ha
hypothèse défavorable	5.000.000 m ³	III	2.669.000	444 ha
		IV	2.560.000	426 ha

Si nous admettons, comme le prévoit l'auteur du rapport agro-pédologique, qu'il faille réserver :

- a) - une surface de 120 hectares, (hypothèses favorable et moyenne) ou de 60 hectares (hypothèse défavorable) aux cultures maraîchères irriguées sans assolement ;

- b) - que le tiers de la surface soumise à un assolement sera cultivé en sec ;
- c) - qu'il convient de majorer de 20 % la surface irriguée pour tenir compte des emprises de canaux, de routes et de chemins, pour les fermes et leurs dépendances, et pour tenir compte aussi des terrains non susceptibles d'être desservis par gravité, les surfaces brutes à aménager auront, pour chaque combinaison d'hypothèses, les valeurs indiquées au tableau n° 7.

TABLEAU N° 7

Hypothèse	Variations du tracé de la tête-morte	Surfaces irrigables sur la base d'une dose de 6.000 m ³ /ha (1)	Cultures maraichères irriguées (hors assolement) (2)	Surface cultivée en assolement -- Superficie irriguée (3) = (1)-(2)	Surface totale cultivée en assolement (4) = $\frac{3}{2} \times (3)$	Surface cultivable à l'intérieur du périmètre (5) = (4)+(2)	Surface brute du périmètre (6) = 1,2 x (5)
favorable	II	491	120	371	556	676	811
	III	916	120	796	1.194	1.314	1.577
	IV	881	120	761	1.141	1.261	1.513
moyenne	II	299	120	179	267	387	464
	III	730	120	610	915	1.035	1.242
	IV	708	120	588	882	1.002	1.202
défavorable	III	444	60	384	576	636	763
	IV	426	60	366	549	609	730

Le graphique n° II ci-après donne une image des résultats consignés dans le tableau ci-dessus.

Ce graphique fait nettement ressortir les avantages des tracés III et IV du canal adducteur tête-morte.

Il en résulte que, quel que soit le choix entre ces deux tracés, il sera possible d'envisager l'aménagement des surfaces brutes ci-après :

- dans le cas de l'hypothèse favorable 1.570 ha
- dans le cas de l'hypothèse moyenne 1.250 ha
- dans le cas de l'hypothèse défavorable 750 ha

En effet, les différences enregistrées entre les superficies correspondant respectivement aux variantes n° III et n° IV sont de l'ordre de 50 hectares.

Compte tenu du caractère nécessairement approximatif des calculs qui permettent d'aboutir à ces chiffres, cette différence est certainement inférieure à la valeur de l'erreur commise dans les dits calculs.

CHAPITRE III

CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE

A - DIMENSIONNEMENT DU CANAL -

En fonction des volumes d'eau pouvant être affectés aux irrigations du périmètre de BIRNI N'KONI, nous avons vu (tableau n° 2) que le canal adducteur tête-morte doit être dimensionné pour livrer passage aux débits ci-après :

- hypothèse favorable 1,920 m³/s
- hypothèse moyenne 1,545 m³/s
- hypothèse défavorable 0,965 m³/s

En fait, par le jeu des pertes, le débit dans le canal ira en décroissant de l'amont vers l'aval.

Par ailleurs, en toute rigueur, il eut fallu dimensionner séparément le canal pour chacune des variantes n° II, III ou IV de son tracé.

Dans la variante n° II, par exemple, à l'entrée du canal trapézoïdal, le débit sera déjà largement entamé par les pertes d'eau qui se produiront dans le lit de la MAGGIA, à l'amont du seuil prévu au P.K. 7,765. La valeur, au mètre linéaire, des pertes est, par ailleurs, beaucoup plus élevée dans le lit de la MAGGIA que dans le canal qui lui fait suite.

Nos connaissances topographiques des lieux ne sont pas suffisamment poussées pour que de telles distinctions aient une signification quelconque.

.../...

Aussi avons-nous pensé demeurer dans l'esprit du présent avant-projet en simplifiant les calculs et en dimensionnant le canal adducteur uniquement sur la base des trois débits énoncés ci-dessus.

La section-type du canal adducteur dont nous avons fait état au chapitre II est justifiée ci-après :

a) - Profil transversal -

Nous référant à certains canaux établis dans des terrains s'apparentant à ceux de la région située en aval de TSERNAOUA, nous pensons qu'au stade de l'avant-projet, un talus penté à $3/2$ pourrait être retenu.

La cote du plan d'eau pourra, sur presque toute la longueur du canal, rester inférieure à la cote du terrain naturel. En conséquence, nous avons adopté une revanche de 0,50 mètre que nous pensons devoir être suffisante. En effet, compte tenu de la faible largeur du plan d'eau dans le canal (6,30 mètres pour un débit de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ environ), le batillage et le clapotis seront faibles. Par ailleurs, la risberme de 1,50 mètre de large, prévue sur chaque talus, augmente encore la sécurité du profil (Pièce n° 3-2-6).

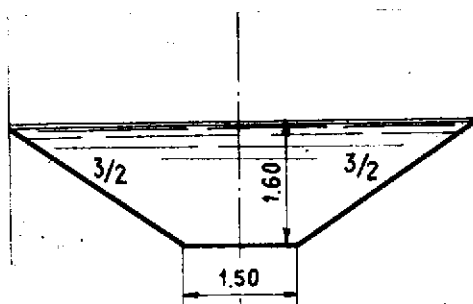
Tenant compte de la pente transversale du terrain dans lequel le canal sera implanté et pour équilibrer autant que faire se pourra les terrassements, nous avons adopté le profil ci-dessous.

b) - Calcul de la portée du canal -

La pente générale du canal tête-morte étant de

0,15 mètre par kilomètre, nous aurons, en appliquant la formule de BAZIN et en adoptant un coefficient de rugosité

$$= 1,75 :$$



- périmètre mouillé : 7,30 m
- section mouillée : 6,25 m²
- rayon moyen R : $\frac{6,25}{7,30}$: 0,85 m

et, par suite, une vitesse d'écoulement :

$$v = \frac{87 \cdot \sqrt{0,86 \times 0,00015}}{1 + \frac{1,75}{\sqrt{0,86}}} = 0,37 \text{ m/s}$$

En conséquence, le débit du canal sera :

$$Q = 0,37 \times 6,25 = 2,300 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ce sont les caractéristiques mentionnées ci-dessus qui ont servi au calcul des pertes dans le canal.

On peut constater qu'elles jouent dans le sens de la sécurité puisque, en fait, la profondeur d'eau et, par-tant, les caractéristiques géométriques qui en découlent, sont plus faibles pour les débits qu'aurait à véhiculer le canal adducteur dans chacune des trois hypothèses envisagées.

Les hauteurs d'eau dans le canal, correspondant aux débits disponibles en tête de celui-ci, sont portées au tableau n° 8.

TABIEAU N° 8

Hypothèse envisagée	Débit devant passer par le canal tête-morte	Hauteur d'eau dans le canal suivant le débit porté
favorable	1,920 m ³ /s	1,50 m
moyenne	1,545 m ³ /s	1,39 m
défavorable ...	0,965 m ³ /s	1,12 m

La planche n° III ci-après, sur laquelle figurent les courbes débit-vitesse de l'eau dans le canal adducteur tête-morte caractérise le profil que nous avons choisi.

B - OUVRAGES D'ART -

Pour chacune des variantes proposées pour le tracé du canal adducteur tête-morte, la construction d'ouvrages d'art de moyenne importance doit être envisagée.

Ces ouvrages ont pour objet :

- soit de surélever le plan d'eau dans le lit de la MAGGIA et de régulariser partiellement les débits du périmètre d'irrigation de BIRNI N'KONI, en vue d'arroser la plus grande surface possible des terres susceptibles d'être mises en valeur (cas des variantes n° I et II) ;
- soit de permettre au canal adducteur de passer de la rive gauche sur la rive droite de la rivière (cas de la variante n° III) pour aboutir en tête du périmètre à aménager.

Nous décrirons ci-après les caractéristiques de ces ouvrages d'art :

.../...

1/ - SEUILS DEVERSANTS :

a) - Généralités sur la conception des ouvrages :

Les variantes n° I et II du tracé, étudiées pour la construction du canal adducteur tête-morte entraînent la construction d'un seuil déversant destiné à relever le plan d'eau à la cote 273,50, dans le lit de la MAGGIA et à dériver les eaux dans le canal adducteur tête-morte.

Ce type d'ouvrage est constitué par un petit barrage rectiligne, à profil épais, construit en grosse maçonnerie, de 62,00 m de développement et formant déversoir sur toute sa longueur.

Il est encastré latéralement entre deux murs bajoyers remplis de galets ou d'enrochements de petit échantillon.

Le vide compris entre ces files de gabions sera comblé avec des moellons bruts rangés à la main et soigneusement calés à l'aide d'éclats. Ces bajoyers seront raccordés au terrain par une digue en terre de profil trapézoïdal.

Cette digue aura, en crête, une largeur de 5,00 mètres. Ses talus seront pentés à 2/1.

Sur la pièce 3-2-4 donnant le détail des dispositions adoptées pour cet ouvrage, les talus amont et aval de la digue en cause ont été représentés sans protection. Il serait souhaitable de trouver une couverture végétale de protection suffisamment efficace (vétiver, par exemple).

Si une espèce végétale quelconque, suffisamment robuste, ne peut être utilisée, il conviendra de prévoir un perreyage des talus :

.../...

- sur 20 mètres, à l'amont, à partir des bajoyers de l'ouvrage,
 - sur 10 mètres, à l'aval, à partir des bajoyers,
- faute de quoi la digue serait, à n'en pas douter, ruinée dès le passage de la première crue sur l'ouvrage.

Il conviendra, par ailleurs, d'étudier soigneusement les caractéristiques mécaniques des terres qui seront utilisées pour la confection de la digue.

En amont et en aval du seuil en maçonnerie, un radier constitué par des gabions-semelles de 4,00 x 1,00 x 0,50 protégera l'ouvrage contre l'action érosive des eaux de la rivière. Ces gabions seront posés sur un lit de moellons bruts de 0,50 m. d'épaisseur garnissant une souille préalablement creusée dans le lit de la rivière. Pour éviter que des affouillements se produisent sous le radier, des parafoilles - également en gabions - ont été prévus en amont et en aval de l'ouvrage.

Les seuils déversants ont été calculés pour livrer passage à une crue de 200 m³/s, (1) en appliquant la formule :

$$Q = M \times b \times H^{3/2}$$

dans laquelle :

- M est le coefficient de débit pour un déversoir à paroi épaisse,
 - b est la largeur du déversoir, exprimée en mètres,
 - H est la hauteur de la lame d'eau au-dessus de la crête du déversoir, exprimée en mètres,
 - Q est exprimé en mètres cubes par seconde.
- .../...

(1) chiffre admis pour le calcul de l'évacuateur de crues du barrage de TSERNAOUA.

Les calculs dont les résultats sont consignés au tableau n° 9 sont très approximatifs puisque nous ne connaissons pas les lignes d'eau, en régime naturel, dans le lit de la MAGGIA, pour les différents débits considérés.

En particulier, pour une crue de 200 m³/s, le seuil est noyé ; la valeur du coefficient de submersion est très approximative et une appréciation trop optimiste de ce coefficient est susceptible de se traduire par des conséquences désastreuses pour la stabilité de l'ouvrage.

Dans le tableau n° 9 les valeurs du coefficient M sont donc des valeurs estimées dans le sens de la sécurité.

Pour mener ce calcul, nous avons été amenés à tracer la ligne d'eau en régime naturel de la MAGGIA, correspondant au débit de 200 m³/s (cette ligne est portée en bleu sur les pièces 3-2-2-2). Pour ce faire nous avons adopté une section et une pente moyennes déduites du cahier de profils en travers du lit mineur (Pièce 3-2-3) et du profil en long du fond du lit. Pour ce calcul, nous avons adopté un coefficient $\gamma = 3,75$.

Nous avons ensuite estimé que le seuil commencerait à fonctionner en régime noyé à partir d'un débit de 85 m³/s.

Toutes ces considérations seront à préciser lorsque les renseignements hydrologiques seront suffisamment nombreux pour être exploitables.

Nous donnons, ci-après, pour quelques hauteurs de cette lame d'eau, les débits susceptibles d'être évacués par l'ouvrage :

.../...

TABLEAU N° 9

Hauteur de la lame d'eau (m)	H $3/2$	b (m)	M	Q (m ³ /s)	OBSERVATIONS
0,10	0,03	60,00	2,00	3,600	
0,20	0,09	"	"	11,000	
0,40	0,25	"	"	30,000	
0,60	0,46	"	"	55,000	
0,80	0,71	"	"	85,000	
1,00	1,00	"	1,8	108,000	
1,50	1,84	"	"	200,000	crue maximum en- visagée

b) - Particularités relatives à chacun des seuils déversants - Seuil prévu dans le cas de la variante I -

Cet ouvrage sera implanté au P.K. 12,426 du profil en long du lit mineur de la MAGGIA.

La charge sur l'ouvrage sera de l'ordre de 3,50 à 4,50 suivant la valeur du débit naturel de la MAGGIA. En conséquence, un rideau de palplanches métalliques sera battu sous la partie amont du corps du seuil en vue d'arrêter les infiltrations qui risquent de se manifester sous l'ouvrage. Ces palplanches seront des LARSEN, type 00. Elles seront enfoncées jusqu'à la cote 266,00 environ c'est-à-dire à au moins 5 mètres sous le terrain naturel.

.../...

- cote de la crête du seuil (+ 273,50)
- cote des radiers amont et aval (+ 271,50)
- cote supérieure des murs bajoyers (+ 275,50)
- cote supérieure de la digue (+ 276,00)

Seuil prévu dans le cas de la variante II

Cet ouvrage sera implanté au P.K. 7,765 du profil en long du lit de la MAGGIA. Les caractéristiques générales sont sensiblement les mêmes que celles de l'ouvrage décrit ci-dessus.

Cependant, les murs bajoyers ne seront constitués que par une seule file de gabions, la hauteur de la retenue ne justifiant pas l'adoption d'un profil renforcé.

Les infiltrations dans l'ouvrage n'étant pas à craindre dans le cas présent, il n'a pas été prévu de battre un rideau de palplanches sous la partie amont du corps du barrage.

- cote de la crête du seuil (+ 273,50)
- cote des radiers amont et aval (+ 272,50)
- cote supérieure des murs bajoyers (+ 275,50)
- cote supérieure de la digue (+ 276,00)

2/ - OUVRAGE A CONSTRUIRE AU P.K. 9,700 POUR LA TRAVERSEE DE LA MAGGIA -

Dans la variante n° III, le canal principal tête-morte passe de la rive gauche sur la rive droite de la MAGGIA au P.K. 9,700 du profil en long de ce cours d'eau (point D).

Le franchissement de la rivière devra être assuré

par un ouvrage qui pourra être, après études comparées plus approfondies, soit une bêche en béton ou en demi-buses ARMCO posées sur chevalets, soit un siphon.

Au stade de l'avant-projet, nous n'avons pas étudié en détail cet ouvrage dont nous nous contenterons d'estimer la dépense plus loin par comparaison avec d'autres ouvrages similaires.

C - CHOIX DU TRACE A ADOPTER POUR LE CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE - Considérations générales -

Le tracé à adopter pour ce canal doit satisfaire en premier lieu aux conditions ci-après :

- a) - limitation, au strict minimum, des pertes d'eau par percolation et par évaporation ;
- b) - dépenses de construction minima.

Nous avons volontairement placé en tête de cette double condition celle du minimum des pertes en route à admettre pour les eaux entre le barrage et l'ouvrage de tête du périmètre d'irrigation.

De ces pertes dépendent, en effet, les possibilités d'irriguer une plus grande surface des excellentes terres du périmètre de BIRNI N'KONI en fonction des hypothèses faites sur les cubes d'eau susceptibles d'être annuellement délivrés au service de l'irrigation par le barrage projeté à TSERNAOUA.

Enfin, un tracé de moindre développement, outre qu'il permettra de réduire les dépenses de premier établissement, aura pour conséquence immédiate d'entraîner une réduc-

tion des charges annuelles d'entretien du canal (frais de reprofilage du canal adducteur, de faucardage de la végétation à l'intérieur du profil, de remise en état des cavaliers établis en bordure du canal, etc...).

1/ - ESTIMATION DES DEPENSES A ENVISAGER POUR LA CONSTRUCTION DU CANAL TETE-MORTE SUIVANT LA VARIANTE ADOPTEE POUR SON TRACE -

a) - Base des estimations :

Pour estimer les dépenses à prévoir pour la construction des ouvrages entrant dans l'aménagement de la tête-morte, nous avons adopté les prix de base ci-après :

	<u>F.CFA</u>
- terrassements en terrain de toute nature, pour fondations d'ouvrages d'art et creusement des canaux :	
- le mètre cube	500
- moellons bruts de carrière pour béton cyclopéen :	
- le mètre cube	1 500
- moellons tout-venant pour remplissage des gabions :	
- le mètre cube	350
- béton ordinaire au mortier de ciment dosé à 300 kg par mètre cube, pour construction d'ouvrages d'art :	
- le mètre cube	25 000

.../...

	<u>F.CFA</u>
- béton armé dosé à raison de 350 kg par mètre cube, pour ouvrage d'art :	
- le mètre cube	40 000
- béton bitumineux :	
- le mètre cube	40 000
- perrés en moellons ordinaires de 0,20 m de queue moyenne posés sur lit de sable de 0,10 m d'épaisseur :	
- le mètre cube	3 000
- aciers pour béton armé, mis en place :	
- le kilogramme	120
- vannes et vannettes :	
- le kilogramme	150
- gabions métalliques :	
- l'unité	2 200
- palplanches LARSEN, type 00 :	
- le kilogramme	80

b) - Comparaison du coût des travaux de premier
établissement suivant le tracé envisagé -

Nous avons admis, que, quelle que soit l'hypothèse adoptée par l'Administration pour l'aménagement du périmètre dans un premier stade de réalisation, il convenait de réaliser le canal adducteur de façon qu'il puisse laisser passer le débit correspondant à l'hypothèse favorable. Dans ces conditions, si, dans l'avenir, l'hypothèse favorable s'avère réalisable, les travaux supplémentaires à entreprendre pour utiliser au mieux le volume d'eau ainsi rendu disponible

consisteront uniquement à aménager un périmètre - extension sans avoir à reprendre l'ossature d'irrigation déjà existante.

Sur ces bases, le tableau n° 10 permet de comparer le coût des travaux de premier établissement du canal tête-morte, suivant la variante qui sera adoptée pour son tracé.

BLEAU N° 10

VARIANTE I DU TRACE T		VARIANTE IV DU TRACE T.M.	
Terrassements du canal	Seuil n° 1 (PK 12,426)	Terrasse- ments du canal	TOTAL
2 500 000	16 000 0000	52 254 000	52 254 000
	S.A.V. 0	S.A.V.	10 446 000 (1)
	-		
	0		62 700 000

(1) Les estimations à valoir
pour les

Le tableau n° 11 rappelle les caractéristiques
du canal adducteur suivant les variantes étudiées pour son
tracé.

TABLEAU N° 11

Désignation des tracés possibles étudiés pour la construction de la tête-morte	Détermination des travaux à construire de la (1) tête-morte	Caractéristiques du canal adducteur	
		Section	Vitesse
	des C.F.A.	m ²	m/s
Variante I	Utilis MAGGIA périmètre 200 000	lit de la MAGGIA	
Variante II	Utilis P.K. 7 C D E 440 000	}	
Variante III	Utilis P.K. 1 B D E 900 000		
Variante IV	Canal A B C 700 000		
		6,24	0,34

(1) Voir

2/ - CHOIX DU TRACE DU CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE -

L'examen de ces tableaux nous permet de comparer entre elles les quatre variantes envisagées pour le tracé de ce canal.

- Variante I -

C'est apparemment la plus économique ; d'une part, si l'on considère les dépenses que sa construction entraînerait, et d'autre part si l'on tient compte de l'absence de dépenses d'entretien de la réserve d'eau créée par le seuil à construire au P.K. 12,426.

Cependant, nous insisterons sur le fait que l'étude des sols de la cuvette de retenue créée par cet ouvrage n'a pas été suffisamment poussée pour s'assurer que les infiltrations qui se produiront au moment de la mise en eau ne seront pas plus importantes que celles calculées théoriquement par la formule d'INGHAM. Ce fait pourrait effectivement se produire si, par suite d'accidents géologiques qu'il est difficile de situer sans une étude plus complète de la région intéressée, les terrains offraient alors une perméabilité plus grande que celle escomptée.

Le sol constituant le fond du lit de la MAGGIA est constitué par une argile noire qui, à la dessiccation, présente des fentes de retrait s'enfonçant assez profondément dans le sol. A notre avis, ce n'est pas là un inconvénient. En effet, les irrigations commenceront juste après la saison des pluies. Après le passage de la crue, les argiles constituant le fond du lit sont saturées et, par conséquent, parfaitement imperméables.

Ce n'est que pendant la période qui séparera la fin des irrigations du début de la saison des pluies que les argiles pourront se dessècher - Ceci n'est absolument pas gênant puisque le volume d'eau perdu pour les resaturer sera prélevé sur l'excédent du volume annuel écoulé après remplissage de la réserve de TSERNAOUA, excédent perdu de toutes façons pour les irrigations.

Quoi qu'il en soit, la variante I présente, à notre avis, des aléas dont il ne faut se dissimuler ni l'importance, ni la portée, surtout si l'on considère que les quantités d'eau susceptibles d'être mises à la disposition de l'irrigation sont relativement faibles et que, de ce fait, elles n'autorisent aucun gaspillage au-delà de celui normalement estimé au moment de l'étude du projet.

Nous ajouterons que les pertes annuelles en eau de cette retenue, qui atteignent presque 9.000.000 m³, ne permettent pas de prendre en considération cette solution ni dans l'hypothèse moyenne ni, a fortiori, dans l'hypothèse défavorable envisagées à la demande de l'Administration.

- Variante II -

D'un coût plus élevé que la précédente, elle sera affectée, dans une moins large mesure il est vrai, par les mêmes inconvénients qui s'attachent à la variante I. Cependant, il convient de mentionner, à la charge de cette variante, les sujétions inhérentes à l'entretien d'un canal en terre de 4.500 mètres linéaires de développement entre la retenue créée par le seuil du P.K. 7,765 et l'origine du périmètre à irriguer.

Comme pour la variante I examinée ci-dessus, l'importance des pertes d'eau, que nous avons estimées à 4.500.000 m³ par saison d'irrigation, fait écarter cette solution dans le cas des hypothèses moyenne et défavorable.

- Variante III et IV -

L'exécution des travaux à envisager dans le cas de ces deux variantes conduit à des dépenses différant peu l'une de l'autre.

- La variante III présente a priori sur la variante IV l'avantage d'un tracé plus court (9.500 mètres au lieu de 12.500 mètres). De ce fait, les frais de construction et d'entretien de ce canal en terre seront moins importants.

En faveur de cette variante, nous signalerons que son tracé ne suit ni le lit de la MAGGIA, ni le val d'inondation correspondant aux crues de cette rivière - tout au moins sur 5 km. Le canal aura donc moins à souffrir des effets destructeurs des crues et aucun ouvrage protecteur n'est à prévoir pour protéger la tête-morte dont le tracé fait l'objet de la variante III.

Par contre, cette variante entraîne la construction d'un ouvrage d'art (bâche ou siphon) qui devra permettre aux eaux lâchées par la retenue de TSERNAOUA de passer de la rive gauche à la rive droite au point kilométrique 9,700 du profil en long du lit mineur de la MAGGIA.

Toutefois, nous nous devons de souligner que ce tracé n'a pas été étudié de près sur le terrain. De ce fait,

il serait souhaitable, eu égard aux avantages qu'il présente, que des études complémentaires soient entreprises pour préciser plus nettement et de façon plus certaine le caractère apparemment avantageux de cette variante par rapport à celles étudiées dans le présent avant-projet.

- La variante IV envisage la construction d'un canal latéral en terre qui se développerait sur la rive droite de la MAGGIA. C'est la solution qui nous semble devoir être retenue en premier lieu pour l'alimentation du périmètre d'irrigation de BIRNI N'KONI.

D'un type classique, le canal proposé paraît devoir être adopté.

Cependant, nous signalerons qu'à sa charge, cet ouvrage risque d'être exposé aux effets destructeurs des crues exceptionnelles de la MAGGIA. Il se peut qu'au prix d'un allongement plus ou moins important du tracé du canal, il soit possible de "caler" cet ouvrage un peu plus vers l'Est pour l'éloigner de la rivière et le mettre hors d'atteinte des crues.

Si un avant-projet plus précis devait être établi, une étude topographique complémentaire pourrait être entreprise dans ce but, en vue de déterminer la position de sûreté de cet ouvrage et de chiffrer en conséquence la dépense supplémentaire qu'un tel déplacement entraînerait par suite d'un allongement de son tracé.

Pour conclure et bien que la variante III paraisse devoir présenter, a priori, de plus gros avantages que la

variante IV, nous proposerons, en première étude, d'adopter cette dernière.

D - PROTECTION DU CANAL ADDUCTEUR TETE-MORTE CONTRE LES
CRUES DE LA MAGGIA -

Nous avons vu que, compte tenu de la configuration du terrain, nous avons adopté pour le canal un profil permettant d'équilibrer, autant que faire se pourrait, les terrassements.

Les déblais provenant du creusement du canal seront mis en dépôt entre la MAGGIA et le canal ; ils permettront, de la sorte, de constituer un écran destiné à protéger ce dernier contre les crues ordinaires de la rivière, la crête du cavalier étant arasée à 4,00 m en moyenne au-dessus du terrain naturel.

Or, d'après les renseignements que nous avons pu recueillir sur place, il nous a été possible de reconstituer approximativement la ligne d'eau correspondant à une crue exceptionnelle de 200 m³/s, adoptée pour le calcul de l'évacuateur du barrage projeté à TSERNAOUA. Elle figure sur le profil en long faisant l'objet de la pièce n° 3-2-2 du dossier joint au présent mémoire.

Tenant compte de la hauteur moyenne du niveau d'eau de cette crue au-dessus du terrain naturel et d'une revanche de 1,00 m à ménager au cavalier-digue, au-dessus du plan d'eau considéré, nous serions contuits, pour assurer la protection du canal en ce qui concerne les varaintes II, III et IV, à araser cette digue à 4,00 m en moyenne au-dessus du terrain naturel.

En tout état de cause, cette valeur de la revanche nous paraît être un minimum.

Il conviendra, en fait, d'étudier très soigneusement toutes les caractéristiques du cavalier-digue, sous les trois aspects suivants :

- stabilité,
- résistance à l'érosion provoqué par la vitesse du courant dans la MAGGIA en crue. Cette vitesse est susceptible d'atteindre 2 m/s,
- résistance au batillage et au clapotis. En effet, au moins sur certains tronçons du plan d'eau constitué par la MAGGIA en crue, le "fetch" atteindra des dimensions susceptibles de créer une houle importante.

Nous chiffrerons ci-après, pour chaque tracé étudié, la répercussion qu'une telle protection ne manquerait pas d'entraîner.

TABEAU N° 12

Variante consi- dérée	Tronçon de canal à protéger	Lon- gueur du tronçon	Sec- tion moyen- ne du cava- lier	Cubes de remblais corres- pondants	Cubes de déblais prove- nant du creuse- ment du canal	Emprunts à envisager pour cons- tituer le cavalier de protection
		m	m ²	m ³	m ³	m ³
Variante II	B C D E	4.800	22	105.600	70.000	35.600
Variante III	D E	2.800	22	61.600	25.200	36.400
Variante IV	A B C D E	12.500	29	362.500	112.500	250.000

CHAPITRE IV

PERIMETRE D'IRRIGATION

A - GENERALITES -

a) - Description sommaire du périmètre -

La partie de la plaine située sur la rive droite de la MAGGIA, à 7 km au Nord de BIRNI N'KONI, se prête remarquablement bien à l'aménagement d'un périmètre irrigué.

Elle est limitée, au Sud et à l'Est, par la MAGGIA dont les méandres sont très développés, au Nord et à l'Ouest, par des collines de faible hauteur. Son altitude moyenne est de 270 mètres.

Cette plaine est encadrée et jalonnée par une série de collines de faible altitude portant le même nom que le village situé à leur pied. Ces collines correspondent au tertiaire continental, d'après M. GREIGERT, tandis que la plaine est due à un remplissage quaternaire par les alluvions déposées par la MAGGIA.

La présence de deux mamelons sur l'un desquels est implanté le village de MAIGOZO, sépare en deux parties distinctes les terrains à irriguer : l'une pentée en direction du Nord-Ouest, l'autre en direction du Sud-Ouest.

Un bras mort de la MAGGIA dirigé vers l'Ouest délimite nettement les deux zones irrigables : il servira de colature à la partie Nord du périmètre, ainsi qu'à une fraction de l'aménagement projeté qui pourra être desservie par le secondaire S₃.

.../...

Une dépression naturelle, axée Est-Ouest puis s'infléchissant vers le Sud, permettra d'établir une colature pour le drainage de la partie Sud du périmètre : quelques colatures secondaires compléteront l'ossature du réseau de drainage.

b) - Considérations générales sur les sols de la plaine située au Nord-Est de BIRNI N'KONI -

Nous rappelons rapidement, ci-dessous, les résultats de l'étude pédologique qui a déjà fait l'objet d'un rapport détaillé.

Quatre types de sols intéressent l'aménagement hydro-agricole de la MAGGIA et se rattachent à trois appellations locales :

- sols noirs humifères de la vallée de la MAGGIA = Laka
- sols ocre-rouge décalcifiés = Bergazin barringo
- sols rouges sablo-argileux = Zam barringo
- sols rouges sableux = Zam barringo

Les sols Laka se rencontrent dans la vallée de la MAGGIA ; ce sont des sols très argileux qui se trouvent régulièrement submergés pendant une grande partie de l'année (de Juillet à Novembre).

Ils se dilatent à l'époque de la submersion et ils se rétractent fortement après l'écoulement des pluies. L'aspect du sol est alors très fissuré.

Ces terrains sont très peu perméables, du moins lorsqu'ils sont saturés.

.../...

Les sols ocre-rouge décalcifiés (Bergazim barringo) sont également très argileux, mais ils sont moins longtemps submergés que les sols Laka. Ils se fissurent en se deshydratant et leur cohésion augmente avec la profondeur. L'absence totale de calcaire permet de conclure que l'on a affaire à des sols à lessivage complet.

Ces sols bergazim ont une bonne structure, quoique assez instable ; ils sont peu perméables.

Les sols rouges argilo-sableux (Zam barringo)

La texture argilo-sableuse domine en surface. La cohésion est moyenne ; elle tend à augmenter avec la profondeur. Ces sols sont complètement dépourvus de calcaire. Ils sont moyennement perméables.

Les sols rouges sableux.

Ils se rencontrent dans les parties hautes de la plaine. Ces sols sont légers et il faut craindre qu'une irrigation mal conduite ne contribue à accentuer leur lessivage et qu'elle aboutisse à leur stérilisation complète. Il s'agit là de sols fortement perméables.

c

o o

C'est en tenant compte des sols dont la nature a été précisée ci-dessus et de leur répartition que le plan d'aménagement du périmètre d'irrigation de BIRNI N'KONI a été étudié.

Les zones sableuses qui se situent au pied des collines de MAIGOZO, de GUINDAM GANDIA et de DIBISSOU constituent des limites normales pour le périmètre. Ces zones ne sauraient bénéficier de l'irrigation.

Ces considérations conduisent à ne pas prévoir plus de 1.570 hectares de terrain susceptibles d'être aménagés en vue de l'irrigation.

c) - Les données hydrauliques ayant présidé au dimensionnement et à la mise en place du périmètre -

Les considérations développées dans les chapitres II et III du présent mémoire ont permis de conclure que, en adoptant soit la variante n° III, soit la variante n° IV du tracé du canal adducteur, les ressources en eau de la réserve de TSERNAOUA permettaient d'irriguer un périmètre dont la surface brute s'établissait à :

- 1.570 hectares dans le cas de l'hypothèse favorable,
- 1.250 hectares dans le cas de l'hypothèse moyenne,
- 750 hectares dans le cas de l'hypothèse défavorable.

sur les bases suivantes :

- Sous l'angle hydraulique :

a) Irrigation pendant 4 mois consécutifs à raison de 12 heures par jour et de 6.000 mètres cubes à l'hectare par campagne.

b) Coefficient d'efficience du réseau : 0,60

c) En corrolaire :

- module à l'entrée des parcelles :

$$\frac{6.000 \cdot 10^3}{4 \times 30 \times 12 \times 3600} = 1,15 \text{ l/s/ha}$$

légèrement supérieur au module de 1 l/s/ha préconisé par les agronomes.

- Sous l'angle technique :

Nous avons admis que pour 1 hectare cultivable il faudrait réserver 0,20 hectare pour les différentes emprises, les pertes en superficie pour terrains non dominés etc ...

Donc 1,20 hectare de surface brute ne donnera que 1 hectare de terre cultivable.

- Sous l'angle agronomique :

La superficie cultivable sera soumise à un programme de culture tel que :

- 120 hectares dans les hypothèses favorable et moyenne et 60 hectares dans l'hypothèse défavorable seront réservés sur la superficie cultivable totale pour les cultures maraîchères irriguées ;
- le reliquat de la superficie cultivable sera soumis à un assolement triennal :
 - 2 années de culture irriguée
 - 1 année de culture sèche.

Sur les bases que nous avons cru bon de rappeler ci-dessus, nous avons été amenés à dresser, pour chaque hypothèse, un plan d'aménagement du périmètre suivant le principe développé ci-après.

.../...

Les canaux secondaires sont implantés suivant les lignes de crête du terrain naturel.

Les secteurs irrigués par les canaux secondaires sont découpés en "grandes parcelles" ou sous-secteurs alimentés eux-mêmes par les canaux tertiaires.

Ces notions de sous-secteurs et de canaux tertiaires sont les plus importantes, sous l'angle irrigation, car elles sont liées à la notion de "main d'eau".

La main d'eau est le débit qui peut être facilement utilisé par un seul irrigant ; c'est donc le plus petit débit disponible aux prises d'arrosage. - En principe, les canaux tertiaires ne porteront qu'une seule main d'eau qui sera utilisée à tour de rôle par les différents irrigants du sous-secteur considéré.

Nous avons supposé, en raisonnant par analogie avec certains périmètres du Maroc méridional, que la main d'eau serait de 30 l/s. En fait, elle est à déterminer en fonction des caractéristiques physiques des sols irrigués, des cultures réalisées, de la technicité des irrigants.

Les canaux tertiaires suivent, en général, les lignes de plus grande pente du terrain naturel. Le long de ces canaux seront disposées les prises d'irrigation de chacune des parcelles d'environ 6 hectares. Chaque irrigant distribuera l'eau à l'intérieur de sa parcelle par un système

.../...

de rigoles d'arrosage faites à la main ou à la charrue au début de chaque campagne d'irrigation.

Le réseau de colature aura exactement la même structure que le réseau d'irrigation et s'articulera sur les deux colatures principales évacuant les excès d'eau à l'extérieur du périmètre.

La surface des sous-secteurs est de l'ordre de 30 hectares, les canaux tertiaires étant espacés, en moyenne de 300 mètres. Cet espacement est évidemment variable suivant la configuration planimétrique et altimétrique du terrain.

Le sous-secteur théorique sera donc un rectangle de 300 mètres de large et de 1.000 mètres de long constitué par 5 parcelles d'environ 6 hectares (300 m x 200 m) alimentées chacune par une prise d'eau et touchées par un fossé de colature.

Le canal tertiaire sera poursuivi jusqu'à l'entrée de la dernière parcelle du sous-secteur. Un ouvrage de décharge (déversoir de surface) le reliera au fossé de colature voisin - pour permettre l'évacuation éventuelle du débit admis en tête du canal tertiaire et non utilisé sur les parcelles. Les décharges seront donc calculées pour un débit de 30 l/s.

Dans le même esprit, il conviendra de prévoir, sur

.../...

sur les canaux secondaires, un ouvrage de sécurité tous les kilomètres environ qui déchargera, dans un fossé de colature, les excédents de débit susceptibles d'apparaître le long du canal secondaire.

Par mesure de sécurité, tous les fossés de colature seront prévus de façon à pouvoir porter une main d'eau sur toute leur longueur.

Un réseau de pistes d'exploitation sera prévu de façon à permettre l'accès de chaque parcelle. En principe, la piste sera comprise entre le fossé de colature qui fera office, en l'occurrence, de fossé de piste, et le canal tertiaire. Les pistes d'exploitation ne seront pas surélevées par rapport au terrain naturel.

En première approximation, nous aurons donc, à l'hectare, $\frac{4 \times 200}{30}$ mètres, soit environ 25 mètres de canal tertiaire et autant de fossé de colature.

Le problème s'est posé de savoir s'il convenait de prévoir une régulation automatique des débits admis dans chaque ouvrage et des hauteurs d'eau dans les différents canaux.

La régulation des débits implique l'utilisation d'appareils limiteurs de débits appelés "modules" placés en chaque point du réseau où le débit change de valeur. Ainsi, à l'ouvrage de prise d'un canal secondaire sur le canal principal, il conviendrait de prévoir un module laissant passer

.../...

au maximum dans le secondaire le débit pour lequel le dit secondaire a été calculé. Cette façon de faire est nécessaire si l'on veut respecter le programme d'irrigation prévu pour le réseau. Il va sans dire que si l'on ne prévoit pas l'utilisation de modules, deux risques peuvent se présenter :

- un ou plusieurs secondaires peuvent recevoir un débit trop important, débit qui ne peut être utilisé en totalité sur les parcelles. Dans ces conditions, les sécurités fonctionneront mais l'excédent de débit admis dans le secondaire sera perdu pour l'irrigation ;
- les autres secondaires peuvent alors ne plus recevoir le débit prévu dans le programme d'exploitation pour l'irrigation des secteurs correspondants qui, de ce fait, manqueront d'eau.

La régulation des hauteurs d'eau dans les différents canaux est une conséquence de la régulation des débits.

En effet, les modules, pour fonctionner normalement, c'est-à-dire pour laisser passer le débit voulu, doivent être soumis à une charge d'eau restant comprise entre deux valeurs extrêmes relativement rapprochées (de l'ordre de la dizaine de centimètres). - Pour ce faire, un dispositif de réglage du niveau de l'eau est souvent prévu à l'amont immédiat des modules.

.../...

Malgré les inconvénients que cela peut présenter, nous avons préféré ne pas prévoir les dispositions définies ci-dessus dans l'équipement du périmètre qui nous occupe.

Le réseau d'irrigation sera réalisé en terre, ce qui implique la nécessité d'un personnel de surveillance relativement nombreux. En effet, si les ouvrages de sécurité suppriment les possibilités de débordement, aucun ouvrage ne peut empêcher les ruptures de cavaliers ni limiter les dégats qu'une telle éventualité entraîne. La seule défense consiste à supprimer l'arrivée d'eau le plus rapidement possible dans le bief correspondant.

Nous signalons, à ce propos, qu'aucun appareillage automatique ne peut être substitué à la commande manuelle en cas de rupture du cavalier. Les vannes à niveau amont constant restent sans effet, que la rupture se produise à l'amont ou à l'aval de cet appareil.

Les vannes à niveau aval constant ouvrent en grand si la rupture se produit sur le bief aval de la dite vanne et réagissent donc dans le sens défavorable.

Puisqu'un personnel nombreux sera rendu nécessaire pour la surveillance des cavaliers, il semble possible de l'utiliser aussi à la manoeuvre des vannes à main placées en tête de chaque canal.

.../...

Nous suggérons à ce propos de laisser la manoeuvre des vannes placées en tête des canaux secondaires à la diligence du personnel de contrôle qualifié. En effet, il s'agira là d'ajuster la valeur du débit à admettre dans le secondaire.

La manoeuvre des vannes placées en tête des canaux tertiaires pourra, au contraire, être confiée au personnel non qualifié, les dites vannes ne pouvant qu'être ouvertes ou fermées totalement.

Il suffira en effet, de régler une fois pour toutes la position ouverte de chaque vanne pour que le débit admis dans le canal tertiaire correspondant reste égal à une main d'eau - Ceci sera possible, en toute rigueur, dans la mesure où le programme d'exploitation ne prévoit la rotation de l'irrigation qu'entre parcelles d'un même sous-secteur et entre secteurs alimentés par des canaux secondaires différents. Ceci implique donc que, à l'intérieur d'un secteur, tous les canaux tertiaires seront alimentés en même temps ce qui n'est absolument pas rédhibitoire. Dans ces conditions, la ligne d'eau du canal secondaire sera unique et il sera possible, à chaque prise tertiaire, de limiter l'ouverture de la vanne pour permettre le passage d'une main d'eau. Cette façon de procéder n'est certes pas orthodoxe mais, dans le cas particulier qui nous occupe, elle se justifie très bien par suite de la faible superficie des secteurs projetés (312 hectares au maximum).

Pour les canaux secondaires, au contraire, bien

que leur débit sera toujours le même si l'on adopte les dispositions prévues ci-dessus, il conviendra de pouvoir ajuster, dans chaque cas, la position de la vanne de tête. En effet, le plan d'eau dans le canal principal et, partant, la charge sur chaque vanne secondaire seront variables dans le temps.

Le plan d'aménagement du périmètre, pour chaque hypothèse, est figuré sur les pièces 3-3-1-1-1, 3-3-1-1-2-1, 3-3-1-1-2-2, 3-3-1-2 et 3-3-1-3.

Dans ces différentes pièces, les chiffres portés en rouge représentent la surface brute de chaque sous-secteur.

Leur cumul aboutit donc aux valeurs de la superficie brute du périmètre dans chaque hypothèse, valeurs qui ont été mentionnées plus haut.

Les caractéristiques des différents ouvrages constituant le réseau qui distribuera l'eau d'irrigation à l'intérieur du périmètre ainsi défini sont développées ci-après.

B - CANAL PRINCIPAL D'IRRIGATION -

Dans l'exposé qui suit, nous nous placerons dans le cas de l'hypothèse favorable, laquelle, ainsi que nous l'avons vu, permet d'aménager environ une superficie brute de 1.570 hectares.

Huit canaux secondaires se détachent du canal principal, pour assurer l'irrigation des terres du périmètre.

Dans le cas des hypothèses moyenne et défavorable, les canaux du réseau d'irrigation conserveront leur section. Certains canaux disparaîtront complètement dans ces hypothèses puisque la diminution du volume d'eau disponible se traduit par une diminution de la surface irriguée et non pas par une diminution des doses d'arrosage comme cela était prévu dans le rapport agro-pédologique.

- Caractéristiques générales -

1/ - Tracé -

Le canal principal issu du canal tête-morte, d'une longueur de 4.754 mètres, a été tracé suivant une ligne de crêtes et orienté sensiblement Nord-Sud jusqu'au P.K. 2,425.

A partir de ce point, il prend une direction Est-Ouest pour reprendre, au P.K. 3,240, son orientation initiale Nord-Sud et il se termine à 200 mètres en amont du pont de TIERASSA.

Le bras-mort de la MAGGIA sera franchi, soit en remblai formant digue de protection contre les eaux de crues de cette rivière, soit à l'aide d'un ouvrage dont les dispositions seront à étudier au moment de l'établissement d'un avant-projet plus poussé. Ce pourra être soit un siphon soit un aqueduc.

L'importance des dépenses à prévoir permettra de fixer un choix sur l'un ou l'autre type d'ouvrage à adopter.

2/ - Profil en long (voir pièce 3-2-2) -

Tenant compte des débits absorbés en route par les canaux secondaires et de la pente du terrain naturel, le profil en long présente les caractéristiques ci-après :

- entre le P.K. 0,000 et le P.K. 1,660 pente de 0,15 m par km
- entre le P.K. 1,660 et le P.K. 3,753 pente de 0,85 m par km
- entre le P.K. 3,753 et le P.K. 4,754 pente de 0,15 m par km

3/ - Sections du canal principal -

Le canal principal est un ouvrage en terre non revêtu, à section trapézoïdale.

Le calcul des sections a été fait par la formule de BAZIN en prenant $\gamma = 1,75$.

Les caractéristiques des deux sections-types projetées sont les suivantes :

Section n° 1 :

(profil applicable entre le P.K. 0,000 et le P.K. 1,660
et entre le P.K. 3,753 et le P.K. 4,754)

- plafond : 1,00 m,
- pente des talus : 3/2,
- revanche au-dessus du plan d'eau dans le cas du débit maximum = 0,50 m.

Section n° 2 :

(profil applicable entre le P.K. 1,660 et le P.K. 3,753)

- plafond : 0,60 m,
- pente des talus : 3/2,
- revanche au-dessus du plan d'eau dans le cas du débit maximum = 0,50 m.

.../...

Les terres des déblais provenant du creusement du canal seront disposées en cavaliers sur chaque rive de l'ouvrage.

Elles pourront être compactées pour assurer une meilleure conservation de leur profil transversal.

4/ - Portée des divers tronçons -

Nous avons vu que, compte-tenu des pertes d'eau qui se produiront par infiltration et par évaporation dans le canal adducteur tête-morte, il était possible d'adopter un module de 1,91 litre par seconde et par hectare, en tête du réseau d'irrigation. Bien que, théoriquement, ce module décroisse de l'entrée du périmètre jusqu'à l'entrée des parcelles où il n'est plus que de 1,15 l/s/ha, nous avons conservé la valeur de 1,91 l/s/ha pour le calcul de tout le réseau d'irrigation.

Dans ces conditions, le débit dans chaque tronçon du canal principal se déduira à partir du débit en tête de chaque canal secondaire, et les différentes valeurs qu'il prend sont consignées dans la dernière colonne du tableau n° 13.

C - CANAUx SECONDAIRES -

Les canaux secondaires ont été tracés en fonction de la topographie des lieux et pour assurer, dans les meilleures conditions possibles, l'irrigation des surfaces de terrain susceptibles de bénéficier de l'irrigation. Ce seront des ouvrages en terre, non revêtus, à section trapézoïdale.

Leur espacement est compris entre 400 et 1.000 mètres suivant les conditions particulières locales.

Etant donné la régularité de la pente du terrain, nous avons, dans le calcul des sections de ces canaux, adopté une pente de 0,30 mètre par kilomètre.

Comme pour le canal principal, il a été fait usage pour le calcul des sections, de la formule de BAZIN, avec $n = 1,75$.

TABLEAU N° 13

Kilométrage à l'origine des tronçons	Secondaire des- servi par le tronçon	Surfaces (ha)		Débit à fournir au secon- daire (l/s)	Débit porté par chacun des tron- çons du ca- nal princi- pal (l/s)
		brutes des sec- teurs desser- vis	effec- tive- ment irriga- bles		
P.K. 0,000	S ₁	517	301	581	1.762
P.K. 0,265	S ₂	65	38	73	1.181
P.K. 1,420	S ₃	536	312	603	1.108
P.K. 2,790	S ₈	64	37	71	505
P.K. 3,200	S ₄	75	44	85	434
P.K. 3,760	S ₅	193	111	214	349
P.K. 4,114	S ₆	15	9	17	135
P.K. 4,754	S ₇	105	61	118	118
		-----	-----	-----	
TOTAUX		1.570	913	1.762	

Nous donnons ci-après les caractéristiques propres à chacun des secondaires du réseau de distribution.

.../...

TABLEAU N° 14

Désignation du secondaire	Origine de la prise sur le canal principal (PK ...)	Longueur du canal secondaire (m.l.)	Surface irrigable par chaque secondaire (ha)	Débit affecté à chaque secondaire (l/s)	Caractéristiques du profil	
					Plafond (m)	Profondeur d'eau (m)
S ₁	0,000	6.605	301	581	0,80	0,90
S ₂	0,265	1.420	38	73	0,60	0,50
S ₃	1,420	12.430	312	603	0,80	0,95
S ₄	3,200	1.020	44	85	0,60	0,50
S ₅	3,760	1.980	111	214	0,80	0,60
S ₆	4,114	540	9	17	0,60	0,40
S ₇	4,754	2.020	71	118	0,60	0,50
S ₈	2,790	835	37	71	0,60	0,50

Les ouvrages de prise d'eau qui alimenteront les secondaires sont d'une conception simple.

En particulier, la manoeuvre des vannettes en tôle commandant l'ouverture ou la fermeture des prises d'eau, sera effectuée soit à la main, soit à l'aide d'un simple treuil à crémaillère.

On pourra constater que le canal dit "secondaire" S₆ n'est autre qu'un simple arroseur débranché directement du canal principal. Son profil sera à étudier en même temps que celui des dits canaux arroseurs.

D - RESEAU TERTIAIRE -

Le réseau des canaux tertiaires sera, lui aussi, réalisé en terre sans revêtement. Nous avons vu plus haut, dans la description sommaire du périmètre, que les canaux tertiaires étaient, en moyenne, espacés de 300 mètres les uns des autres. Ils sont tracés en suivant la plus grande pente du terrain, laquelle est de l'ordre de 1 à 2 pour 1 000.

Les canaux tertiaires doivent porter une main d'eau, soit 30 l/s. Nous avons admis que la vitesse de l'écoulement serait limitée à 0,30 m/s et que le plan d'eau dans le canal devait dominer le terrain naturel de 0,20 m pour assurer un bon écoulement à l'intérieur des parcelles.

La section des canaux tertiaires est trapézoïdale avec des talus pentés à 3/2. Nous avons adopté une largeur au plafond de 0,15 m. Dans ces conditions, la profondeur d'eau est de l'ordre de 0,30 m. Le plafond du canal sera donc en moyenne à 0,10 m en dessous du terrain naturel. Chaque canal tertiaire étant doublé par un fossé de colature, dont la cuvette, comme nous le verrons plus loin, sera entièrement en déblai, il sera possible, sans transport excessif de terre, de réaliser en partie les cavaliers du canal tertiaire en utilisant des déblais provenant de la cuvette du fossé de colature correspondant - le reste du remblai nécessaire à la confection des cavaliers sera obtenu par emprunts latéraux.

.../...

La revanche sera de 0,30 m, les cavaliers étant pentés à 3/2 et la largeur en crête étant de 0,20 m.

Les prises d'eau à l'entrée de chaque parcelle seront constituées par une buse de Ø 0,30 m ancrée dans le cavalier du canal tertiaire, obturée par une vannette métallique et débouchant dans un petit bassin de 0,30 m x 0,30 m, 0,40 m permettant l'amortissement de l'eau avant passage dans la rigole d'irrigation.

A l'aval de chaque prise d'irrigation, et pour en faciliter le fonctionnement, le canal tertiaire sera coupé par un petit ouvrage constitué par une buse de Ø 30 obturée par une vannette métallique et remblayée à hauteur des cavaliers. Cet ouvrage fera en même temps office de franchissement du canal tertiaire - Le remblai sera maintenu par deux petites murettes réalisées en maçonnerie ou en béton ordinaire.

Les ouvrages d'extrémité permettant la décharge du canal tertiaire dans le fossé de colature correspondant seront réalisés de la même façon que les prises d'irrigation.

E - COLATURES -

Nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire de prévoir un réseau de colature permettant le drainage des terres irriguées. En premier lieu, la nappe phréatique semble établie à une profondeur de l'ordre de 15 mètres sous le terrain naturel. Il n'y a donc pas de risque de remontée de cette nappe susceptible de nuire au développement des

cultures pratiquées dans le périmètre. Par ailleurs, le procédé de drainage par tranchées ouvertes semble peu efficace même en terrain perméable et les essais réalisés jusqu'ici en A.O.F. n'ont pas été concluants.

Les colatures auront donc pour seul but d'évacuer hors des parcelles l'excédent d'eau superficielle. Nous avons cru bon de prévoir le dimensionnement des fossés de colature de façon à pouvoir porter une main d'eau, soit 30 l/s. La section trapézoïdale de ces fossés a été prise égale à 0,22 m², avec une largeur en plafond de 0,30 m et une profondeur de 0,30 m, les talus étant pentés à 3/2. La cuvette du fossé est entièrement prévue en déblai.

Les colatures secondaires auront des caractéristiques différentes suivant la superficie qu'elles auront à assainir. Leur cuvette sera toujours réalisée en déblai. Les déblais seront régalez de chaque côté de la cuvette. Elles seront calculées par application du module de 0,6 l/s/ha. Cette valeur du module d'assainissement est adoptée couramment pour les régions à faible pluviométrie soumises au même type de climat que le territoire du NIGER. Il serait évidemment souhaitable de la préciser par une série d'observations systématiques.

Les colatures secondaires seront branchées sur l'une des deux colatures principales évacuant les excès d'eau hors du périmètre.

La première dite "colature Sud" prend naissance en un point situé entre les branchements des secondaires

S₃ et S₄. Elle suit un thalweg qui s'incurve vers le Sud pour rejoindre la MAGGIA en un point situé à 2,5 km environ en aval du pont de TIERASSA. Elle offre une pente de 0,15 mètre par kilomètre. La pièce 3-3-5 donne le profil en long et le profil en travers type de cet ouvrage.

La cuvette, entièrement en déblai, aura des parois pentées à 3/2 et une largeur au plafond de 1 m. Deux risbermes de 1,50 m sont prévues de chaque côté de la cuvette à hauteur du terrain naturel. Les déblais seront régalez au droit des deux pistes d'exploitation qui longeront la colature sur chaque rive.

La seconde colature, dite "Colature Nord" est constituée par un bras mort de la MAGGIA. Le thalweg naturel sera utilisé tel quel après rectification des seuils. Un bouchon en terre isolera ce bras de la MAGGIA proprement dite au droit du canal principal. Un certain nombre d'ouvrages de franchissement seront prévus le long des colatures principales et sur les colatures secondaires, en particulier au droit de leur débouché dans les colatures principales. Ils seront essentiellement constitués par des buses en béton de diamètre approprié noyées dans un remblai compacté. Ce remblai sera maintenu en place par deux murs réalisés en maçonnerie ou en béton ordinaire.

Les deux colatures principales seront amenées à débiter à deux époques de l'année :

- 1°/ - pendant l'hivernage, elles auront à évacuer les eaux de ruissellement résultant des chutes de pluie à l'intérieur du périmètre.

2°/ - Pendant la période d'irrigation, elles auront à évacuer les excédents d'eau d'irrigation provenant soit de la décharge de certains canaux soit de l'utilisation incomplète, à l'intérieur des parcelles, des mains d'eau qui y seront admises. Il est incontestable que les plus forts débits se rencontreront en hivernage, à une période où la MAGGIA sera, elle-même, en crue.

Une étude plus poussée devra préciser le fonctionnement des deux colatures principales. En effet, celles ci devront pouvoir remplir leur rôle même si leur plan d'eau normal, à leur débouché aux limites du périmètre, est à un niveau inférieur à celui du plan d'eau d'inondation provoqué par la crue du marigot en cause. Si cette situation devait être envisagée, il serait nécessaire de prévoir une petite station d'exhaure à l'extrémité de chacune des colatures principales.

F - PROTECTION DU PERIMETRE D'IRRIGATION CONTRE LES CRUES DE LA MAGGIA -

Nous avons, au cours de ce qui précède, indiqué la nécessité de protéger le canal principal (tracés II - III et IV) contre les crues importantes de la MAGGIA. Comme nous l'avons montré, cette protection ne saurait être assurée que par la construction d'une digue dont la hauteur au-dessus du terrain naturel conduirait à des dépenses excessives qui grèveraient lourdement le coût de l'aménagement de l'hectare irrigué.

Cette même considération des effets des crues affecte plus particulièrement encore le périmètre proprement dit, celui-ci étant situé dans la zone d'inondation naturelle de la MAGGIA.

Aussi le périmètre dont l'aménagement peut être envisagé n'est-il viable que s'il peut être efficacement protégé contre les débordements de cette rivière.

Les crues de ce cours d'eau sont mal connues : leur fréquence et leur intensité ne peuvent, en l'état actuel des choses, être précisées en l'absence d'études hydrologiques continues. De même que pour l'étude du barrage de TSERNAOUA, nous avons adopté le chiffre de 200 m³/s, comme représentatif de la crue limite contre laquelle il convient de protéger les installations du périmètre.

La topographie des lieux conduirait, dans la réalité d'une telle crue, à un effacement quasi-total des canaux desservant le périmètre d'irrigation si un système de protection n'était pas exécuté en même temps que les travaux d'aménagement du périmètre en question.

Comment une telle protection se conçoit-elle ?

Nous pensons qu'elle peut être obtenue de quatre manières éventuellement concomitantes :

- 1°/ Par endiguement du périmètre sur toute sa limite Est. (Protection directe)
- 2°/ Par recalibrage ou rectification du lit de la MAGGIA, en aval de la tête du canal principal d'irrigation, de manière à augmenter la pente moyenne du plan d'eau, ce qui se traduirait, dans une certaine

mesure, par une diminution du rayon hydraulique, donc par une baisse du plan d'eau.

- 3°/ Par amortissement de l'onde de crue: Cet amortissement pourrait être obtenu en utilisant mieux les larges dépressions latérales qui jalonnent le lit mineur de la MAGGIA. Ces zones d'épandage naturel pourraient être utilisées, par un aménagement sommaire, à écrêter l'onde de crue de la MAGGIA au moment le plus opportun.
- 4°/ Enfin, il n'est pas exclu de penser que la réserve de TSERNAOUA pourrait concourir, elle aussi, à écrêter la pointe des crues par l'utilisation d'un programme de remplissage de la réserve approprié.

Cette idée conduirait à prévoir, dans le corps du barrage, des vannes de fond dont le débit serait calculé de façon à laisser, le plus longtemps possible, la réserve de TSERNAOUA aussi vide que possible pour la remplir brutalement au moment du maximum de l'intumescence de la MAGGIA.

Ce dernier point sera sans doute de quelque utilité dans la mesure où un système de prévision des crues permettra de savoir assez tôt l'allure de la crue pour pouvoir ajuster le programme de manoeuvre des vannes en conséquence.

Ces différentes possibilités sont, dans l'état actuel des choses, assez difficile à approfondir.

Peut être les procédés de protection indirecte (2°, 3°, et 4° ci-dessus) auront-ils un effet parfaitement

.../...

négligeable. Peut être aussi, leur réalisation soulèvera des problèmes à l'aval, encore que cela soit peu probable.

En tout état de cause, le problème est sérieux et tout avant-projet détaillé de l'aménagement ne donnant une solution valable à la protection du périmètre contre les crues de la MAGGIA restera incomplet.

Les quelques idées développées ci-dessus sont visualisées très sommairement sur la pièce n° 3-3-6- 1 du présent dossier.

.../...

CHAPITRE V

DEPENSES A PREVOIR POUR L'AMENAGEMENT DU PERIMETRE D'IRRIGATION, COMPTE TENU DES FRAIS DE CONSTRUCTION DE LA TETE-MORTE

Nous avons, en vue de comparer les variantes du tracé de la tête-morte, estimé, dans les trois hypothèses envisagées par l'Administration, le coût de construction de cet ouvrage.

En ce qui concerne l'évaluation du prix d'aménagement du périmètre nous avons estimé rester dans le cadre d'une étude d'avant-projet général en cherchant à définir un prix unitaire à l'hectare brut aménagé.

Cependant, les réseaux d'irrigation étant pratiquement inexistant en A.O.F., nous avons préféré établir ce prix unitaire en réalisant un avant-métré sommaire, à partir des caractéristiques du périmètre, dans l'hypothèse favorable, et appliquer ensuite ce prix aux deux autres hypothèses.

Nous avons vu que l'aménagement d'un hectare nécessitait la réalisation de 25 mètres de canaux tertiaires et de 25 mètres de fossés de colature et qu'il serait possible d'utiliser les déblais provenant des dits fossés de colature pour réaliser des cavaliers du canal tertiaire ceux-ci nécessitant un cube de terrassement de 650 l/ml.

Nous aurons donc, à l'hectare, un volume de terrassement de $0,650 \times 25 = 16 \text{ m}^3$, soit une dépense de $16 \times 500 = 8\ 000 \text{ F/ha}$, pour le réseau tertiaire.

Cette manière de raisonner trouve sa justification dans la valeur prise comme prix unitaire de terrassement. En effet, un prix de 500 F/m³ implique l'extraction des déblais et la mise en forme des remblais.

Chaque parcelle d'environ 6 hectares nécessitera un ouvrage de prise d'eau et un ouvrage de franchissement du canal tertiaire.

Chacun de ces ouvrages implique la mise en place de :

- 140 l de béton à 25 000 F/m³ 3 500 FCFA
- 0,80 de buse de Ø 300 à
1 250 F/m 1 000 FCFA
- une vannette estimée à 500 FCFA

et revient donc à 5 000 FCFA.

Le prix des ouvrages tertiaires, ramené à l'hectare, est donc approximativement de :

$$\frac{2 \times 5\,000}{6} \quad 1\,700 \text{ F/ha}$$

En ce qui concerne les canaux secondaires, nous avons été amenés à admettre que le plan d'eau se trouve, en moyenne, à 0,10 m au-dessus du terrain naturel. Dans ces conditions, le volume de terrassement, au mètre linéaire de canal secondaire, est de 2,3 m³/ml. Le linéaire total des canaux en cause est de 26.850 mètres, soit environ 17 m à l'hectare.

La dépense afférente au terrassement des dits canaux est donc de l'ordre de : $2,3 \times 17 \times 500 = 20\,000 \text{ F/ha}$.

Il y a 30 ouvrages de prise de canaux tertiaires dont le détail estimatif s'établit, par ouvrage, comme suit :

- 5 m3 de terrassement à 500 F.CFA	2 500 F.CFA
- 16 m2 de perré à 3 000 F le m2	48 000 F.CFA
- 2 m3 de béton ordinaire à 25 000 F le m3	50 000 F.CFA
- une vannette estimée à	2 000 F.CFA
	<hr/>
soit	102 000 F.CFA

Le prix de ces ouvrages, ramené à l'hectare, est donc de :

$$\frac{102\,000 \times 30}{1.570} = 1\,900 \text{ F/ha}$$

Les huit prises des canaux secondaires sur le canal principal représentent une dépense de 2 200 000 F, soit 1 400 F/ha.

Le volume de terrassement du canal principal est de 20.000 m3 ; la dépense correspondante, ramenée à l'hectare, est donc de :

$$\frac{20\,000 \times 500}{1.570} = 6\,500 \text{ F/ha.}$$

L'exécution de la colature Sud nécessite un volume de terrassement d'environ 15.000 m3, soit une dépense ramenée à l'hectare de 5 000 F. Nous avons estimé que les ouvrages à prévoir, sur les deux colatures coûteront environ 1 400 F/ha.

Le prix de l'aménagement du périmètre s'établit donc, à l'hectare brut aménagé, comme suit :

Réseau tertiaire :	Terrassement	8 000 F.CFA
	Ouvrages	1 700 F.CFA
Canaux secondaires :	Terrassement	20 000 F.CFA
	Ouvrages	1 900 F.CFA
Canal principal :	Terrassement	6 500 F.CFA
	Ouvrages	1 400 F.CFA
Colature principale Sud :	Terrassement	5 000 F.CFA
	Ouvrages	1 400 F.CFA
		<hr/>
		45 900 F.CFA

Le tableau n° 15 qui suit précise le coût de l'hectare brut aménagé, l'aménagement proprement dit des parcelles n'étant pas pris en compte, c'est-à-dire en supposant seulement l'eau prise à la sortie de la réserve de TSERNAOUA et amenée en tête de chaque parcelle.

TABLEAU N° 15

Variante du tracé tête - morte	Surface brute aménagée	HYPOTHESE FAVORABLE		HYPOTHESE DEFAVORABLE			Total	Prix de l'hec- tare brut aména- gé
		Coût des travaux de la tête- morte	Coût de l'aménage- ment du pé- rimètre	des travaux de la tête- morte	Coût de l'aménage- ment du périmètre			
Variante II	810	34 440 000	37 260 000	d'irrigation possible en raison faible cube d'eau disponible				
Variante III	1.570	60 900 000	72 220 000	0 000	34 500 000	95 400 000	127 000	
Variante IV	1.570	62 700 000	72 220 000	0 000	34 500 000	97 200 000	130 000	

NOTA : 1) Nous rappelons qu'anné pour transiter un débit de
1,920 m³/s, qu'en compte dans un premier
stade d'aménagement

2) Les chiffres corr.

CHAPITRE VI

LES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE. LEUR

EXPLOITATION POSSIBLE

L'inventaire des puits de la région comprise entre le village de TSERNAOUA et celui de BIRNI N'KONI, les relevés des cotes du plan d'eau dans chaque puits, montrent que le niveau de la nappe phréatique est difficile à déterminer sans que des études complètes aient été entreprises dans ce but.

Dans le lit de la MAGGIA, aux abords de MAIGOZO, l'eau se trouve à environ 5,50 m. A TSERNAOUA, à l'emplacement de l'ancien pont de la route fédérale n° 6, un puits révèle la présence de l'eau à environ deux mètres au-dessous du terrain naturel.

Par contre, dans le périmètre de BIRNI N'KONI, la nappe phréatique semble s'établir entre 12 et 15 mètres au-dessous des terres à irriguer. Son niveau semble s'abaisser quand on se déplace vers les villages de GUIDAM-ZAROUMEYE et de TAKAR qui sont situés au Nord du périmètre.

Sur la rive gauche du bras de la MAGGIA qui descend vers la mare de KALMALO, la nappe se rapproche du sol (5 à 7 mètres suivant les puits observés).

La possibilité d'un underflow régnant sous le lit mineur de la MAGGIA ne doit pas être exclue et des recherches pourraient être entreprises en vue de déterminer éventuellement son importance qui ne paraît pas devoir être sous-estimée.

En effet, au cours d'observations faites de mi-Avril à mi-Juin 1956, il n'a été ~~noté aucune~~ variation sensible du niveau d'eau dans les puits de cette région. Ce fait demanderait à être contrôlé par des mesures continues et, si cela était possible, une étude ~~des~~ débits alimentant les puits pourrait être entreprise en ~~rabattant~~ la nappe par pompage et en observant sa remontée.

L'exploitation de la nappe souterraine en aval du barrage de TSERNAOUA pourrait être envisagée comme suit.

Pour les puits dont le plan d'eau est situé à moins de 8 mètres de profondeur, un groupe moto-pompe ordinaire pourrait être utilisé. Quant à ceux pour lesquels la nappe n'affleure qu'à une profondeur plus grande, une pompe à axe vertical devrait être employée.

La détermination de l'importance de la nappe phréatique dans le lit mineur de la MAGGIA comme à l'intérieur du périmètre d'irrigation, pourrait éventuellement conduire à envisager, dans certaines zones situées soit en bordure du lit mineur de la MAGGIA, entre TSERNAOUA et BIRNI N'KONI, soit à l'intérieur même du périmètre faisant l'objet de la présente étude, des irrigations par pompage qui viendraient heureusement compléter celles du périmètre alimenté par les eaux dérivées de cette rivière.

Signalons cependant que l'irrigation par pompage cesse d'être rentable lorsque la hauteur de refoulement excède 15 mètres et même déjà 10 mètres.

Il est certain que le problème mériterait d'être approfondi pour le périmètre de BIRNI N'KONI s'il était

possible de disposer d'une énergie très bon marché, par exemple une énergie hydro-électrique.

Pour notre part, nous pensons que l'irrigation par pompage ne se justifiera, pour le ~~dit~~ périmètre, que si une culture riche peut y être pratiquée (agrumes-tabac).

.../...

CHAPITRE VII

RENTABILITE DE L'AMENAGEMENT ENVISAGE

A - RAPPEL DE L'ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE ET DE L'ENQUETE ECONOMIQUE ET SOCIALE -

Nous rappellerons ci-après les grandes lignes de l'étude agro-pédologique et de l'enquête économique et sociale établie au mois d'Avril 1957 par M. QUENOT, Ingénieur Agronome, au sujet de l'aménagement hydro-agricole de la Vallée de la MAGGIA.

L'auteur de cette étude adopte le système mixte à deux chefs d'exploitation, qui laisse une large part à l'élevage, les animaux qui constituent le cheptel fournissant l'énergie, la fumure et une partie du revenu. Ce système requiert l'emploi d'engrais verts et des engrais minéraux et il recourt en outre à des peuplements de "Faidherbia Albida" fertilisant, fourrager et anti-érosif.

Dans ces conditions, l'auteur envisage un assolement triennal pratiqué par une famille composée de 6 personnes et à laquelle il est attribué une superficie de 6,5 hectares à cultiver, dont 0,5 ha en cultures maraichères.

Les assolements préconisés sont de 2 types :

- type A { engrais verts fourragers
 { coton
 { sorgho-niébés
- type B { engrais verts fourragers
 { arachide
 { mil pénicilaire - tabac

B - REVENUS -

a) - Revenus en cultures irriguées :

Les cultures permettront d'obtenir les revenus, en culture irriguée, ci-après :

dans l'hypothèse favorable :

- avec l'assolement du type A 61 000 F.CFA
- avec l'assolement du type B 92 800 F.CFA

dans l'hypothèse moyenne :

- avec l'assolement du type A 61 000 F.CFA
- avec l'assolement du type B 33 000 F.CFA

dans l'hypothèse défavorable :

- avec l'assolement du type A 50 600 F.CFA
- avec l'assolement du type B 33 000 F.CFA

En majorant le revenu agricole par famille d'une somme de 10 000 F.CFA correspondant au revenu du jardinage sur un demi-hectare, le revenu agricole brut escompté par famille serait, en définitive, le suivant :

Hypothèse considérée	Assolement type A	Assolement type B
Hypothèse favorable	71 000 F.CFA	103 000 F.CFA
Hypothèse moyenne	71 000 F.CFA	43 000 F.CFA
Hypothèse défavorable ..	61 000 F.CFA	43 000 F.CFA

Le tableau n° 5 (page 265) du rapport de M. QUENOT, précise, en fonction des bases rappelées ci-dessus, le revenu annuel net du périmètre aménagé dans le cas des trois hypothèses faites par l'Administration, en fonction des possibilités d'irrigation du barrage de TSERNAOUA.

TABLEAU N° 16

(Francs CFA)

	Culture sèche		Culture irriguée					
	Amélioration réalisable à longue échéance		Hypothèse favorable		Hypothèse moyenne		Hypothèse défavorable	
	Assolement	Assolement	Assolement	Assolement	Assolement	Assolement	Assolement	Assolement
	A	B	A	B	A	B	A	B
Revenu annuel de l'ensemble du périmètre								
a) revenu brut	13 480 000		29 340 000		24 410 000		10 520 000	
b) revenu net	11 180 000		23 590 000		19 810 000		16 170 000	
Revenu moyen net par hectare cultivable		7 500		15 700		13 200		10 700

C - CHARGES -

Dans le calcul du revenu net, intervient l'amortissement des investissements d'ordre spécifiquement agricole et pastoral qui sont (voir page 261 de l'étude visée) :

- les constructions rurales,
- le cheptel vif,
- le cheptel mort.

Mais il n'a pas été tenu compte de l'amortissement des frais de premier établissement des travaux de construction concernant l'aménagement hydro-agricole considéré. Cet amortissement intéresse :

- le barrage,
- le canal adducteur tête-morte,
- le réseau de distribution à l'intérieur du périmètre d'irrigation.

Or cet amortissement technique doit, normalement, être pris en considération.

Les capitaux à investir pour amener l'eau jusqu'aux parcelles à irriguer peuvent s'estimer comme suit, en considérant que le tracé IV de la tête-morte du périmètre d'irrigation que nous avons proposé sera adopté.

TABLEAU N° 17

(Francs CFA)

Montant des dépenses de 1er établissement	Hypothèse favorable	Hypothèse moyenne	Hypothèse défavorable
Barrage	100 000 000	100 000 000	100 000 000
Tête-morte et réseau du périmètre	134 920 000	121 100 000	97 200 000

Si nous prenons pour base d'amortissement les chiffres suivants :

- barrage amortissement en 50 ans
- canaux en terre amortissement en 10 ans
- ouvrages d'art, de distribution amortissement en 20 ans

avec un taux d'intérêt de 3,5 %, la part annuelle d'amortissement qui affectera la gestion du périmètre, dans chaque hypothèse, pourra s'établir comme il est indiqué au tableau n° 18 qui suit :

TABLEAU N° 18

(Milliers de francs CFA)

HYPOTHESES	OUVRAGES A AMORTIR						
	Barrage		Canaux en terre		Ouvrages de distribution		Amor-tisse-ment à prévoir chaque année
	Esti-mation	Part an-nuelle d'amor-tisse-ment (a=0,0437 E)	Esti-mation	Part an-nuelle d'amor-tisse-ment (a=0,120 E)	Esti-mation	Part an-nuelle d'amor-tisse-ment (a=0,0603 E)	
Hypothèse favorable	100 000	4 370	116 000	13 900	18 900	1 104	19 374
Hypothèse moyenne	100 000	4 370	104 000	12 500	17 100	1 030	17 900
Hypothèse défavorable	100 000	4 370	83 500	10 000	13 700	825	15 195

Ces annuités d'amortissement ramenées à l'hectare brut aménagé seraient :

- dans le cas de l'hypothèse favorable (1570 ha) .. 12 300F/ha
- dans le cas de l'hypothèse moyenne (1250 ha) .. 14 300F/ha
- dans le cas de l'hypothèse défavorable (750ha) .. 20 300F/ha

Ramenées à l'hectare cultivable (1), ces annuités deviendraient :

- dans le cas de l'hypothèse favorable (1310 ha) .. 14 800F/ha
- dans le cas de l'hypothèse moyenne (1040 ha) .. 17 200F/ha
- dans le cas de l'hypothèse défavorable (625ha) .. 24 400F/ha

Il s'agit maintenant d'apprécier l'importance des frais d'entretien qu'entraînera l'exploitation du périmètre. De telles charges sont difficiles à apprécier a priori. Pour les évaluer, nous avons adopté l'hypothèse développée ci-après : les ouvrages d'art en maçonnerie ne donnent pas lieu à des frais d'entretien réguliers. Par contre, les ouvrages en terre nécessitent des faucardages et un recalibrage périodiques.

En fait, avant chaque mise en eau du réseau, il convient de réaliser ces travaux si l'on veut maintenir les canaux dans le meilleur état de conservation possible.

Les charges d'entretien des ouvrages en terre ont été exprimées en journées de manoeuvres, en supposant qu'un individu était capable d'entretenir environ 15 m² de cuvette

.../...

(1) Surface cultivable = $\frac{\text{Surface brute aménagée}}{1,2}$

Nous avons estimé, dans le cas de chacune des trois hypothèses faites par l'Administration quant aux volumes d'eau pouvant être annuellement affectés aux irrigations, les surfaces des terrains susceptibles d'être mises en valeur et nous avons été amenés à proposer, par considération de la qualité des terres, dans le cas d'une irrigation réduite, une priorité dans le choix des secteurs à retenir.

Dans le cas de l'hypothèse favorable, sur la totalité des terres qui constituent le périmètre, soit 1.570 hectares environ, 1.310 hectares sont cultivables et 913 hectares sont irrigables.

En ce qui concerne l'hypothèse moyenne, l'irrigation ne peut être envisagée que pour une partie du périmètre, soit 720 ha ; 1.040 ha seraient cultivables à l'intérieur d'un périmètre dont la surface brute atteindrait 1.520 ha.

Dans le cas de l'hypothèse défavorable, il n'est permis d'irriguer que 430 ha, 625 ha étant cultivables sur une superficie brute de 750 ha. Dans ce cas, la rentabilité de l'aménagement ne paraît pas être certaine.

En attendant que l'Administration ait étudié la possibilité financière qui lui permettrait de passer à l'exécution, si elle l'estime nécessaire, des travaux faisant l'objet de la présente étude, il nous paraît souhaitable qu'un pas en avant soit fait en faveur de l'aménagement hydro-agricole envisagé.

Nous avons, en effet, eu égard aux importantes pertes par évaporation et par percolation qui peuvent se produire dans le lit de la MAGGIA, écarté en premier lieu la variante I du tracé du canal adducteur tête-morte.

Cette décision, basée sur des considérations purement théoriques du fait du manque de renseignements précis sur le degré d'étanchéité de la cuvette de la retenue créée en amont du seuil déversant du P.K. 12,426, pourrait peut être, à la suite d'études plus serrées, se révéler par trop pessimiste.

Ainsi pensons-nous qu'une expérience pourrait être tentée dont nous exposons ci-après les grandes lignes ainsi que les mobiles.

Elle consisterait à construire, en première étape, le seuil déversant visé ci-dessus, en vue de mettre en eau, dans un délai aussi rapproché que possible, le lit mineur de la MAGGIA. Il se pourrait alors qu'un colmatage progressif s'effectue naturellement et que nos craintes au sujet d'une percolation que nous avons estimée d'une importance inacceptable, soient exagérées.

Des mesures précises des débits à l'entrée et à la sortie de la retenue auxquelles s'ajouteraient celles destinées à obtenir des renseignements complets sur la valeur des pertes par évaporation auxquelles la retenue est soumise, seraient effectuées dès la mise en eau de cette dernière.

A cet effet :

- 1 échelle de jaugeage devrait être installée au P.K. 3,000
- 1 autre au droit du seuil déversant à construire au P.K. 12,426
- 3 bacs flottants devraient être placés sur la retenue et, peut être, autant de bacs enterrés sur ses bords.

Il se pourrait alors que ces investigations condui-

sent à constater que l'estimation des pertes par percolation et par évaporation, telles qu'elles ont été évaluées au début de la présente étude, se révèle surabondante.

On sera alors amené à repenser le problème du choix du tracé de la tête-morte en donnant peut être la préférence à la variante I à laquelle nous n'avons pas, au cours de la présente étude, donné la priorité.

S'il en était ainsi :

- a) - les travaux de construction du seuil déversant du P.K. 12,426, estimés à 16 000 000 F.CFA n'auraient pas été entrepris sans utilité puisque cet ouvrage est prévu et qu'il fait partie de la variante en question ;
- b) - les dépenses à envisager pour l'aménagement du périmètre de BIRNI N'KONI seraient ramenées à un chiffre probablement acceptable, lequel ne pourra être précisé que lorsque l'Administration aura rajusté, en fonction des pertes d'eau en amont du seuil du P.K. 12,426, l'estimation des superficies susceptibles d'être mises sous irrigation ;
- c) - l'Administration serait en possession d'une documentation très intéressante sur les valeurs de l'évaporation agissant sur une retenue étendue. Ces renseignements pourraient être utilisés pour revoir les hypophèses faites à ce sujet à l'occasion de l'établissement du projet du barrage de TSERNAOUA.

La période d'expérimentation que nous suggérons pourrait, si les circonstances ne sont pas de suite favorables, s'étendre sur une ou plusieurs années en vue de permettre un

colmatage suffisant des terrains du lit mineur de la MAGGIA.

Aussi, en vue de ne pas laisser le seuil déversant du P.K. 12,426 improductif, serait-il indiqué de mettre en valeur un périmètre d'irrigation expérimental aux abords du village de MAIGOZO. Le canal secondaire n° 2 pourrait être construit ainsi qu'une amorce du canal secondaire n° 1. Une superficie de terrain de 300 ha pourrait être aménagée à peu de frais ; elle serait desservie par un canal en terre à profil réduit issu de ce seuil.

On pourrait profiter de l'expérience faite pour déterminer aussi exactement que possible les charges financières afférentes à l'entretien des canaux (frais de reprofilage, de faucardage, etc ...) charges dont nous avons essayé d'estimer l'importance dans le présent rapport, mais qui sembleraient devoir être justifiées par la pratique de l'irrigation dans la région considérée.

En même temps, cette expérimentation ne serait pas inutile pour commencer à initier les habitants de la région de BIRNI N'KONI à la pratique de l'irrigation des terres et à les amener peu à peu à se préparer à exploiter le futur périmètre que l'Administration se propose de créer.

Parallèlement à l'aménagement de cet embryon de périmètre, il serait indiqué de procéder à la mise au point de pompages mécaniques dans les puits qui, jusqu'ici, ont révélé une certaine constance dans la stabilité de leur plan d'eau.

Ces pompages pourraient être suivis de près afin de déterminer le coefficient de perméabilité des terrains dans lesquels ces puits ont été creusés. Les eaux pompées seraient

RECEIVED
JAN 10 1964

100-100000

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

GOUVERNEMENT GENERAL
DE
L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANCAISE

REPUBLIQUE FRANCAISE
Liberté - Egalité-Fraternité

TERRITOIRE DU NIGER

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

MARCHE PAR ENTENTE DIRECTE
EN VUE DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'AMENAGEMENT,
AU POINT DE VUE HYDRO-AGRICOLE, DE LA VALLEE DU
GOULBI DE MARADI

(Exception prévue par les paragraphes 2 et 3 de l'article 21 du Décret N° 49.500 du 11 Avril 1949)

BUDGET F.I.D.E.S.

Chapitre : 1002

Article : I

S/Rubrique :

Engagement N° _____
du _____

Montant du marché :

3.000.000 francs

MARCHE N° 56.28

Souscrit le : 15 mai 1956

Approuvé le : 19 juin 1956

Notifié le : 23 juin 1956

MARCHE PAR ENTENTE DIRECTE
EN VUE DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'AMENAGEMENT,
AU POINT DE VUE HYDRO-AGRICOLE, DE LA VALLEE DU
GOULBI DE MARADI

Entre :

M. le Chef du Service des Travaux Publics du NIGER,
à NIAMEY, agissant au nom et pour le compte du Gouvernement
du NIGER, désigné dans le présent marché sous le vocable
"Administration",

d'une part,

et :

La SOCIETE GENERALE D'ETUDES ET DE TRAVAUX D'IRRI-
GATION AU MAROC (S.O.G.E.T.I.M.) dont le Siège Social est à
CASABLANCA, 118, Rue de Tours, faisant élection de domicile
en son Agence de DAKAR, Boulevard Maritime Nord, Boite Pos-
tale 218, représentée par M. BOYER Raymond, son Directeur,
agissant en vertu des pouvoirs qui lui sont conférés et dé-
signée dans le présent marché sous le vocable "Société",

d'autre part

IL A ETE CONVENU ET ARRETE CE QUI SUIVIT :

.../...

ARTICLE PREMIER - OBJET DU MARCHE -

L'Administration confie à la Société, qui accepte, dans les conditions définies ci-après, l'étude des possibilités d'aménagement, au point de vue hydro-agricole, de la Vallée du GOULHI DE MARADI.

ARTICLE 2 - CONSISTANCE DE L'ETUDE -

L'étude faisant l'objet du présent marché comprendra :

- la reconnaissance générale de la Vallée et l'établissement d'une carte des sols dans les zones susceptibles de recevoir un aménagement hydro-agricole,
- une étude agronomique,
- une étude sommaire des aménagements qui peuvent être envisagés,
- une enquête économique et sociale.

Etant donné le court délai imparti pour effectuer ces études, la Société devra apporter tout le soin désirable à la recherche et au dépouillement de toute la documentation existant sur la région, dans les Services tant techniques qu'administratifs du NIGER.

Le Service des Travaux Publics du NIGER demandera les autorisations nécessaires aux Autorités intéressées pour que les agents accrédités de la Société puissent prendre connaissance de cette documentation.

... / ...

ARTICLE 3 - RECONNAISSANCE GENERALE DE LA VALLEE ET ETABLIS-
SEMENT D'UNE CARTE DES SOLS -

La Société effectuera un assemblage de la couverture aérienne à l'échelle approximative de 1/20.000 du GOULBI de MARADI et en établira un calque.

La Société procédera d'abord à une reconnaissance préliminaire dont les résultats seront reportés sur un tirage du calque sus-visé.

Elle établira ensuite, sur un tirage du même calque, une carte pédologique des zones sur lesquelles le Service des Travaux Publics lui demandera de porter particulièrement son attention.

L'objet de cette carte sera d'établir une qualification des diverses terres rencontrées, tenant compte de leurs principales propriétés.

L'intensité du travail est définie par l'obligation, par la Société, de lever des profils pédologiques (au moyen de sondages effectués à la tarière ou, en certains points caractéristiques, au moyen de tranchées) jusqu'à deux mètres (2 m.00) de profondeur, correspondant à une densité moyenne de un (1) profil pour cent hectares (100 ha) et d'y faire les observations usuelles correspondantes.

La Société aura, de plus, la charge de faire, en ces profils, tous les prélèvements de terre et d'eau qu'elle

.../...

estimera nécessaires en vue d'analyses et de faire exécuter ces analyses.

Les mesures de perméabilité seront faites par la méthode de PORCHET. En outre, des déterminations seront faites avec l'appareil de MUNTZ aux emplacements caractéristiques que révélera l'examen des profils.

La Société fera exécuter en laboratoire les analyses permettant de définir les caractéristiques physiques, chimiques et hydro-dynamiques des sols (coefficients de perméabilité, de rétention, pH, teneur en sels, etc...) que le travail sur le terrain aura montré nécessaires.

Enfin, une étude sommaire de la nappe phréatique de la région prospectée sera effectuée.

A l'occasion des travaux de sondage à la tarière, un certain nombre de sondages judicieusement choisis seront tubés provisoirement de façon à constituer des piézomètres.

A l'issue de ces études, la Société produira un rapport comportant :

- la description succincte des travaux et la position aussi approximative que possible des points d'observation,

- la carte des sols, à l'échelle approximative de 1/20.000, interprétée d'après les opérations de terrain indiquées,

.../...

- l'étude sommaire de la nappe phréatique.

Une annexe au rapport comportera une note sur les méthodes opératoires, les tableaux d'analyses, les croquis représentatifs des profils caractéristiques et les courbes relatives aux essais de perméabilité.

ARTICLE 4 - ETUDE AGRONOMIQUE -

L'étude agronomique aura pour but de définir la situation agricole actuelle de la région considérée et celle qui résulterait d'un aménagement hydro-agricole de cette région.

Pour ce faire, la Société entreprendra une étude systématique des espèces et variétés déjà cultivées, des méthodes culturelles en vigueur, des rendements, compte tenu de la périodicité des inondations dues aux fortes crues etc.. Il sera ensuite déterminé, à l'aide des études pédologiques et des renseignements climatologiques acquis par ailleurs, les espèces susceptibles d'être cultivées avec succès sur les terres étudiées, étant bien entendu qu'il ne pourra être question d'implanter dans la région de nouvelles espèces inconnues des autochtones.

La Société définira une méthode d'assolement valable et évaluera les rendements qui peuvent en être escomptés.

Les résultats de cette étude feront l'objet d'une note détaillée.

.../...

ARTICLE 5 - ETUDE SOMMAIRE DES AMENAGEMENTS POSSIBLES -

La Société fera effectuer une reconnaissance de la Vallée d'une durée d'une semaine, par un Ingénieur spécialisé qui déterminera, à partir des renseignements à sa disposition, les grandes lignes des aménagements possibles. Les deux hypothèses suivantes seront envisagées :

1/ l'aménagement comprendra un ou des réseaux d'irrigation alimentés soit par des retenues créées au moyen de barrages, soit par des stations de pompage. modernes.

2/ l'aménagement comprendra des moyens de pompage sommaires tels que "norias et chadoufs".

La Société fournira une description sommaire de ces divers aménagements, accompagnée de schémas, ainsi qu'une évaluation approchée de leur coût.

ARTICLE 6 - ENQUETE ECONOMIQUE ET SOCIALE -

L'enquête économique et sociale comprendra essentiellement :

- un aperçu, bref mais précis, sur la situation économique de la Vallée du GOULBI DE MARADI, et plus particulièrement sur sa situation vivrière ;

- un aperçu sur la situation démographique de la même Vallée (mouvements démographiques dans le temps et dans l'espace, répartition des populations sédentaires et nomades, étude sommaire des différentes races et de leurs vocations (élevage, agriculture....))

.../...

- une enquête sur l'importance de l'agriculture pratiquée dans la Vallée sus-visée (populations intéressées, villages de cultures en place, main d'oeuvre, surface cultivée, revenu moyen, par collectivité élémentaire, dû à l'agriculture.....).

- Le problème foncier sera abordé.

Enfin, il conviendra d'étudier, avec le plus grand soin :

1°) l'influence que pourraient avoir les aménagements prévus sur l'équilibre vivrier de la région,

2°) la réaction de la population devant l'accroissement de la surface cultivable mise à sa disposition,

3°) la rentabilité escomptée des aménagements envisagés,

Il est bien spécifié que l'énumération qui précède n'est pas limitative et que tout renseignement susceptible de préciser la question devra être recueilli et interprété avec soin.

Il reste d'ailleurs entendu que, au cours de l'étude, l'Administration pourra intervenir pour demander d'approfondir les points qu'elle estimerait insuffisamment étudiés.

ARTICLE 7 - AVANT-PROJETS DETAILLES - PROJETS DEFINITIFS -

Dans le cas où l'Administration déciderait,

.../...

sur le vu des rapports fournis par la Société, à la suite des études prévues aux articles 2-3-4-5 et 6 ci-dessus, de faire procéder à des avant-projets détaillés ou à des projets définitifs d'un, de plusieurs ou de l'ensemble des ouvrages ou aménagements prévus, son intention est de confier ces études à la Société, suivant des modalités d'exécution et à des taux de rémunération qui seront fixés par négociations entre les deux parties.

Si aucun accord ne pouvait intervenir, l'Administration reprendrait sa liberté de confier cette étude à la Société de son choix.

Dans tous les cas, l'Administration sera libérée de tout engagement, quel qu'il soit, résultant du présent article, à partir du 1er Juillet 1958.

ARTICLE 8 - OBLIGATIONS DE LA SOCIETE -

La Société sera chargée des prestations de toute nature nécessaires pour mener à bien les études définies aux articles 2 - 3 - 4 - 5 et 6 ci-dessus, à l'exception de celles que l'Administration sera en mesure d'assurer.

La Société fournira, en particulier :

- le personnel et le matériel de campement,
- les instruments de prise d'échantillons de terre et les appareils de mesure de perméabilité,
- le matériel et les fournitures de bureau et de dessin.

.../...

- le matériel de transport destiné à la reconnaissance définie à l'article 5 ci-dessus.

Elle assurera, de plus, l'entretien normal du matériel fourni par l'Administration.

Dans un délai maximum de huit (8) jours, après notification de l'approbation du présent marché faite à la Société par l'Administration, la Société devra soumettre à celle-ci un programme détaillé faisant connaître la façon dont elle entend conduire les études.

L'Administration devra faire connaître à la Société ses observations sur le dit programme, dans le délai de huit (8) jours qui suivra la date de sa réception.

Si, en cours d'études, la Société désire apporter des modifications importantes au programme visé ci-dessus, elle devra soumettre ces modifications à l'approbation préalable de l'Administration.

ARTICLE 9 - FACILITES ACCORDEES A LA SOCIETE -

L'Administration mettra à la disposition de la Société tous les documents en sa possession utiles aux travaux ou études, objets du présent marché, en particulier, les documents énumérés ci-après :

1°) un jeu de photographies aériennes de la Vallée du GOULBI DE MARADI, à l'échelle approximative de 1/20.000,

.../...

2°) les résultats des observations faites sur le régime du GOULBI DE MARADI,

3°) les résultats des observations climatiques dans la région du GOULBI DE MARADI,

4°) les différentes études faites par les Services Administratifs dans la région sus-visée.

Les documents mentionnés ci-dessus seront remis à la Société dans les huit (8) jours qui suivront la notification qui lui sera faite de l'approbation du présent marché.

L'Administration mettra, en outre à la disposition de la Société, pendant la durée des études sur le terrain, soit pendant une durée de l'ordre de deux (2) mois, un chauffeur avec un véhicule automobile tout terrain, en bon état, les frais de fonctionnement et d'entretien normal de ce véhicule restant à la charge de la Société.

ARTICLE 10 - DOMMAGES -

Les études seront conduites de façon à causer le moins de dommages possibles aux propriétés et aux cultures.

Lorsqu'aura été reconnue l'impossibilité d'éviter l'exécution de certains travaux susceptibles de causer des dommages, ces travaux pourront être exécutés, à condition d'avoir fait l'objet d'une autorisation spéciale de l'Administration qui couvrira le recours des tiers et se chargera de les indemniser.

.../...

ARTICLE 11 - DOCUMENTS A FOURNIR PAR LA SOCIETE -

La Société fournira un calque et quinze (15) tirages de la carte pédologique prévue à l'article 3 du présent marché.

La Société fournira en quinze (15) exemplaires les rapports donnant les résultats et les conclusions des études et enquêtes qui lui sont confiées.

ARTICLE 12 - DELAI D'EXECUTION -

La Société disposera d'un délai de cent quatre-vingts (180) jours, à compter de la date de la notification qui lui sera faite du présent marché, pour effectuer toutes les études et enquêtes et remettre à l'Administration les cartes et rapports mentionnés à l'article 11 ci-dessus.

ARTICLE 13 - PROPRIETE DES ETUDES -

Les études effectuées par la Société seront propriété de l'Administration qui pourra en faire tout usage qu'elle jugera bon.

La Société devra remettre à l'Administration tous les documents originaux (carnets de sondage, résultats d'analyses, etc'...) correspondant aux études effectuées et aux éléments de base recueillis.

ARTICLE 14 - REMUNERATION DES ETUDES -

I - Les reconnaissances générales, pédologiques,

.../...

agronomiques et économiques visées aux articles 3-4-5 et 6 du présent marché seront rémunérées comme il sera dit ci-après :

a) Frais de voyage du personnel -

Les frais de voyage, pour arrivée à BIRNI N'KONI, du personnel venant de FRANCE ou du MAROC, ainsi que les frais de rapatriement de ce personnel, à l'expiration des études, seront remboursés à la Société sur pièces justificatives, les dépenses étant majorées de trente pour cent (30%) pour frais, faux-frais, impôts, taxes et bénéfices.

b) Dépenses du personnel au NIGER -

Les dépenses du personnel chargé de tous les travaux exécutés au NIGER seront payées aux prix forfaitaires portés sous les N°s 1,2 et 3 au tableau ci-après.

Ces prix comprennent les soldes, accessoires de soldes, assurances, indemnités, primes, gratifications, frais de logement, de déplacement à l'intérieur du NIGER, le matériel de campement, la location, l'utilisation du matériel nécessaire à l'accomplissement des études et travaux normalement confiés au personnel en cause (appareils de pédologie, moyens de transport à l'exclusion de ceux fournis par le Service des Travaux Publics...) les charges sociales, frais, faux-frais, impôts, taxes et bénéfices de la Société.

.../...

N° des Prix	Désignation	Montant en francs CFA
1	Ingénieur, Chef de Mission, y compris : tous frais accessoires détaillés au présent article <u>Forfait mensuel</u> : QUATRE CENT TRENTE MILLE FRANCS CFA.....	430.000
2	Equipe Ingénieur-Adjoint (un Ingénieur et aides), y compris tous frais acces- soires détaillés au présent article <u>Forfait mensuel</u> : QUATRE CENT QUA- RANTE MILLE FRANCS CFA.....	440.000
3	Ingénieur Hydraulicien et Génie Ci- vil, y compris tous frais accessoi- res détaillés au présent article <u>Forfait mensuel</u> : CINQ CENT VINGT MILLE FRANCS CFA.....	520.000

Une fraction de mois sera éventuellement payée au prorata du nombre de journées écoulées, à raison du trentième (1/30) du montant du forfait mensuel.

Le temps pris en compte correspondra, dans tous les cas, au séjour effectif en A.O.F. de l'Ingénieur considéré pour l'exécution du travail en cause.

.../...

c) Dépenses pour l'établissement, au bureau central de la Société, des cartes et rapports de fin d'études.

Les dépenses d'établissement, au bureau central de la Société, des cartes et rapports de fin d'études seront payées à la Société au prix forfaitaire de **UN MILLION CENT DIX MILLE FRANCS CFA (1.110.000 F.CFA)**

Ce prix comprend toutes les dépenses nécessaires à la bonne exécution du travail considéré, y compris les frais, faux-frais, impôts, taxes et bénéfices de la Société.

II - Dépenses diverses -

Les dépenses de fournitures, mains d'oeuvre, de travaux et services divers non prévus au paragraphe précédent, exécutées avec l'accord préalable de l'Ingénieur, Chef du Service Hydraulique du NIGER, seront réglées sur la présentation de pièces justificatives, les dépenses étant majorées de trente pour cent (30 %) pour frais, faux-frais, impôts, taxes et bénéfices de la Société.

Ces dépenses pourront concerner notamment les analyses en laboratoire,...etc.

Il est bien spécifié que les dépenses sus-visées ne comprendront pas les dépenses de personnel ou autres explicitement ou implicitement prévues aux paragraphes précédents.

.../...

ARTICLE 15 - VARIATION DANS LES PRIX -

I - Le poste de dépenses figurant à l'article 14, paragraphe b) s'entend pour les conditions économiques en vigueur au NIGER, le 1er Avril 1956.

En cas de modification de ces conditions, les prix unitaires correspondant à ces postes seront affectés du coefficient K répondant à la formule :

$$K = (0.15 + 0.50 \frac{E}{E_0} + 0.25 \frac{A}{A_0} + 0.10 \frac{M}{M_0}) \frac{100 - T_0}{100 - T}$$

dans laquelle :

- E₀ représente la somme des salaires mensuels globaux des six catégories de la Convention Collective du 26 Décembre 1945 (personnel européen), le 1er Avril 1956;
- A₀ est le salaire horaire minimum du manoeuvre sans spécialité dans la région de DAKAR, le 1er Avril 1956;
- M₀ est le prix du fût d'essence de 200 litres, 1ère catégorie, à NIAMEY, le 1er Avril 1956;
- T₀ est le total de la taxe locale, de la taxe de transaction et de la patente spéciale, le 1er Avril 1956.

E, A, M, T sont les valeurs des coefficients correspondants pendant le mois auquel s'applique le décompte.

Le coefficient K ne sera pris en considération que s'il est inférieur à 0.95 ou supérieur à 1.05.

II - Le poste de dépenses figurant à l'article 14, paragraphe c) s'entend pour les conditions économiques en vigueur au MAROC, le 1er Avril 1956.

.../...

En cas de modification de ces conditions, le prix forfaitaire correspondant à ce poste sera affecté du coefficient K répondant à la formule :

$$K = (0.15 + 0.50 \frac{I}{I_0} + 0.25 \frac{A}{A_0} + 0.10 \frac{E}{E_0})$$

dans laquelle :

I_0 = solde annuelle de base d'un Ingénieur Subdivisionnaire de 1ère classe (Service des Travaux Publics), à la date du 1er Avril 1956,

A_0 = solde annuelle de base d'un Adjoint-Technique de 1ère classe (Service des Travaux Publics), à la date du 1er Avril 1956,

E_0 = est le prix de gros, taxe de transaction en plus, de l'hectolitre (100 litres) d'essence, 1ère catégorie, à CASABLANCA, le 1er Avril 1956.

I, A et E sont les valeurs des éléments correspondants à l'époque de la révision des prix.

Le coefficient K ne sera pris en considération que s'il est inférieur à 0.95 ou supérieur à 1.05.

ARTICLE 16 - MODE DE PAIEMENT -

Les sommes dues à la Société, pour les travaux visés à l'article 2 du présent marché, seront payées conformément aux dispositions ci-après :

A - Reconnaitances générales et établissement d'une carte des sols - étude agronomique et enquête économique (paragraphe I de l'article 14 ci-dessus).

a) Frais de voyage du personnel -

.../...

- sur décomptes mensuels établis sur le vu de pièces justificatives.

b) Dépenses du personnel au NIGER -

- sur décomptes mensuels.

c) Frais d'établissement, au bureau central de la Société, des cartes et rapports de fin d'études.

ARTICLE 18 - CAUTIONNEMENT ET RETENUE DE GARANTIE -

Aucun cautionnement n'est exigé et aucune retenue de garantie ne sera effectuée sur le montant des décomptes.

ARTICLE 19 - CONTROLE DE L'ADMINISTRATION -

La Société s'engage à se conformer aux directives qui lui seront données et à accepter tout contrôle jugé utile par l'Administration.

La Société fournira mensuellement les compte-rendus et les graphiques nécessaires pour donner connaissance de l'état d'avancement des études.

ARTICLE 20 - FRAIS DE TIMBRE ET D'ENREGISTREMENT -

La Société acquittera les droits de timbre et les droits fixes d'enregistrement auxquels donnera lieu le présent marché.

ARTICLE 21 - SOUMISSION AUX REGLEMENTS -

La Société sera soumise aux Clauses et Conditions Générales imposées aux Entrepreneurs des Travaux Publics par l'Arrêté Ministériel du 8 Avril 1953. Si, dans le cours de l'entreprise, des difficultés, s'élevaient entre l'Admi-

ARTICLE 22 - JUGEMENT DES CONTESTATIONS -

Toutes les contestations relatives à l'interprétation ou à l'exécution des clauses du présent marché seront jugées administrativement, suivant l'article 52 des Clauses et Conditions Générales.

ARTICLE 23 - NANTISSEMENT -

En vue du nantissement éventuel du marché, dans les conditions prévues par le décret du 6 Septembre 1938 sur le Financement des Marchés de l'Etat et des Collectivités Publiques aux Colonies, promulgué en A.O.F. par l'Arrêté Général du 4 Octobre 1938, il est stipulé que :

a)- le Service chargé de la liquidation est le Service des Travaux Publics du NIGER,

b)- le Comptable public chargé des paiements est le Trésorier-Payeur du NIGER,

c)- le Fonctionnaire chargé de fournir au titulaire du marché, ainsi qu'aux bénéficiaires des nantissements ou subrogations, les renseignements et états prévus à l'article 6 du décret du 6 Septembre 1938, est le Chef du Service des Travaux Publics du NIGER.

ARTICLE 24 - REFERENCES AUX TEXTES GENERAUX -

La Société sera soumise, en tant qu'elles ne sont pas contraires aux dispositions du présent marché, aux prescriptions du Cahier des Clauses et Conditions Générales imposées aux Entrepreneurs de Travaux Publics dans les Territoires relevant de la FRANCE d'OUTRE-MER, par l'Arrêté Ministériel du 8 Avril 1953 et des textes modificatifs à ce

.../...

Cahier qui pourraient intervenir avant l'approbation du présent marché.

ARTICLE 25 - APPROBATION -

Le présent marché ne sera valable qu'après approbation de M. le Gouverneur du NIGER.

Lu et Accepté
La Société



DRESSE par
l'Ingénieur-Adjoint, Chef de la Section
de l'Hydraulique Souterraine et Agricole
NIAMEY, le 15 Mai 1956

Signé : Illisible

Présenté par
l'Ingénieur Principal,
Chef du Service des Travaux
Publics du NIGER

NIAMEY, le 6 Juin 1956

Signé : Illisible

VU ET TRANSMIS
L'Ingénieur Principal, Chef du 2ème
Arrondissement des Travaux Publics
du NIGER,

NIAMEY, le

Signé : Rousselot

LEASE le 19 Juin 1956
Le Directeur Local
des Finances,

Signé : Illisible

Visa N° 137 /AE
Vérifié et approuvé du point de vue
des prix conformément aux prescrip-
tions de la circulaire HAUSSAIRE
N° 867 - FB/I/3 du 8 Novembre 1952

Le Chef du Bureau des Affaires Economiques
Président Local des Prix,

NIAMEY, le 9/6/56

Cadet: Bureau des Affaires Economiques
Territoire du Niger

APPROUVE
Par Le Gouverneur, et par délégation
NIAMEY, le 19 Juin 1956

Le Secrétaire Général:

Signé : Illisible.

GOUVERNEMENT GENERAL
DE
L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANCAISE

TERRITOIRE DU NIGER

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

MARCHE PAR ENTENTE DIRECTE
EN VUE DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'AMENAGEMENT,
AU POINT DE VUE HYDRO-AGRICOLE, DE LA VALLEE DU
GOULBI DE MARADI

ANNEXE N° 1

PRIX DE BASE

MARCHE PAR ENTENTE DIRECTE
EN VUE DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'AMENAGEMENT,
AU POINT DE VUE HYDRO-AGRICOLE, DE LA VALLEE DU
GOULBI DE MARADI

ANNEXE N° 1

PRIX DE BASE

A - ETUDES ET TRAVAUX AU NIGER

I - PRIX ELEMENTAIRES -

a) Ingénieur Agronome Chef de mission -

- Solde mensuelle.....:	120.000	:	:
- Charges 100 %	120.000	:	:
		:	:
		:	240.000
Déplacements : 1000 F.CFA par jour		:	:
1000 x 30.....		:	30.000
		:	:
		:	270.000 FCFA
		:	=====

b) Ingénieur Agronome-Adjoint -

- Solde mensuelle.....:	90.000	:	:
- Charges 100 %	90.000	:	:
		:	:
		:	180.000
Déplacements : 1000 F.CFA par jour		:	:
1000 x 30.....		:	30.000
		:	:
		:	210.000 FCFA
		:	=====

c) Ingénieur Hydraulicien et de Génie Civil

- Solde mensuelle.....:	110.000	:	:
		:	:
		:	:
à reporter.....	110.000	:	:
		:	.../...

* Report.....		110.000	:	:
- Charges 100 %		110.000	:	:
			220.000	:
Déplacements : 1000 F.CFA par jour:			:	:
1000 x 30			30.000	:
				250.000 F.CFA
				=====
d) <u>Chauffeur -</u>				
Salaire mensuel.....		7.500	:	:
Charges 20 %		1.500	:	:
			9.000	9.000 F.CFA
				=====
e) <u>Manoeuvre (Africain)</u>				
Salaire mensuel.....		5.000	:	:
Charges 20 %		1.000	:	:
			6.000	6.000 F.CFA
				=====
f) <u>Véhicule fourni par l'Administration (frais de fonctionnement)</u> pour 2000 km par mois -				
Essence $\frac{20 \times 2000}{100}$ x 35			14.000	:
Huile et graissage.....			3.000	:
Menu entretien.....			5.000	:
				22.000 F.CFA
				=====
g) <u>Véhicule automobile au NIGER (tous frais compris)</u>				
- Amortissement.....		26.000	:	:
- Frais de fonctionnement pour			:	:
2000 km :			:	:
- essence $\frac{20 \times 2000}{100}$ x35			14.000	:
- huile et graissage.....			3.000	:
- pneus			8.000	:

Report.....	110.000	:	:	:
- Charges 100 %	110.000	:	:	:
		:	220.000	:
Déplacements : 1000 F.CFA par jour:		:	:	:
1000 x 30		:	30.000	:
		:		250.000 F.CFA
		:		=====
d) <u>Chauffeur -</u>				
Salaire mensuel.....	7.500	:	:	:
Charges 20 %	1.500	:	:	:
		:	9.000	9.000 F.CFA
		:		=====
e) <u>Manoeuvre (Africain)</u>				
Salaire mensuel.....	5.000	:	:	:
Charges 20 %	1.000	:	:	:
		:	6.000	6.000 F.CFA
		:		=====
f) <u>Véhicule fourni par l'Administration (frais de fonctionnement)</u> pour 2000 km par mois -				
Essence $\frac{20 \times 2000}{100} \times 35$:	14.000	:
Huile et graissage.....		:	3.000	:
Menu entretien.....		:	5.000	:
		:		22.000 F.CFA
		:		=====
g) <u>Véhicule automobile au NIGER (tous frais compris)</u>				
- Amortissement.....		:	26.000	:
- Frais de fonctionnement pour 2000 km :		:		:
- essence $\frac{20 \times 2000}{100} \times 35$:	14.000	:
- huile et graissage.....		:	3.000	:
- pneus		:	8.000	:
- menu entretien.....		:	5.000	:
- grosses réparations.....		:	8.000	:
		:		64.000 F.CFA
		:		=====

.... /

II - PRIX D'APPLICATION -

1°/ <u>Ingénieur Chef de mission</u>	270.000	:	270.000 FCFA
Frais généraux 25 %.....		:	67.500 FCFA
		:	337.500 FCFA
Impôts, taxes et bénéfices 30 %		:	101.250 FCFA
		:	438.750 FCFA
ramené à		:	430.000 FCFA
		:	=====

2°/ Ingénieur Adjoint

a) Personnel :

1 Ingénieur.....	210.000	:	:
4 Manoeuvres:		:	:
6000 x 4.....	24.000	:	:
		:	234.000

b) Fonctionnement d'un véhicule automobile..... 22.000 :

c) Achat de matériel divers..... 15.000 :

		:	271.000 FCFA
Frais généraux 25 %		:	67.750 FCFA
		:	338.750 FCFA
Impôts taxes et bénéfices 30 %		:	101.625 FCFA
		:	440.375 FCFA
arrondi à		:	440.000 FCFA
		:	=====

.../...

3°/ Ingénieur Hydraulicien et de Génie Civil

a) Personnel

1 Ingénieur.....	250.000	:	:
1 Chauffeur.....	9.000	:	:
	<u> </u>	:	:
		259.000	:

b) Location et fonctionnement d'un véhicule.....

64.000

323.000 FCFA

Frais généraux 25 %

80.750 FCFA

403.750 FCFA

Impôts taxes et bénéfices 30 %

121.125 FCFA

524.875 FCFA

ramené à

520.000 FCFA

=====

B - ETUDES ET TRAVAUX A FAIRE AU MAROC -

I - PRIX ELEMENTAIRES -

a) Ingénieur -

Solde mensuelle.....	140.000	:	:
Charges 70 %	98.000	:	:
	<u> </u>	:	:
		238.000	:

238.000 FM

=====

b) Ingénieur-Adjoint -

Solde mensuelle.....	100.000	:	:
Charges 70 %	70.000	:	:
	<u> </u>	:	:
		170.000	:

170.000 FM

=====

.../...

c) Ingénieur Hydraulicien et de Génie Civil -

Solde mensuelle.....	130.000	:	:	:
Charge 70 %	91.000	:	:	:
	<u> </u>	:	221.000	221.000 FM
				=====

d) Dessinateur

Solde mensuelle.....	60.000	:	:	:
Charges 50 %	30.000	:	:	:
	<u> </u>	:	90.000	90.000 FM
				=====

e) Apprenti-dessinateur

Solde mensuelle.....	30.000	:	:	:
Charges 50 %	15.000	:	:	:
	<u> </u>	:	45.000	45.000 FM
				=====

f) Dactylographe

Solde mensuelle.....	38.000	:	:	:
Charges 50 %	19.000	:	:	:
	<u> </u>	:	57.000	57.000 FM
				=====

II - ESTIMATION DES TRAVAUX -

Etablissement de la carte des sols, rédaction et expédition des rapports de fin de mission -

a) Ingénieur Chef de mission pendant	:	:	:
1 mois.....	238.000	FM	:
b) Ingénieur Adjoint pendant 2 mois et	:	:	:
demi : 270.000 x 2,5.....	425.000	:	:
c) Ingénieur Hydraulicien pendant 1/2	:	:	:
mois : 221.000 x 0,5.....	110.500	:	:
	<u> </u>	:	:
à reporter.....	773.500	FM	:

.../...

Report.....1.....	773.500	FM
d) 1 Dessinateur pendant 2 mois		
90.000 x 2	180.000	
e) 1 Dactylographe pendant 1 mois.....	57.000	
f) Frais de reproduction et divers.....	120.000	
g) Préparation des dossiers :		
un apprenti-dessinateur pendant		
1 mois.....	45.000	
h) Fournitures de bureau (achat de car:		
tes et divers).....	74.500	
	<u>1250.000</u>	
Imprévus et divers 10 % environ.....	125.000	
	<u>1.375.000</u>	FM
Frais généraux 25 %	343.750	FM
	<u>1.718.750</u>	FM
Impôts taxes et bénéfices 30 %	515.625	FM
	<u>2.234.375</u>	FM
soit en F. CFA.....	1.117.187	
ramené à	1.110.000	F
		CFA
	<u>=====</u>	

GOUVERNEMENT GENERAL
DE
L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANCAISE

TERRITOIRE DU NIGER

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

MARCHE PAR ENTENTE DIRECTE
EN VUE DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'AMENAGEMENT,
AU POINT DE VUE HYDRO-AGRICOLE, DE LA VALLEE DU
GOULBI DE MARADI

ANNEXE N° 2

ESTIMATION DU MONTANT DU MARCHE

MARCHE PAR ENTENTE DIRECTE
EN VUE DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'AMENAGEMENT,
AU POINT DE VUE HYDRO-AGRICOLE, DE LA VALLEE DU
GOULBI DE MARADI

ANNEXE N°2

ESTIMATION DU MONTANT DU MARCHE

A - Reconnaitssances générales, études pédologiques, agronomiques et économiques -

1°) <u>Frais de voyage (2 Ingénieurs) :</u>	:	:
- Frais réels de transports	:	:
95.000 x 2 =	190.000	:
- Majoration pour frais généraux, impôts, taxes et bénéfices : 30 %	57.000	:
	<hr/>	:
		247.000 FCFA
2°) <u>Frais d'Etudes au NIGER -</u>	:	:
a) Ingénieur, Chef de Mission (15 jours)	:	:
430.000 x $\frac{15}{30}$	215.000	:
b) Equipe Ingénieur Agronome adjoint (2 mois)	:	:
440.000 x 2	880.000	:
c) Ingénieur hydraulicien et Génie Civil (1/4 mois)	:	:
520.000 x 1/4	130.000	:
	<hr/>	:
		1.225.000 FCFA
	<hr/>	:
à reporter.....	1.472.000 FCFA	:
		.../...

Report.....	1.472.000 FCFA
3°) <u>Etablissement au bureau cen-</u>	:
<u>tral de la Société de la carte:</u>	:
<u>de sols, rédaction et expédi-</u>	:
<u>tion des rapports de fin de</u>	:
<u>mission -</u>	:
Forfait.....	1.110.000 1.110.000 FCFA
B - <u>Dépenses diverses</u>	:
- Analyses en laboratoire (estima-	:
tion.....	250.000 :
- Divers.....	150.000 :
	400.000 FCFA
	2.982.000 FCFA
arrondi à	3.000.000 FCFA
	=====

NOTA

Comitato Generale di Valenza

Ordinamento di Valenza

Comitato di Valenza

Service des Eaux de Valenza

ETUDE DE L'AMENAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLEE
DE LA MACCORA

AVANT PROJET DE NEPAU D'IRRIGATION

DESIGNE

Service des Eaux de Valenza

Service des Eaux de Valenza

14096

ÉTUDE DE L'AMÉNAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLÉE
DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GÉNÉRAL D'IRRIGATION

DESSINS

RÉSEAU D'IRRIGATION

Solutions étudiées

Hypothèse favorable - Cube d'eau mis à la disposition de l'irrigation 10.000.000 m³

Plan d'aménagement du périmètre

ÉTUDE DE L'AMÉNAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLÉE
DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GÉNÉRAL D'IRRIGATION

DESSINS

RÉSEAU D'IRRIGATION

Solutions étudiées

Hypothèse favorable - Cube d'eau mis à la disposition de l'irrigation 10.000.000 m³

Plan d'aménagement du périmètre

Partie NORD

ÉTUDE DE L'AMÉNAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLÉE
DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GÉNÉRAL D'IRRIGATION

DESSINS

RÉSEAU D'IRRIGATION

Solutions étudiées

Hypothèse favorable - Cube d'eau mis à la disposition de l'irrigation 10.000.000 m³

Plan d'aménagement du périmètre

Partie SUD

ÉTUDE DE L'AMÉNAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLÉE
DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GÉNÉRAL D'IRRIGATION

DESSINS

RÉSEAU D'IRRIGATION

Solutions étudiées

Hypothèse moyenne - Cube d'eau mis à la disposition de l'irrigation 8.000.000 m3

Plan d'aménagement du périmètre

ÉTUDE DE L'AMÉNAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLÉE
DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GÉNÉRAL D'IRRIGATION

DESSINS

RÉSEAU D'IRRIGATION

Solutions étudiées

Hypothèse défavorable - Cube d'eau mis à la disposition de l'irrigation 5.000.000 m³

Plan d'aménagement du périmètre

ÉTUDE DE L'AMÉNAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLÉE DE LA MAGGIA

AVANT-PROJET GÉNÉRAL D'IRRIGATION

DESSINS

TÊTE MORTE

- 1 - Tracés des différentes variantes étudiées
- 2 - Profil en long du lit mineur de la Maggia
- 3 - Profils en travers caractéristiques du lit de la Maggia
- 4 - Variante I - Seuil déversant au P.K. 12,426
- 5 - Variante II - Seuil déversant au P.K. 7,765
- 6 - Variantes I - II - III et IV - Profil en travers-type
et caractéristiques hydrauliques du canal d'aménée