

PD-ARR-765

RAPPORT SUR LES STRUCTURES DE DRAINAGE

KM70-SELIBABI

PROJECT NO. AFR-0214-C-00-3045-00

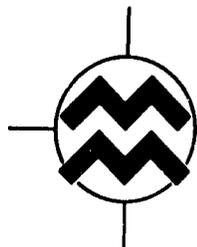
CONTRACT NO. 682-0214

USAID NOUAKCHOTT

RÉPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

NOVEMBER 1983

PAR



MORRISON-MAIERLE, INC.
CONSULTING ENGINEERS

PD-ANN-765

6820214/53

ISN - 33224

RAPPORT SUR LES STRUCTURES DE DRAINAGE

KM 70 - SELIBABI

Projet No. AFR-0214--00-3045-00
Contrat No. 682-0214

USAID NOUAKCHOTT
RÉPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

NOVEMBRE 1983
PAR
MORRISON-MAIERLE, INC.

Table des Matières

1. Introduction
2. Recherches sur place
3. Faire le plan hydrologique d'inondation
4. Les hydroliques de traverses de route
5. Les traverses majeures de Oued
6. Les traverses de Marigot
7. Les petites traverses de Marigot
8. Drainage de traverse et régions d'inondation
9. Résumé de la quantité et du coût

1. Introduction

Ce rapport remplit les conditions requises telles que convenues sur le projet de préparation d'un rapport sur la construction d'un drainage pour la section du projet des routes rurales de la Mauritanie entre KM 70 de la route construite par les Nations Unies et Selibabi.

Ce rapport décrit les recherches complétées sur place, analyse et explique la méthodologie qui déterminera l'hydrologie et les exigences hydroliques, propose des méthodes alternatives de drainage de traverse, recommande des alternatives pour chaque sorte de traverse, décrit et fournit les détails typiques de radiers et d'installations de tuyau ponceaux et résume les quantités appropriées et le coût des alternatives recommandées.

Ce rapport devrait être utilisé comme un guide par les personnes en charge des plans et de la construction du projet, un guide qui pourvoit à de grandes quantités d'eau de surface qui traversent la route proposée. Comme indiqué plus haut, les détails typiques et les recommandations qui sont fournis doivent être appliqués avec jugement à chacune des traverses particulières de drainage.

Bien que le présent rapport s'adresse à la section du projet Km 70 à Selibabi, plusieurs détails s'appliquent et peuvent être utilisés pour la section entre Selibabi et Gouraye et à un moindre niveau pour la section Mbout et Kaedi.

Ce qui suit est la définition de plusieurs mots de langue française qu'on retrouvera mentionnés tout au long de ce rapport:

MAURT2/J

Oued - Se réfère à un large canal de drainage avec un bassin de drainage qui dépasse 50 Km².

Marigot - Se réfère à de plus petits canals avec bassin de drainage de moins de 20 Km².

Radier- Traverse, pont irlandais ou pont submersible désigné à permettre le passage occasionnel des eaux d'inondation au dessus des routes sans causer de dommage à la plateforme des routes.

2. Travail de recherches sur place.

Le travail de recherches sur place pour la préparation d'un rapport sur la construction d'un drainage pour la section Km 70 jusqu'à Selibabi a été effectué dans une période de six semaines, soit disant entre le 14 de septembre et le 26 octobre 1983, par Brad Peterson, un ingénieur civil avec la firme Morrison - Maierle, Inc.

Durant cette période, cinq tombées de pluie de huit millimètres ou moins sont survenues et une tombée de pluie de soixante-dix millimètres (voir 3 - Données hydrologiques) permettant l'observation de vastes inondations qui se produisent dans la ville de Mbout et ses environs même après des pluies de moindre importance. Le caractère, la durée, le temps d'accumulation et le point culminant des eaux de plusieurs oueds et marigots ont été observés.

Cependant, les pluies qui ont permis l'observation des conditions hydrologiques dans les environs de Mbout ont aussi causé les eaux de s'écouler dans l'oued Garfa au Km 48 de la route des Nations-Unies rendant la route entre Mbout sud et l'endroit même du projet impossible à passer pendant 23 jours des six semaines mentionnées plus haut. (Voir Figure 2-1) En réalité, l'arpentage sur place et les recherches sur l'endroit même du projet ont été effectués du 08 octobre au 26 octobre 1983.

L'arpentage sur place et les recherches pour la section entre KM 70 et Selibabi consistent de:

1. Rétablir et compléter le mesurage et jallonnage de la ligne du centre de la route.
2. Investigation complète et systématique du drainage de l'alignement au complet, à pied et avec véhicule. comprenant:

- a. Station, dimension et autres caractéristiques de tous les oueds, marigots, marais de drainage, marais d'inondation et autres traits qui affectent le drainage de la route.
 - b. Sortes de sol et de végétation et leurs caractéristiques
 - c. Photographies des traits importants.
3. Coupes en travers et mesurage de l'inclinaison de trois traverses d'oueds plus importants.
 - 4- Entrevues avec résidents locaux concernant les caractéristiques du drainage et d'inondation.
 5. Rencontre avec le Gouverneur de Selibabi et le Prefet de Mbout afin d'obtenir des records récents de tombée de pluie.

MAURT2/D

3. Faire le plan hydrologique d'inondation

Les routes construites dans ce projet traverseront des bassins de drainage qui mesurent de moins de 1 kilomètre carré jusqu'à près de six cents kilomètres carré (Les bassins plus larges sont représentés sur Figure 3-1 et 3-2) Des structures suffisantes de drainage de traverse sont nécessaires, afin de permettre le passage des eaux de surface à leurs points culminants ordinaires sans causer de dommage aux routes. Il n'existe pas de records des cours d'eau de la région où le projet est situé, avec lesquels on pourrait comparer les caractéristiques des points culminants des eaux de surface. Par conséquent, une analyse des eaux de surface causée par les pluies a été effectuée afin de prédire les points culminants des inondations à des intervalles d'occurrence choisis. Des données ont été recueillies sur place afin de vérifier la plausibilité de cette analyse.

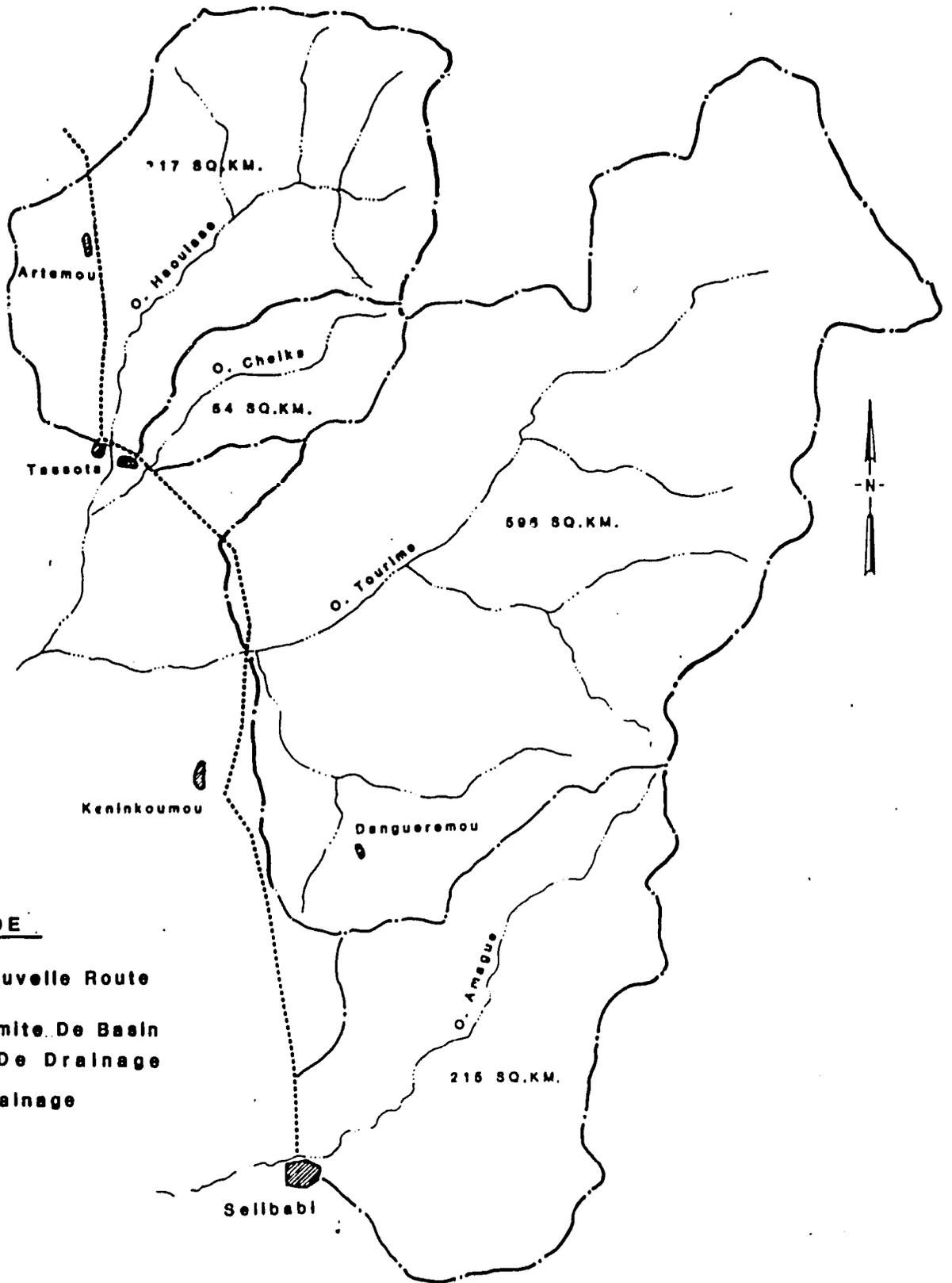
Il doit être remarqué que la dimension des structures de drainage de traverse, sur des projets en existence dans cette région, a été sous-estimée ou le potentiel des eaux de surface a été ignoré, ce qui a résulté en dommages fréquents aux routes et aux structures de drainage.

La région du projet est située juste au nord de Selibabi qui se trouve approximativement à 15 degrés au nord de l'équateur. Les records de pluie à Selibabi ^{1/} indiquent que 91 pourcent de la moyenne annuelle des précipitations tombe durant la période de juin à septembre.

^{1/} Agence pour le Développement International, Projet déclassifié, papier 682-0214, Amélioration des Routes Rurales de la Mauritanie- septembre 14, 1982. Records des tombées de pluie dans les Papiers du Projet ont été ajustés et vérifiés avec les records de précipitation plus récents disponibles à Selibabi.

Les mois de décembre à avril ont une moyenne de moins de dix millimètres de pluie. Le mois d'août reçoit 35 pourcent des pluies annuelles ce qui représente une moyenne de 570 millimètres à Selibabi. Les orages représentent 70 pourcent ^{2/} des pluies dans la région de Selibabi. Une extrême grande proportion des eaux de surface est causée par les orages intenses (qui durent normalement moins de 24 heures) et les pauvres conditions hydrologiques du sol.

^{2/} Ibid



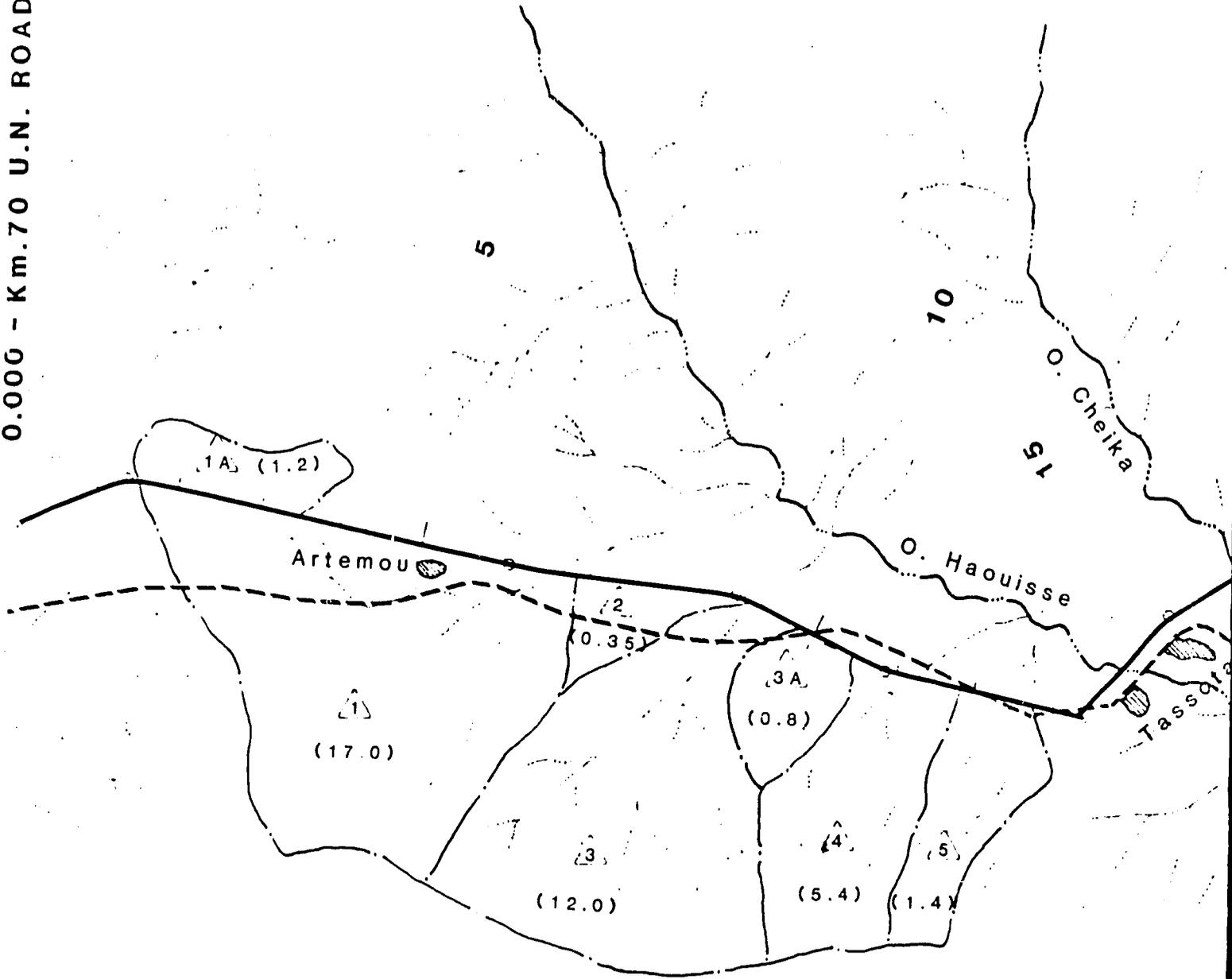
LÉGENDE

- Nouvelle Route
- Limite De Bassin De Drainage
- Drainage

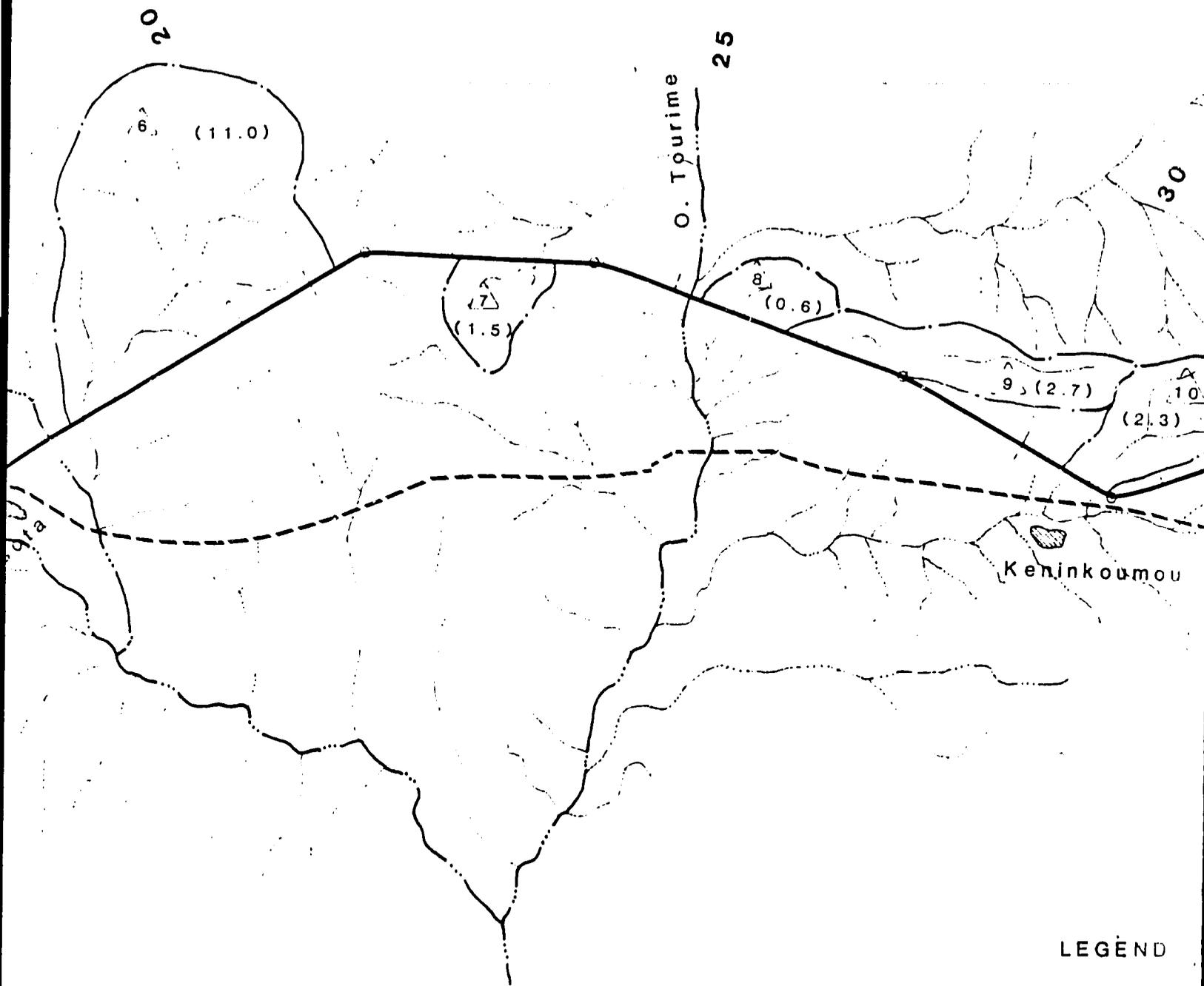
BASSINS DE DRAINAGE D'OUED IMPORTANT

FIGURE 3-1

0.000 - Km.70 U.N. ROAD



SCALE 1 : 72.000
(ECHELLE)



LEGENDE

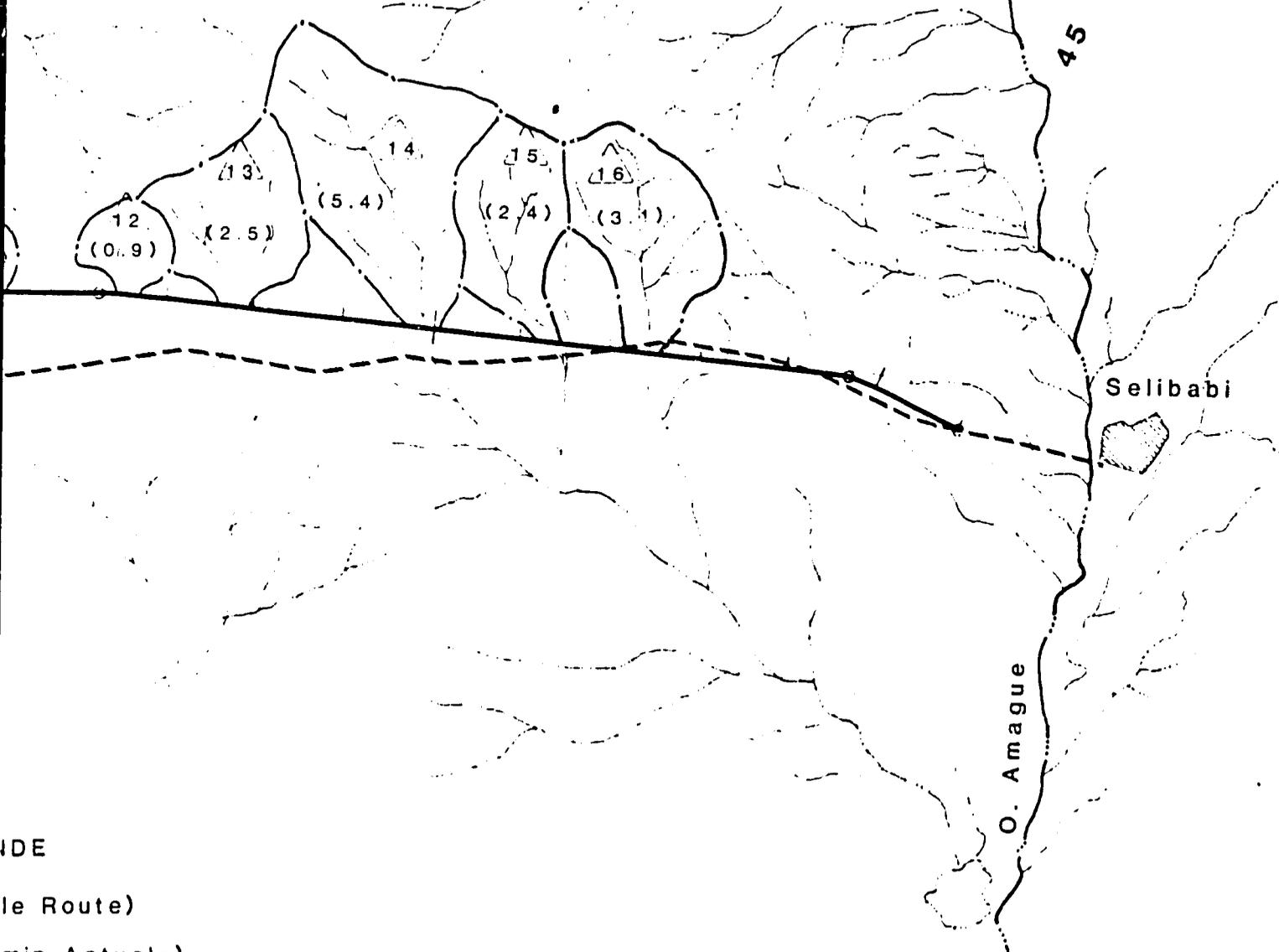
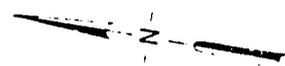
- New R
- - - - - Existing
- Oued D
- - - - - Marigo
- △ (1.5) Drainage Area

112

Dangueremou

40

45



Selibabi

O. Amague

IDE

(le Route)

(min Actuel-)

(inage Du Oued)

(Drainage Du Marigot)

(Numerd Du Drainage)

(Région Km Carré)

MARIGOT DRAINAGE BASINS
LES BASSINS DE DRAINAGE DU MARIGOT

FIGURE 3-2

13

Une analyse d'eau de surface causée par les pluies a été utilisée pour estimer les points culminants d'inondation pour une série de dimensions de bassins de drainage et à des intervalles d'occurrence choisis. Cette information fut utilisée pour choisir le plan d'intervalle d'occurrence d'inondation et pour aider à déterminer la dimension de toutes structures de drainage.

Les paramètres hydrologiques nécessaires à l'analyse contiennent:

Dimension de la région de drainage

Période d'accumulation

Hydrographe

Orage modèle

Proportion perdue par infiltration

La dimension de la région de drainage a été déterminée à l'aide de cartes topographiques à une échelle de 1 pour 200,000, développée par l'Institut Géographique National ^{3/} et 1 pour 50,000 développée par les Nations-Unies.

La période d'accumulation représente le temps requis pour les eaux de surface en provenance du point le plus éloigné d'un certain bassin pour atteindre le point d'intérêt. L'Équation de Kirpich ^{4/} est généralement utilisée pour prédire la période d'accumulation et requiert les paramètres de longueur du cours d'eau le plus long et la différence d'élévation.

^{3/} L'Institut Géographique , cartes de Selibabi et Kankossa, Mauritanie Paris, France 1969

^{4/} Bureau de Réclamation des Etats-Unis. Plans de petits barrages Engineering research center , Denver, Colorado, 1977 816pp.

L'équation en unités métriques est donnée ci-dessous:

$$T_c(\text{heures}) = [(0.87)(L^3)/(H)]^{0.385}$$

L = Longueur du cours d'eau le plus long, kilomêtres

H = Différence d'élévation, mètres

Des hydrographes ont été composés utilisant les procédures normales développées par le Service de Conservation du Sol des États-Unis, qu'on peut vérifier dans le National Engineering Handbook 5/. Ces procédures utilisent la période d'accumulation du bassin pour établir le point culminant de l'hydrographe, la période de temps totale de la base de l'hydrographe et le point culminant de l'hydrographe pour une certaine unité d'eau de surface.

Une relation entre la profondeur et la durée du modèle d'orage a été établie en utilisant les records de tombée de pluie a Selibabi 6/. Cette courbe démontre que le point 100-an 24-heure de tombée de pluie est égal approximativement a 207 millimètres, un total de 9.5 heure égal a 183 millimètres et une tombée de pluie d'une heure de 125 millimètres. Les multiplicateurs pour les occurrences de moindres intervalles sont donnés ci-dessous:

<u>Intervalle d'occurrence</u>	<u>Multiplicateur</u>
100-an	1.00
50-an	0.75
25-an	0.58
10-an	0.45
2-an	0.33

Les quantités de tombée de pluie mentionnées plus haut sont considérées comme point de tombée de pluie i. e. ces quantités ne s'appliquent pas directement pour des bassins de drainage plus larges.

5/ Soil Conservation Service , National Engineering Handbook, Section 4 Hydrologie, Washington, D.C. January 1971.

6/ Voir note 1

16

Des agents de réduction aériens développés par le Service National de la Température 7/ ont été utilisés pour expliquer la réduction d'intensité qui se produit quand un orage s'applique à une large région.

Des orages modèles ont été développés pour des étendues de drainage de 1, 54, 215, et 586 kilomètres carré. Ces orages ont été organisés dans une distribution d'orage accompagné de tonnerre, retrouvée à la référence 4. Un graphique de la profondeur d'accumulation des précipitations d'orage en comparaison avec la période de temps résulte en une forme de "S" quand, au début de l'orage on a une tombée de pluie de moindre intensité, suivi par une période de grande intensité pour ensuite se réduire à intensité 0.

Les pertes dues à l'infiltration sont le produit d'observations sur place d'occasions d'orages réels pendant la période de septembre à octobre 1983 et d'estimation des caractéristiques du sol. Les sortes de sol de la région du projet se classent entre de l'argile et glaise de limon et des consistances sableuses 8/. Ces sols manquent de matières organiques et conséquemment sont pauvres pour l'infiltration et les structures du sol. Référence 1 remarque qu'une précipitation avec une intensité de 10mm/heure causera des eaux de surface. Se basant sur des investigations additionnelles, on estime que les degrés d'infiltration varient entre 2.5 et 10 mm/heure. Une analyse de sensibilité a été conduite et a montrer qu'une variance de valeurs d'infiltration produit seulement une très minuscule différence dans les degrés de production d'eau de surface. Un degré d'infiltration de 5 mm/heure a été utilisé pour l'analyse final.

7/ National Weather Service , Precipitation of Western United States, NOAA Atlas 2, Silver Spring, Maryland , 1973.

8/ Louis Berger International INC. Report on Aggregate and Water Surveys for the Rural Road Development Project, Washington, D.C. May 1980.

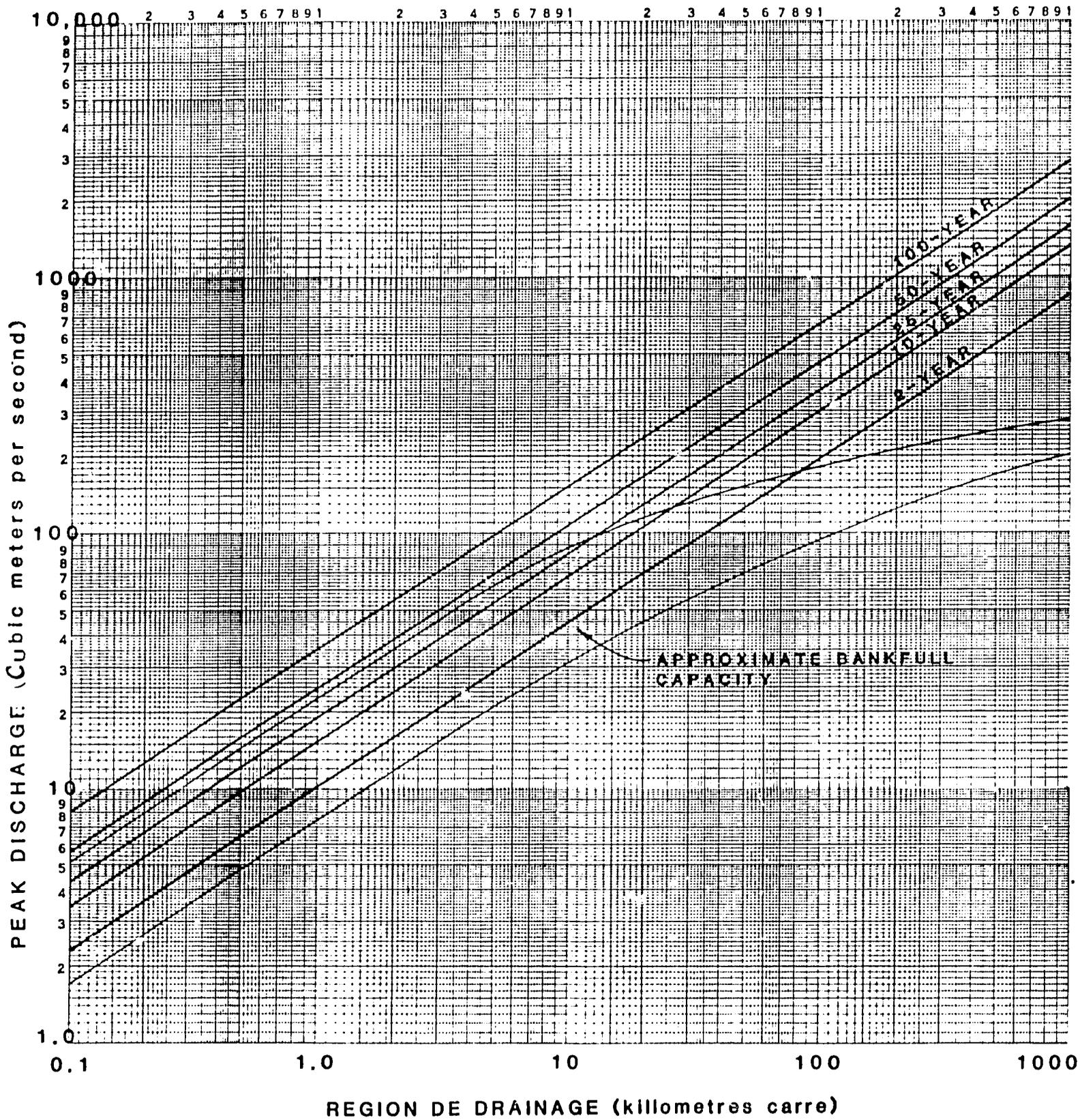
Il faut remarquer que les sols argileux avec un contenu pauvre en matières organiques causeront la formation de mares d'eau durant de sévères tombées de pluie. Ce phénomène se produit quand le choc des gouttes de pluie n'est pas intercepté par la végétation et frappe la surface du sol. Les matériels argileux sont alors suspendus et tendent à sceller la surface du sol et empêchent l'infiltration. Le degré de perte, sous ces conditions, descend à 0 et explique les quantités extraordinaires d'eau de surface.

Les données décrites dans la discussion qui précède ont été soumises au Programme d'hydrographe d'inondation HEC-1 ^{2/} de l'Armée du Corps d'Ingénieurs. Le programme, se servant de ces données, a procuré un débit au point culminant d'inondation pour cinq intervalles d'occurrence d'orage et quatre dimensions de drainage.

Les résultats de l'analyse d'eau de surface causée par tombée de pluie sont démontrés sur Figure 3-3 pour les drainages de 0.1 à 1,000 kilomètres carré et 2-, 10-, 25-, 50-, et 100-an d'intervalles d'occurrence.

La plausibilité de ces points culminants d'inondation a été vérifiée par plusieurs méthodes. La première méthode consiste à vérifier la capacité des canals à plein bord avec les régions contributrices de drainage variant de 0.8 à 586 kilomètres carré. Les capacités ont été déterminées d'après les données recueillies de septembre à octobre 1983 durant les recherches sur place. Les différentes capacités de plein bord sont démontrées sur Figure 3-3 dans la partie plus foncée et montre la capacité à plein bord d'une période de 25-an avec un kilomètre carré, jusqu'à moins de deux-an sur des drainages dépassant 20 kilomètres carré.

^{2/} U. S. Army Corps of Engineers. HEC-1 Flood Hydrograph Program Hydrologic Engineering Center. Davis California. 1981



HYDROLOGIE REGIONALE DE LA REGION DE SELIBABI

FIGURE 3-3

19

Les plaines d'inondation pour les bassins larges et petits sont caractérisées par un canal central qui peut être représenté approximativement par une forme rectangulaire qui est entourée par un large remblai peu profond qui peut mesurer jusqu'à 500 mètres de largeur aux plus importants oueds.

Des observations aux oueds les plus importants conclurent que la capacité du canal est dépassée au moins une fois par année, ce qui est bien supporté par la Figure 3-3. Les inclinaisons du canal dans ces régions sont généralement moins de 0.1 pourcent et produisent une vitesse lente. La plupart des écoulements d'inondation importants est emportée à l'extérieur du canal, dans la région du remblai où il existe beaucoup d'endroit de croisement sectionnel. Il est rapporté que les inondations sérieuses couvrent la région des remblais pendant un jour ou deux. Aussitôt que l'eau de surface se retire, les remblais s'assèchent, cependant, le retirement qui continue de remplir le canal peut durer jusqu'à des périodes de cinq jours. Par conséquent, l'interruption du trafic peut durer jusqu'à cinq jours après un orage majeur sur les oueds plus importants. Les caractéristiques de retirement des larges oueds qui ont été observés sont présentées plus bas.

<u>Oued</u>	<u>Région de drainage (Kilomètres carré)</u>	<u>Jours d'Inondation</u>	
		<u>Remblai</u>	<u>Canal</u>
Garfa*	2,000	2-3	12-14
Tourime	586	1-2	4-5
Haouisse	217	1	2
Cheika	54	1/2	1

*Ne fait pas partie de ce projet

La capacité à plein bord des oueds de moins de 10 kilomètres carré de région de drainage ont tendance à se situer entre une occurrence d'inondation deux-ans et 25-ans. Il semble que ce soit raisonnable parce que l'inclinaison du canal de ces bassins a une moyenne approximative de 1 pourcent ce qui résulte en

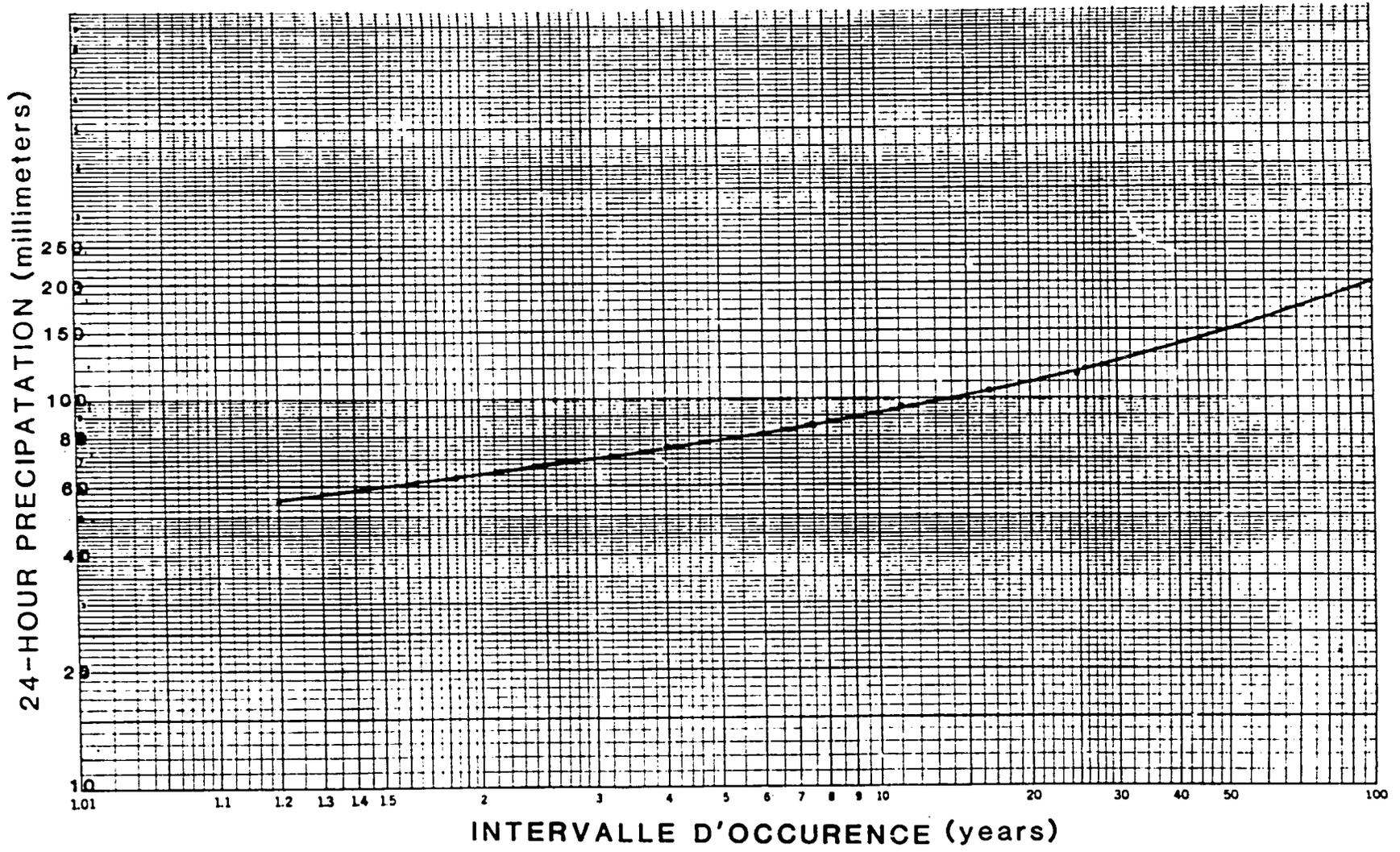
vélocités suffisantes à creuser un canal profond durant une inondation ordinaire. Par conséquent, ce sera seulement dans le rare cas d'une inondation de grande importance que la capacité plein bord sera dépassée pour se répandre dans les régions de remblai.

Dans les capacités à plein bord des bassins, se trouve une large étendue ayant moins de 10 kilomètres carré de drainage. Par conséquent, les données spécifiques de cet endroit et jugement sont recommandés. Quelques uns peuvent avoir de larges remblais (jusqu'à 100 mètres de largeur totale) et des capacités de canal relativement modestes (occurrence 2-an). D'autres plus petits canaux de drainage ayant des canaux bien déterminés avec une capacité considérable peuvent supporter un large écoulement à haute vitesse.

La deuxième méthode pour vérifier la plausibilité des points culminants d'inondation comprend les observations de plusieurs tombées de pluie et les écoulements qui en résultent dans les oueds majeurs. On peut s'attendre à une tombée de pluie 24-heure mesurant 50 à 65 millimètres, plus d'une fois par année (voir relation précipitation contre intervalle d'occurrence Figure 3-4). D'après Figure 3-3 on devrait s'attendre à ce que des orages de cette force remplissent le canal bien au delà de la capacité à plein bord. Cette condition spécifique a été observée à l'oued Garfa (2,000 kilomètres carré) qui traverse la route des Nations-Unies KM 70, Tourima (586 kilomètres carré) et Haouisse (217 kilomètres carré) durant la période de septembre à octobre 1983.

FIGURE 3-4

OCCURRENCE DE TOMBEE DE PLUIE REGION DE SELIBABI



4. Les hydroliques de traverses de route.

Le matériel requis et les dimensions pour la construction de drainage ont été déterminés en utilisant les procédures suivantes:

1. Au cours de l'investigation sur place, chaque canal de drainage a été inspecté, et se basant sur l'observation de la grandeur et des caractéristiques du canal, des estimés préliminaires ont été préparés sur la sorte, la dimension et le nombre de ponceaux, radiers, ponts ou autres structures de drainage qui seront requis.
2. La région de croisement sectionnel de chaque canal de drainage a été déterminée 10/ en se basant sur les dimensions sur place et la grandeur et le nombre de tuyau ponceaux, ponts ou radiers requis pour traverser le canal sans en diminuer la capacité à plein bord. Cette information a été comparée avec l'information de phase 1 - ci-dessus et les ajustements requis ont été faits.
3. Utilisant les méthodes décrites dans la section 3- Faire le plan d'hydrologie d'inondation, et se basant approximativement sur un modèle d'orage de 25-an, des modèles d'écoulement ont été déterminés pour chaque canal. La quantité et la dimension des structures de drainage requises qui sont nécessaires au passage de ces écoulements ont été déterminés et comparés avec les phases 1 et 2 ci-dessus. Généralement, phase 3 est la phase qui indique les écoulements les plus larges et par conséquent le plus large ponceau, radier ou pont requis. Dans quelques cas, cependant, phase 2 a indiqué des conditions de traverse plus exigeantes.

10/ U.S. Department of Transportation, Hydrolic Charts for the Selection of Highway Culverts, Washington, D.C. December 1965, Reprinted April 1977

Utilisant les procédures expliquées ci-haut, les conditions générales pour la construction d'un drainage qui suivent sont indiquées:

1. Oueds importants. Cette sorte de drainage de traverse est caractérisée par de larges bassins de drainage (dépassant 50Km carré) et les larges points culminants d'eau de surface qui en résultent (dépassant 200 M /sec.) et un large canal bien défini , avec une plaine d'inondation d'une certaine importance de chaque côté. Les observations accumulées sur place et l'hydrologie indiquent que les rives du canal peuvent être dépassées plusieurs fois par année causant des écoulements à travers la plaine d'inondation. Des routes protégées ou radiers sont nécessaires au passage des écoulements d'inondation à travers la route. De larges ponts peuvent également servir à traverser la partie plus profonde du canal avec la plus longue période d'écoulement.
2. Les marigots. Cette sorte de drainage de traverse comprend des drainages avec des bassins qui s'étendent entre 1 et 20 Km carré, avec des canals bien définis. Les écoulements sont généralement trop larges pour être accommodés par des tuyaux ponceaux. Les traverses requièrent des radiers ou des petits ponts ou une combinaison des deux. Si des radiers sont construits, il est estimé que le trafic sera interrompu pour moins d'une journée après chaque orage d'une certaine importance.
3. Petits marigots: Des traverses de drainage avec des bassins qui s'étendent sur moins de 1 Km carré et avec plan d'écoulements de moins

de 20 M³/sec. sont compris dans ce groupe. Les écoulements prévus peuvent être accommodés en utilisant soit 1 jusqu'à 4 tuyaux de tôle ondulée mesurant 90 cm ou 150 cm de diamètre installés convenablement.

4. Drainages de traverse. A plusieurs endroits, quoiqu'on ne trouve pas de marigots et de canals bien définis, de petits tuyaux d'égout devraient être installés. Ces endroits comprennent de longues sections de route sans traverse d'oued ou de marigot, où il est désirable de fournir une opportunité périodique pour l'eau de pluie qui s'amasse le long de la route de circuler avant qu'une accumulation suffisante cause de l'érosion. Ils comprennent aussi des dépressions et des endroits plus bas où, bien que les écoulements ne soient pas importants, des égouts de traverses sont désirables pour prévenir les mares d'eau contre la route. Les drainages de traverse sont généralement accommodés en utilisant un tuyau de tôle ondulée mesurant 90 cm et quelques fois 150 cm de diamètre.

5. Endroits d'inondation. Dans plusieurs cas il sera désirable d'élever la route même au dessus du niveau des terres environnantes, dépassant le 60cm requis par la section de plan typique 11/. Dans les endroits où des inondations fréquentes sont indiquées, la route au niveau de finition devrait être élevée de 60 cm au dessus du niveau des eaux élevées indiquées. Tuyau de drainage de traverse devrait être incorporé comme décrit ci-dessus.

Les endroits, les dimensions et les plans recommandés pour les cinq sortes particulières de drainage décrit ci-dessus sont fournis dans les sections 5 à 8.

11/ Morrison-Maierle, Inc. , Project Work Plan And Schedule, Mbout-Selibabi, Selibabi-Gouraye. Mbout-Kaedi, Juin 1983 Pg 14.

25

5. Traverses Majeures d'Oued.

Table 5-1 est un résumé des oueds importants sur la section KM 70 à Selibabi:

Comme indiqué dans la section 3 - Faire le plan hydrologique d'inondation, de très larges écoulements se produisent dans les oueds importants causant des inondations à travers les plaines d'écoulement, plusieurs fois par année. Durant une grande partie de l'année, cependant, les oueds sont complètement à sec et les inondations qui interrompent le trafic se présentent seulement quelques jours par année comme indiqué sur la table ci-haut. Les plans pour ces traverses, par conséquent, exigent non seulement la considération des écoulements massifs d'inondations qui se produisent, mais également qu'on considère que le volume très mince de trafic qu'on prédit pour utiliser la route sera affecté par l'eau de surface des orages que quelques jours par année. Les alternatives suivantes sont proposées:

1. Des radiers prolongés qui consistent non seulement de routes protégées par radier traversant le canal principal, mais aussi traversant la plaine d'inondation jusqu'au point où chaque côté s'élève au dessus du niveau prédit des eaux les plus élevées. Ce radier prolongé (à travers la plaine d'inondation) est nécessaire à la protection de la route durant les périodes d'inondation. Les investigations des traverses de l'Oued Garfa et de l'Oued Boudame sur la route des Nations-Unies, sur la section de Mbut à KM 70 où des radiers ont été installés seulement au travers du canal principal démontrent qu'un radier prolongé aurait été désirable.

Table 5-1

<u>Station</u>	<u>Nom</u>	<u>Région de Drainage</u>	<u>Inondation 25-an</u>	<u>Largeur du Canal Principal</u>	<u>Largeur de Plaine Inondation</u>	<u>Jrs. par an avec Coulée Importante dans Canal</u>
14.130	Oued Hauoisse	217 Km ²	588 M ³ /Sec.	28 M	450 M	6-8
16.037	Oued Cheika	54 Km ²	243 M ³ /Sec.	30 M	100 M	3-4
25.250	Oued Tourime	586 Km ²	1,105 M ³ /Sec.	34 M	550 M	12-20
27.500	Oued Amague	215 Km ²	580 M ³ /Sec.	-		6-8

Table 5-2

Longueurs de pont et radier

Routes rurales de Mauritanie

KM 70 - Selibabi

<u>Traverse</u>	<u>Commencement de Plaine d'Inondation</u>	<u>Fin de Plaine d'Inondation</u>	<u>Longueur(M) Radier sans Pont</u>	<u>Longueur(M) du Pont</u>	<u>Longueur(M) du Radier avec Pont</u>
Oued Hauoisse	13.900	14.300	400	50	350
Oued Cheika	15.950	16.100	150	42	108
Oued Tourime	24.875	25.425	600	75	525
Oued Amague	--	--	--	50	--
		Totals	1,150	217	983

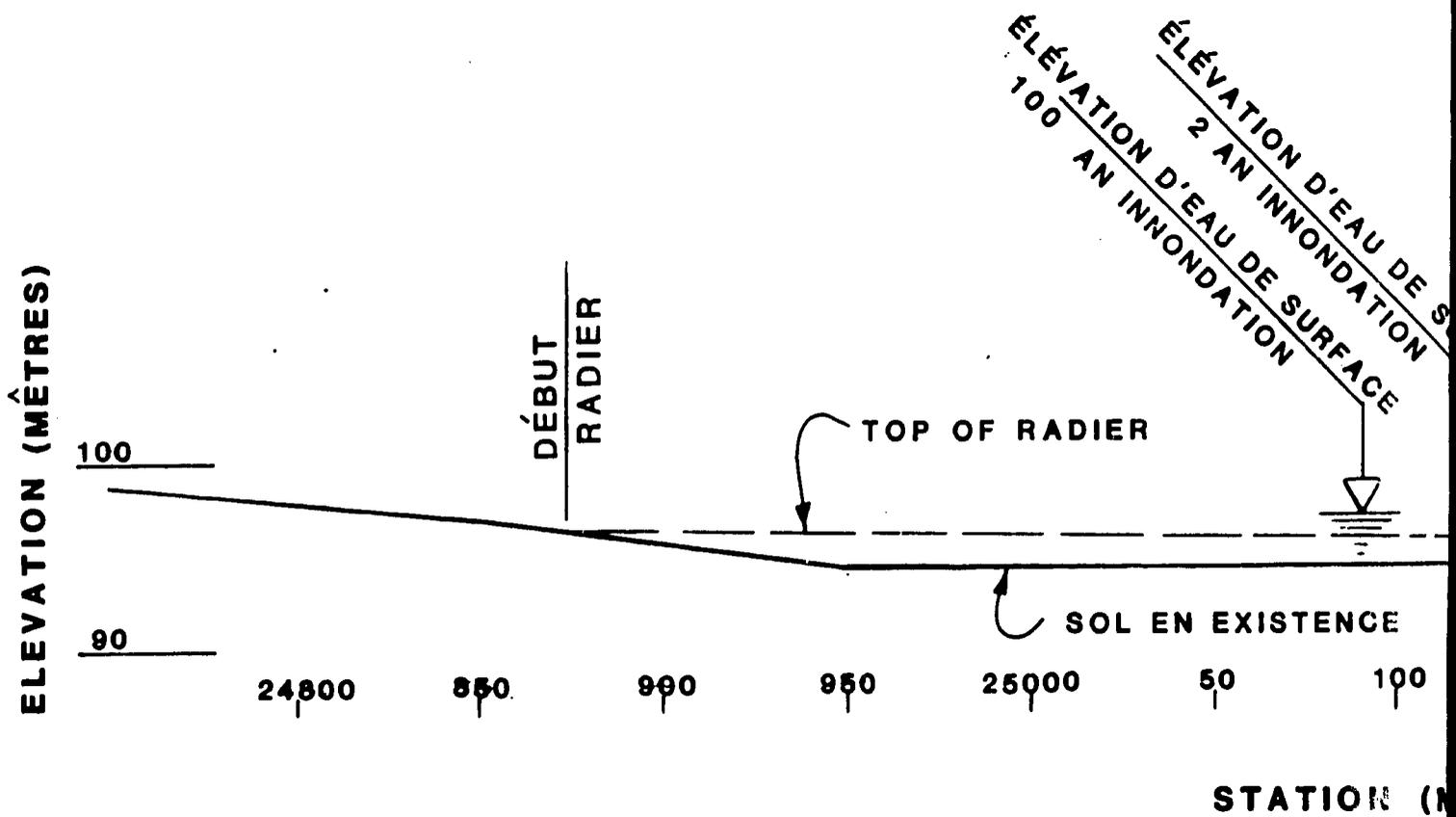
MAURT2/E

Après une seule saison de pluie, plusieurs centaines de mètres de route sont sérieusement érodés de chaque côté du canal principal et exigeront des travaux intenses de réparation et de maintenance chaque année afin d'éviter la destruction complète de la route.

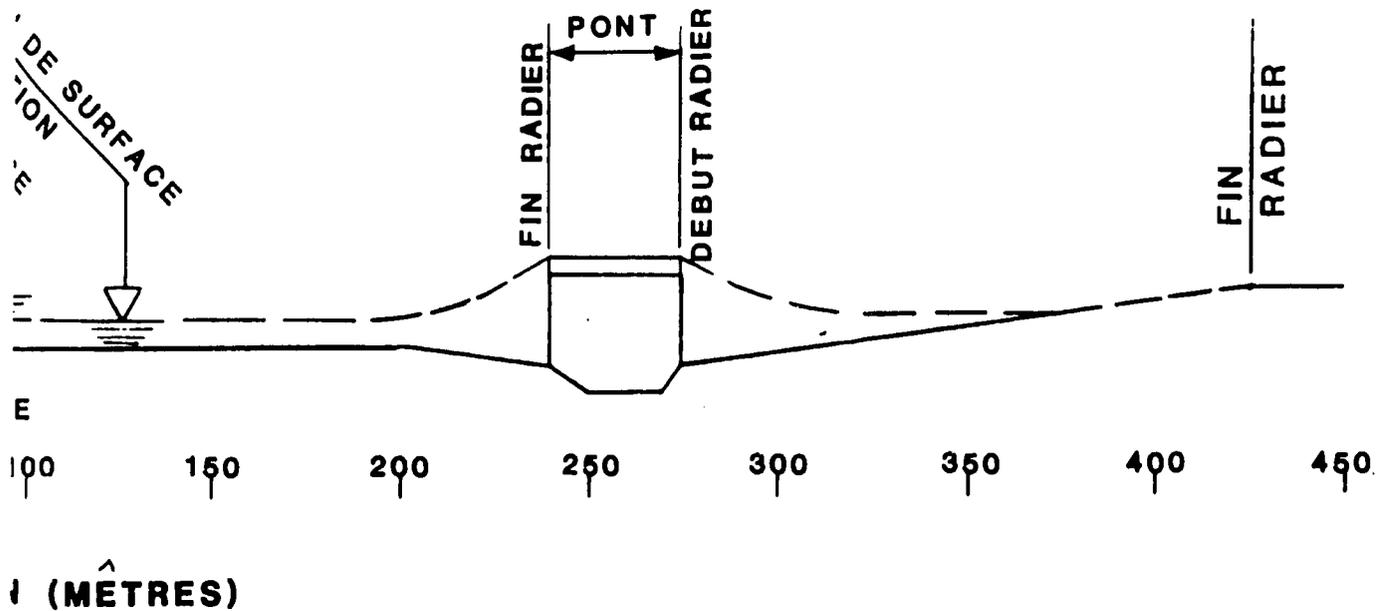
Figure 6-1 et 6-2 démontrent deux méthodes pour construire une route protégée, pour les radiers.

Advenant que cette alternative est choisie, il est estimé que la traverse ne sera pas passable pour les périodes indiquées dans la Table 5-1. La pire condition, à l'oued Tourime, causera la fermeture de la route de quatre à cinq jours après chaque tombée de pluie importante (30 mm ou plus) ce qui représente un total de 20 jours par année.

2. Combinaison Pont et Radier. (Voir Figure 5-1) désignée à supporter le point culminant des larges écoulements sous le pont et par dessus le radier et, après les premières 24 heures, de passer l'écoulement complet sous le pont. L'alternative réduit d'une manière significative les périodes de routes fermées durant les périodes d'inondation. Par exemple, la durée de temps où la route serait impassable après un orage important serait réduite de quatre à cinq jours à l'Oued Tourime, à une journée, et le total de jours de fermeture réduit à trois ou quatre par année. Si cette alternative est choisie, des travaux sur place additionnels seront requis, comprenant une analyse d'inondation plus en détails, un examen complet du pont et de la topographie et des investigations des fondations.



- PONT DEVRAIT ÊTRE CONSTRUIT AU DESSUS DE L'ÉLEVATION DE LA SURFACE DES EAUX 100 AN
- UN PONT DE 70 MÈTRES AVEC UNE ROUTE D'APPROCHE GRADUÉ A 10 POURCENT
- ABOUTEMENTS ET "wingwalls" EN MURS VERTICAUX DE CIMENT
- CONSTRUCTION DE LIAPPROCHE DE LA ROUTE EN RADIERS COMME DEMONTRÉ SUR FIGURES 6-1 et 6-2.



EXEMPLE DE TRAVERSE PONT/RADIER

OUED TOURIME

Il sera nécessaire de faire des plans d'ingénieurs pour les ponts.

A cause des larges écoulements d'inondation et du fait qu'on ne peut pas les prédire, il est recommandé que les ponts soit "perchés" au dessus des niveaux prévus des eaux les plus élevées avec l'installation de radiers qui permettent le passage d'écoulements à point culminant sans atteindre le pont. La Table 5-2 résume les longueurs de pont et radier requises.

A cause du prix très élevé de la construction d'un pont, et les volumes très bas du trafic prévu, et le fait que la planification et construction d'un pont ne peuvent être complétées dans la portée et la durée schédulée de ce projet, il est recommandé que l'alternative du pont/radier ne soit pas utilisée présentement. L'alternative d'un radier avec surface couverte avec gravelle n'est pas recommandée parce qu'on croit qu'à la suite de plusieurs pluies causant des routes inondées, toutes gravelle fines et minces seraient emportées avec les écoulements, ne laissant que de large gravelles de cinq cm ou plus avec particules de roches. La surface de la route deviendrait raboteuse causant le trafic de ralentir d'une manière significative et, par conséquent, ne remplirait pas les exigences minimum requises.

Par conséquent, il est recommandé qu'un radier prolongé en ciment soit installé à travers les oueds Houisse, Cheika et Tourime. Plus tard, si on décide de construire des ponts sur le canal principal comme décrit plus haut, ils peuvent être ajoutés facilement et la majeure partie de la longueur de radier cimenté peut être gardée et utilisée avec le pont.

Un radier cimenté qui fonctionne raisonnablement bien, existe à l'entrée de Selibabi. Il semble avoir été développé et construit durant plusieurs années de construction et reconstruction et il est recommandé qu'il ne soit pas déplacé jusqu'à ce qu'on construise un pont convenable pour le remplacer.

MAURT 2/E

6. Les traverses de Marigot.

Table 6-1 est un résumé des Marigots importants rencontrés sur la section KM 70 à Selibabi. Les marigots importants, comme indiqués par la Table, sont caractérisés généralement par des bassins de drainage qui s'étendent de 1.0 à 20 KM carré et des écoulements contenant 20 à 117 M³/Sec. Ils ont des canaux bien définis et sont des drainages importants entre les oueds. Ils sont trop larges et leurs écoulements sont trop puissants pour être accommodés par des ponceaux de tuyaux en tôle ondulée parce que le grand nombre de tuyaux requis ne pourrait pas être installé d'une manière efficace hydrologiquement et les tuyaux auraient une plus grande tendance à se bloquer, créant ainsi des problèmes importants et des dommages à la route. Par conséquent, les alternatives suivantes sont proposées pour traverser les marigots importants:

1. Ponceaux cimentés ou petits ponts désignés à traverser la largeur du canal ou bien à écouler au moins la moyenned'orages 2-an avec des creusées dans le profil(radier) adjacent au pont. Les creusées seraient désignées à écouler les eaux de surface plus fortes que l'orage 2-an sans endommager le pont. Les étendues de moins de cinq mètres devraient être évitées afin de prévenir les accumulations de débris qui peuvent endommager le pont ou les piles. Deux sortes de ponts peuvent être considérés pour de telles traverses comprenant:

 - a. Pont Bailey ou autres ponts préfabriqués peuvent être économiques si achetés du Gouvernement des États-Unis comme étant de l'équipement en excès. Le Pont Bailey consiste d'un système de panneaux

Table 6-1
 Marigots Importants
 Routes Rurales de Mauritanie
 KM 70 à Selibabi

<u>Station (km)</u>	<u>Région de Drainage</u>	<u>25-An Coulée(M /sec.)</u>	<u>Largeur (M)</u>	<u>Profondeur (M)</u>	<u>Est. Longueur* de Radier Requisite</u>
3.143	1.2	22	2.4	1.3	39
6.612	17.0	117	8.0	0.9	34
9.248	12.0	94	9.3	3.8	81
10.370	1.0	20	8.4	0.6	29
11.248	5.4	56	59.0	0.3	75
12.675	1.4	24	13.5	1.4	47
12.835	1.4	24	15.0	0.5	34
16.602	11.0	88	16.0	1.5	51
23.122	1.5	25	8.2	1.0	35
27.143	2.7	36	11.3	1.9	53
31.136	2.3	33	9.5	1.5	45
37.852	2.5	35	5.2	2.2	52
39.861	5.4	56	14.0	1.0	41
41.366	2.4	34	9.1	2.0	52
42.476	3.1	40	3.0	1.5	38
				Total	705 Mètres Linéaires

* Longueur = $4 + 16 (\text{Profondeur} + 0.45 \text{ M}) + \text{Largeur}$
 Largeur pas moins de 6 mètres

34

de noeuds préfabriqués qui s'attachent ensemble. Ils sont installés vite et facilement et nécessitent très peu d'équipement spécialisé ou de main d'oeuvre. Cependant, ils ne sont pas désignés comme structures permanentes, même si dans certains cas, ils ont été utilisés à cet effet avec succès.

- b. Ponts Cimentés ou ponceaux encaissés, peuvent être utilisés si le ciment Portland, et le béton armé sont obtenus facilement. Ces structures auront une durée bien plus longue et aussi une durée sans maintenance plus longue que les ponts Bailey et seraient probablement plus résistants à la collection de débris et au dommage causé par les écoulements d'eaux élevées.

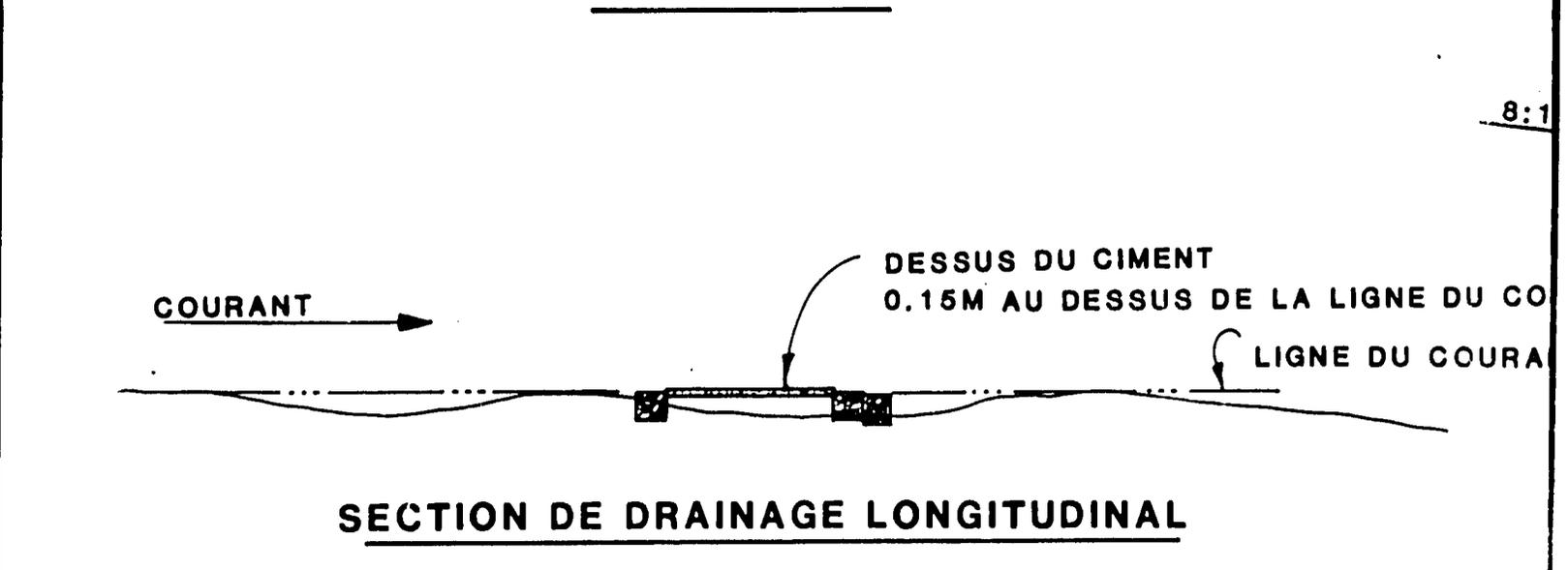
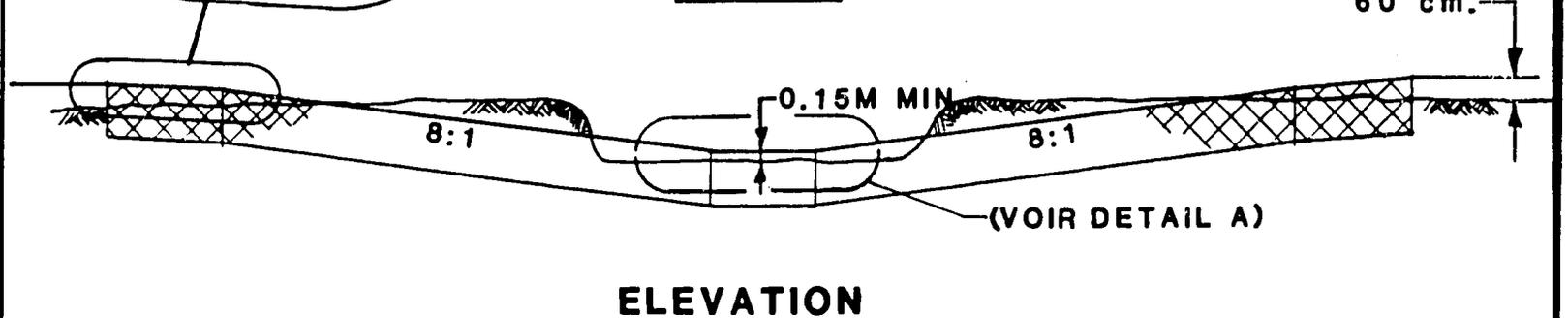
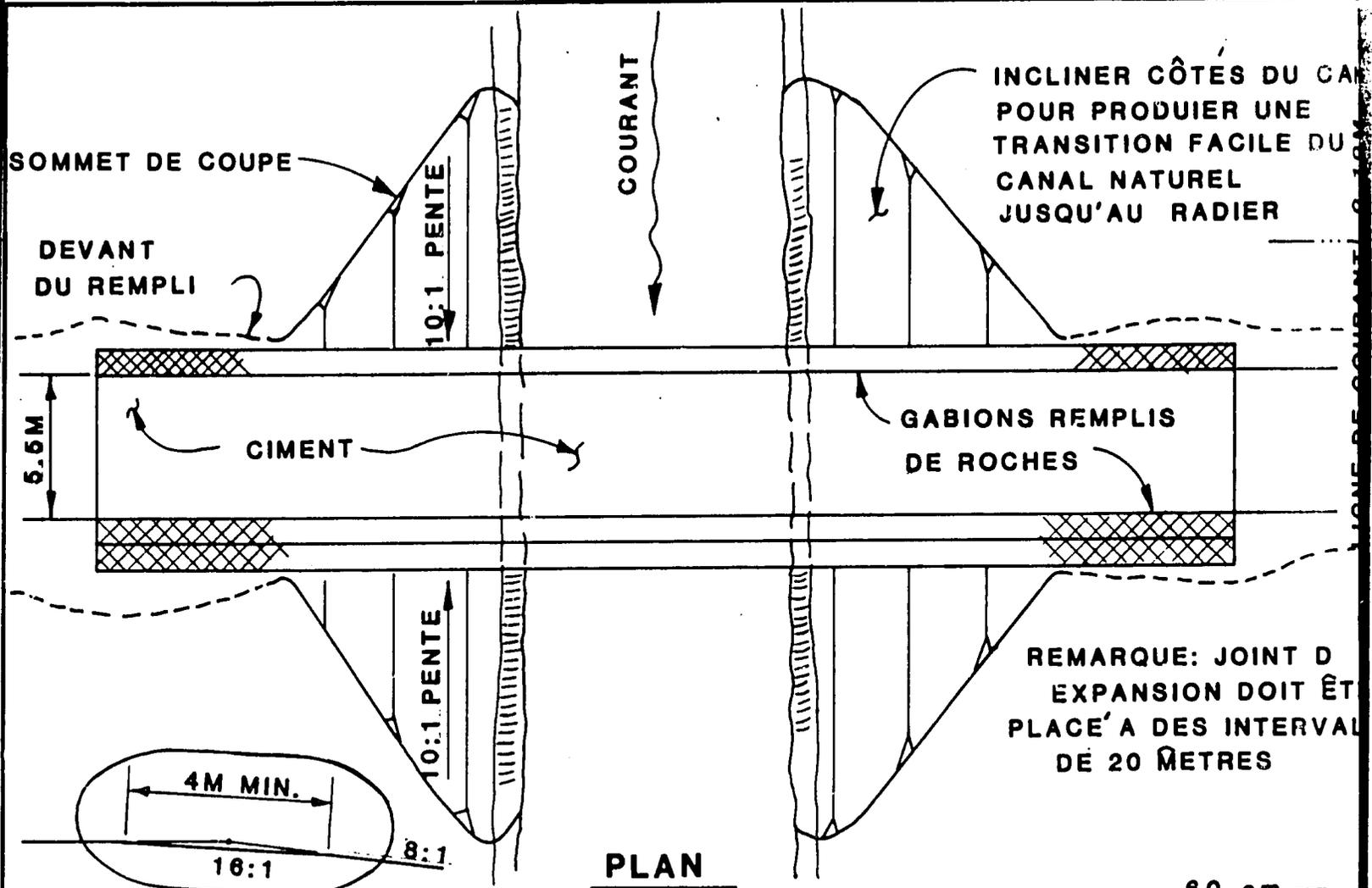
Si on choisit les ponts ou les ponceaux encaissés comme alternatives à construire, il sera nécessaire de faire des recherches sur place additionnelles, plus en détails que la portée de ce rapport, comprenant des analyses des coulées d'inondation, des examens topographiques de la location du pont et des investigations de fondation. Les plans d'ingénieurs complets seront requis pour chaque pont ou ponceau encaissé.

2. Les radiers traversant le canal principal comme démontré dans Figure 6-1 et 6-2 peuvent être construits. Il est estimé que les courants seront assez sérieux pour interrompre la traversée après des orages importants, pour moins de 24 heures. Le volume de trafic prévu étant minime, ceci ne devrait pas présenter de problèmes sérieux. Les deux précautions suivantes devraient être prises pour installer les radiers convenablement:

- a. La surface du radier sur laquelle passe le trafic devrait être supérieure à la ligne de courant du canal comme démontré dans la section "drainage Longitudinal" sur Figure 6-1.
- b. Dans le cas où les côtés du canal naturel sont diminués pour permettre la construction de la route, produisant une entaille dans le côté du canal, une transition aplanie (lisse) devrait être construite à partir du radier jusqu'au canal naturel afin d'éviter la formation de poches où les sédiments du courant peuvent être déposés. Voir Figure 6-1 .

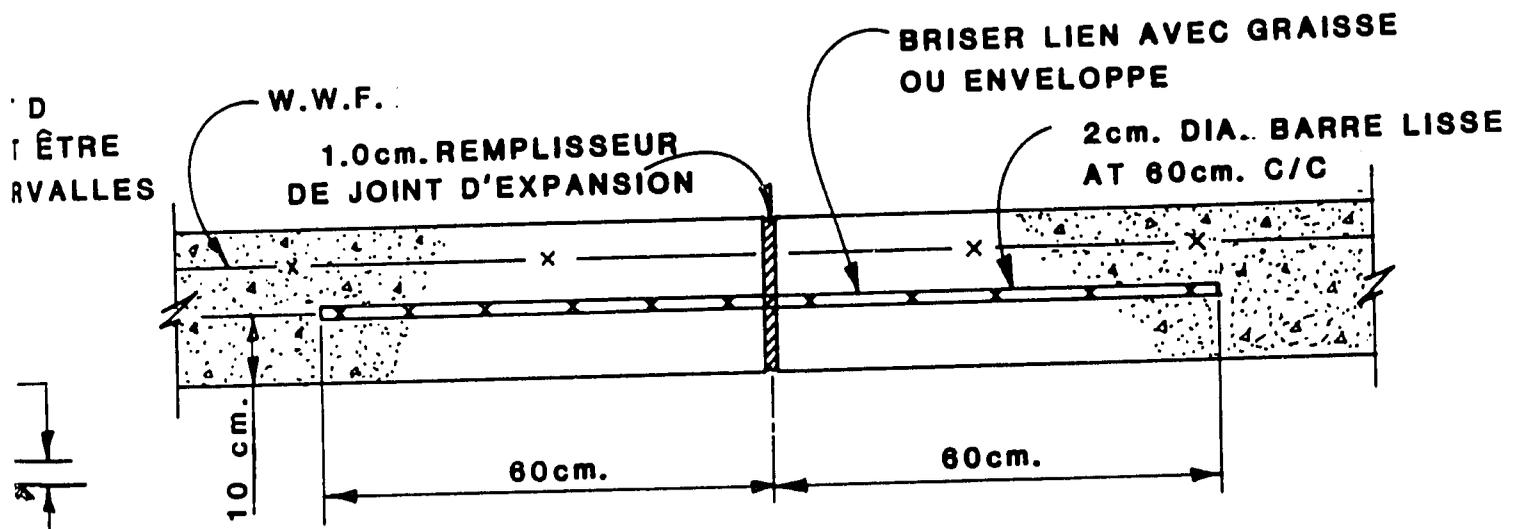
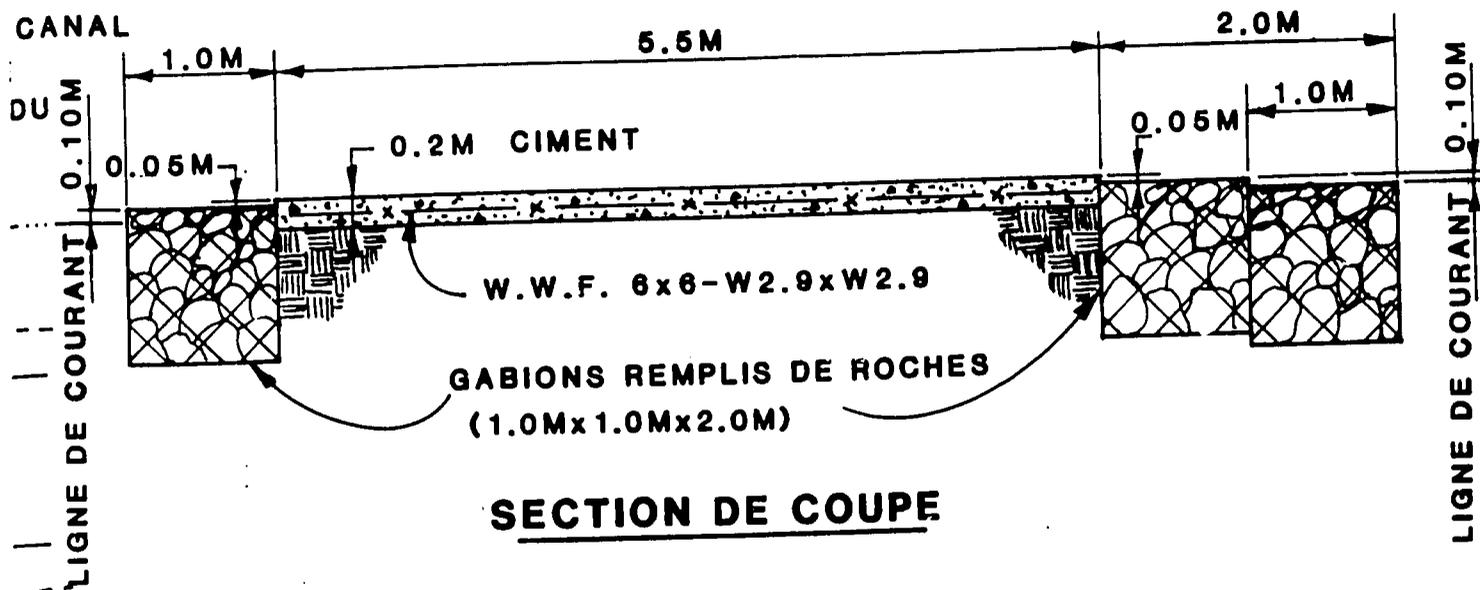
On devrait vérifier l'alignement et le profil et faire les ajustements nécessaires afin de s'assurer que les radiers seront visibles à une distance suffisante qui permettra aux automobilistes d'ajuster à la vitesse nécessaire. Des signes d'alerte, bien en avance , devraient être considérés.

Des radiers en ciment, au lieu de ponts, ponceaux encaissés ou radiers de gravelle, sont recommandés à cause du coût plus bas et parce qu'ils seront moins sujet à se bloquer de débris et/ou être endommagés durant les périodes d'écoulements élevés d'inondation. Les radiers seront beaucoup plus facile à compléter durant la période de temps prévue par le projet, que les ponts qui nécessitent des plans et des recherches sur place additionnelles.

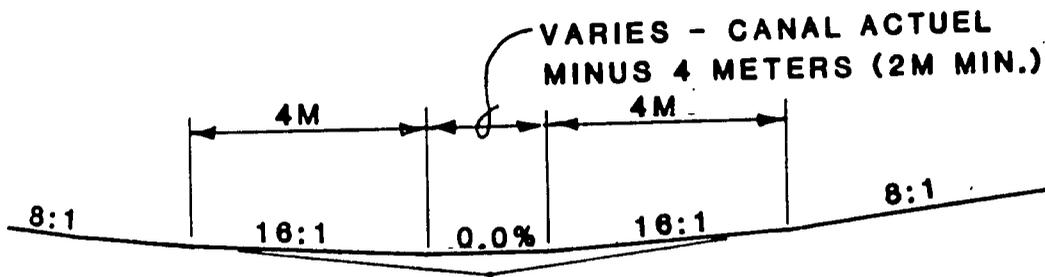


8:1

2/1



DETAIL DE JOINT D'EXPANSION

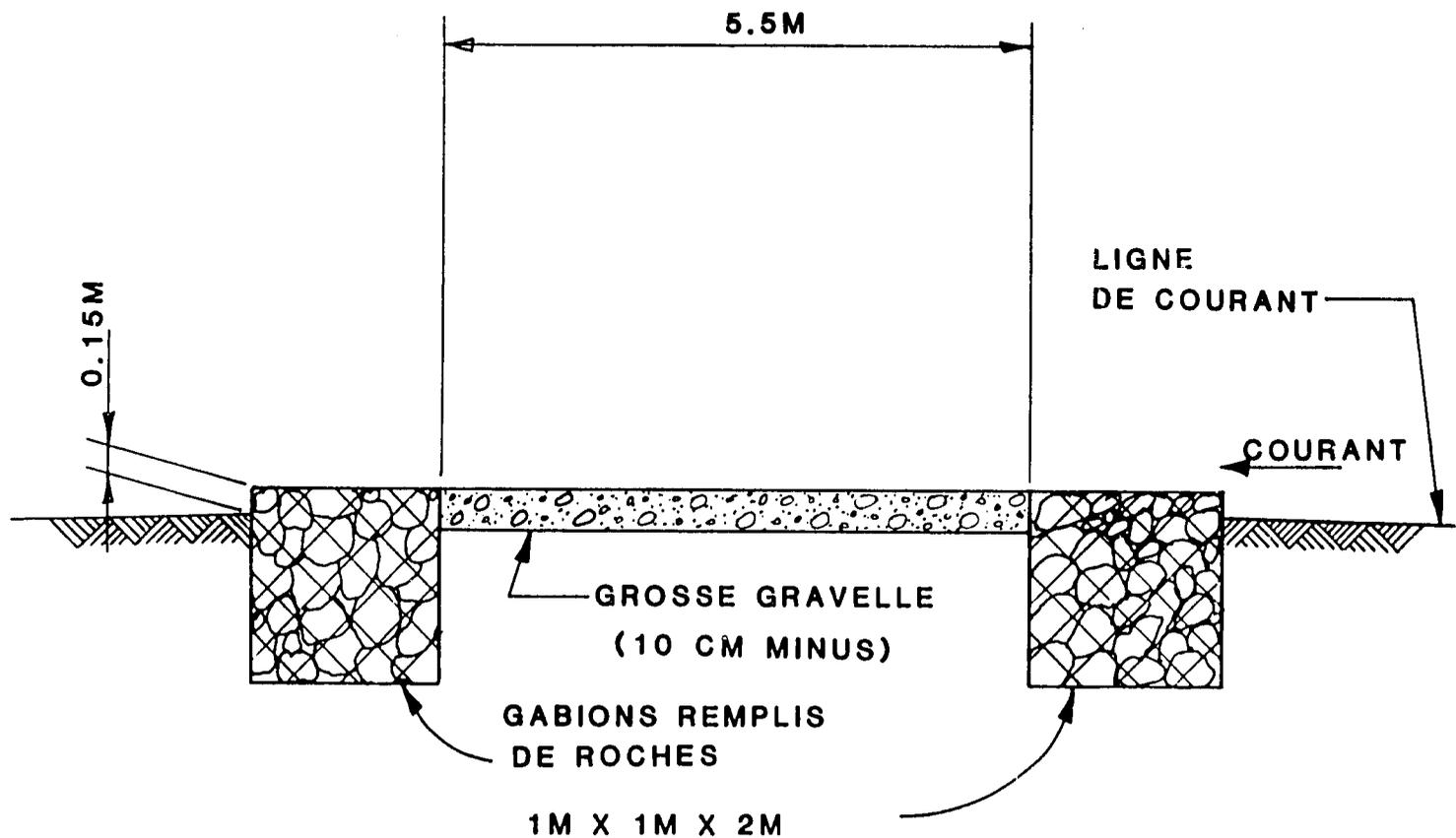


DETAIL A

LES DÉTAILS DE RADIER TYPIQUE

FIGURE 6-1

38



RADIERS ALTERNATIF

29

FIGURE 6-2

7. Les petites traverses de Marigot

Table 7-1 donne la liste des traverses mineures de marigot rencontrées entre KM 70 et Selibabi, et indique la dimension et la quantité des tuyaux recommandés qui seront requis. Ces traverses comprennent les marigots avec des canals bien définis et des écoulements de moins de 20 m³/sec ou moins. Ce sont des drainages de moindre importance et qu'on rencontre en plus grand nombre. Des tuyaux pnceaux ont été choisis au lieu de radiers cimentés ou de ponts, pour les raisons suivantes:

1. Le grand nombre de petits marigots (plus de 1 traverse/Km) s'ils sont traversés par les creusées de plusieurs radiers peuvent rendre les routes peu confortables, lentes et possiblement dangeureuses.
2. Les écoulements ne requièrent rien de plus large.
3. Les tuyaux de tôle ondulée devraient être plus économiques que des radiers ou des ponts.

Un inconvénient au choix de pnceaux sera leur tendance à se bloquer plus rapidement que des radiers et par conséquent demandera une maintenance régulière (l'entrée doit être nettoyée de tous débris après chaque orage d'importance) .

Les pnceaux devraient être installés comme indiqué dans la Figure 7-1. Une couverture minimum de 30 cm et 60 cm est désirable. La ligne de coulée du pnceau devrait avoir une pente de 1% et doit être au niveau de/ ou au

Table 7-1
 Petites Traverses de Marigot
 Routes Rurales de la Mauritanie

<u>Station</u>	<u>Décharge (M³/Sec)</u>	<u>Nombre Tuyau Tôle Ondulée 90 cm Requis</u>	<u>Nombre Tuyau Tôle Ondulée 150 cm Requis</u>
2.200	12.0		3
3.116	9.0		2
3.464	18.0		4
5.500	6.9		2
5.866	11.0		3
6.645		3	
6.811			4
7.130	9.9		2
7.159	9.9		2
7.672		3	
7.850			1
7.994	9.9		2
8.232	9.9		2
9.425		2	
9.778	17.0		4
9.891	4.5	3	
11.350		2	
11.393		2	
11.450		2	
12.985		1	
13.600		2	
15.998			3
16.710		2	
21.922	6.9		2
23.070		3	
25.600	9.0		2
25.850	14.0		3
26.990	4.5		2
27.085			1
27.693			2
28.073			2
28.572			2
29.612			1
30.050			1
30.200			1
30.610	14.0		4
32.000			1
32.190			1
32.530			1
32.735			1
32.940	14.0		3
33.387	14.0		3
33.699	14.0		3

41

Table 7-1 (continuation)
 Petites traverses de Marigot
 Routes Rurales de la Mauritanie
 KM 70 - Selibabi

<u>Station</u>	<u>Décharge (M³/Sec)</u>	<u>Nombre Tuyau Tôle Ondulée 90 cm Requis</u>	<u>Nombre Tuyau Tôle Ondulée 150 cm Requis</u>
34.185	11.0		2
35.590	6.9		3
35.800	18.0		2
36.529	3.9		4
36.700	3.9		1
37.117	3.9		1
37.435	3.9		1
37.525	11.0		1
38.066	6.9		3
39.500			2
39.946			3
40.633			1
41.299			2
41.596	17.0		4
42.493			3
42.978	14.0		4
42.825			2
	Totals	<u>25</u>	<u>109</u>

Longueur Requise de 90 cm Tuyau Tôle Ondulée = 12 M

Longueur Requise de 150cm Tuyau Tôle Ondulée = 15 M

Longueur Totale 90 cm Tuyau Tôle Ondulée = 300 Mètres

Longueur Totale 150cm Tuyau Tôle Ondulée = 1,635 Mètres

MAURT2/H

42

15:1 REDUIRE (EFFILER)

FLOW

NOUVEAUX PONCEAUX

60CM MIN.

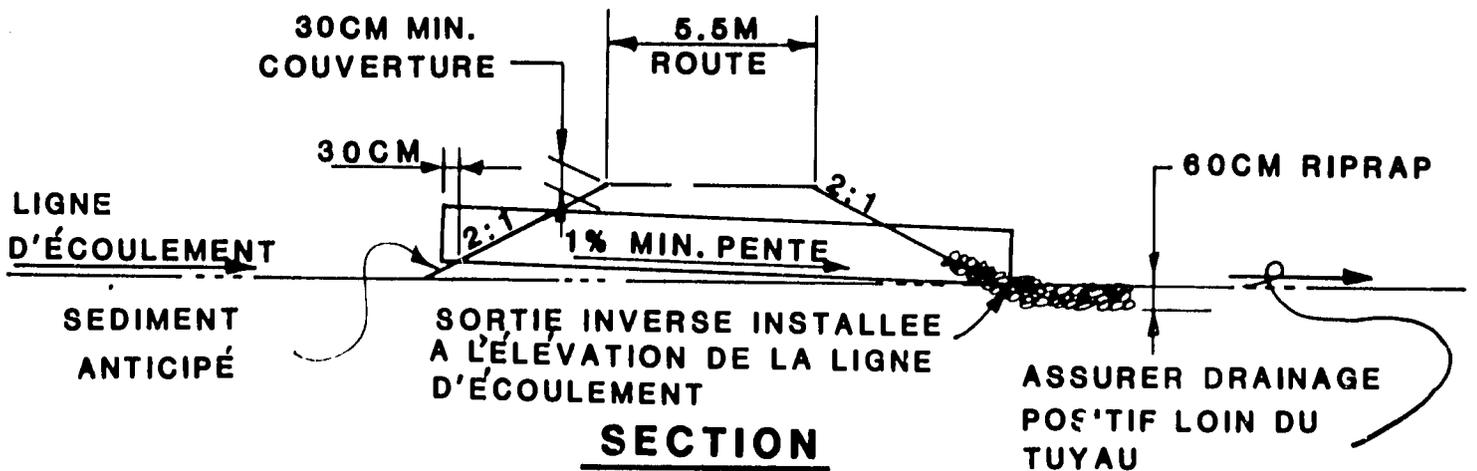
5.5M
ROUTE

RÉDUIRE (EFFILER) BORD
ACTUEL DU CANAL A 15:1
POUR EGALER LA LARGEUR
TYPIQUE D'INSTALLATION
DE PONCEAU

3M DE COUVERTURE DE
ROCHES ANGULAIRES DE
GROSSEUR GRADUÉE
MAXIMUM 40 CM

REMARQUE: INSTALLATION MULTIPLE
DÉMONTRÉE TUYAU SIMPLE
EST SEMBLABLE

PLAN



INSTALLATION TYPIQUE DE PONCEAU

dessus de la ligne de courant du canal. Si on place quelle que partie du ponceau que ce soit à un niveau plus bas que la ligne de courant, on causera un bourrage immédiat de sable et de gravelle. Un circuit de surface devrait être complété en aval du ponceau pour s'assurer que le canal est en descente du ponceau afin d'éviter les marrages ou l'envasement. Une pente de un pourcent en descente du ponceau est désirable. La route adjacente devrait être construite à une élévation égale au moins à 30cm au dessus de la surface du tuyau pour assurer que la pleine capacité du tuyau soit utilisée avant que l'eau inonde la route.

Le tuyau de tôle ondulée remplit les exigences de AASHTO M36-82. L'épaisseur du mur du ponceau, en supposant qu'on utilise un tuyau à deux pièces qui s'insèrent l'une dans l'autre, sera de calibre 14 pour un tuyau de 90 cm, et de calibre 12 pour tuyau de 150 cm ou plus si le manufacturier le recommande. Le tuyau sera conçu de manière à soutenir des poids HS-20-44 avec une couverture minimum de 30 cm sur la surface du tuyau.

Il y a plusieurs méthodes et sortes d'assemblage de tuyau et de connection. Il est recommandé qu'on s'assure des méthodes d'assemblage et de connection et aussi que les outils et matériaux nécessaires, comprenant les pièces de rechange soient achetés avant la livraison de tuyau. Par exemple, certaines méthodes utilisent de larges quantités de boulons et d'écrous d'acier pour l'assemblage. A cause des nombreuses installations de ponceaux requises, plusieurs clefs de torsion à air, extra puissantes, avec compresseurs et une large quantité de douilles de rechange et d'autres pièces peuvent être requises. Le Superintendant de construction du projet et les maîtres mécaniciens

devraient être consultés. Il est aussi recommandé que le tuyau soit inspecté avant d'être délivré pour s'assurer que les spécifications requises sont remplies.

MAURT2/H

43

8. Drainage de traverse et Régions d'inondation

La Table 8-1 donne la liste des stations, des endroits et des quantités de tuyau recommandés pour tuyau de drainage de traverse requis sur la section KM 70 a Selibabi. Les drainages de traverse comprennent les endroits où, bien que marigots ou canal ne soient pas très bien définis, il est évident que les écoulements de surface se produisent à travers l'alignement de la route, et des tuyaux d'égoût devraient être installés. Ces endroits comprennent aussi de longues sections de route où il n'existe aucun oued ou marigot qui traverse la route et il est désirable, par conséquent, de donner une opportunité au drainage de surface de traverser la route avant qu'une accumulation suffisante cause de l'érosion ou du dommage à la route. Le tuyau de drainage de traverse devrait être installé dans des creusées de profile, endroits plus bas, et périodiquement le long de la route surélevée à travers les régions d'inondation comme décrit plus bas.

Les ponceaux de drainage de traverse seront des tuyaux de tôle ondulée comme décrit dans la section 7, Traverses de petits Marigots. Parce que les tuyaux de drainage de traverse ne sont pas requis de supporter un écoulement spécifique, il peut être acceptable, si nécessaire, de placer la ligne de courant du tuyau légèrement plus bas que la ligne de courant du canal afin de réduire l'élevation de la route au dessus du tuyau.

Table 8-1
 PONCEAUX DE DRAINAGE DE TRAVERSE
 ROUTES RURALE DE MAURITANIE
 Km 70 - Selibabi

<u>Station</u>	<u>NOMERE TUYAU TÔLE ONDULÉE 90 CM REQUIS</u>	<u>NOMBRE TÔLE ONDULÉE 150 CM REQUIS</u>	<u>Station</u>	<u>NOMERE TUYAU TÔLE ONDULÉE 90 CM REQUIS</u>	<u>NOMBRE TÔLE ONDULÉE 150 CM REQUIS</u>
0.500±	1		26.000±	1	
0.980	1		26.200±	1	
1.100	1		26.350±	1	
1.550±	1		26.530±	1	
2.750±	1		27.500	1	
3.585	1		27.850	1	
3.960		1	28.700	1	
4.400±	1		29.200	1	
4.800		1	29.725	1	
5.200	1		30.300	1	
6.150		1	31.068	1	
8.700±	1		31.650	1	
10.500	1		31.820	1	
11.575	1		32.795	1	
11.665	1		34.130	1	
12.100±	1		34.550±	1	
12.600	1		34.900±	1	
13.200	2		35.250±	1	
13.300	1		38.300	1	
15.000	1		38.700		1
15.350	1		38.920	1	
16.200	2		39.025	1	
16.400	2		40.300		1
17.100±	1		40.900		1
17.500±	1		42.320		1
17.800±	1		43.500±	1	
18.200±	1		43.750±	1	
18.600		1	44.000	2	
18.828		1	44.520	2	
19.100±	1		44.950	1	
19.400±	1		44.250	1	
19.731		1	44.550	1	
20.150±	1		44.970	1	
20.600±	1				
21.050±	1				
21.500±	1				
22.600	2				
23.330		1			
23.510	1				
24.000	1				
24.200	1				
24.590	1				
			Total	70	11

LES LONGUEURS TOTALES DE TUYAU REQUISES SONT:

90 CM = 70 CHACUN @ 12 MÈTRES/CHACUN = 840 MÈTRES
 150 CM = 11 CHACUN @ 15 MÈTRES/CHACUN = 165 MÈTRES

47

La Table 8-2 est un résumé de quelques uns des endroits où il serait désirable d'élever la route au dessus du niveau de l'eau dans les régions où il se produit de l'inondation. Table 8-2 n'est pas complète et ne comprend pas tous les endroits qui peuvent être rencontrés, parce qu'un profile complet et précis, actuel ou de plan n'a pas été complété. Alors que la route est planifiée et construite à travers ces endroits, on devrait la surélever d'au moins 60cm au dessus de la moyenne du point culminant de l'élévation des eaux dans les régions d'inondation comme déterminé dans les recherches de profile a compléter. Des tuyaux de drainage de traverse devraient être incorporés comme décrit plus haut.

Table 8-2
 Régions d'Inondation où le Profil devrait être élevé
 Routes Rurales de la Mauritanie
 KM70 - Salibabi

<u>Station (De - À)</u>
2.000 - 2.350
2.800 - 3.525
6.525 - 7.180
11.200 - 11.475
12.500 - 12.900
15.720 - 16.800
22.550 - 22.650
28.650 - 28.750
33.600 - 33.750
39.900 - 40.150
42.300 - 42.550
43.950 - 44.100

48

9. Résumé de la Quantité et du Coût.

Les Tables 9-1 et 9-2 résument les quantités et les matériaux nécessaires pour compléter les structures de drainage requises pour la section de Km 70 à Selibabi se servant des alternatives recommandées par ce rapport. Les coûts sont estimés en se basant sur les informations recueillies et les calculations effectuées par "Overseas Construction Company" un sous-entrepreneur pour ce projet. Une copie d'une partie de leur rapport est incluse dans les pages suivantes.

Les prix démontrés sur les Tables comprennent les coûts de main d'oeuvre directe, d'équipement et des matériaux. Pour information, les prix de matériaux qui suivent représentent seulement les prix livrés sur place:

<u>Item</u>	<u>Quantité</u>	<u>Prix par Unité(\$)</u>	<u>Total(\$)</u>
Ciment et Acier	1,265 M ³	83.00	\$105,000
Gabions	3,450 M ³	28.50	98,300
Tuyau Tôle Ondulée 90cm	1,140 Mètres Linéaires	96.00	109,400
Tuyau Tôle Ondulée 150cm	1,800 Mètres Linéaires	195.00	<u>351,000</u>
			663,700

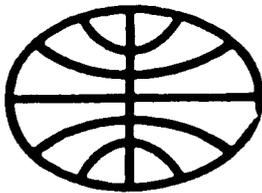
Les quantités démontrées sur les Tables 9-1 et 9-2 sont des quantités actuelles estimées sans aucune éventualités incluses. Il est recommandé qu'on augmente les quantités de 20 pour cent lors de l'achat des matériaux afin d'allouer pour déviations et autres changements, problèmes ou circonstances imprévus. Si le 20 pourcent n'est pas requis pour KM 70 à Selibabi, l'excès peut être utilisé facilement à la section suivante, Selibabi à Gouraye.

Table 9-1
Quantités et Coûts
Comprenant Main d'Oeuvre, Équipement et Matériaux
Radiers de Ciment
Routes Rurales de Mauritanie
KM 70 - Selibabi

<u>Item</u>	<u>Quantité par Mètre Lineaire</u>	<u>Prix par Unité \$</u>	<u>Total de Mètres Linéaires</u>	<u>Prix Total</u>
Traverses majeures d'oued (radiers de ciment):				
Ciment (acier Inclus)	1.1 M ³	\$160.00	1,150	\$202,400
Paniers Gabions	3.0 M ³	45.50	1,150	157,000
			Subtotal	\$359,400
Traverses de Marigot (radiers de ciment):				
Ciment (acier Inclus)	1.1 M ³	\$160.00	705	\$124,100
Paniers Gabions	3.0 M ³	45.50	705	96,200
			Subtotal	\$220,300
			Total	\$579,700

Table 9-2
Quantité et Coût
Comprenant Main d'Oeuvre, Équipement et Matériaux
~~Tuyau de Tôle Ondulée~~
Routes Rurales de Mauritanie
KM 70 - Selibabi

<u>Item</u>	<u>Mètres Linéaires</u>	<u>\$/Mètre</u>	<u>Coût Total(\$)</u>
Petits Marigots:			
Tuyau Tôle Ondulée 90cm	300	124.00	\$ 37,200
Tuyau Tôle Ondulée 150cm	1,635	237.00	387,500
		Subtotal	\$ 424,700
Drainage de Traverse			
Tuyau Tôle ondulée 90cm	840	124.00	\$ 104,200
Tuyau Tôle Ondulée 150cm	165	237.00	39,100
		Subtotal	\$ 143,300
		Total	\$ 568,00
		Additionner les coûts de radiers	\$ 579,700
MAURT2/I		Coût Total	\$1,147,700



OVERSEAS
CONSTRUCTION SERVICES COMPANY

800 West Madison Street
Mt. Pleasant, Iowa 52641
319/385-7611
Cable OCSINC

P. O. Box 238

TLX 230199 SWIFT UR OCS

November 28, 1983

Mr. Brad Peterson
Morrison-Maierle, Inc.
P. O. Box 6147
910 Helena Avenue
Helena, Montana 59604

Dear Brad:

Cost estimate spread sheets are attached for the nestable culvert pipe, gabions, and Irish Bridge. Direct costs are as follows:

- | | | |
|---------|---|-----------------------------------|
| Item 1. | Irish Bridge
(Excavate, pour, clean-up) | US\$160.00M ³ Concrete |
| Item 2. | 36" Culvert 14 gauge
(Excavate, Place, Backfill) | US\$123.54/M.L Culvert |
| Item 3. | 60" Culvert 12 gauge
(Excavate, Place, Backfill) | US\$237.40/M.L Culvert |
| Item 4. | Gabions
(Furnish & Place) | US\$113.30/Meter Cube |

Direct costs for single span country bridges should be in the following ranges:

Excavations for footings	Dry US\$ 13.00/M ³
	Wet US\$ 42.50/M ³
Footing & abutment concrete (in place)	US\$140/M ³
Beams & slabs (in place)	US\$285/M ³
Reinforcing steel (provide & place)	US\$ 0.92/kg.

Regards,

Ken

Ken Rogers
President

WKR:vkb

*Revised to \$45.50 per conversation
w/ Dave Paulsen on 01 Dec 83.*

BGP

Item 1.	Pont Irlandais (Creuser, Couler, Nettoyer)	US\$160.00M ³ Ciment
Item 2.	36" Ponceau Calibre 14 (Creuser, Placer, Recouvrir)	US\$123.54/Mètre Linéaire Ponceau
Item 3.	60" ponceau Calibre 12 (Creuser, Placer, Recouvrir)	US\$237.40 Mètre Linéaire Ponceau
Item 4.	Gabions (Fournir & Placer)	US\$ 45.50/Mètre Cube

Les coûts directs pour traverse simple de ponts de campagne devraient être de l'ordre suivant:

Creusage pour base	Sec	US\$ 13.00/M ³
	Humide	US\$ 42.50/M ³
Creusage et aboutement de ciment (en place)		US\$140/M ³
Poutres et Dalles (en place)		US\$285/M ³
Béton Armé (Fourni et Placé)		US\$ 0.92/kg