

(A) 550 82.3

09119

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL

(O.M.V.S.)

HAUT-COMMISSARIAT

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT
ET DE LA COORDINATION

CELLULE D'EVALUATION ET DE
PLANIFICATION CONTINUE

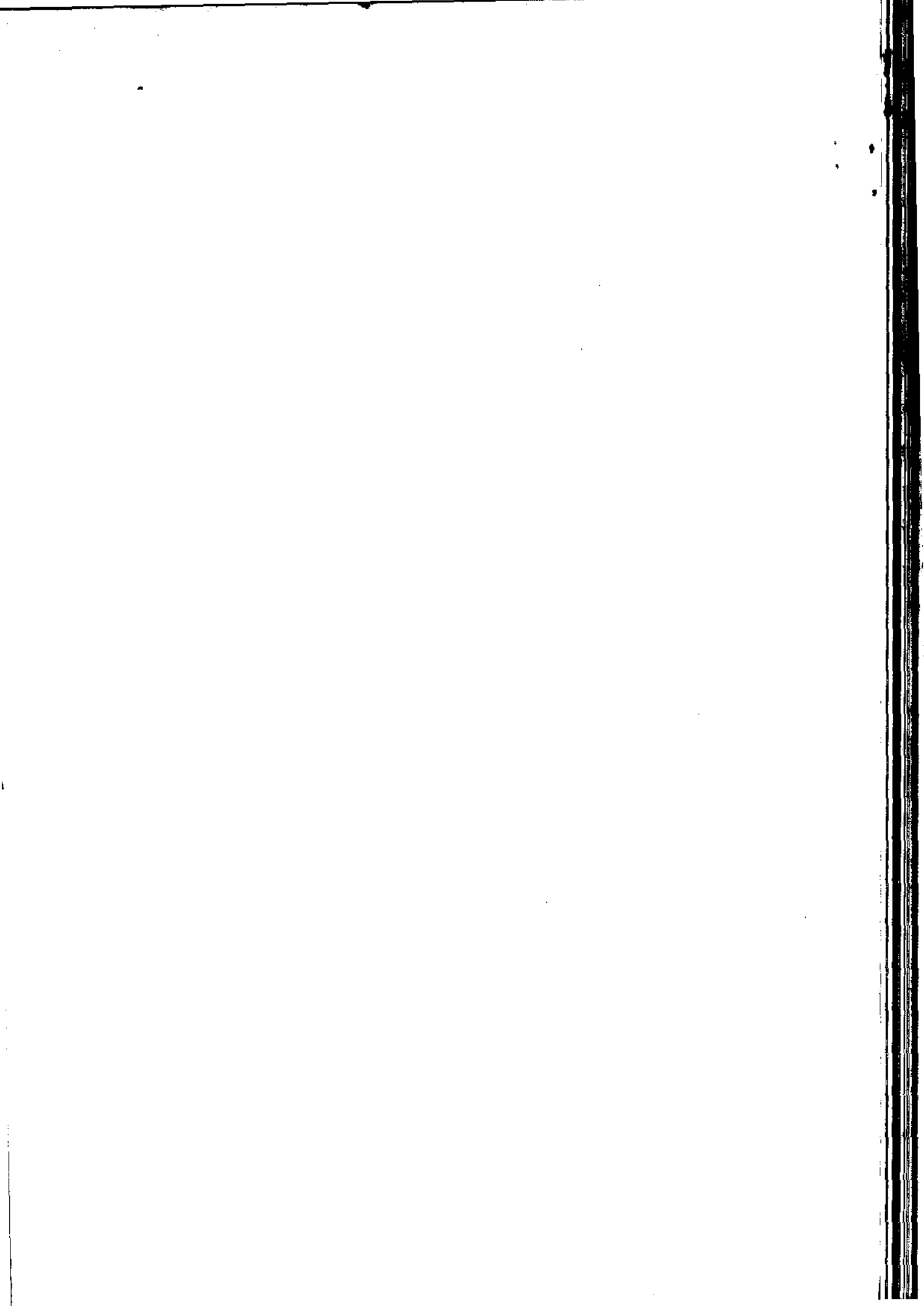
SEMINAIRE SUR LE CONCEPTION, LA REALISATION ,
LA MAINTENANCE ET LES COUTS DES AMENAGEMENTS
HYDROAGRICILES DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

DAKAR AU 21 AU 24 AVRIL 1986

CONCEPTION ET COUTS DES AMENAGEMENTS

HYDROPLAN -Ingénieurs-Conseils
HERDECKE - RFA

Décembre, 1985



S O M M A I R E

	<u>PAGE</u>
0. CONCEPTION ET COUT DES AMENAGEMENTS HYDROAGRICOLES	
1. INFORMATIONS DE BASE SUR QUELQUES PROJETS INDIVIDUELS	1
1.1 Périmètre Pilote de NIANGA	1
1.1.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux	1
1.1.2 Coûts particuliers	2
1.1.2.1 Personnel de l'entreprise	2
1.1.2.2 Matériaux significatifs	2
1.1.2.3 Coûts d'engins	3
1.1.3 Facteurs diminuant le coût	3
1.2 Périmètre de NIANGA, Casier C/ Sénégal (Culture d'irrigation)	3
1.2.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux	7
1.2.2 Coûts particuliers	7
1.2.2.1 Personnel de l'entreprise	7
1.2.2.2 Matériaux significatifs	8
1.2.2.3 Coûts d'engins	8
1.3.3 Facteurs diminuant le coût	8
1.3 Périmètre de LAMPSAR (Culture d'irrigation)	13
1.3.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux	13
1.3.2 Coûts particuliers	14
1.3.2.1 Personnel de l'entreprise	14
1.3.2.2 Matériaux significatifs	14

	<u>PAGE</u>
1.3.2.3 Coûts d'engins	15
1.3.3 Facteurs diminuant le coût	15
1.4 Périmètre de GORGOL (Culture d'irrigation)	17
1.4.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux	17
1.4.2 Coûts particuliers	17
1.4.2.1 Personnel de l'entreprise	17
1.4.2.2 Matériaux significatifs	18
1.4.3 Facteurs diminuant le coût	18
1.5 Périmètre de DIOSSOROL/SENEGAL (Culture de décrue)	20
1.5.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux	20
1.5.2 Coûts particuliers	20
1.5.2.1 Personnel de l'entreprise	20
1.5.2.2 Matériaux significatifs	20
1.5.2.3 Coûts d'engins	21
1.5.3 Facteurs diminuant le coût	21
1.6 Périmètre de SEGOU/MALI (Culture de décrue)	22
1.6.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux	22
1.6.2 Coûts particuliers	22
1.6.2.1 Personnel de l'entreprise	22
1.6.2.2 Matériaux significatifs	23
1.6.3 Facteurs diminuant le coût	23

	<u>PAGE</u>	
1.7	Réhabilitation du Casier Pilote de NIANGA/SENEGAL	25
1.7.1	Personnel chargé de la surveillance des travaux	25
1.7.2	Coûts particuliers	25
1.7.2.1	Personnel de l'entreprise	25
1.7.2.2	Matériaux significatifs	25
1.7.2.3	Coûts d'engins	26
1.7.3	Facteurs diminuant le coût	26
1.8	Périmètre de la SEMRY III à ZIMADO/Cameroun	29
1.8.1	Personnel chargé de la surveillance des travaux	29
1.8.2	Coûts particuliers	29
1.8.2.1	Personnel de chantier	29
1.8.2.2	Matériaux significatifs	30
1.8.2.3	Coûts d'engins	30
1.8.3	Facteurs diminuant le coût	30
1.9	Périmètre irrigué par aspersion BOU HEURTMA/TUNISIE	32
1.9.1	Personnel chargé de la surveillance des travaux	34
1.9.2	Coûts particuliers	34
1.9.2.1	Personnel de l'entreprise	34
1.9.2.2	Matériaux significatifs	34
1.9.3	Facteurs diminuant le coût	35
2	RESUME ET GENERALISATION	39

0 CONCEPTION ET COUT DES AMENAGEMENTS HYDROAGRICOLES

=====

Les passages figurant ci-après comprennent une description des expériences acquises dans le cadre de neuf projets bien différents réalisés au Sénégal, Mali, en Mauritanie, au Cameroun et en Tunisie.

Il s'agit en détail des

- Projets d'irrigation pour la riziculture ainsi que pour des polycultures
 - Périmètre Pilote de NIANGA/Sénégal
 - Périmètre NIANGA Casier C/Sénégal
 - Périmètres LAMPSAR/Sénégal
 - Périmètre GORGOL/Mauritanie

- Projets de submersion contrôlée (pour la culture du riz et sorghum):
 - Périmètre de DIOSSOROL/Sénégal
 - Périmètres de SEGOU/Mali

- Projets de réhabilitation d'un périmètre irrigué
 - Réhabilitation du Casier Pilote de NIANGA/Sénégal

- Projet d'irrigation pour la culture du riz (travaux en régie)
 - Périmètre de la SEMRY III à ZIMADO/Cameroun

- Projet d'irrigation par aspersion
 - Périmètre de BOU HEURTMA/Tunisie

1. INFORMATIONS DE BASE SUR QUELQUES PROJETS

INDIVIDUELS

1.1 Périmètre Pilote de Nianga/Sénégal

(Culture d'irrigation)

Caractéristiques

- Construit en 1974-75 (20 mois): 649 ha;
- réseau des canaux principaux secondaires, tertiaires et quaternaires en terre compactée; réseau de drainage en canaux en ciel ouvert;
- réseau des routes et des chemins d'exploitation (carrossable jusqu'à la parcelle);
- station de pompage, cité (habitations, bâtiments pour l'administration, hangars et ateliers pour des extensions jusqu'à 10.000 ha;
- coût révisés (1975) 862 mio FCFA (1,40 mio FCFA/ha).

1.1.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

- Ingénieur-hydraulicien diplômé,
expert européen 20 mois
- Ingénieur génie civil/topographe,
expert européen 10 mois

Coûts totaux: 43 mio FCFA correspondant à 5 % du coût de réalisation.

1.1.2 Coût particulier

1.1.2.1 Personnel de l'entreprise

Nombre total	200	
dont, qualifiés	20	(Un chef de chantier européen a assumé la tâche de directeur des travaux; 2 chefs de chantier européens (1 mécanicien, 1 génie civil); 3 chefs d'équipe, 6 maçons et charpentiers, 8 conducteurs d'engins).

Coût mensuel: sera encore vérifié au Sénégal.

1.1.2.2 Matériaux significatifs

- remblais compactés (révisé en 1975)	460 FCFA/m ³
- déblais	390 FCFA/m ³
- béton classe III	45.000 FCFA/m ³
- fourniture, montage pompe, (1,5 m ³ /s, 6,0 m de refoulement)	6.200.000 FCFA/u
- fourniture, montage moteur Diesel 125 DIN/CV	9.500.000 FCFA/u
- groupe électrogène 30 KVA	4.000.000 FCFA/u
- vanne murale 300 x 300 mm, levage 7 m	400.000 FCFA/u
1000 x 1000 mm, levage 4 m	2.100.000 FCFA/u
1250 x 1250 mm, levage 9 m	2.900.000 FCFA/u
2000 x 2000 mm, levage 4 m	4.100.000 FCFA/u
- prix transport Dakar-Nianga, 400 km, part	12.000 FCFA/m ³
- partie du montage des prix offerts	env. 20 %

1.1.2.3 Coûts d'engins

pour 6 engins, le coût de location est suivant le contrat (révisé en 1975), location à l'heure

- bulldozer D 8	25.000 FCFA/h
- grader Caterpillar	20.000 FCFA/h
- camion 10 t	6.700 FCFA/h
- compacteur	12.000 FCFA/h
- scraper 621	18.500 FCFA/h

1.1.3 Facteurs diminuant le coût

Chemins d'accès

A Nianga, le chemin d'accès pour l'entrepreneur était la digue extérieure faisant la liaison la plus courte vers la route goudronnée et vers les centres commerciaux. Aucun avantage financier ne serait donné par l'amélioration d'une piste à travers le grand périmètre. Au contraire, l'entrepreneur devrait entretenir la surface de la digue utilisée. La création d'une piste ou son amélioration par un organisme officiel n'était pas envisageable.

Importation de matériaux et de matériels

L'acte de l'importation prenait par un transitaire de l'entreprise en général deux mois.

Ce procédé devrait être réorganisé de manière à permettre l'importation du matériel/matériau en l'espace de quelques jours.

Volume des travaux

Le coût des remblais de la digue subordonnée au périmètre, calculé un an avant la réalisation du périmètre était inférieur de 11 % par m³. Cependant, le volume de ces travaux était de 10 fois plus élevé, d'une part et, d'autre part, la révision des prix à prendre en compte pour l'année écoulée comblait la différence.

En résumé, il n'existe dans le présent cas aucune dépendance prix - volume de travail.

Clauses de paiement

Il avait été stipulé dans le contrat de l'entreprise

1. avances 25 %, remboursables par retenue sur les décomptes provisoires mensuels
2. retenue de garantie 5 %, remboursables à la réception définitive
3. révision des prix: à calculer mensuellement suivant des indices officiels
4. pénalités de retard, 1/10.000^e du montant du marché
< 90 jours de retard
pénalités de retard, 1/5.000^e du montant du marché
< 91 - 180 jours de retard
pénalités de retard, 1/2.000^e du montant du marché
< 180 jours de retard.

Extension de la concurrence

Il devra être vérifié si l'entreprise participait pour l'aménagement du périmètre à une concurrence internationale ou si le contrat de la construction extérieure servait de base pour ces travaux.

Techniques à l'exécution plus sophistiquée

Le contrat prévoyait des tolérances précises pour les ouvrages de béton, de mécanique et d'électro-mécanique.

Les ouvrages de terrassement étaient prescrits avec un compactage à 95 % OP (Optimum Proctor modifié) et avec des tolérances en position, niveau et inclinaison de 5 cm.

Deux définitions techniques auraient pu être moins sophistiquées:

1. Le terrassement compacté devrait s'inscrire dans la forme prévue; on pourrait accepter que des terrassements surchargés restent aux ouvrages où il n'y a pas d'inconvénients (p. e.: digue vers le côté extérieur où il n'y a aucune construction immédiate.
2. La confection de canaux quaternaires (arroseurs) était prescrite avec des matériaux durs arrosés et compactés. Dans certains des cas, il peut être envisagé de faire ce travail sans compactage en profilant avec le grader. Il doit être vérifié dans le cas spécial si la technique simplifiée diminue le coût.

Délai de réalisation

Le délai de réalisation était de 20 mois pour 649 ha net. D'après des expériences récentes sur de divers chantiers, ce délai devrait être raccourci. Il est à signaler, cependant, qu'un raccourcissement peut s'avérer négatif pour les petites et moyennes entreprises ne possédant pas la capacité en matériel pour réaliser un aménagement hydro-agricole plus rapidement.

Préfabrication

La préfabrication a été pratiquée pour tous les ouvrages du système quaternaire ainsi que pour toutes les bases servant à établir des passages de pistes. La préfabrication de plaques (en béton) protégeant à l'aval des ouvrages contre l'érosion risque de renoncer à une fondation soigneusement raccordé de l'ouvrage vers la partie protégée de canaux.

1.2 Périmètre de NIANGA, Casier C/Sénégal
(Culture d'irrigation)

Caractéristiques

- Construit en 1983 - 1984 (11 mois), 337 ha
- endiguement
- *non* réseau des canaux principaux, secondaires, tertiaires et quaternaires en terre compactée, réseau de drainage
- réseau de pistes le long des drains secondaires et du canal principal
- petit génie civil (ouvrages hydrauliques)
- station de pompage avec salle de groupes
- coûts révisés en 1984 (avec préfinancement) 970 Mio. FCFA (2,35 mio FCFA/ha).

1.2.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

- Chef de mission, expert européen 10 mois
- Ingénieur génie civil, expert européen 6 mois
- Ingénieur électro-technique, expert européen 0,5 mois

Coûts totaux: 52,3 Mio. FCFA (équivalents à 5 % des coûts d'investissement)

1.2.2 Coûts particuliers

1.2.2.1 Personnel de l'Entreprise

Nombre total: 120
dont qualifiés: 12 (directeur des travaux, conducteur des travaux, chef du terrassement, chef du génie civil, agent maîtrise topo, 7 chefs d'équipes)

1.2.2.2 Matériaux significatifs

remblai compacté (1983):	680 FCFA/m ³
déblai:	590 FCFA/m ³
béton classe III	42.000 FCFA/m ³
fourniture, montage pompes 4 à 900 l/s	42.000.000 FCFA
fourniture, montage 2 groupes électro- gènes de 350 kVA	60.000.000 FCFA

1.2.2.3 Coûts d'engins

Location à l'heure:

bulldozer D7	30.000 FCFA/h
pelle Poclain 90	20.000 FCFA/h
grader 140	18.000 FCFA/h
scraper 621	30.000 FCFA/h
camion 12 t	10.000 FCFA/h
compacteur 815	17.000 FCFA/h
pompe d'épuisement	500 FCFA/h

1.2.3 Facteurs diminuant les coûts

Importation de matériaux et de matériel

Des retards considérables ont été entraînés par les fournitures des pompes, groupes électrogènes et du matériel hydro-mécanique. Il est recommandé d'avoir, dans une plus grande mesure, recours aux matériaux et matériels disponibles dans le pays. Les modules en masques peuvent être reproduits en forme simplifiée. L'exonération du matériel est obtenue par l'intermédiaire d'un transitaire de la S.A.E.D. Ce procédé devrait être réorganisé de manière à ce que l'entreprise s'en occupe directement.

Volume des travaux

Comme les frais de chantier ont pu être distribués entre les trois chantiers, ceci a apporté des effets positifs.

Mais ceci n'a pas eu une influence sur les frais individuels, tels que déblai, remblai et béton armé, car dans tous les cas, une machine optimale a dû être utilisée, soit qu'il s'agisse d'un projet de moyenne étendue, soit d'un grand projet (200 à 1500 ha). L'emploi des machines ne changera pas dans les deux cas, vu que les sections des canaux et des drains seront seulement soumises à de faibles modifications.

Clauses de paiement

Les points suivants ont été stipulés dans le contrat de l'Entreprise:

1. préfinancement jusqu'à notification des fonds du prêt
2. avances, 20 % remboursables par retenue sur les décomptes provisoires mensuels
3. retenue de garantie, 10 % du montant du marché
4. actualisation de prix à la date de l'ordre de service de démarrage des travaux
5. révision des prix à calculer suivant la formule de variation de prix
6. pénalités de retard $1/2.500^e$ du montant de la valeur initiale de la partie des travaux en retard mais plafonné à 10 % du montant du marché.

Techniques de la planification et de l'exécution

Système hydraulique:

- Choix de profiles des drains et canaux, afin de permettre une utilisation adaptée à l'emploi des machines. Lors de

la construction des canaux secondaires, on a pu réaliser une réduction de 607 FCFA/ml, bien que la largeur de la crête soit augmentée de 2,00 à 3,00 m. Dans le cas d'une largeur de 2,00 m, on aurait dû payer une plus-value supplémentaire. Ceci aurait apporté des frais plus élevés par rapport à la méthode appliquée, c.-à-d. la construction d'une digue de 3,00 m de largeur dès le début.

- Choix de la taille la plus grande possible des surfaces de planage (un avantage non négligeable aussi en vue d'une culture future pratiquée au moyen de machines agricoles)
- si le planning relatif aux systèmes d'irrigation et de drainage et au lotissement rectangulaire ou au moins parallèle, ceci permettrait un raccourcissement des trajets en compensant souvent l'économie de m³/mètre linéaire, laquelle est toutefois liée à un tracé plus long.

Ouvrages

Minimisation des ouvrages:

- On n'a pas construit des déversoirs dans les canaux quaternaires du Casier C, car ceux installés dans le Casier Pilote n'avaient pas rempli leur fonction et car on avait constaté, après peu de temps, des obstructions ou des engorgements.
- On a minimisé les ouvrages de chute, étant donné qu'une comparaison avait montré qu'il est plus avantageux, au lieu de construire un ouvrage de chute, de construire un canal sur une distance max. de 442 ml et d'une hauteur au-dessus du terrain naturel de 90 cm.
- Un tracé optimal des drains, canaux et pistes abouti à un nombre réduit d'ouvrages d'intersection.

- Remplacement des prises d'eau en béton à la parcelle par des siphons. Dans le Casier C, on a installé des tuyaux en PVC au lieu de prises d'eau à la parcelle, ce qui a déjà apporté des économies de frais. Quant au service ultérieur, des siphons flexibles seront cependant plus avantageux. De plus, on peut, de cette façon, renoncer à une installation dans la diguette du canal quaternaire.

Délai de réalisation

Les plans prêts à l'exécution ont encore dû être établis de l'entrepreneur et être approuvés par la mission de contrôle et par la SAED. Grâce aux modifications suivantes, il serait possible de réduire considérablement les périodes de construction :

- Achèvement de tous les plans jusqu'à l'état prêt à l'exécution, pour l'ensemble des ouvrages (plans de coffrage, plans de ferrailage) p.ex. par l'entrepreneur, la SAED ou en coopération avec le bureau d'études avant l'ordre de service pour le démarrage des travaux.
- Avant l'ordre de service pour le démarrage des travaux: établissement des plans pour le système d'irrigation et de drainage à l'échelle 1 : 2000 p.e. par l'entrepreneur, la SAED ou en coopération avec le bureau d'ingénieurs-conseils. Le levé topographique peut, en tout cas, être exécuté par le personnel sur place.
- Si l'ensemble des plans sont disponibles, l'entrepreneur peut mieux organiser son travail et le cas échéant, passer des commandes pour le matériel hydro-mécanique (vannes, tuyaux en PVC, etc.) et commencer la préfabrication d'éléments de construction (buses en béton) à temps.

- Obligation de l'entrepreneur d'observer les délais.
En établissant un dossier complet des mesures de construction, l'entrepreneur peut mieux être obligé d'observer les délais de construction. De plus, on peut bien éviter des dépassements des délais fixés ainsi que les frais supplémentaires résultant de l'actualisation et de la révision des prix.

Préfabrication

- Dans le Casier C, seulement les buses du diamètre 40, 60, 80 et 100 cm ont été préfabriquées en béton non armé. Une préfabrication aurait seulement été possible pour les ouvrages de sectionnement. Une attention particulière doit être faite à la pose de l'ouvrage et au remplissage.
- Toutes les vannes métalliques ont été soudées sur place. Aussi les rainures métalliques ont été adaptées aux ouvrages en béton.

1.3 Périmètres de LAMPSAR/Sénégal
(Culture d'irrigation)

Caractéristiques

- Construit en 1979 - 1980 (24 mois), 1671 ha
- 10 périmètres moyens le long du marigot LAMPSAR
TILENE 105 ha

PT. GENDARME	170 ha	N'GAO	144 ha
N'GOMENE	200 ha	POLO	227 ha
N'DIAYE	125 ha	M'BODIENE	279 ha
N'DELLE	158 ha	BIFECHE	152 ha
LAMPSAR	111 ha		

Total: 1.671 ha

non

- endiguement
- réseaux de canaux principaux, secondaires et tertiaires en terre compactée, réseau de drainage principaux, secondaires et tertiaires
- réseaux des pistes le long des drains principaux et secondaires
- petit génie civil (ouvrages hydrauliques)
- 10 stations de pompage (une pour chaque périmètre)
- 3 stations d'exhaure
- coûts révisés (1980): 2.777,2 Mio. FCFA (1,76 mio FCFA/ha).

1.3.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

- chef de mission, expert européen 21 mois
- ingénieur génie civil, expert européen 18 mois

- ingénieur du terrassement, expert européen 16 mois
- ingénieur topographe, expert européen 16 mois
- expert pompes, expert européen 2,5 mois

Coûts totaux: 193 Mio. FCFA (équivalents à 6 % des coûts de réalisation).

1.3.2 Coûts particuliers

1.3.2.1 Personnel de l'Entreprise

Nombre total: 150
dont qualifiés: 14 (directeur européen des travaux, chef de chantier et de terrassement d'origine européenne, mécanicien européen, 4 conducteurs des travaux, 6 chefs d'équipe).

1.3.2.2 Matériaux significatifs

remblai compacté (1980): 522 FCFA/m³
débriai 258 FCFA/m³
béton classe III 27.000 FCFA/m³
fourniture, montage pompe 100 l/s 21.000.000 FCFA/u
y compris refoulement
idem, 200 l/s 2.300.000 FCFA/u
idem, 250 l/s 2.600.000 FCFA/u
idem, 600 l/s 4.700.000 FCFA/u

1.3.2.3 Coûts d'engins

Location à l'heure

bulldozer D8	30.000 FCFA/h
pelle hydraulique	18.000 FCFA/h
grader 140	20.000 FCFA/h
scraper 621	30.000 FCFA/h
camion 10 t	4.500 FCFA/h
compacteur 815	30.000 FCFA/h

1.3.3 Facteurs diminuant le coût

Importation de matériaux et de matériel

Les ouvrages munis de vannes ont été construits au moyen de vannes importées. A cause de retards de livraison et d'exonération, il était en partie nécessaire d'exécuter la mise en eau sans installer les vannes.

Il aurait été plus avantageux sous l'aspect financier et plus vite, si l'on avait utilisé des vannes préfabriquées sur place munies de fers T, U, L et fers plats.

Volume des travaux

L'adjudication des travaux à effectuer pour tous les 10 périmètres à un seul groupement formé de deux entreprises avait l'avantage qu'après l'achèvement de chaque cuvette supplémentaire, la coordination des travaux est devenue plus parfaite. Grâce à cette routine, un meilleur avancement des travaux a été atteint, en particulier sur le secteur du génie civil.

Clauses de paiement

Les points suivants ont été stipulés dans le contrat de l'Entreprise:

- avances 35 % remboursables par retenue sur les décomptes provisoires.
- retenue de garantie 10 % remboursables 50 % à la réception provisoire et 50 % à la réception définitive.
- actualisation des prix à la date de notification de l'ordre de service et à la date de reprise après suspension.
- révision des prix mensuelle à calculer suivant formule de variation de prix.
- intérêts moratoires supérieurs à 1 % au taux d'escompte de l'institut d'émission.
- pénalités de retard: $1/2.500^e$ /jour du montant de la valeur initiale de la partie des travaux en retard, mais plafonné à 7 % du montant du marché.

Techniques de la planification et de l'exécution

- Après l'adjudication des travaux au Groupement, les plans ont été modifiés complètement. Le système hydraulique a été simplifié, ce qui a apporté des influences sur tous les ouvrages intégrés dans le système. Par conséquent, les travaux de l'entrepreneur ont dû être interrompus plusieurs fois, et la période de construction a dû être prolongée de plus de 3 mois.
- Comme dans tous les autres projets, les diguettes à la parcelle ont été exécutées au moyen du grader. Les travaux pourraient également être réalisés par les paysans, eux-mêmes. Les frais pour 10 cuvettes correspondent à environ 25 ha de nouvelle surface de culture.

1.4 Périmètre de GORGOL/Mauritanie (culture d'irrigation)

Caractéristiques:

- Construit en 1975 à 1977 (24 mois), 670 ha
- endiguement avec pont-vanne sur le GORGOL
- réseau des canaux principaux, secondaires, tertiaires et quaternaires en terre compactée; réseau de drainage principal à tertiaire
- réseau de pistes le long des drains
- petit génie civil (ouvrages hydrauliques et passages)
- station de pompage
- coûts révisés (1977): 1.413 Mio. FCFA
1,55 mio FCFA/ha.

1.4.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

Ingénieur hydraulicien, expert européen: 28 mois
coûts totaux: 51,8 Mio. FCFA, soit 3,5 % du coût d'investissement

1.4.2 Coûts particuliers

1.4.2.1 Personnel de l'Entreprise

Nombre total: 130

Dont qualifiés: aucune information disponible

1.4.2.2 Matériaux significatifs

remblai compacté (1976)	1.218 FCFA/m ³
déblai	539 FCFA/m ³
béton classe III	34.500 FCFA/m ³
fourniture, montage (600 l/s à 10,70 m) pompe axe vertical	8.100.000 FCFA/u
fourniture et montage moteur électrique 90 kW	3.700.000 FCFA/u
vanne (800 x 800)	3.000.000 FCFA/u

1.4.3 Facteurs diminuant les coûts

Importation de matériaux et de matériel

Pour le projet de GORGOL, on a réalisé le même système avec modules en masques que celui appliqué à NIANGA/Sénégal. Les remarques faites au chapitre correspondant s'appliquent également à ce cas.

Techniques de la planification et de l'exécution

- Au lieu de choisir une construction à la fouille, la station de pompage a été construite en forme de caissons. Cette méthode était très coûteuse et posait de grands problèmes.
- La solution la plus économique serait de prévoir une commande directe de la station de pompage au moyen de moteurs Diesel.
- La commande directe des pompes permettrait d'installer une puissance du moteur étant de 20 % plus basse que la puissance normalement à installer. Un bâtiment supplémentaire pour les groupes électrogènes ne serait pas nécessaire.

- L'installation des pompes sur la rive, conformément à la pente naturelle du lit de la rivière (voir l'exemple de MONOPUMPS) entraînerait une réduction des frais et des problèmes techniques.
- Le dimensionnement de la station de pompage en vue d'une extension future du projet est lié à des frais d'extension spécifiques plus bas.

Délais de réalisation

L'entrepreneur était infligé d'une pénalité pour 150 jours de retard. L'entrepreneur n'était pas en mesure de reprocher une faute au Maître d'oeuvre car les documents de planification pour le terrassement et le génie civil étaient disponibles à temps et car aucune modification dans le projet n'était exécutée.

Préfabrication

Pour plus de détails, veuillez se rapporter aux remarques faites au sujet du périmètre Pilote de NIANGA, Casier C/Sénégal.

1.5 Périmètre de DIOSSOROL/Sénégal
(Culture de décrue)

Caractéristiques:

- Construit en 1983 (3 mois), 400 ha
- endiguement avec passages busés vannés
- aménagement du marigot DIOSSOROL avec adduc-teurs
- coûts révisés (1983): 48,6 Mio. FCFA
(0,172 mio FCFA/ha).

1.5.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

Chef de mission, expert européen	2 mois
Ingénieur du génie civil	1 mois
Coûts totaux: 16,4 Mio. FCFA, soit 25 % des coûts d'investis-sement.	

1.5.2 Coûts particuliers

1.5.2.1 Personnel de l'Entreprise

mêmes indications que celles relatives au périmètre de NIANGA, Casier C, chapitre 1.2.2.1.

1.5.2.2 Matériaux significatifs

remblai compacté (1983)	680 FCFA/m ³
déblai dans le marigot	725 FCFA/m ³
béton classe III	42.000 FCFA/m ³
vanne Ø 1000 mm	705.000 FCFA/u
vanne Ø 600 mm	510.000 FCFA/u

1.5.2.3 Coût d'engins

même prix que celui indiqué au chapitre 1.2.2.3.

1.5.3 Facteurs diminuant le coût

Importations de matériaux et de matériel

A l'exception de la crémallière, toutes les vannes des deux ouvrages de réglage conçus pour des tuyaux du diamètre 1000 mm et 600 mm ont été exécutées sur place. Il a été possible d'éviter des retards causés par les livraisons de l'Europe. Les frais chargés pour des vannes comparables importées ont pu être réduits de 30 %.

Volume des travaux

Ce lot des travaux n'a été réalisé que lors des négociations contractuelles concernant le Casier C de NIANGA. Ceci n'a pas abouti à une modification des prix unitaires.

1.6 Périimètre de SEGOU/Mali (Culture de décrue)

Caractéristiques:

- Construit en 1973 - 1975 (23 mois), 7630 ha
- 4 casiers neufs le long du NIGER et réaménagement de 4 casiers:

Casier I	1.720 ha
Casier II	3.150 ha
Casier III	1.970 ha
Casier IV	790 ha
- endiguement avec ouvrages vannés
- canaux d'amenée
- construction des logements, bureaux, hangars et des centres de développement communautaire

Coûts révisés (1976): 1.920 Mio. FCFA (0,080 mio FCFA/ha.

1.6.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

Chef de mission, expert européen	22 mois
Ingénieur de l'infrastructure, expert européen	23 mois
Ingénieur de bâtiment, expert européen	15 mois

1.6.2 Coûts particuliers

1.6.2.1 Personnel de l'Entreprise

De différents lots ont été adjudgés pour les travaux d'infrastructure et le bâtiment.

Les bâtiments ont été exécutés par des entreprises de moyenne à petite taille, tandis que les travaux d'infrastructure ont été réalisés par des entreprises relativement grandes, possédant les machines et engins nécessaires. Le nombre des collaborateurs était conforme à la taille de l'entreprise.

1.6.2.2 Matériaux significatifs

Remblai compacté (1975)	559 FCFA/m ³
Déblai aux scrapers terrain meuble	299 FCFA/m ³
- terrain nécessi-	
tant le ripper	433 FCFA/m ³
à la pelle	1.260 FCFA/m ³
Béton non armé; fondation	21.000 FCFA/m ³
Béton non armé; radier	27.500 FCFA/m ³
Béton non armé; élévation	45.000 FCFA/m ³
Béton armé	47.500 FCFA/m ³

1.6.3 Facteurs diminuant le coût

Volume des travaux

Les travaux importants de terrassement ont été divisés en plusieurs lots, c'est-à-dire que chaque périmètre a été soumissionné séparément.

La concurrence de 8 entrepreneurs agirait de façon positive sur la configuration des prix des prix unitaires.

Prix unitaires

Comme déjà mentionné au chapitre 1.6.2.2, les prix unitaires étaient en partie plus spécifiés qu'en règle générale.

Ceci exige, en ce qui concerne la surveillance des travaux, un contrôle supplémentaire, conduit, cependant, pour les nombreux travaux, à une détermination exacte des prix pour un ouvrage.

La répartition du déblai pourrait être exécutée dans le cas de plus petits projets alors que la répartition du béton non armé est souhaitable pour les plus grands ouvrages, tels que dalots, ponts, station de pompage, ouvrage de prise etc.

Délai de réalisation

La répartition en différents lots a conduit à une optimisation de la période de construction. Plusieurs entrepreneurs participaient à ce projet et le retard d'un des entrepreneurs n'a en aucun cas agité de façon négative sur l'avancement de l'ensemble du projet.

1.7 Réhabilitation du Casier Pilote de Nianga/Sénégal

Caractéristiques

- Réhabilité en 1983-1984 (8 mois) 649 ha
- faucardage et curage de tous les canaux et drains
- reprise de planage
- reconstruction et réparation de l'endiguement
- curage du canal d'amenée
- latéritage des pistes

Coût révisé (avec préfinancement) 248 mio FCFA
(0,41 mio FCFA/ha).

1.7.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

Chef de mission, expert européen	6 mois
Ingénieur, expert européen	3 mois

Coût total: 34 mio de FCFA (soit 12 % des coûts d'investissement)

1.7.2 Coûts particuliers

1.7.2.1 Personnel de l'entreprise
(voir chapitre 1.2.2.1)

1.7.2.2 Matériaux significatifs

remblai compacté (1983)	780 FCFA/m ³
déblai	870 FCFA/m ³
faucardage	165 FCFA/m ^l
béton classe III	57.650 FCFA/m ³

1.7.2.3 Coûts d'engins

Location à l'heure, voir chapitre 1.2.2.3

1.7.3 Facteurs diminuant le coût

Optimisation de la phase de réhabilitation

Afin de réduire au minimum la période de réhabilitation et d'éviter éventuellement le manque d'une culture, les conditions énumérées ci-après doivent absolument être remplies:

- connaissances parfaite des mètres (profil en travers, hauteur des ouvrages, plans de recollement)
- engins adéquats de déblai (flesh, godet)
- le chef des périmètres doit avoir connaissance parfaite de l'état de ses périmètres afin de pouvoir déterminer d'éventuels dommages.
- les paysans doivent remettre les champs en parfait état
- le nettoyage des systèmes quaternaires est seulement possible après l'enlèvement des prises d'eau et des prises d'évacuation à la parcelle ou au cas où ces prises n'existent pas (siphons ou tuyaux en plastique que le paysans emmènent à la fin de la saison).
- réseau routier adéquatement dimensionné pour permettre l'accès de toutes les parties du périmètre.

Travaux de surveillance

L'étendue des travaux de surveillance nécessaire à la réhabilitation du périmètre irrigué a dépassé celle exigée pour la nouvelle construction étant donné que

- l'étendue des mesures est souvent inconnue et les priorités ne sont déterminées qu'avant le démarrage des travaux

- la quote-part des travaux en régie est très élevée
- l'influence des paysans sur les conducteurs d'engins a dû être évitée
- de nombreux travaux d'organisation étaient nécessaires vue la très courte période, disponible à la réhabilitation. L'exécution des travaux n'était possible qu'entre la contre-saison et le début de la saison d'hivernage si la contre-saison ne devait pas être utilisée ou ne peut pas être mise en valeur à cause d'un débit trop faible
- le décompte est difficile, l'état actuel doit être exactement déterminé préalablement.

Prix unitaires

Une comparaison des prix unitaires du remblai et du déblai de la réhabilitation, d'une part et des nouvelles constructions, d'autre part, montre que les prix de la réhabilitation sont plus élevés bien que les travaux soient réalisés en même temps et par les mêmes entrepreneurs.

Cette divergence s'explique par l'incertitude de l'entrepreneur, c'est-à-dire, qu'il n'était pas en mesure de juger l'étendue et la nature des travaux à exécuter. Il n'existait pas d'inventaire en ce qui concerne ces travaux. L'entrepreneur doit connaître si le devis estimatif pour p.ex. déblai et remblai est distribué sur tous les canaux et drains ou s'il est limité à un nombre réduit et optimise de ce fait la mise en service des engins.

Ceci souligne l'importance de la détermination exacte de l'état actuel et prévu afin de fournir à l'entrepreneur des informations détaillées des travaux à réaliser.

En ce qui concerne la surveillance des travaux, on était également confronté au problème, à savoir s'il n'était pas plus avantageux d'exécuter le curage d'un canal ou d'un drain en régie au lieu de calculer par m³. Cette question a été résolue, selon le cas, en considérant la relation la plus avantageuse entre coût et bénéfice.

1.8 Périmètre de la SEMRY III à ZIMADO/Cameroun

Caractéristiques:

- Construit en 1984 - 1985 (8 mois), 300 ha
- endiguement
- réseau des canaux principaux, secondaires en terre compactée (tertiaires non compactés), réseau de drainage
- réseau de piste cavaliers, canaux principaux et secondaires et entre canaux tertiaires et drains tertiaires
- petit génie civil (vannes, franchissement, etc.)
- station de pompage
- hangar, logement du chef du périmètre

1.8.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

Chef de terrassement, expert européen	9 mois
Chef de construction, expert européen	6 mois

Coût total: Les travaux sont effectués dans le cadre de l'assistance technique à la SEMRY III.

1.8.2 Coûts particuliers

1.8.2.1 Personnel du chantier

Personnel chargé des travaux (tous les travaux sont exécutés en régie):

Nombre total: 150

dont qualifiés: 9 (3 conducteurs des travaux de terrassement, du génie civil et de la maintenance, 6 chefs d'équipe)

Coûts mensuels: équipe de terrassement: 4.800.000 FCFA/mois
 équipe de construction: 1.900.000 FCFA/mois

1.8.2.2 Matériaux significatifs

remblai compacté: 680 FCFA/m³
déblai: 420 FCFA/m³
béton classe III: 90.000 FCFA/m³

1.8.2.3 Coûts d'engins

Prix d'engins par heure (y compris conducteur):

bulldozer D7	15.800 FCFA/h
pelle Poclain 45	11.000 FCFA/h
grader MG14	17.000 FCFA/h
grader 120 B	12.000 FCFA/h
scraper 613 B	15.000 FCFA/h
compacteur 815	16.200 FCFA/h
camion 12 t	380 FCFA/km
Peugeot 404	145 FCFA/km

1.8.3 Facteurs diminuant le coût

Chemins d'accès

Le projet de ZIMADO se situe à environ 60 km de KOUSSERI et on pouvait seulement y accéder au moyen de pistes. Un trajet de 20 km a encore dû être construit par la SEMRY III, afin de garantir l'accès fiable aussi au début de la saison des pluies. Le trajet entier a dû être entretenu par la SEMRY, étant donné que les autorités compétentes n'ont pas fait des efforts.

Importation de matériaux et de matériel

Les importations ont été réduites à un minimum, car le transport via le port de DOUALA qui se situe à une distance de 200 km est très difficile, coûteux et nécessite beaucoup de temps.

Les vannes et même les tuyaux en acier du diamètre 60 (pour la station de pompage) ont été fabriqués sur place.

Techniques de la planification et de l'exécution

L'étude entière a été réalisée à l'aide du personnel de la SEMRY III, sous la direction d'un expert européen.

Les canaux tertiaires servant à l'irrigation des champs, ont été réalisés au moyen du grader MG 14. Seuls les canaux principaux et secondaires ont été compactés. Les drains tertiaires, eux aussi, ont été réalisés jusqu'à une profondeur de 90 cm, au moyen du grader.

1.9 Périmètre irrigué par aspersion Bou Heurtma, Tunisie

Caractéristiques Phase I de 10.000 ha

- Construction 1974 - 1977 (48 mois): 10.000 ha
- réseau de conduites enterrées; drainage partiellement en tuyaux drainants, partiellement à ciel ouvert. (exclus sont les conduites mobiles et les dispositifs pour l'aspersion, coût par ha: 170.000 FCFA; les paysans achètent ces matériaux et reçoivent des crédits)
- réseau des pistes jusqu'à l'unité de 10 ha (fait en régie par l'EGTH, mMaître d'Oeuvre) Medjerda
- barrage (120 mio de m³) coût supplémentaire non compris dans le tableau n° 2, env.48 mio DM) (eau douce barrage + eau salée Medjerda)
- stations de pompage
- coût voir tableau (page suivante).

Coût par ha environ 0,93 Mio FCFA (prix 1976, cours 100 FCFA = 1 DM)

Tableau 1: Coût d'un projet d'aspersion (voir Wasserwirtschaft 1976, 11) 1 DM = 100 FCFA

Designation	Coûts d'investissement		Amortissement annuel			Entretien		Charge annuelle	
	quote-part en %	DM	Durée de vie	Coeffic. 6 %	DM	en %	DM	Phase 1 DM	Phase 2
1	1	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Mesures d'infrastructure (pistes, drainage)	7,2	6.588.180	50	0.06344	417.954	0,5	32.947	450.895	
2. Conduite d'amenée (tuyaux en béton Ø 1800, 14 km env.)	23,2	21.273.120	50	0.06344	1.349.567	0,5	106.366	1.455.933	(60 %)
dont: coût de matériaux exécution		(11.628.000)							873560
2.1 Réseau de tuyauterie- amenée (Tuyaux en béton Ø 1400 Ø 400)	27,9	25.617.096	50	0.06344	1.625.149	0,5	128.085	1.753.234	
dont: coût de matériaux exécution		(2.746.500) (1.439.300)							
2.2 Réseau de tuyauterie- distribution (Eternit Ø 300 - Ø 150)	11,6	10.697.760	50	0.06344	678.666	0,5	53.489	732.155	
dont: coût de matériaux exécution		(6.291.360) (4.406.400)							
2.3 Robinetterie-réseau de tuyauterie	2	1.829.880	15	0.10296	188.404	5	91.494	279.898	
3. Ouvrages de prise d'eau (stations de pompage P0, P1, PH)	3,5	3.182.400	50	0.06344	201.891	1	31.824	233.715	
3.1 Equipement électro-méca- nique des stations de pompage	12,8	11.725.920	15	0.10296	1.207.300	5	536.296	1.793.596	(85 %) 1.524.557
4. Bassin de retenue B0, B1 BH	1,5	1.383.120	50	0.06344	87.745	1	13.831	101.576	
5. Matériel d'aspersion	9,0	8.262.000	15	0.10296	850.656	4	330.480	1.181.136	
6. Planification, divers	1,3	1.240.524	10	0.13578	163.550	-	-	163.550	
	100	91.800.000			6.776.882		1.374.806	8.150.688	7.229.276

1.9.1 Personnel chargé de la surveillance des travaux

Trois ingénieurs expatriés intégrés dans un service du Ministère de l'Agriculture ("Entreprise des Grands Travaux Hydrauliques") assistés par des ingénieurs tunisiens (en 2^{ème} phase 1979 - 1984, 13.000 ha, le contrôle des travaux est représenté par des ingénieurs tunisiens, trois experts européens travaillent au sein de l'EGTH comme conseiller).

Coût du contrôle des travaux: 120 mois pour le personnel expatrié, 900 mois pour le personnel tunisien 3,8 mio DM (4,2 % du coût de la réalisation).

1.9.2 Coût particulier

1.9.2.1 Personnel de l'entreprise

Nombre total: environ 350

dont qualifiés 65: (3 ingénieurs, 15 chefs de chantier, conducteurs, ouvriers spécialisés).

Coût mensuel approvisionnement 4 mio FCFA

Répartition coût main d'oeuvre-engins par ha: 20.000 FCFA - 410.000 FCFA. (main-d'oeuvre env. 5 %)

1.9.2.2 Matériaux significatifs

Aucune information détaillée disponible

(transport port-chantier env. 8600 FCFA/m³ (150 km)).

1.9.3 Facteurs diminuant le coût

Chemins d'accès

Les chemins d'exploitation ont été construits en régie par le Maître d'Oeuvre; cette solution avait été choisie pour renforcer le budget de celui-ci et pour améliorer l'équipement. Les pistes (fossés latéraux, 10 à 15 cm de gravier) ont été défectueuses pendant plusieurs années. 10 ans après leur construction, 2/3 sont carrossables surtout grâce à

- la présence du Maître d'Oeuvre pour la prochaine phase des travaux
- l'entretien régulier par le gestionnaire (office)

Importation de matériaux et de matériels

Le but de la politique tunisienne était de diminuer les importations dans la mesure du possible; Les conduites (béton fret-té, \emptyset inférieur à 250 mm amiante-ciment) ont été fabriquées en Tunisie. Les pompes, pièces spéciales sur conduites et la plupart des engins ont dû être importés.

Durant les dernières années, l'importation s'est avéré de plus en plus difficile. A l'heure actuelle, les pièces de rechange pour les matériaux font défaut, le procédé d'importation étant long et sans issue (p.e. vis de contrôle aux ventouses enlevées par les agriculteurs, résultat: les ventouses jaillissent pendant des mois, même des années; corde bituminée pour des réparations de casses sur conduites en béton fabriquées localement ne donnent pas satisfaction).

On critique cependant aussi des facteurs de majeure importance. Evidemment les buses en béton faites en Tunisie sont d'une rugosité plus élevée que selon les normes, raison pour laquelle le fonctionnement hydraulique - dans la phase finale - ne sera pas assuré suivant la conception faite.

Volume des travaux

L'étendue du projet étant important (en phase ultérieure 25.000 ha), on a réalisé la première phase en 10.000 ha; la deuxième est de 8.500 ha;

Il a été calculé que la deuxième phase ne sera pas plus onéreuse par ha puisque

- d'avantage de matériaux sont achetés en Tunisie
- les entreprises ne font pas leurs offres suivant le développement des prix (voir ci-après).

Il faut noter que dans les dimensions de périmètres en question (4 années de construction) une augmentation allait plutôt rendre moins certain le calcul des entrepreneurs vis-à-vis du développement du coût.

Clauses de paiement

Aucune information détaillée disponible.

Extension de la concurrence

Selon les informations disponibles, une entreprise a été créée avec des actions de l'état pour rendre possible d'offrir comme le moins disant. Grâce à cette mesure, l'offre de cette entreprise était de 30 % moins chère que celle du prochain concurrent international (lequel était une entreprise française).

La configuration artificielle - Maître d'Oeuvre - provenant du Ministère de l'Agriculture , - entreprise située à proximité de l'Etat a provoqué les critiques principales suivantes:

- Les techniques de travail ne sont pas aussi avancées que celles d'une entreprise expérimentée dans le domaine de lacunes au niveau de la programmation, de l'exécution d'ouvrages en béton, de la pose de conduites, des travaux de finition, de la réparation d'erreurs dans l'exécution des travaux.
- Le contrôle des travaux par le Maître d'Oeuvre n'est pas aussi rigide et clair que s'il s'agissait de contrôler une entreprise privée.
- La capacité de l'entreprise à remplir ses tâches dans le cadre des travaux de garantie est insatisfaisant.

Techniques à l'exécution plus sophistiquée

On observait principalement des insuffisances dans la technique à l'exécution dans les domaines suivants:

- Pose de conduites

La pose a été réalisée sans lit de pose en matériau sélectionné et sans compactage.

Cette méthode montre des dérangements, notamment

- . aux alentours des branchements, des courbes, des prises d'eau,
 - . aux raccordements de conduites.
- Pose de bornes d'irrigation de la parcelle

Ces ouvrages ont été posés sans établir au préalable des assises compactées.

A cause du gaspillage d'eau en branchant le matériau d'aspersion et pendant les pluies, les ouvrages sont instables.

- Voirie

Les pistes ne sont pas suffisamment bombées, la couche de roulement n'est pas correctement retenue par les bornes, la couche de roulement n'est pas suffisamment compactée.

- Raccordements aux grands diamètres

Les raccordements de divers tronçons de conduites (posés interrompus à cause d'ouvrages etc.) sont établis moyennant des bagues métalliques et des cordes bituminées et du plomb matés dans l'espace entre bague et tuyau. Cette méthode n'établit pas une étanchéité durable dans beaucoup de cas.

Délais de réalisation

Les délais prévus de 4 ans ont été partiellement dépassés de l'ordre d'un an. (à part l'organisation des travaux, la fourniture de conduites a ralenti les réalisations).

Préfabrication

Il est à noter que des bornes pour l'irrigation, pour ventouses et vidanges ont été préfabriquées. On critique pourtant la préfabrication de leurs fondations qui sont posées sur le terrain naturel.

2 RESUME ET GENERALISATION
=====

Ce chapitre sera élaboré au cours du séminaire.