

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES

PRESENTATION D'UN DOSSIER
POUR UN APPUI DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
A UNE POLITIQUE DE L'IRRIGATION
AU SENEGAL

10 Novembre 1972

Centre National de la Recherche Agronomique
de BAMBEY (Sénégal)

PRESENTATION D'UN DOSSIER *
POUR UN APPUI DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
A UNE POLITIQUE DE L'IRRIGATION
AU SENEGAL

Le rôle de l'eau dans la production agricole

Les facteurs essentiels de la croissance et du développement des plantes, donc de la production agricole, sont la lumière, l'air, les éléments nutritifs et l'eau.

La Recherche agronomique s'est attachée, et singulièrement au Sénégal, à améliorer la mise à disposition et l'efficacité de chacun de ces facteurs :

- la lumière, par la recherche d'un matériel végétal, de techniques de culture (densités de semis, par exemple), capables d'utiliser au mieux l'apport solaire, particulièrement généreux au Sénégal et donc pouvant autoriser de hauts rendements

- l'air, en particulier en contrôlant ses mouvements au dessus du sol (brise vent, par exemple), en favorisant son accès et sa circulation jusqu'au niveau des racines (amélioration des caractéristiques structurales des sols, assainissement par drainage, etc...) et, ainsi, en accroissant les échanges gazeux, la microflore, etc...

- les éléments nutritifs en augmentant leur disponibilité et les échanges dans le sol : en quantité (fertilisation, accroissement de la tranche de sol explorée par les racines...), en qualité (forme, meilleur étalement de l'alimentation...), etc...

- l'eau, en recherchant les meilleures méthodes de mise à disposition ("l'offre"), en fonction des besoins en eau des plantes (la "demande").

En fait, l'eau constitue dans un pays de zone tropicale sèche, comme le Sénégal, le facteur le plus limitant et même déterminant du rythme et de l'ampleur de la production agricole (les années récentes l'ont, hélas, bien démontré).

En fait, et paradoxalement, l'eau a été peu privilégiée dans le concert des facteurs de production, déjà au niveau du développement, où seule l'eau douce de surface (essentiellement fluviale) a été pratiquement envisagée, et, plus encore, au niveau de la Recherche, qui ne dispose d'aucun hydraulicien dans ses équipes.

Or, à l'initiative des plus hautes autorités du pays, une politique dynamique d'utilisation des eaux, de toute origine et nature vient d'être décidée.

Le Ministre du Développement rural a, dans cette ligne, entrepris de promouvoir rapidement des opérations de développement, dans lesquelles l'irrigation aurait le plein rôle.

* préparé avec la collaboration des chercheurs de l'Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire tropicale (IEMVT) de Dakar-Hann.

Un groupe de travail, constitué au sein de son Ministère, s'attache à préparer la réussite de cet engagement.

Dans le cadre de ce groupe, la Recherche agronomique pense avoir deux rôles à jouer :

- une participation au choix et à l'élaboration de projets de développement plus ou moins rapidement réalisables. Ce rôle n'est que normal et s'exprime dans les comptes rendus des travaux du groupe et ses conclusions

- un appel à l'innovation, à l'imagination, que réclame d'ailleurs fortement le Ministre lui-même. Le présent dossier est une première contribution quant à une approche rapide des possibilités de l'irrigation au Sénégal.

Les propositions de la Recherche agronomique pour le court terme

Il est donc question de "focaliser" tous les efforts possibles sur le facteur eau, à l'instar de ce qui a été fait, jusqu'alors, sur les facteurs plante, sol..., sans évidemment compromettre les actions en faveur de ces derniers, tant il est vrai que l'approche intégrée doit être respectée.

En d'autres termes, il faut maintenant penser "eau", comme on a pensé "variété", "engrais", "machine de culture", etc...

Cette focalisation peut se faire, pour la Recherche, suivant deux démarches :

1 - une démarche analytique classique (ce qui ne l'en rend que plus obligatoire) consiste à analyser les problèmes que pose l'utilisation de l'eau en agriculture et de tenter de maximiser les solutions élémentaires correspondant à chacun des problèmes tels que :

. technique d'aménagement, d'exhaure, d'irrigation (aspersion, à la raie ; totale, complémentaire, d'appoint, etc...)

. paramètres de l'irrigation (doses, fréquences, etc...) et du drainage

. techniques de correction des sols (dessalement, corrections chimiques, toxicités, etc...),

ces solutions étant évidemment fonction :

. des conditions climatiques

. de la nature et des propriétés des sols

. des plantes cultivées

. des modes de faire valoir, etc..., cette démarche analytique de l'hydraulicien se conçoit au sein de l'équipe des bioclimatologistes, agro-pédologues, physiologistes, sélectionneurs, agronomes, machinistes, économistes, etc... de la Recherche agronomique, avec lesquels un constant dialogue est indispensable.

Il faut peut être voir dans l'absence de ce dialogue l'explication d'un certain nombre d'échecs d'aménagements hydro agricoles conçus plus autour d'une technique de génie civil qu'en fonction des exigences d'un sol (dessalement, "toxicité"...), d'une plante, d'une variété même, d'une situation économique, etc..., en un mot d'une technologie agricole.

La culture est le "pourquoi", l'aménagement n'est que le "comment".

Cette démarche analytique est l'objet du projet I du dossier, dans lequel l'IRAT propose, une nouvelle fois (proposition faite, sans succès depuis 1964), la création d'une Division de Recherche en Hydraulique agricole, au sein de la Recherche agronomique sénégalaise et, plus précisément, du Centre national de la Recherche agronomique de BAMBEY.

Le personnel supérieur de cette Division comprendrait un ingénieur hydraulicien (en principe Génie rural) et des assistants régionaux, à raison d'un assistant par situation agricole où il est décidé d'intervenir (trois, dans le dossier ici présenté).

Le programme et les moyens nécessaires, rapidement esquissés dans le Projet I, prévoient une intervention :

- dans la vallée du Fleuve
 - . eaux de surfaces douces
 - . sols salés ou non
- dans le Sénégal Centre (Nord, Est et Sud) et la Casamance continentale
 - . eaux de nappe souterraines
 - douces
 - ou ± salées
 - . sols non salés
 - ou peu salés
- dans la Casamance maritime
 - . eaux de surface
 - salées
 - ou † douces
 - . sols salés et sulfatés acides

2 - une démarche système, sans doute plus nouvelle

L'eau étant le facteur de production ici privilégié de nos préoccupations, il est question de l'intégrer aussi vite que possible dans des systèmes de production, afin de déterminer leur factibilité agro socio économique dans des conditions aussi proches que possible de celles offertes au développeur et ceci, évidemment, pour en "sortir" le ou les meilleurs de ces systèmes.

Cette intégration, ou démarche-système, de plus en plus pratiquée en agriculture (c'est celle de l'IRAT dans ses "structures d'exploitation", ses "Unités expérimentales") est, en effet, capitale pour tester la compatibilité des thèmes élémentaires proposés, la validité de leur combinaison au niveau du système cultural, des systèmes de production, puis de l'exploitation.

Il faut, en effet, absolument se convaincre qu'une variété, une technique, une machine... ne valent que dans le cadre d'un calendrier cultural, d'une succession des cultures, d'une dimension économique de l'exploitation, etc...

En même temps qu'est ainsi testée cette factibilité, sont soulignées, en effet de "feed back", les lacunes, les imperfections, avec leurs priorités de résolution.

Ainsi la démarche système se trouve **orienter** la démarche analytique vers la solution des problèmes les plus dirimants, les plus urgents.

Les projets II, III, IV (Projets tests pour le développement de l'irrigation en Casamance maritime, dans le Sénégal Centre et dans la vallée du Fleuve) sont des illustrations pratiques de cette démarche.

Il y est question, à partir des connaissances et expériences déjà acquises, tant par la Recherche que par le Développement, de réaliser immédiatement et en vraie grandeur :

- en première étape, la combinaison technique de ces connaissances, afin d'en dégager un système privilégié pour la situation agricole considérée
- en deuxième étape, le test technico économique de ce système dans un cadre d'exploitation normale, c'est-à-dire pouvant faire apparaître les contraintes, de travail notamment, que posera son extrapolation au développement.

La deuxième étape, qui succèderait aussi vite que possible à la première (deux ans ?), permettrait rapidement (quatre à cinq ans ?) de fournir, pour chacune des situations envisagées, des données technico économiques incontestables (car réellement obtenues, en vraie grandeur) sur les possibilités de l'irrigation, tenant ou pouvant tenir compte :

- . des aptitudes culturelles
- . de l'origine de l'eau d'irrigation et de son coût suivant les techniques d'irrigation, etc...
- . des situations économiques
- . des structures agraires, etc...

En un mot, pour chaque situation agricole, pourraient être fournis :

- la technique optimale d'irrigation
- le système de production le plus rentable (et le seuil de cette rentabilité)
 - cultures possibles
 - calendriers
 - techniques et matériels de culture, etc...
- le schéma d'exploitation le plus approprié.

Ainsi les opérations en cours ou en projet pourraient être réorientées ou établies sur des bases dont la solidité et le réalisme ne pourraient que séduire le développeur et... l'organisme de financement.

Le coût

Il est assez lourd, car il ne fait malheureusement que traduire un retard, une faiblesse de plusieurs années, du dispositif de la Recherche agronomique au Sénégal.

Le tableau qui suit en donne une récapitulation, dans l'hypothèse la plus forte :

- 1 Division de Recherche
- 3 Projets tests

et pour un fonctionnement supposé prévu pour 4 années.

Le coût total en est de 450 millions f CFA, se décomposant approximativement en :

- Equipement, investissement : 170 millions
- Fonctionnement : 70 millions par an.

Bien entendu, ce projet global peut être scindé en plusieurs projets, tels, par exemple, que dans le présent dossier, permettant ainsi l'intéressement de plusieurs sources de financement.

A noter d'ailleurs que cette diversité des sources de financement peut être favorisée par le fait que les actions proposées sont de natures assez différentes :

- la Division de Recherche en Hydraulique agricole relève surtout de la Recherche appliquée de base et d'adaptation,

- les projets tests s'inscriraient surtout dans la Recherche de Développement ou l'Application de la Recherche.

Remarquons, cependant, que ce coût total de 450 millions f CFA ne représente que 25.000 tonnes de céréales, soit une production ajoutée de 2 tonnes/ha, sur 3.000 hectares, pendant 4 ans.

On peut donc se demander, avec un certain optimisme, si cet effet sur la production ne sera pas atteint, et au delà, par la réalisation des projets ici proposés.

En conclusion, la Recherche agronomique propose ici une stratégie accélérée de résolution des problèmes que pose une politique délibérée d'utilisation maximale de l'eau au Sénégal, afin de pallier les aléas climatiques, si marqués ces dernières années.

Cette stratégie grâce à deux démarches, analytique et système, prétend atteindre très rapidement à la définition des systèmes de production intensifs basés sur une utilisation privilégiée du facteur eau, **réhabilité** à la mesure de ceux auxquels la Recherche s'est principalement consacrée jusqu'alors : sol, plante, techniques, équipements, etc...

Pour combler le retard, quatre projets sont présentés, plus ou moins dissociables, mais conçus pour être, en **toute** hypothèse, intégrés et donc complémentaires.

Le coût, trop élevé comme tous les coûts, nous semble cependant bien faible par rapport à l'enjeu technique et économique, mais également social et politique./-

CNRA Bambeï, le 10 Novembre 1972

N.B.: Il est nécessaire de nous excuser ici d'une qualité et d'une présentation sans aucun doute insuffisantes et dues à la rapidité de réalisation de ce dossier, qui ne veut être qu'une base de discussion.

L'IRAT s'engage évidemment à parfaire ce travail si l'intérêt qu'il soulève le justifie.

HYDRAULIQUE AGRICOLE. RECAPITULATIF GENERAL DES CÔUTS DES PROJETS

	Inves- tissements	F O N C T I O N N E M E N T				Total et moyenne	Coût total et moyenne
		Année 1	Année 2	Année 3	Année 4		
I- DIVISION HYDRAULIQUE AGRI- COLE	17.545.000	10.400.000	10.920.000	11.466.000	12.039.000	44.825.000	62.370.000
<u>Moyenne annuelle</u>						<u>11.200.000</u>	<u>15.600.000</u>
II- PROJET TEST POUR LE DEVELOP- PEMENT DES CULTURES IRRIGUEES EN CASABIANCE							
A. Dépenses intrinsèques aux actions spécifiques							
Rizières	14.969.000	1.985.000	2.145.000	2.305.000	2.465.000	8.900.000	42.628.500 *
Cultures fourragères	4.667.000	892.000	512.000	527.000	552.000	2.483.000	25.909.500 *
Besoin en eau. Réserve hydrique	8.577.000	1.810.000	1.900.000	1.995.000	2.095.000	7.800.000	35.136.500 *
B. Dépenses communes aux actions (contrôle, encadre- ment, etc...)	15.235.000	9.545.000	10.022.250	10.499.500	10.976.750	41.043.500	-
<u>Sous total II</u>	<u>43.448.000</u>	<u>14.232.000</u>	<u>14.579.250</u>	<u>15.326.500</u>	<u>16.088.750</u>	<u>60.226.500</u>	<u>103.674.500</u>
<u>Moyenne annuelle</u>						<u>15.050.000</u>	<u>25.900.000</u>
III-PROJET TEST POUR LE DEVELOP- PEMENT DE L'IRRIGATION A PARTIR DES EAUX SOUTERRAINES REGION CENTRE							
A. Dépenses intrinsèques aux actions spécifiques							
Sol dior - lutetien	6.886.000	1.940.000	2.037.000	2.138.000	2.245.000	8.360.000	29.833.250 *
Sol dek - lutetien	6.600.000	1.990.000	2.090.000	2.195.000	2.305.000	8.580.000	29.767.250 *
Sol dior - maestrichtien	6.996.000	2.120.000	2.226.000	2.337.000	2.454.000	9.137.000	30.720.250 *
Sol dek - maestrichtien	6.776.000	1.990.000	2.090.000	2.195.000	2.305.000	8.580.000	29.943.250 *
B. Dépenses communes	21.714.000	8.500.000	8.925.000	9.370.000	9.840.000	36.635.000	-
<u>Sous total III</u>	<u>48.972.000</u>	<u>16.540.000</u>	<u>17.368.000</u>	<u>18.235.000</u>	<u>19.149.000</u>	<u>71.292.000</u>	<u>120.264.000</u>
<u>Moyenne annuelle</u>						<u>17.825.000</u>	<u>30.075.000</u>
IV- PROJET TEST POUR LE DEVELOP- PEMENT DE L'IRRIGATION DANS LA REGION DU FLEUVE							
A. Dépenses intrinsèques aux actions spécifiques							
Sol Fondé	5.703.500	3.310.000	3.475.000	3.649.000	3.832.000	14.266.000	34.645.250 *
Sol Hollaldé	8.734.000	4.340.000	4.557.000	4.785.000	5.025.000	18.707.000	42.116.750 *
Sol faux Hollaldé	10.472.000	4.610.000	4.840.000	5.082.000	5.336.000	19.868.000	45.015.750 *
Sol Diéri	12.496.000	3.710.000	3.895.000	4.295.000	4.510.000	16.410.000	43.581.750 *
B. Dépenses communes	21.846.000	8.510.000	8.978.000	9.429.000	9.900.000	36.657.000	-
<u>Sous total IV</u>	<u>59.251.500</u>	<u>24.520.000</u>	<u>25.745.000</u>	<u>27.240.000</u>	<u>28.603.000</u>	<u>106.108.000</u>	<u>165.359.500</u>
<u>Moyenne annuelle</u>						<u>26.530.000</u>	<u>41.340.000</u>
<u>Total général</u>	<u>169.216.500</u>	<u>65.692.000</u>	<u>68.612.250</u>	<u>72.967.500</u>	<u>75.879.000</u>	<u>282.451.500</u>	<u>451.668.000</u>
<u>Moyenne annuelle</u>						<u>70.610.000</u>	<u>113.000.000</u>

* Coût séparé pour chaque option de Projet : investissement + 4 années de fonctionnement. Dépenses communes réparties
Ex. Projet Région Centre sur sol dek. Mappe lutetienne : 29.767.250
(En fait, ce coût obtenu par une ventilation approximative des dépenses communes d'encadrement, de contrôle, de suivi, etc... n'est fourni qu'à titre indicatif. Il perdrait beaucoup de sa valeur dans le cas où une partie des actions spécifiques prévues dans le projet test correspondant, ne seraient pas retenues : les dépenses communes, très peu compressibles, seraient alors à répartir sur les actions spécifiques restantes).

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES

PROJET DE CREATION
D'UNE DIVISION DE RECHERCHE EN HYDRAULIQUE AGRICOLE

(I)

Octobre 1972

Centre National de la Recherche Agronomique
Bambey

S O M M A I R E

	Pages
JUSTIFICATION	1
PROGRAMME	1
1. Exploitation des ressources hydriques souterraines	1
2. Conditions optimales d'utilisation agricole des eaux dans les périmètres irrigués	2
3. Modalités de drainage et d'assainissement des sols	2
MODALITES DE REALISATION - INFRASTRUCTURE	3
LIAISONS	3
IMPLANTATION ET ROLE	3
MOYENS NECESSAIRES	4
1. Approche forfaitaire	4
2. Approche analytique	4

JUSTIFICATION

Après une succession d'années à pluviométrie déficitaire, on ne peut s'empêcher d'éprouver une vive inquiétude quant à la réalisation des objectifs économiques et sociaux fixés par les plans de développement. Les pertes dues aux aléas climatiques de ces dernières années ont eu une incidence globale de plusieurs dizaines de milliards de francs CFA sur la production intérieure brute. Ces pertes auraient pu, estime-t-on, être réduites par des investissements antérieurs de même ordre de grandeur consacrés à des aménagements hydro-agricoles. La réalisation, l'extension, la rentabilité économique de ces aménagements exigent une exploitation rationnelle des ressources hydriques locales qui sont loin d'être négligeables. Aussi est-il primordial d'envisager la création d'une Division d'Hydraulique agricole qui entreprendra des études et expérimentations sur des casiers-pilotes destinées à :

- fournir les éléments nécessaires aux projeteurs d'aménagement de périmètres hydro-agricoles ;
- fournir les données permettant l'extension des périmètres irrigués dans des zones actuellement non cultivables ;
- tirer le meilleur parti possible de l'utilisation des ressources hydriques dans les périmètres irrigués.

PROGRAMME

Le programme de travail de cette division d'hydraulique agricole pourra être axé sur les trois thèmes suivants (l'ordre d'énumération ne traduisant pas une proposition quant aux priorités) :

- exploitation des ressources hydriques souterraines à des fins agricoles ;
- conditions optimales d'utilisation agricole des eaux dans les périmètres irrigués ;
- étude des modalités de drainage et d'assainissement des sols.

1. Exploitation des ressources hydriques souterraines

Au Sénégal où la pluviométrie est, dans l'ensemble, faible et irrégulièrement répartie, les études hydrogéologiques antérieurement réalisées ont montré que les nappes souterraines étaient présentes sur les trois quarts du pays, avec des puissances et des caractéristiques hydrochimiques variables. Un des rôles de l'hydraulicien agricole sera d'étudier les possibilités et les moyens d'utiliser ces ressources hydriques importantes à des fins agricoles :

- conditions et modalités d'exhaure de ces nappes ;
- détermination des débits limites de leur puisage en fonction des risques de contamination par d'autres nappes salées ;
- possibilité de suralimentation de certaines nappes par l'écoulement hypodermique.

Les études intéresseront tout particulièrement la région du Centre du Sénégal (nappes de Lutétien et du Maestrichtien), le Sénégal méridional (nappe de plateau et des sols gris) et la région des Niayes.

2. Conditions optimales d'utilisation agricole des eaux dans les périmètres irrigués

Le thème s'applique aussi bien aux périmètres irrigués avec l'eau d'origine souterraine qu'à ceux arrosés par les eaux de surface.

Il s'agira de déterminer pour chaque écologie :

- le meilleur mode d'irrigation (gravitaire, aspersion, goutte à goutte) en fonction de la composition chimique des eaux, des caractéristiques physiques et chimiques des sols, des conditions climatiques, de la rareté de l'eau d'irrigation et de la nature des cultures ;
- les paramètres d'irrigation en fonction du mode d'irrigation choisi ;
- les doses et fréquences d'irrigation en fonction des caractéristiques hydrodynamiques des sols, de l'enracinement et des besoins hydriques des cultures.

Ces études, qui ont un caractère général, peuvent s'appliquer à toutes les zones.

3. Modalités de drainage et d'assainissement des sols

Des problèmes de drainage se posent :

- pour les sols argileux du Fleuve lorsque d'autres cultures que le riz et d'autres modes d'irrigation que la submersion doivent être pratiqués : ceci dans le but d'éviter l'asphyxie des systèmes racinaires et l'accumulation des sels dans le sol ;
- pour les sols salés, en particulier les mangroves de Casamance pour lesquelles un important programme de développement est prévu en vue de la mise en oeuvre de la technique des barrages-écluses. Dans ce cas, l'action combinée du lessivage et du drainage est indispensable pour évacuer les sels présents dans le sol.

Différents paramètres de drainage (profondeur, espacement, nature des drains) seront étudiés en comparaison.

MODALITES DE REALISATION - INFRASTRUCTURE

Les études seront réalisées sur des points représentatifs des grandes régions naturelles du Sénégal.

Des périmètres irrigués expérimentaux seront installés, dans chacune des trois zones principales : Fleuve, Centre et Casamance.

Le chercheur en hydraulique agricole sera secondé par 3 assistants de recherches responsables chacun d'une de ces grandes zones.

LIAISONS

Le chercheur travaillera en liaison étroite avec :

- les hydrogéologues et hydrologues du Génie Rural, du BRGM et de l'ORSTOM pour l'inventaire des ressources hydriques et l'exploitation des nappes souterraines ;
- les divers spécialistes du milieu (climat, sol...) de l'IRAT/Sénégal : physiologiste, bioclimatologiste, physiciens et chimistes des sols pour l'étude des caractéristiques hydrodynamiques des sols, les besoins en eau des cultures, l'efficacité des amendements, l'évolution du sol sous irrigation ;
- les agronomes et économistes de l'IRAT/Sénégal pour l'étude de systèmes cultureux irrigués et la rentabilité de l'irrigation ;
- les spécialistes de l'IPAC, de l'IRCT, de l'IRHO, de l'EMVT, etc... pour les cultures qui concernent ces différents instituts, afin notamment de définir les systèmes de production les mieux adaptés aux conditions des stations optimales choisies, pouvant donc faire appel à une gamme aussi large que possible d'espèces et variétés.

IMPLANTATION ET ROLE

Le chercheur, chef de Division, sera en principe basé au Centre National de Recherches Agronomiques de BAMBEY.

Il sera responsable du bon fonctionnement de la Division. Son travail consistera à :

- élaborer le programme d'étude et d'expérimentation dans les zones géographiques d'intervention, avec la collaboration des autres chercheurs tant de l'IRAT que d'autres organismes de recherches et services nationaux (Génie Rural, Hydraulique, Services Agricoles...) ;
- contrôler l'exécution de ces interventions dont le présent dossier propose quelques aspects et assurer l'interprétation des résultats ;

- assurer la coordination avec les organismes nationaux et, notamment, ceux en charge de la politique en Hydraulique agricole au Ministère du Développement rural.

A souligner que la bonne réalisation des projets développés ci-dessous sera conditionnée par la création de cette division qui doit être confiée à un chercheur spécialisé et expérimenté.

MOYENS NECESSAIRES

Pour que la Division de Recherche en Hydraulique agricole soit en mesure de réaliser le programme de travail cité plus haut, des moyens matériels importants lui seront nécessaires. Il convient, en effet, de rattraper un retard important.

L'approche précise des moyens nécessaires à cette Division de Recherche en Hydraulique agricole est assez difficile, compte tenu d'une stricte liaison de ces moyens avec le programme retenu (et qui reste à arrêter) et d'une incidence assez considérable dans ce type de recherches, des aménagements, investissements et équipements nécessaires.

En particulier, dans cette première approche, que nous livrons ici, il n'a pas été possible de séparer totalement les moyens que devrait posséder, en propre, la Division de Recherche (Recherches de base ou d'adaptation), de ceux que lui apporteront les projets-tests présentés dans la suite du présent dossier (Recherches de développement et tests en vraie grandeur) pour extrapolation par le Développement).

Deux approches du coût de la Division de Recherche peuvent être faites :

1°/ Approche forfaitaire (à partir de normes coûts déterminées, par ailleurs, sur des interventions analogues) :

- fonctionnement (1 chercheur et 3 assistants) :	45 000 000 fCFA/an
soit, pour 4 ans :	180 000 000 fCFA
- équipement :	45 000 000 fCFA/an
total pour 4 ans :	225 000 000 fCFA

2°/ Approche analytique

On suppose alors que la Division de Recherche pourrait effectivement s'appuyer sur les casiers et blocs des projets-tests.

Le coût peut alors s'analyser ainsi :

- a) Coût intrinsèque du chercheur (à souligner que ce coût s'entend sans pratiquement aucune structure : aménagement, casier, ... en support aux travaux du chercheur) :

a1) Equipement

- Logement pour le chercheur en hydraulique agricole	7 500 000
- Bureau	5 000 000
- Machine à calculer	250 000
- 1 véhicule	1 200 000
- 1 humidimètre à neutrons et accessoires (pour l'usage du chercheur et pour l'épandage de mesures hydriques des 3 régions Sud, Centre et Fleuve)	2 000 000
Total	15 950 000
Divers et imprévus 10 %	1 595 000
Total Investissements	17 545 000

a2) Fonctionnement (1ère année)

- 1 Ingénieur de recherche en hydraulique agricole	8 000 000
- Déplacements dans le pays et hors Sénégal	1 000 000
- Fonctionnement et entretien du véhicule (moyenne sur 4 ans, compte tenu du renouvellement du véhicule à la 3ème année)	800 000
- 1 chauffeur	300 000
- Papeterie et documentation	200 000
- Participation aux frais de la station	100 000
Fonctionnement 1ère année	10 400 000
Fonctionnement 2ème année	10 920 000
Fonctionnement 3ème année	11 466 000
Fonctionnement 4ème année	12 039 000
Total pour 4 ans	44 825 000

a3) Soit pour 4 ans :

Investissements	17 545 000
Fonctionnement	44 825 000
Total	62 370 000
Arrondi à	62 400 000

b) Coût des assistants et de leurs équipes
(cf. dépenses communes des projets II, III, IV qui suivent):

b1. Equipements

Casamance	15 235 000
Centre	21 714 000
Fleuve	<u>21 846 000</u>
	58 795 000

b2. Fonctionnement

Casamance	41 043 000
Centre	36 635 000
Fleuve	<u>36 857 000</u>
	114 535 000

Soit pour 4 ans 173 330 000

c) Récapitulation de l'approche analytique

Coût intrinsèque du chercheur	62 400 000
Coût des assistants et équipes	<u>173 330 000</u>
	235 730 000

Ce coût prévisionnel analytique de 235 000 000 fCFA, très voisin de celui obtenu par approche forfaitaire 225 000 000 fCFA, donne donc à l'une et l'autre des deux approches une certaine crédibilité.

A souligner cependant ici que dans ce coût ne sont pas comptés les coûts intrinsèques des projets-tests décrits plus loin.

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES
INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE
VETERINAIRE TROPICALE

PROJET TEST POUR LE DEVELOPPEMENT
DES SYSTEMES DE CULTURES IRRIGUEES EN CASAMANCE
(II)

Octobre 1972

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY (Sénégal)

S O M M A I R E

Note de Présentation	1
I - Amélioration de la riziculture - Casiers tests en zones salée et douce : devis	4
II - Production intensive de fourrages irrigués - Association "agriculture-élevage" en sols gris	12
III - Détermination des besoins en eau des cultures vivrières, fourragères et maraîchères - Etude des réserves hydriques sur deux types de sol : sol gris et sol rouge de plateau	15
IV - Frais communs aux 3 thèmes d'études précédentes	19
V - Récapitulatif général	20
VI - Conclusion	21
VII - Annexe : plan d'aménagement	22

NOTE DE PRESENTATION

La pluviométrie des 5 dernières années est particulièrement déficitaire au Sénégal.

Même dans le Sénégal méridional, généralement bien pourvu, des pluviométries inférieures à 1 000 mm ont été enregistrées :

Années	Hauteurs d'eau mm	
	DJIBELOR (Ziguinchor)	SEFA (Sédhiou)
1968	990,5	648,2
1969	1 427	1 484
1970	1 452,5	999,8
1971	1 001,3	761,9
1972 *	927	718

* à la mi-octobre.

Si la culture de l'arachide se contente de ces hauteurs d'eau et a permis d'obtenir des productions satisfaisantes, par contre le mil tardif, parfois le maïs et toujours le riz voient leur production en diminution sensible.

Dans le cas du riz, les rizières de mangrove non protégées des retours de l'eau salée ont des productions très réduites sauf dans les zones où le ruissellement des eaux douces de surface ou de nappe est important.

Les rizières douces soumises au système du repiquage de variétés tardives sont également sinistrées.

Le riz pluvial, moins exigeant, subit cependant des périodes de sécheresse préjudiciables à son rendement, soit au début, soit à la fin des pluies.

Enfin les pâturages ont également des productions réduites.

Différentes techniques agronomiques, mises au point depuis plusieurs années, atténuent les aléas climatiques : labour de fin de cycle, semis précoces, variétés hâtives, utilisation de la traction bovine et engrais.

Mais peu d'études ont porté sur les possibilités de l'hydraulique agricole. Il importe de savoir si, par des aménagements de rentabilité acceptable, on peut atteindre à des systèmes de culture, puis de production, nouveaux et plus intensifs que les systèmes actuellement connus, et faisant appel à différentes cultures : vivrières, maraîchères et fourragères, soit par des irrigations continues, soit par des irrigations de complément au début ou à la fin des pluies, soit par des endiguements.

Des progrès importants ont déjà été obtenus en Casamance, pour la culture bananière du Balantacounda, par des irrigations de complément (eaux de ruissellement ou eaux des nappes profondes).

Le cadre de ce projet se place autour de la station rizicole de Djibélor. Les rizières de cette station ont été aménagées au cours des saisons sèches 1969 et 1970 par le Fonds Européen de Développement (F. E. D.).

Sur une superficie totale de 25 ha clôturés, 15 ha ont été effectivement aménagés en parcelles irriguables de 0,25 ha sur les différents types de sol représentatifs d'une vallée de Basse Casamance, il reste donc environ 10 ha à aménager.

D'autre part, des terres sont disponibles sur les différents types de sol de plateau (sols gris ou rouges).

Afin de réaliser le programme d'études et d'application en hydraulique agricole, il paraît donc avantageux de se baser sur l'infrastructure existante de cette station.

Les aménagements complémentaires permettront de réaliser les études suivantes, dont la plupart répondent aux besoins de l'hydraulique agricole :

1. Simulation du régime hydrologique des barrages écluses sur la partie salée des 10 ha à l'intérieur de laquelle on comparera l'efficacité de 2 modes de dessalement (billon diola amélioré et drainage peu profond) des sols sulfatés acides, ce qui permettra de préciser les techniques de mise en valeur de ces sols.

Les résultats obtenus seront susceptibles de vulgarisation dans des conditions analogues : glacis immédiatement inférieurs topographiquement aux rizières douces en bordure des grands marigots dans lesquels l'eau douce, provenant du bassin versant (ruissellement, écoulement hypodermique), est entièrement perdue mélangée à l'eau saumâtre du marigot.

2. Mesure de la consommation en eau en riziculture douce - Suivi des fluctuations de la nappe sous jacente.

Les besoins en eau de la double culture seront corrélativement obtenus.

3. Mise au point de méthodes d'aménagement et de techniques culturales pour le remembrement des rizières en vue de l'introduction de la culture attelée bovine et même du motoculteur.

Etude économique du remembrement.

Ce problème conditionne en fait le développement de la production rizicole en Basse Casamance.

4. Détermination des besoins en eau de différentes cultures vivrières, fourragères et maraîchères (maïs, riz pluvial, tomate, Pennisetum purpureum, Stylosanthes gracilis).

5. Détermination des réserves hydriques des 2 types de sol : sol gris de transition et sol rouge de plateau.

6. Création de parcelles de production intensive de fourrages à l'irrigation en vue de l'alimentation du bétail (trait, viande, lait) en sols gris.

Détermination du modèle d'irrigation tout au long de l'année. Rendements possibles, rentabilité de l'opération. En retombée, les 2 opérations suivantes pourront être entreprises :

- poursuite de l'expérimentation agronomique sur sols salés commencée sur le casier de Médina : recherche de variétés tolérantes au sel, fumure, techniques culturales ;
- multiplication de semences de riz sur les casiers aménagés.

Toutes ces études seraient obligatoirement menées en collaboration étroite avec le Service du Génie Rural, l'IEMVT et éventuellement les autres services concernés.

Le projet est présenté en 3 parties principales, conçues et réalisables séparément, et permettant donc des choix :

- I - Amélioration de la riziculture, aménagements et fonctionnement de casiers expérimentaux en zones salée et douce ;
- II - Parcelles de production intensive de fourrages à l'irrigation ;
- III - Détermination des besoins en eau des cultures vivrières, fourragères et maraîchères.
Etude des réserves hydriques de 2 types de sol : sol gris de transition et sol rouge de plateau.

I - AMELIORATION DE LA RIZICULTURE
ET FONCTIONNEMENT DE CASIERS TESTS EN ZONES SALEE ET DOUCE

Ces aménagements permettront de réaliser les opérations 1, 2 et 3 de la note de présentation. Ils comportent deux parties principales :

- aménagement de casiers expérimentaux en zone salée au Nord de la station ;

- aménagement de rizières douces dans la partie Est de la station.

11. CASIERS EXPERIMENTAUX EN SOLS SALES (cf. plan d'aménagement)

111. Parcelles de dessalement de type DIOLA amélioré
(parcelles 47 et 48)

1111. Aménagement proposé

Les parcelles 47 et 48, de superficies respectives 0,70 et 0,54 ha, se situent au Nord de la station.

La parcelle 47 sera irriguée par une prise pratiquée dans le canal revêtu n° 2 et drainée par un collecteur périphérique de 0,50 m de profondeur qui évacuera ses eaux dans le collecteur principal.

La parcelle 48 sera irriguée par une prise pratiquée dans le canal revêtu n° 2 et drainée par un collecteur périphérique débouchant dans le marigot à l'aide d'un dalot. Celui-ci, en saison sèche, permettra de submerger la parcelle avec l'eau saumâtre du marigot.

1112. Principe de fonctionnement

Pendant la saison sèche (décembre-mai), la parcelle 47 demeurera asséchée. La parcelle 48 sera en libre communication avec le marigot dont l'eau saumâtre envahira la parcelle et fera chuter l'acidité du sol par lessivage.

En fin de saison sèche, la fermeture du dalot à marée basse permettra le labour sur sol sec de la parcelle 48. Même opération pour la parcelle 47.

En saison des pluies, la fermeture du dalot et de l'ouvrage d'évacuation permettra de retenir l'eau de pluie dans les parcelles. Des évacuations de ces eaux effectuées à marée basse lessiveront le sol.

En fin de saison des pluies, la fermeture du dalot et de l'ouvrage de vidange permettra le stockage des eaux de ruissellement nécessaires à la fin de la culture.

Le riz sera repiqué sur billons.

112. Parcelles de dessalement par drains ouverts peu profonds
(parcelles 49 et 50)

1121. Aménagement proposé

La parcelle 49, de superficie 1,22 ha, sera irriguée à partir d'une prise pratiquée dans le canal revêtu n° 2 et drainée par des fossés de profondeur 0,50 m espacés tous les 20 m. Les eaux de drainage seront transitées par un collecteur périphérique de même profondeur que les drains avant d'être évacuées dans le marigot par l'intermédiaire d'un ouvrage de décharge.

La parcelle 50, de superficie 1,58 ha, sera irriguée par le canal revêtu n° 1 et desservie par un système de drainage analogue à celui de la parcelle 49. L'ouvrage de décharge pourra faire admettre l'eau saumâtre du marigot dans la parcelle 50.

1122. Principe de fonctionnement

Les 2 parcelles 49 et 50 recevront approximativement le même traitement hydraulique caractéristique du régime à l'amont des barrages écluses :

- de décembre à avril : admission d'eau saumâtre du marigot dans la parcelle 50, la parcelle 49 restant sèche ;

- de mai à juin : labour en sec après fermeture de l'ouvrage de décharge à marée basse ;

- juillet : lessivage par l'eau des pluies des terres labourées ;

- d'août à septembre : repiquage du riz - l'eau du marigot étant devenue douce, on établira la communication totale de la parcelle avec le marigot ;

- d'octobre à novembre : fermeture des vannes et stockage d'eau provenant du bassin versant.

Le riz sera repiqué à plat entre les 2 drains.

113. Parcelle de dessalement par 2 systèmes de drain peu profond (parcelle 46)

1131. Aménagement proposé

La parcelle 46, de superficie 1,03 ha, recevra le même traitement hydraulique que la parcelle 50 : régime à l'intérieur des barrages écluses. Elle sera divisée en 2 parties : la 1ère située au Nord sera desservie par des drains de 0,50 m profondeur et 10 m d'espacement, la seconde située au Sud aura les mêmes drains mais espacés de 20 m.

1132. Fonctionnement

Même fonctionnement que pour la parcelle 50.

La même variété de riz sera semée sur toute la parcelle. Les fluctuations de la marée n'étant pas connues dans ce marigot, il sera indispensable de prévoir une motopompe basse pression, fort débit pour la submersion des parcelles 50, 46 et 48 en saison sèche.

114. Prélèvements et mesures

Sur les 5 parcelles, des prélèvements bimensuels seront effectués en différents points et pour différentes couches de sol.

Sur ces prélèvements, seront mesurés le pH et la conductivité électrique.

Les rendements des cultures seront également mesurés.

12. RIZIERES AQUATIQUES DOUCES

121. Mesure de consommation (parcelle 39)

La parcelle 39, de superficie 0,63 ha, sera réservée à la mesure de la consommation d'eau. Des ouvrages de mesure (Parshall ou module à masques) contrôleront les apports et la vidange de l'eau.

Afin de détecter la possibilité de pertes d'eau par percolation, les fluctuations de la nappe phréatique seront suivies à l'aide de 2 piézomètres n° 12 et 13 implantés dans cette cuvette.

122. Mise au point des méthodes d'aménagement et des techniques culturales : coût du remembrement

Les parcelles 40 et 41, de superficies respectives 0,58 et 0,60 ha, seront planées suivant les courbes de niveau permettant l'utilisation de la traction bovine, puis de la petite motorisation. Les prix de revient de ce remembrement avec du matériel de traction bovine à la portée du Paysan seront déterminés.

123. Production de semences

Les 4 parcelles (42, 43, 44 et 45) planées permettront d'utiliser la motorisation et de produire des semences de base.

13. AUTRES EQUIPEMENTS

Afin de suivre les fluctuations de la nappe phréatique durant la saison sèche, 11 piézomètres seront implantés et rattachés altimétriquement à la borne la plus proche. Leur espacement sera de 50 m dans la zone continentale intercalaire et de 100 m vers les mangroves.

La partie Sud du casier sera réservée à l'élevage et aux cultures fourragères. Afin que l'irrigation soit assurée en saison sèche, il sera prévu le creusement d'un puits de 4 m situé en zone basse et l'équipement de son exhaure.

14. DEVIS ESTIMATIF DES AMENAGEMENTS ET EQUIPEMENTS (en francs CFA)

1401. Piquetage et marquage de 9,30 ha :
25 000 × 9,30 232 500

1402. Travaux préparatoires de 9,30 ha

.coupe de l'herbe : 20 000 × 9,30 =	186 000	
.nivellement des diguettes 60 000 × 9,30 =		558 000
Total		744 000

1403. Creusement des drains

.rectification du collecteur principal (2,20 × 1,00 × 0,60 m) :		
432 m à 0,96 m ³ /m =	<u>415 m³</u>	
.collecteur parcellaire des parcelles 46, 47, 48, 49 et 50 :		
longueur 160+344+341+536+606		
cubature par m linéaire : 0,60 ($\frac{0,50+1,70}{2}$) = 0,66 m ³ /m		
cubature totale : 0,66 × 1 987 =	<u>1 312 m³</u>	
.drain peu profond (1,50 × 0,50 × 0,50 m)		
longueur 2 144 m		
cubature 0,50 × 2 × 144 m =	<u>1 072 m³</u>	
total drain : 2 799 m ³ , à 5 m ³ /jour,		
soit 933 journées de travail : 933 × 415 =		387 195

1404. Voies d'accès et digue de protection

.digue principale		
1 830 × 5 × 0,60 m =	5 490 m ³	
.3 terres-pleins : 204 × 3 =	<u>612 m³</u>	
	6 102 m ³	
Extraction et transport		
575 F × 6 102		3 508 650
Coquillage		
2 000 $\left[(1 830 \times 5 \times 0,5) + (289 \times 3 \times 0,1) \right]$		<u>1 086 000</u>

4 594 650

1405. Diguettes

.digue le long du collecteur principal
 $(1,00 \times 2,00 \times 0,50)$
 $0,75 \times 1\ 620 = 1\ 215\ m^3$
 .diguette $0,55 \times 860 = \underline{473\ m^3}$
 1 688 m³

Soit 1 688 : 3 = 563 journées à 415 F/j

233 445

1406. Canal d'irrigation

.longueur : 1 170 m dont 1 070 m revêtus
 .creusement du canal (déblai et remblai des talus)
 $1\ 170 \left[\left(\frac{0,30+1,30}{2} \right) 0,50 + \left(\frac{0,50+1,30}{2} \right) 0,40 \right] = 890\ m^3$
 soit en raison de 3 m³/j, 297 j à 415 F = 123 255

Revêtement : 2 500 F × 1 070 =

2 675 000

Total

2 798 255

1407. Planage : 9,30 ha à 70 000 F

651 000

1408. Ouvrages en maçonnerie et béton armé

.ouvrages de prise simple 11 à 8 000	88 000
.ouvrages de prise triple 1 à 20 000	20 000
.ouvrages de prise pour le canal principal Est	130 000
.ouvrages de décharge 11 à 8 000	88 000
.dalot pour la parcelle 48 :	
6 buses à 6 000	36 000
1 vanne	10 000
terrassment (déblai-remblai)	10 000
fondation	<u>40 000</u>
	96 000
.ouvrages barrage écluse à 4 voies (marigot, collecteur principal, parcelles 50-49) :	
terrassment	30 000
fondation	50 000
coffrage béton armé	350 000
vannes (4)	40 000
portes (2)	60 000
déversoir de trop plein (béton maigre)	40 000
dalle béton armé	<u>150 000</u>
	720 000
.pont canal 1 et drain latéral Ouest	150 000
.pont collecteur principal	200 000
.pont canal 2	100 000

Total

1 592 000

c) le prix de revient du m³ de terre transporté à partir des zones d'emprunt voisines de la route BRIN-Ziguinchor a été calculé en utilisant des manoeuvres et une remorque de tracteur (francs CFA) 575

d) le creusement des canaux est estimé à 3 m³/journée, soit 415

e) les éléments de calcul du prix des gros ouvrages ont été déterminés à partir du prix établi par la Société ILACO ;

f) les prix des motopompes ont été établis à partir des prix communiqués par les fournisseurs ainsi que ceux des appareils de mesure.

16. COUT DE FONCTIONNEMENT

Il peut être évalué par le coût à l'hectare de multiplication de semences de riz (rapport MONNIER-DELAFOND IRAT Mai 1972) :

- prix de revient d'1 ha de semences de riz irrigué :

.semences	19 718
.engrais	15 000
.interventions et produits	93 359
.main-d'oeuvre	<u>101 800</u>
Total =	229 877
arrondi à	230 000

230 000 × 9,30 ha = 2 185 000

- 1 assistant de recherche (voir récapitulatif général)	
- 2 observateurs niveau BEPC	700 000
- 2 manoeuvres permanents	<u>300 000</u>
Total	3 185 000

En déduction, produit de la vente des semences
15 tonnes à 80 000 F = 1 200 000
(rendement tenant compte des aléas possibles
en zone salée la première année)

17. RECAPITULATION

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Aménagements et équipements	14 969 000			
Fonctionnement partiel	3 185 000	3 345 000	3 505 000	3 665 000
Recettes	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Total	16 954 000	2 145 000	2 305 000	2 465 000

II - CREATION DE PARCELLES DE PRODUCTION INTENSIVE
DE FOURRAGES IRRIGUES - ASSOCIATION AGRICULTURE-ELEVAGE
EN SOLS GRIS DE TRANSITION

21. DESCRIPTION DU PROJET

La traction bovine commence à être vulgarisée dans les départements de Casamance maritime.

La station de Djibélor utilise essentiellement les boeufs pour le travail en riziculture.

La ration distribuée est principalement composée de paille de riz. Elle est complétée en hivernage par du pacage.

La faible profondeur de la nappe phréatique et les quelques essais de comportement de plantes fourragères ont montré que certaines espèces à grand rendement pourraient être exploitées tout au long de l'année moyennant un apport complémentaire d'eau pendant la saison sèche.

Il s'agit des espèces suivantes :

- Pennisetum purpureum, variété Kizozi
- Tripsacum laxum, herbe de Guatemala
- Panicum maximum
- Stylosanthes gracilis
- Sorgho fourrager.

Il importe d'étudier et d'exploiter ce potentiel fourrager moyennant des irrigations de complément pour alimenter un cheptel bovin de traction et des boeufs à l'engrais.

On déterminera les rendements annuels à l'hectare, et par espèce. La valeur alimentaire (teneur en MS, la valeur en UF et la teneur MAD) des produits après chaque fauche.

On calculera la production de MS par m³ d'eau d'irrigation et il sera tenté d'établir un modèle d'irrigation pour les différentes périodes de l'année et la production de fourrage attendue.

Enfin l'aspect économique de l'opération sera étudié.

Cette opération peut avoir une portée pratique immédiate en montrant aux éleveurs locaux placés autour de la ville de Ziguinchor comment ils peuvent améliorer la nourriture de leur bétail en vue de la production de viande et même de lait.

22. DEVIS221. Investissements2211. Aménagements de la parcelle "Cultures fourragères"

a)	Piquetage et marquage de 2,50 ha 25 000 × 2,5	62 500
b)	Travaux préparatoires	
	.coupe de l'herbe 20 000 × 2,5 =	50 000
	.nivellement diguettes 60 000 × 2,5 =	150 000
	Total	200 000
c)	Planage et nivellement en pente de 1 ‰ des parcelles : 100 000 × 2,5	250 000
d)	Creusement des colatures	
	.drains (1,50 × 0,50 × 0,50) .longueur : 300 m .cubature : 300 × 0,50 = 150 m ³ à 3 m ³ /j, soit 50 journées à 415 F	20 750
e)	Canal d'irrigation	
	.longueur 430 m dont 145 m revêtus .creusement du canal (déblai-remblai-talutage) $430 \left[\frac{0,30+1,30}{2} \right] 0,50 + \left(\frac{0,50+1,30}{2} \right) 0,40 \times 27 = 482 \text{ m}^3$ à 3 m ³ /j, soit 161 j à 415 F =	66 815
	.revêtement : 2 500 × 145 =	362 500
	Total	429 315
f)	Ouvrages pont canal d'irrigation	100 000
	Total "Aménagements"	1 062 565

2212. Equipements de la parcelle

a)	Puits Ø 4 m, profondeur 6 m	800 000
b)	Motopompe HMT 15 m, aspiration 5m, Q = 30 m ³ /h ?	700 000
c)	Hangar sans murs, matériaux locaux	500 000
d)	Motofaucheuse largeur de coupe 1 m	400 000
e)	Bascule pèse bétail	700 000
f)	Brouette : 3 × 10 000	30 000
g)	Outils	50 000
	Total "Equipements"	3 180 000

2213. Récapitulation "Investissements"

Total aménagements + équipements	4 242 565
Imprévus 10 ‰	424 256
Total	4 666 812
Arrondi à	4 667 000

222. Fonctionnement2221. Première année et par ha (culture)

a) Dessouchage	75 000	
b) Labour	4 000	
c) Sillonnage	10 000	
d) Plantation par bouturage	20 000	
e) Fumure :		
1000 kg phosphate tricalcique		
250 kg chlorure de potassium		
200 kg urée		
4 apports pour 4 coupes		
Total fumure	70 000	
f) 4 fauchages (600 F/heure)	7 200	
g) 4 ramassages des fourrages (à 10 jours)	20 000	
h) Entretien	10 000	
i) Irrigation de complément y compris les pertes : base 2 F le m ³	30 000	
Total		246 200

2222. Trois années suivantes et par ha (culture)

a) Fumure		
.fumure 1ère année		
.2 apports supplémentaires d'urée		
Total fumure	60 000	
b) Fauchage (6 fauchages)	10 800	
c) Ramassage des fourrages (6 ramassages)	30 000	
d) Entretien	10 000	
e) Irrigation	30 000	
Total		140 800

2223. Récapitulation "Fonctionnement"- Fonctionnement de la 1ère année

.Culture : 246 200 × 2,50 ha	615 500	
.Déplacements	100 000	
.Fournitures bureau et documentation	40 000	
.Divers, petits achats	20 000	
Total	775 500	
.Participation au fonctionnement de la station et frais généraux 15 %	116 325	
Total		891 825
Arrondi à		892 000

- Fonctionnement des 2ème, 3ème et 4ème années (

Par an :

.culture 140 800 x 2,5 ha	352 000
.déplacements	100 000
.fournitures bureau et documentation	40 000
.divers	20 000

Total

512 000

223. Récapitulation générale

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	
Investissements	4 667 000				
Fonctionnement	892 000	512 000	527 000	552 000	
Total	5 559 000	512 000	527 000	552 000	7 150 000

III - DETERMINATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES
VIVRIERES, FOURRAGERES ET MARAICHERES

- ETUDE DES RESERVES HYDRIQUES DES SOLS GRIS DE
TRANSITION ET DES SOLS ROUGES DE PLATEAU

31. BESOINS EN EAU

311. Objet

La détermination des besoins en eau est indispensable pour la conduite des irrigations, tant sur la station que sur tout autre aménagement hydraulique de la région. La connaissance des besoins hydriques permet, par ailleurs, une meilleure adaptation des espèces et variétés cultivées au milieu naturel, en conditions ordinaires d'hivernage ou en conditions privilégiées (sols gris à nappe peu profonde utilisable par les cultures). Cette détermination des besoins en eau des cultures ne peut se faire qu'en station de recherches disposant de l'infrastructure matérielle et scientifique nécessaire. La station rizicole de Djibélor est la seule qui remplisse actuellement les conditions voulues (aménagement, permanence scientifique, laboratoires des sols et dispositif d'étude des besoins hydriques déjà amorcé).

312. Aménagement et équipements

3121. Rappel

La station dispose actuellement de 9 cuves de végétation dont 4 seulement sont destinées à des études bioclimatiques (besoins en eau du riz pluvial, premiers résultats acquis pendant l'hivernage 1972). Les 5 autres sont destinées à des études chimiques de sol. Un projet soumis au financement FED avait été réduit de moitié et l'adduction d'eau avait été supprimée, ce qui compromet gravement les études prévues initialement.

3122. Proposition

- 4 batteries d'évapotranspiromètres supplémentaires de 3 cuves chacune, sur anneau de garde de 20 m de côté, destinées à la mesure des besoins en eau maximaux des principales cultures proposées (MTH).

- 1 batterie existante (pour mémoire) riz pluvial.

- 4 batteries nouvelles : maïs, tomate, Pennisetum purpureum, Stylosanthes gracilis.

3123. Devis (en francs CFA)

- Planage complémentaire des parcelles 15 000 x 4	60 000
- 12 évapotranspiromètres (cuves 2 x 1 x 1 m) de fabrication locale : 12 x 55 000	660 000
- 24 buses \varnothing 1 m pour installation de 12 puits de mesure, plus transport, pose, étanchéité et perçage pour tuyauterie : 24 x 12 000	288 000
- Tuyauterie de drainage (plastique 24 x 28 mm) 30 m x 12 à 200 F le mètre	72 000
- Protection des tuyaux de drainage par briques creuses	24 000
- 4 fûts galvanisés de 200 l pour irrigation des évapotranspiromètres	36 000
- Cadres d'arrosages des évapotranspiromètres, plus tuyauterie souple : 12 x 6 000	72 000
- 24 bidons plastiques de 40 l pour collecte de l'eau drainée : 24 x 6 000	144 000
- Une balance romaine portée 50 K, inoxydable et précision 100 g	80 000
- Quatre échelles métalliques de 2 mètres	20 000
- 12 toitures de puits de drainage : 12 x 3 000	36 000
- Bacs d'évaporation classe A + installation support et grillage, jauge à crochet	90 000
- Puits \varnothing 4 m, profondeur approximative 10 m	1 500 000
- Electro pompe immergée HMT 15 m débit 20 m ³ /h avec raccordement de 100 m	800 000
- Réservoir 30 m ³	300 000
- 180 m de canal d'irrigation revêtu	<u>480 000</u>
Total	4 662 000

32. ETUDE DES RESERVES HYDRIQUES DU SOL ET DE LEUR UTILISATION PAR LES CULTURES

321. Objet

Cette étude consistera à déterminer les principales caractéristiques hydriques et hydrodynamiques de deux types principaux de sol : sols gris et sols rouges de plateau. La connaissance de ces données est indispensable pour déterminer les doses unitaires d'irrigation et, par conséquent, leur fréquence optimale compte tenu des besoins en eau mesurés des diverses cultures. Les résultats obtenus intéressent tout projet et aménagement hydrauliques prévus (calibrage des ouvrages et des réseaux d'irrigation) dans l'ensemble du Sénégal méridional et leur exploitation ultérieure (pratique des irrigations).

322. Aménagement et équipements : devis

3221. Sols gris

- Planage complémentaire sur 0,6 ha, piquetage, marquage	10 000 15 000
- Humidimètre à neutrons (type Pittman) et accessoires (tubages, maintenance)	2 000 000
- Dispositif d'irrigation de précision base forfaitaire : 100 m de tête morte, 100 m de canalisation principale 2', 8 asperseurs basse pression	950 000
- Un manomètre à glycérine, prises et accessoires	100 000
- Matériel de mesure d'humidité et de densité :	
.3 tarières hélix et allonges	90 000
.boîtes d'humidité	20 000
.densitomètre à membrane	130 000
.piézomètres (10 x 5 000 FCFA)	<u>50 000</u>
	3 365 000

3222. Sols rouges de plateau

- On ne prévoit pour ces études aucun aménagement spécial (puits, achat de terrain, dispositif d'irrigation) mais seulement des frais de location éventuelle de terrain, transport, frais de culture, achat de tonne à eau, soit forfaitairement 550 000
- Le matériel de mesure à utiliser est le même que celui de la partie sols gris.
- Les expérimentations se feront en conditions d'hivernage ou post hivernage.

33. FONCTIONNEMENT331. 1ère année

- Deux observateurs et manipulateurs sonde, niveau BEPC	700 000
- Frais de culture portant sur un total d'1 ha de cultures irriguées à longueur d'année : main-d'oeuvre temporaire, matériel d'entretien, façons culturales	500 000
- Trois manoeuvres permanents	450 000
- Electricité ou gas oil, entretien du matériel	160 000
- Autres frais (voir récapitulatif général)	<u>1 810 000</u>

332. 2ème année 1 900 000333. 3ème année 1 995 000334. 4ème année 2 095 000

Total 4 années 7 800 000

34. RECAPITULATION BESOINS EN EAU ET RESERVES HYDRIQUES

		Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	
Equipements	Besoins en eau	4 662 000				
	Reserves hydriques	3 915 000				
Fonctionnement		1 810 000	1 900 000	1 995 000	2 095 000	
Total		10 387 000	1 900 000	1 995 000	2 095 000	16 377 000

IV - FRAIS COMMUNS POUR LES TROIS THEMES : RIZIERES,
FOURRAGES INTENSIFS, BESOINS EN EAU ET RESERVES HYDRIQUES

41. EQUIPEMENTS

- Logement assistant de recherche	7 500 000
- Bureau (AR) et local de travail pour 5 observateurs	6 000 000
- Machines à calculer : 1 électrique pour le chercheur et 1 manuelle pour les observateurs	350 000
- Divers et imprévus 10 %	<u>1 385 000</u>
Total équipements communs	15 235 000

42. FONCTIONNEMENT

421. 1ère année

- 1 assistant de recherche	5 000 000
- Déplacements de l'AR et missions d'appui	500 000
- Véhicule (camionnette), achat, fonctionnement et entretien	1 300 000
- Frais d'analyses de laboratoire (Djibélor et extérieur), conductivité électrique, pH sols et eau, humidité étuve, granulométrie et pF, analyses chimiques et bromatologiques	1 200 000
- Papeterie et documentation	150 000
- Participation aux frais de la station de Djibélor : comptabilité, eau, électricité, taxes diverses	<u>150 000</u>
Total "dépenses fonctionnement"	8 300 000
Frais généraux 15 %	<u>1 245 000</u>

Total fonctionnement 1ère année 9 545 000

422. 2ème année 10 022 250

423. 3ème année 10 499 500

424. 4ème année 10 976 750

Total des 4 années 41 043 500

V - RECAPITULATIF GENERAL

51. INVESTISSEMENTS

511. Rizières	14 969 000
512. Cultures fourragères	4 667 000
513. Besoins en eau et réserves hydriques	8 577 000
514. Frais communs	<u>15 235 000</u>
Total investissements	43 448 000

52. FOCTIONNEMENT SUR 4 ANNEES

Thèmes	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Rizières	1 985 000	2 145 000	2 305 000	2 465 000
Cultures fourragères	892 000	512 000	527 000	552 000
Besoins en eau	1 810 000	1 900 000	1 995 000	2 095 000
Frais communs	9 545 000	10 022 250	10 499 500	10 976 750
	:14 232 000	:14 579 250	:15 326 500	:16 088 750
Total 4 années				:60 226 500

53. MONTANT DU DEVIS SUR 4 ANNEES (en francs CFA)

Investissements	43 448 000
Fonctionnement	<u>60 226 500</u>
Total	103 674 500
Arrondi à	103 700 000

Soit CENT TROIS MILLIONS SEPT CENT MILLE FRANCS C. F. A.

ou une moyenne annuelle de VINGT CINQ MILLIONS DEUX CENT MILLE FRANCS C. F. A.

VI - CONCLUSIONS

Le présent projet permettra de résoudre, dans des délais relativement courts, les problèmes posés par le développement des cultures irriguées dans le Sénégal méridional et qui sont rappelés ci-après :

1. Les possibilités réelles de protection des rizières contre les eaux salées des marigots par simulation du barrage écluse.

2. Les possibilités d'aménagement simple des rizières permettant l'introduction de la culture attelée ou mécanisée et remplaçant la culture manuelle. En fait il s'agit d'approcher les techniques du remembrement des rizières de Casamance.

3. La mesure des consommations d'eau dans les rizières douces de vallée.

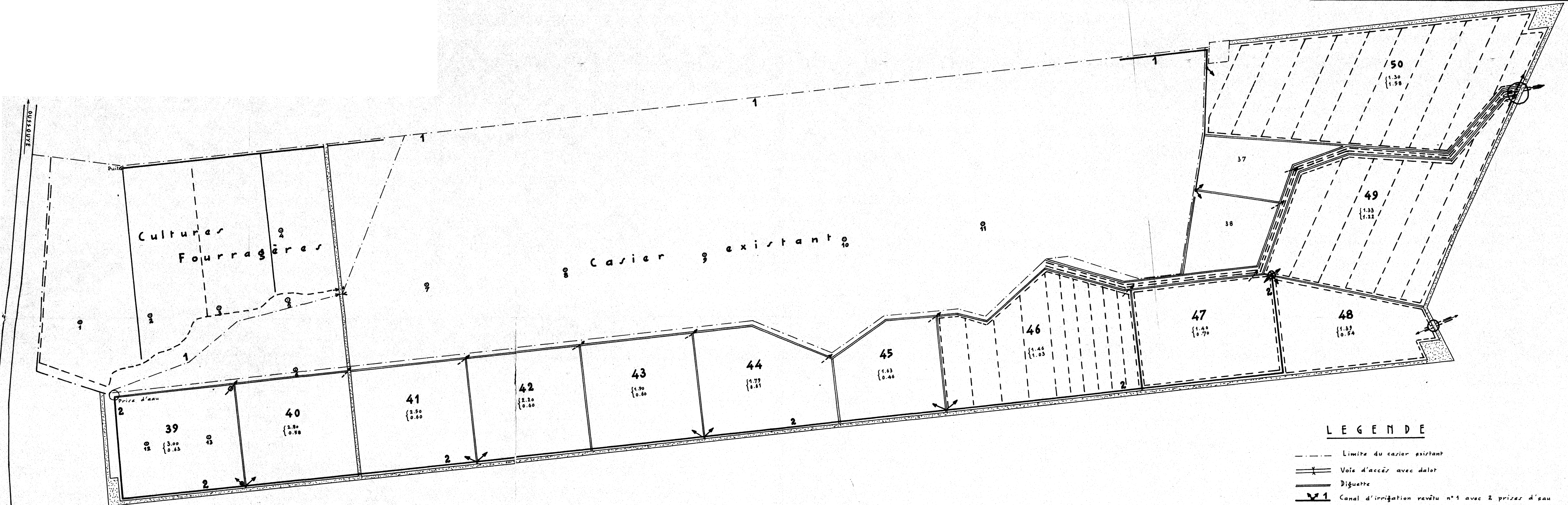
4. L'étude des besoins en eau des principales plantes cultivées dans la région : riz, maïs, cultures maraichères (tomate) et fourragères.

5. L'étude des réserves hydriques des différents types de sol de la région permettant la mise au point de l'irrigation (dose, fréquence, etc...) pour ces mêmes plantes.

6. En retombée, la multiplication des semences de riz dont la pénurie est connue dans le Sénégal méridional.

7. La poursuite des recherches en casiers salés : variétés, fumures, techniques culturales.

8. La production en vraie grandeur de fourrages irrigués destinés à l'alimentation du bétail des petites exploitations qui commencent à se constituer autour de la ville de Ziguinchor.



LEGENDE

- Limite du casier existant
- Voie d'accès avec dalot
- Diguettes
- 1 Canal d'irrigation revêtu n°1 avec 2 prises d'eau
- Canal d'irrigation non revêtu
- Collecteur principal avec digue
- Collecteur secondaire et drain ouvert peu profond
- Sens d'écoulement d'eau de drainage et d'eau saumâtre du marigot
- Ouvrages de mesure de débit d'irrigation et de drainage

45 Parcelle n° 45 plantée à la cote 1.65m et de superficie 0.46 ha environ

2 Piézomètre n° 2

BOHINCHOU

BOHINCHOU

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES

PROJET TEST POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION
A PARTIR DES NAPPES SOUTERRAINES DE LA REGION CENTRE
(III)

Octobre 1972

Centre National de la Recherche Agronomique
Bambey

S O M M A I R E

	Pages
PRESENTATION	1
I - IRRIGATION EN SOL DIOR-NAPPE LUTETIENNE	5
II - IRRIGATION EN SOL DEK-NAPPE LUTETIENNE	7
III - IRRIGATION EN SOL DIOR-NAPPE MAESTRICHTIENNE	9
IV - IRRIGATION EN SOL DEK-NAPPE MAESTRICHTIENNE	11
V - DEPENSES COMMUNES POUR LA REGION CENTRE SENEGAL	13
VI - RECAPITULATIF GENERAL	14
V - CONCLUSION	15

PRESENTATION

Dans la région du Centre Nord du Sénégal, les aléas climatiques ont une forte incidence sur la production agricole. Ils sont responsables pour une large part de la chute de production de l'arachide et des céréales depuis 1965 dans cette région.

En-dehors des eaux pluviales, il existe d'importantes ressources en eaux souterraines. Ces eaux, déjà bien cartographiées, sont généralement utilisées soit pour l'alimentation en eau potable des villages, soit pour l'abreuvement des troupeaux de boeufs transhumants.

Sur le plan agricole, il semble qu'un meilleur parti puisse être tiré de ces ressources considérables.

Cependant, à cause de la nature chimique très variable des eaux souterraines et des caractéristiques hydrodynamique peu favorables des sols de la région, il est nécessaire de mettre au point des méthodes d'exploitation de ces ressources et de voir si l'on peut déterminer des systèmes de culture, puis de production nouveaux et plus intensifs par des aménagements de rentabilité acceptable.

En effet, dans cette région, on rencontre généralement :

- 2 types de sol : sol DIOR sableux et sol DEK légèrement plus argileux ;

- 2 nappes qui méritent d'être exploitées à cause de leur puissance relativement importante : nappe du Lutétien et nappe du Maestrichtien.

Leurs principales caractéristiques sont résumées dans les tableaux suivants :

Nappe du LUTETIEN à Bambey

Nappe peu profonde 15-20 m
 Débit estimé : 10 m³/heure
 Salure faible (conductivité 1,2 mmhos)
 Résidu sec : 1 000 mg/l
 Anions : 8,16 de Co₂H⁻ et 4,16 Cl⁻ sur un total de 12,95 me/l
 Cations : 6,12 Mg⁺⁺ et 4,00 Na⁺ sur un total de 12,8 me/l
 Classe : C₂S₁ Riverside

Sol DIOR	Sol DEK
Ferrugineux tropical faiblement lessivé sur sable très peu structuré Faible tendance à la battance	Brun à hydromorphie temporaire de surface, plus argileux, sur sable et marnocalcaires, compact Tendance à la battance par reprise en masse de l'horizon de surface
Teneur en argile : 4 % (2-9,5 %) Teneur en limon : 0-3 % Dominance de sables fins dans tous les horizons (66-75 %)	Teneur en argile : 8 % (5-12,5%) Teneur en limon : 0,5 % Teneur équivalente en sables fins et en sables grossiers
Densité apparente : 1,5 Microporosité : 9 % Macroporosité : 34,5 % Perméabilité Darag : 9,8 mm/h Perméabilité Porchet : 24 cm/h (50 cm) Infiltration Muntz : 20 cm/H	Densité apparente : 1,6 Microporosité : 16 % Macroporosité : 24,5 % Perméabilité Darag : 8,8 mm/h Perméabilité Prochet : 27 cm/h (50 cm) Infiltration Muntz : 21 cm/H

Nappe du MAESTRICHTIEN à Bambey

Nappe profonde 320 m sous pression
 Débit estimé : 75 m³/heure
 Salure notable (CE 2,9 mmhos)
 Résidussec : 2 200 mg/l
 Anions : 8,0 Co₃H⁻ et 8,0 Cl⁻ sur un total de 27,3 me/l
 Cations : 25,0 Na⁺ sur un total de 26,57 me/l
 Classe : C4 - S4 Riverside

De ces tableaux, on peut déduire que la nappe du Maestrichtien dans la région de Bambey est impropre à l'agriculture, par sa salinité élevée et surtout par sa teneur excessive en sodium absorbable. Toutefois, les résultats de prospections hydrogéologiques ont montré que la salinité et l'alcalinité de la nappe du Maestrichtien diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer (donc vers l'Est). On a estimé qu'à partir d'une ligne Nord-Sud passant par TOUBA et en allant vers l'Est, cette nappe profonde peut être utilisée à des fins agricoles (en prenant bien entendu des précautions de lessivage périodique ou continue).

A l'Ouest de cette ligne Nord-Sud passant par TOUBA, il serait plus sûr d'utiliser la nappe du Lutétien ou même celle du Continental terminal.

Aussi, l'utilisation agricole de ces ressources hydriques souterraines exige-t-elle des expérimentations préalables destinées à :

- choisir le meilleur mode d'irrigation adapté à chaque type de sol et à chaque type de nappe ;
- trouver les espèces végétales qui s'adaptent le mieux aux conditions défavorables de sol et d'eau ;
- rentabiliser le mieux l'eau d'irrigation par la connaissance précise de la dose unitaire et de la fréquence d'irrigation ;
- préciser la rentabilité des systèmes de culture et proposer leur modèle d'exploitation.

Pour réaliser ce programme, il est proposé :

- En première étape

D'aménager 4 parcelles expérimentales de 1 ha net, chacune. Les 2 premières parcelles, irriguées par la nappe du Lutétien, pourraient être implantées au CNRA Bambey, l'une sur sol DIOR, l'autre sur sol DEK. Les deux autres parcelles desservant ces 2 types de sol seraient implantées à un endroit où la nappe Maestrichtien a une concentration saline variant entre 0,5 et 1 g/l et surtout une alcalinité pas trop élevée. Pour des raisons de commodité, il est préférable que cette future implantation ne soit pas trop éloignée de Bambey. Aussi, dans ce qui suit, il est supposé que :

- la parcelle "sol DIOR-nappe Maestrichtien",
- la parcelle "sol DEK-nappe Maestrichtien"

se situent au maximum à 100 km à l'Est de Bambey ;

- il y a la possibilité d'utiliser l'eau de ces forages en raison de 10 F le m³ pour irriguer les parcelles expérimentales.

Au stade actuel de l'élaboration du projet d'études, il n'est pas possible de préciser davantage, et les chiffres du devis ne donnent qu'un ordre de grandeur du coût des études sur l'utilisation agricole de la nappe du Maestrichtien.

Après une année d'étude et d'inventaire des ressources souterraines menés conjointement par l'hydraulicien et l'hydrogéologue, il sera possible de fixer avec plus de précision l'implantation de ces 2 parcelles et leur coût d'aménagement.

En deuxième étape

D'étendre à une dimension économiquement valable pour l'exploitant éventuel et dans des conditions réelles d'exploitation le test du ou des quelques systèmes de production retenus en fin de première étape.

I - IRRIGATION EN SOL DIOR-NAPPE IUTETIENNE (voir schéma **annexé**)

Les thèmes d'études seront les suivantes :

- comparaison des 2 modes d'irrigation les plus adaptés aux conditions de sol et d'eau : irrigation localisée et aspersion ;
- choix des espèces végétales : à titre indicatif les cultures suivantes seraient testées :
 - .saison sèche : tomate, melon, oignon, poivron, poireau, bettérave rouge
 - .saison des pluies (irrigation de complément) : maïs, sorgho, cotonnier, mil nain
 - .pérenne : cultures fourragères (Andropogon, Pennisetum pedicelatum, clitoria...)
- étude des besoins en eau de certaines espèces retenues par mesures neutroniques et tensiométriques ;
- étude de rentabilité de ces spéculations agricoles et proposition de **modèle** d'exploitation ;
- production de semences d'élite.

11. Description sommaire

La parcelle expérimentale de 1 ha implantée au CNRA Bambeï sera divisée en 5 blocs de 20 ares. Le 1er bloc recevra deux cultures de tomate et de melon en saison sèche, et deux cultures de maïs et de sorgho en hivernage et sera irrigué par "goutte à goutte". Le 2ème bloc supportera les mêmes cultures mais sera irrigué par aspersion. On prévoira sur le 3ème bloc irrigué par aspersion des cultures fourragères pérennes. Le 4ème bloc irrigué par aspersion aura de petites cultures maraîchères (oignon, poivron, poireau) en saison sèche et du coton en hivernage. Le 5ème bloc irrigué par aspersion sera consacré à la production de semences.

La consommation hydrique des principales cultures sera contrôlée par divers procédés (tensiomètre, humidimètre à neutrons...)

12. Devis121. Aménagement

- Creusement d'un puits de 25 m de profondeur	1 700 000
- 1 électropompe immergée débit 20 m ³ /h avec raccordement électrique et accessoires (sécurité...)	1 100 000
- Réservoir 60 m ³	150 000
- Canalisation d'amenée 130 m (mano asperseur)	110 000
- Aspersions sur 0,80 ha (conduite, compteur, vanne)	600 000
- Goutte à goutte sur 0,2 ha (y compris coût du projet - à vérifier)	500 000
- 1 pompe 25 m ³ /h de reprise et mise en pression pour asperseur	500 000
- 1 hangar en dur	500 000
- 500 m de clôture	<u>1 000 000</u>
Total	6 260 000
Divers et imprévus 10 %	<u>626 000</u>
	6 886 000

122. Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 1 chef d'équipe ou manoeuvre spécialisé	250 000
- 1 gardien	170 000
- 1 manoeuvre permanent	170 000
- Culture par 1 ha	500 000
- Fonctionnement des 2 pompes et leur entretien	<u>500 000</u>
	1 940 000

II - IRRIGATION EN SOL DEK-NAPPE DU LUTETIEN (voir schéma annexe)

Les sujets d'étude pourront être les suivants :

- comparaison des 2 modes d'irrigation les plus adaptés aux conditions de sol et d'eau : irrigation localisée et irrigation gravitaire. En effet, ce type de sol étant propice à la battance, il serait peu raisonnable d'essayer l'aspersion ;
- choix des espèces végétales : les espèces végétales indiquées au chapitre I seraient testées ;
- étude des besoins en eau ;
- étude de la rentabilité ;
- production de semences.

21. Description sommaire

L'implantation et la mise en culture des blocs expérimentaux seront identiques à celles réalisées en sol DIOR-nappe lutétienne. Deux différences :

- les 4 derniers blocs seront irrigués par gravité par l'intermédiaire de conduites de distribution munies d'orifices et de vannettes, chaque orifice correspondant à un sillon ;
- à cause de la vitesse d'infiltration très faible du sol, il sera prévu un amendement sur la moitié des 2 premiers blocs.

22. Devis

221. Aménagement

- Creusement d'un puits de 25 m	1 700 000
- 1 électropompe immergée 20 m ³ /h avec raccordement électrique et accessoires	1 100 000
- 1 réservoir	150 000
- Canalisation d'amenée 130 m avec embranchements et accessoires	150 000
- 1 pompe 25 m ³ /h de reprise avec contrôle de pression	500 000
- Canalisations "Modling" avec accessoires pour 0,80 ha	400 000
- Goutte à goutte pour 0,20 ha	500 000
- 1 hangar	500 000
- 500 m de clôture	<u>1 000 000</u>
Total	6 000 000
Divers et imprévus 10 %	<u>600 000</u>
	6 600 000

222. Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 1 chef d'équipe ou manoeuvre spécialisé	250 000
- 1 manoeuvre permanent	170 000
- 1 gardien	170 000
- Culture sur 1 ha et amendement sur 0,1 ha	550 000
- Fonctionnement et entretien des pompes	<u>500 000</u>
Total	1 990 000

III - IRRIGATION EN SOL DIOR-NAPPE MAESTRICHTIENNE (voir schéma annexe)

Les thèmes d'études seront les suivants :

- comparaison de 2 modes d'irrigation les plus adaptés aux conditions de sol et d'eau : irrigation localisée et aspersion ;

- choix des espèces végétales particulièrement résistantes au degré de salure élevée de cette nappe (cf. § I) ;

- étude des besoins en eau de certaines espèces retenues par mesures neutroniques et tensiométriques ;

- étude de la rentabilité de ces spéculations agricoles et proposition.

L'expérimentation sur l'utilisation agricole de cette nappe particulièrement défavorable risque, et ce malgré l'adoption de techniques améliorantes; de donner des résultats négatifs. Dans ce cas, il convient de prévoir la poursuite de cette expérimentation dans les zones où la nappe du Maestrichtien présente des caractéristiques chimiques plus favorables ; pour ce, dans ce qui suit, le réseau d'irrigation sera composé de préférence d'éléments mobiles.

31. Description sommaire

La parcelle expérimentale de 1 ha sera divisée en 4 blocs : le 1er bloc de superficie 0,2 ha irrigué au "goutte à goutte" recevra 2 cultures de tomate et de melon en saison sèche et 2 cultures d'hivernage de maïs et sorgho avec semis sur pluie et irrigation complémentaire. Le 2ème bloc identique au 1er sera irrigué par aspersion. Ces 2 blocs recevront chacun 2 traitements l'un avec amendement chimique, l'autre servant de témoin sans amendement. Le 3ème bloc de superficie 0,30 ha, irrigué également par aspersion, recevra des cultures fourragères pérennes résistantes au sel. Ce bloc recevra également 2 traitements suivants : amendement chimique et apport de matières organiques.

On prévoira pour le 4ème bloc d'égale superficie, irrigué par aspersion, de petites cultures maraîchères en saison sèche et 2 cultures d'hivernage de coton et de mil nain. Une partie de ce bloc recevra un paillage et un apport de matière organique.

Après une 1ère année de culture, le choix des espèces expérimentales sera réajusté.

32. Devis321. Aménagement

- Canalisation d'amenée d'eau, longueur 3 km environ accessoires, passage sous les routes	3 000 000
- Irrigation "goutte à goutte" sur 0,2 ha	500 000
- Canalisation principale 2", longueur 130 m	110 000
- Réservoir 60 m ³	150 000
- Pompe 25 m ³ /h de reprise et mise en pression par asperseurs	500 000
- Aspersions pour 0,80 ha	600 000
- Clôture grillagée 500 m à 2 000 F/m	1 000 000
- 1 hangar	500 000
	<u>6 360 000</u>
Total	6 360 000
Divers et imprévus 10 %	<u>636 000</u>
	6 996 000

322. Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 1 chef d'équipe ou manoeuvre spécialisé	250 000
- 1 manoeuvre permanent	170 000
- 1 gardien	170 000
- Culture 1 ha avec apport matière organique et amendement	600 000
- Fonctionnement et entretien d'une motopompe	250 000
- Prix d'achat de l'eau d'irrigation 20 000 m ³ /ha/an à 10 F/m ³	200 000
- Fonctionnement et entretien du réseau d'irrigation par aspersion et par "goutte à goutte"	<u>130 000</u>
Total	2 120 000

IV - IRRIGATION EN SOL DEK-NAPPE MAESTRICHTIENNE (voir schéma annexe)

Les thèmes d'étude sont analogues à ceux de la parcelle II (sol DEK-nappe Lutétienne). Sur cette parcelle où les conditions défavorables de sols et des eaux sont réunies, il ne sera pas prévu la production de semences.

41. Description sommaire

L'implantation **et** la mise en culture de la parcelle seront identiques à celles de la parcelle III (sol DIOR-nappe Maestrichtienne). Les traitements visant à améliorer la vitesse d'infiltration du sol et à réduire l'effet nocif du sodium de l'eau d'irrigation seront à prévoir sur tous les blocs expérimentaux.

Il est à rappeler que l'eau d'irrigation sera prise à partir de forages dont l'eau aura une qualité acceptable et qui ne seront pas trop éloignés de la station de Bambeay, pour des raisons évidentes de contrôle par l'assistant de recherches ou par l'ingénieur de la division d'hydraulique.

42. Devis

421. Aménagement

- Canalisation d'aménée d'eau, accessoires, passage sous les routes	3 000 000
- Réservoir	150 000
- Pompe de reprise avec raccordement et accessoires	500 000
- Canalisation principale 130 m	110 000
- Canalisation "Modeling" et accessoires pour 0,8 ha	400 000
- Goutte à goutte pour 0,20 ha	500 000
- Clôture grillagée pour les 2 parcelles 500 m	1 000 000
- 1 hangar	<u>500 000</u>
Total	6 160 000
Divers et imprévus 10 %	<u>616 000</u>
	6 776 000

422. Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 1 chef d'équipe	250 000
- 1 manoeuvre permanent	170 000
- 1 gardien	170 000
- Culture de 1 ha avec amendement sur 0,20 ha	600 000
- Prix d'achat de l'eau d'irrigation 20 000 m ³ /h/an à 10 F/m ³	200 000
- Fonctionnement et entretien de la pompe	<u>250 000</u>
	1 990 000

V - DEPENSES COMMUNES POUR LA REGION CENTRE SENEGAL

51. Equipement

- Logement de l'assistant de recherches (AR)	7 500 000
- Bureau pour l'AR et salle de travail pour 5 observateurs	6 000 000
- 2 machines à calculer : 1 électrique et 1 manuelle	350 000
- 1 véhicule camionnette	1 300 000
- 1 humidimètre à neutrons et accessoires	2 000 000
- 20 tensionmètres Riverside	160 000
- Matériel de mesure d'humidité et de densité (tarières, boîtes à tare, densitomètre à membrane, étuve...)	440 000
- Balance pour la pesée de récolte 60 kg de portée	180 000
- 150 pluviomètres AGRAM pour essai préalable des asperseurs en fonction du vent	300 000
- Anémographe Lambrecht enregistrant la direction et la vitesse du vent	500 000
- 1 conductivimètre RADIOMETER	370 000
- 1 pHmètre RADIOMETER	140 000
- 1 motoculteur	400 000
- Outils	100 000
	<hr/>
Total	19 740 000
Divers et imprévus 10 %	1 974 000
	<hr/>
Total "Equipement commun"	21 714 000

52. Fonctionnement

- 1 assistant de recherche (AR)	5 000 000
- Déplacement de l'AR et mission d'appui	250 000
- Fonctionnement et entretien du véhicule (moyenne sur 4 ans, compte tenu du renouvellement à la 3e année)	800 000
- Frais d'analyse et de laboratoire	700 000
- Papeterie et documentation	150 000
- Participation aux frais de la station	150 000
- 1 manipulateur pour l'humidimètre	350 000
	<hr/>
Total	7 400 000
Frais généraux 15 %	1 100 000
	<hr/>
Total fonctionnement 1ère année	8 500 000

VI - RECAPITULATIF GENERAL

Il est à noter que ce devis, comme celui du projet Casamance, ne tient pas compte de l'intervention du chercheur en hydraulique agricole dont le coût figure dans le devis "création d'une division d'hydraulique agricole".

61. Investissements

1. Sol Dior-nappe Lutétienne	6 886 000
2. Sol Dek-nappe Lutétienne	6 600 000
3. Sol Dior-nappe Maestrichtienne	6 996 000
4. Sol Dek-nappe Maestrichtienne	6 776 000
5. Dépenses communes	<u>21 714 000</u>

Total "Investissements" 48 972 000

62. Fonctionnement

Pour la 1ère année :

1. Sol Dior-nappe Lutétienne	1 940 000
2. Sol Dek-nappe Lutétienne	1 990 000
3. Sol Dior-nappe Maestrichtienne	2 120 000
4. Sol Dek-nappe Maestrichtienne	1 990 000
5. Dépenses communes	<u>8 500 000</u>

Total 16 540 000

Fonctionnement 1ère année	16 540 000
Fonctionnement 2ème année	17 368 000
Fonctionnement 3ème année	18 235 000
Fonctionnement 4ème année	<u>19 149 000</u>

Total "Fonctionnement 4 ans" 71 292 000

63. Montant du devis sur 4 années

Investissements	48 972 000
Fonctionnement	<u>71 292 000</u>
Total	120 264 000
Arrondi à	120 300 000

Soit CENT VINGT MILLIONS TROIS CENT MILLE FRANCS C. F. A.

ou une moyenne annuelle de TRENTE MILLIONS ET SOIXANTE QUINZE
MILLE FRANCS C. F. A.

CONCLUSION

Les expérimentations précitées permettront notamment de :

- préciser les possibilités de diversification des cultures dans la région Centre Sénégal par l'utilisation des ressources hydriques souterraines ;

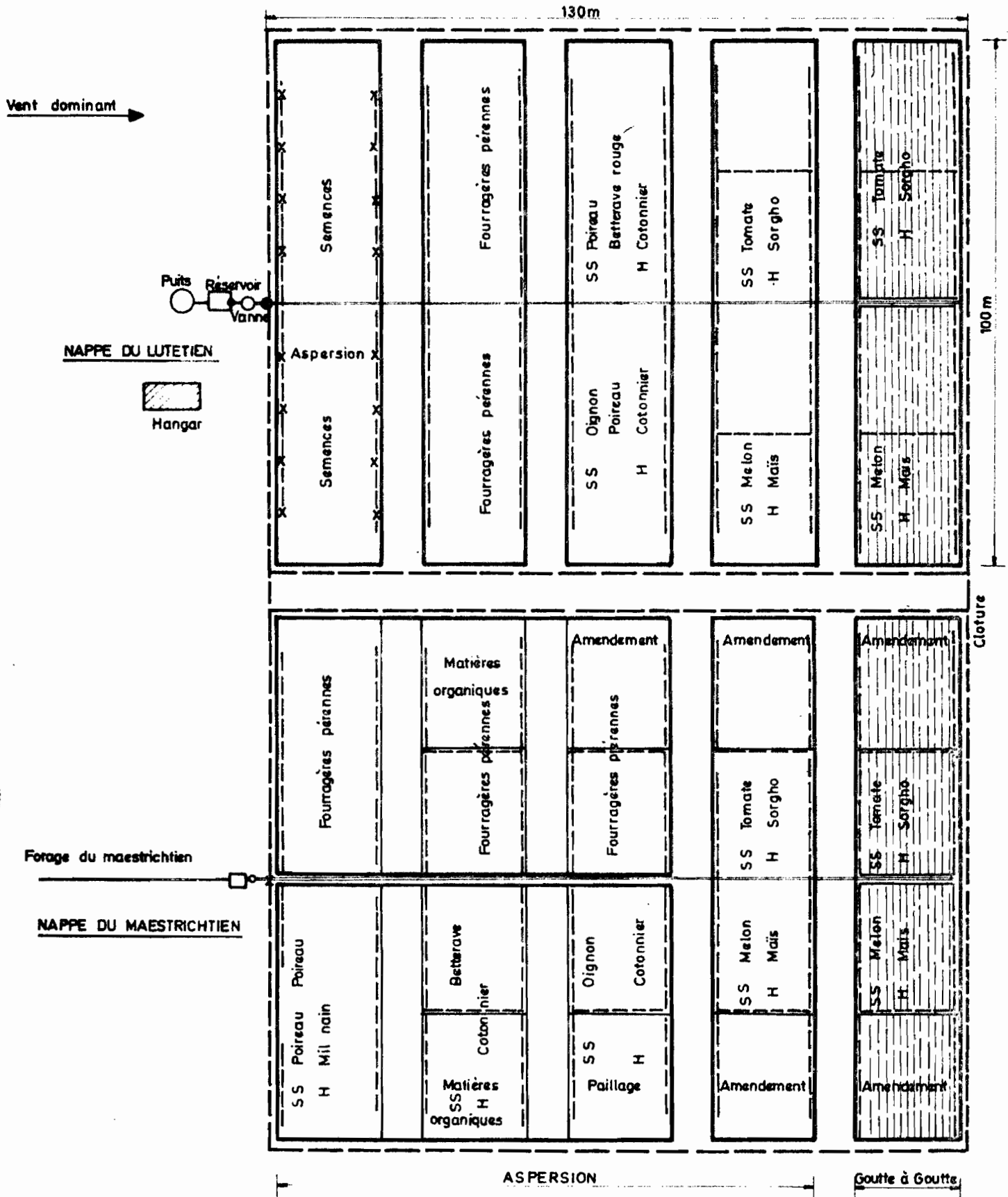
- **fixer les modalités** de leur exploitation ;

- déterminer les conditions optimales d'aménagement et d'irrigation des périmètres cultivés permettant de tirer le meilleur parti possible de ces ressources ;

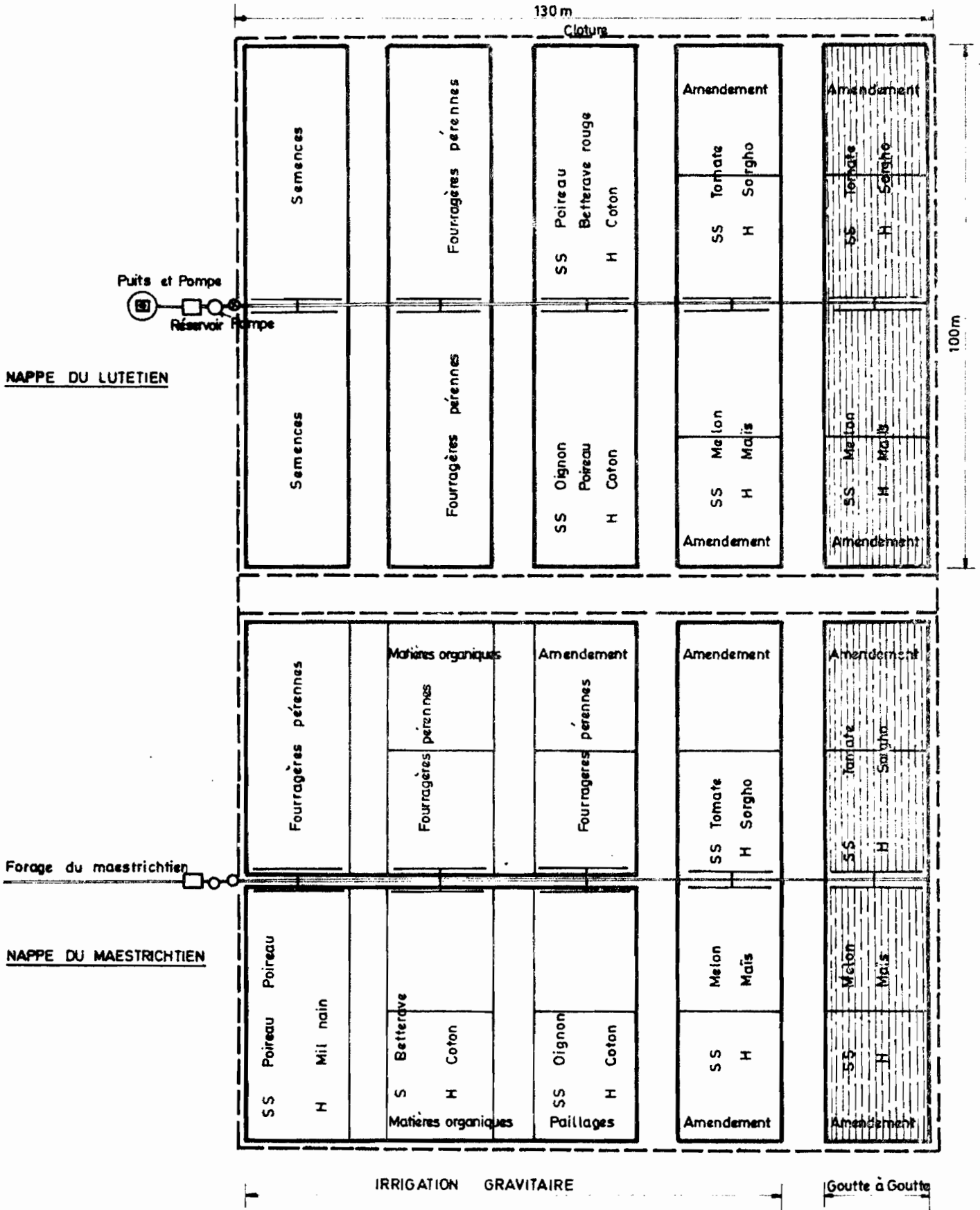
- préciser la rentabilité des systèmes de culture proposés.

Les résultats de ces études que l'on obtiendra après 3 ou 4 ans d'expérimentation pourront être **immédiatement applicables** en pratique. Ils permettront d'envisager la multiplication de petits aménagements hydroagricoles autour des puits et forages de la région en vue d'une intensification de la production agricole.

SOL DIOR



SOL DEK



REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTRE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES

PROJET TEST POUR LE DEVELOPPEMENT
DE L'IRRIGATION DANS LA REGION DU FLEUVE

(IV)

Octobre 1972

Centre National de la Recherche Agronomique
Bambey

S O M M A I R E

	Pages
INTRODUCTION	1
I - MODALITES DE LA MISE EN VALEUR DES SOLS LOURDS ALLUVIAUX A PARTIR DES EAUX DU FLEUVE	2
11. Sols de type Fondé	2
12. Sols de type Hollaldé	4
13. Sols de type Faux Hollaldé	5
II - MODALITES DE LA MISE EN VALEUR DES SOLS LEGERS DE DIERI	7
III - DEPENSES COMMUNES	9
IV - RECAPITULATIF GENERAL	10
CONCLUSION	11

INTRODUCTION

Dans la région du Fleuve Sénégal, la pluviométrie normalement faible et trop souvent incompatible avec toute culture pluviale, particulièrement au cours des derniers hivers, peut être considérée comme un appoint à l'irrigation. Cette dernière peut être envisagée à partir du fleuve et de ses affluents ou défluent et des ressources hydriques souterraines.

Du fait du régime torrentiel du fleuve et de son faible débit d'étiage, l'utilisation de ses eaux implique la construction d'importants ouvrages de régularisation et de retenue dont le choix ne semble pas encore définitivement fixé. Par ailleurs, la faiblesse des moyens consacrés à l'expérimentation en hydraulique agricole (excepté pour le casier sucrier de Richard-Toll) explique l'insuffisance des données de base indispensables à l'aménagement et à l'exploitation des futurs périmètres irrigués. Ces deux raisons font que la plupart des projets sont souvent bâtis sur des hypothèses agronomiques insuffisamment étayées.

Quant aux ressources hydriques souterraines, l'étude de leur utilisation à des fins agricoles demande à être approfondie. Par suite de l'incertitude relative aux moyens mis à la disposition de la recherche d'accompagnement en hydraulique agricole et aux lieux éventuels de son implantation, nous pouvons seulement proposer un modèle de casier test et les objectifs suivants :

1. Détermination des modalités de la mise en valeur des sols lourds alluviaux à partir des eaux du fleuve ;
2. Mode d'exploitation des sols légers de Diéri à partir des eaux souterraines, ou même de celles du fleuve.

Ces deux objectifs ne préjugent en rien des problèmes particuliers qui ne manqueront pas de se poser dans les divers périmètres hydroagricoles prévus. Aussi conviendrait-il de prévoir en plus des interventions de la Division d'Hydraulique agricole effectuées "à la demande".

I - MODALITES DE LA MISE EN VALEUR DES SOLS LOURDS ALLUVIAUX A PARTIR DES EAUX DU FLEUVE

Parmi les sols alluviaux, on observe 3 grands types couvrant chacun le tiers des terres de la vallée :

- les sols de Fondé : sablo-limoneux avec une teneur en argile inférieure à 30 %. A cause de la grande porosité du sol, la riziculture consomme excessivement d'eau ;

- les sols de type Hollaldé : la teneur en argile dépasse 50 %. Actuellement, à cause de leur imperméabilité et de leur réserve hydrique importante, on y cultive du riz et du sorgho de décrue ;

- les sols de faux Hollaldé : la teneur en argile varie de 30 à 50 %. Ces sols pauvres en azote et en phosphore réagissent généralement très bien aux engrais. On y cultive du riz et parfois des céréales et des fourrages.

L'expérimentation des systèmes d'exploitation de ces sols alluviaux sera donc réalisée en fonction de ces 3 types de sols dans des casiers-tests de superficie relativement importante.

11. Sols de type Fondé

A cause de la grande porosité de ce type de sol qui entraîne une consommation en eau excessive en riziculture, il sera préférable d'envisager une diversification des cultures, irriguées par billon cloisonné.

Les buts poursuivis porteront sur :

- la définition d'un assolement type de cultures de diversification ;

- la mise au point d'un mode d'irrigation choisi à priori, en fonction des connaissances actuelles (billon cloisonné) afin de réduire les pertes d'eau dans le transport d'une part et faciliter une infiltration homogène le long des raies d'autre part ;

- la détermination des doses et des fréquences d'irrigation les plus économiques de ces cultures.

La parcelle-test de 3 ha sera aménagée et recevra par exemple les cultures suivantes :

- blé et cotonnier de saison sèche ;
- riz pluvial, maïs, sorgho d'hivernage (avec possibilité d'irrigation de complément) ;
- cultures fourragères pérennes (stylosanthes gracilis, sorgho, pennisetum purpureum...).

Le choix de ces espèces essayées sera réajusté au fur et à mesure de leur expérimentation.

Au départ, afin de piloter rationnellement l'irrigation, des irrigamètres seront installés (contrôle de l'humidité du sol par des mesures neutroniques).

Par la suite, par des mesures en grande parcelle, on comparera les chiffres théoriques ou expérimentaux avec la consommation réelle en eau au champ. Par approches successives, on tentera de réduire cette consommation réelle au champ.

Les apports d'eau seront régulièrement mesurés et les temps de travaux rigoureusement relevés afin de chiffrer la rentabilité du système de culture.

111. Devis

1111. Aménagement

- Aménagement de 3 ha : débroussaillage, planage à différentes pentes, adduction d'eau, drainage...	2 100 000
- Pompage 50 m ³ /h et tête morte	900 000
- 1 hangar	500 000
- Ouvrages de mesure :	
6 Parshalls et leur installation	600 000
1 module à masques et installation	130 000
1 canal revêtu de 300 m x 2 600	780 000
50 siphons calibrés	25 000
	1 535 000
- Outils	150 000
	<u>150 000</u>
	Total
	5 185 000
	Divers et imprévus 10 %
	<u>518 500</u>
	Total "Aménagements"
	5 703 500

1112. Fonctionnement

- 2 observateurs niveau BEPC	700 000
- 1 chef d'équipe	250 000
- 2 manoeuvres permanents	340 000
- 1 gardien	170 000
- Frais de culture sur 3 ha	1 500 000
- Fonctionnement et entretien de la pompe	<u>350 000</u>
	3 310 000

12. Sols de type Hollaldé

Ces sols lourds ne conviennent guère qu'à la riziculture et au sorgho de décrue. Vu le nombre de périmètres hydro-agricoles et des ouvrages de régulation du fleuve actuellement en projet, la superficie cultivée en sorgho de décrue ne pourra que décroître. Aussi convient-il d'orienter nos efforts vers l'intensification de la riziculture.

Nos travaux seront axés sur la mesure, dans les conditions normales d'exploitation, de la consommation en eau d'une double culture annuelle du riz et sur l'amélioration de la gestion de l'eau (réduction des pertes, fréquence optimale d'irrigation...).

Un casier-test de 6 ha sera aménagé et semé en riz sur riz. Ce casier sera divisé en blocs de 1 ha, à l'intérieur desquels divers procédés permettant l'économie d'eau seront comparés avec le bloc-témoin : revêtement de canaux, renforcement des diguettes par du plastique, submersion à des hauteurs différentes, etc...

Les volumes d'eau apportés et vidangés seront rigoureusement contrôlés et les temps de travail, les diverses dépenses d'irrigation ou de culture seront relevés. Ces facteurs permettront de chiffrer ensuite le prix de revient de l'irrigation, son influence sur la rentabilité économique de l'aménagement des casiers irrigués...

121. Devis

1211. Aménagement

- 6 ha : débroussaillage, planage, réseau d'irrigation et de colature...	3 000 000
- Pompage, accessoires et tête morte	1 200 000
- Isolement des rizières, revêtement de certains canaux	1 100 000
- Ouvrages de mesure :	
6 Parshalls et leur installation	600 000
1 petite motopompe et accessoires	400 000
1 compteur d'eau de précision	200 000
1 puisant bétonné, étanche d'aspiration	80 000
2 modules à masques et installation	260 000
	1 540 000
- 1 hangar pour matériel, servant également de bureau pour l'observateur	1 000 000
- Outils	100 000
	<hr/>
Total	7 940 000
Divers et imprévus 10 %	<u>794 000</u>
Total "Aménagement"	8 734 000

1212. Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 2 manœuvres permanents dont 1 gardien	340 000
- 1 chef d'équipe	250 000
- Fonctionnement et entretien des motopompes	400 000
- Frais de culture pour 6 ha	<u>3 000 000</u>
Total "Fonctionnement"	4 340 000

13. Sols de type faux Hollaldé

Ces sols conviennent à la culture du riz, des céréales et des fourrages. Afin d'essayer de rentabiliser les ressources hydriques, il sera important d'envisager la production intensive de cultures fourragères et de trouver le meilleur système utilisant la culture de différentes céréales en rotation avec celle du riz.

Pour la production fourragère dont l'intérêt n'est plus à démontrer vu l'importance du cheptel de la région et la possibilité du séchage des fourrages, diverses espèces seront cultivées sur un casier de 3 ha environ. Le mode d'irrigation devra se rapprocher à la submersion du riz à cause de la nature du sol et surtout de la rotation avec le riz inondé. Aussi la semi-submersion sera pratiquée. Les espèces fourragères et leur culture seront choisies en fonction de ce mode d'irrigation. Suivant leur comportement, leur choix sera réajusté ultérieurement. Pour la 1ère année, les espèces suivantes pourront être essayées :

- pérennes : Stylosanthes gracilis,
Pennisetum purpureum ;
- annuels : sorgho, niébé.

Pour la diversification des cultures vivrières, un casier-test de 3 ha sera divisé en 3 blocs égaux recevant chacun les cultures suivantes :

- blé de saison sèche, riz d'hivernage
- riz de saison sèche, maïs d'hivernage
- niébé de saison sèche, sorgho d'hivernage.

Il convient de signaler, qu'en cas de maîtrise parfaite de l'eau, une 3ème culture annuelle pourrait être envisagée pour certaine rotation (riz-maïs-niébé).

L'aménagement de ce casier sera réalisé avec une pente de 0,5 ‰ et une longueur de raie de 100 m qui, d'après l'expérience de Richard-Toll, pourraient convenir à ce mode d'irrigation. A l'usage, ces normes pourraient éventuellement être affinées.

Dans ces parcelles, les apports et les pertes d'eau seront rigoureusement mesurés. Les doses unitaires d'irrigation pourront être déterminées au préalable par des essais au champ (cinétique d'infiltration et de ressuyage...). Les fréquences d'irrigation seront établies à partir des résultats des irrigamètres installés par ailleurs.

131. Devis1311. Aménagement

- Aménagement de 6 ha : débroussaillage, planage à 0,5 ‰, adduction d'eau, colature...	4 200 000
- Pompage 80 m ³ /h, accessoires, tête morte	1 600 000
- Canal revêtu 300 m	780 000
- Siphons calibrés	100 000
- 6 plaques a orifices	150 000
- 3 double équerres, 3 niveaux à bulle pour mesures du débit	90 000
- 1 hangar pour matériel avec coin bureau pour l'observateur, stockage des récoltes, 1 aire de séchage	1 600 000
- 6 silos à grain "Carreras"	570 000
- 1 module à masques et 1 parshall et leur installation	230 000
- Outils	<u>200 000</u>
Total	9 520 000
Divers et imprévus 10 %	<u>952 000</u>
Total "Investissements"	10 472 000

1312. Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 3 manoeuvres	510 000
- 1 chef d'équipe	250 000
- Fonctionnement et entretien de la pompe	500 000
- Frais de culture pour 6 ha irrigués	<u>3 000 000</u>
	4 610 000

II - MODALITES DE LA MISE EN VALEUR DE SOLS LEGERS DE DIERI

Ces sols sont caractérisés par leur nature sableuse et leur faible teneur en matière organique. En revanche, ils couvrent des superficies très importantes sous lesquelles gisent diverses nappes phréatiques.

L'eau d'irrigation pourrait être prise dans le fleuve ou dans la nappe. Vu la nature de ces sols, l'aspersion à doses fractionnées devrait être adoptée. Il importe de déterminer ces doses avec précision afin de réduire les pertes d'eau par percolation et celles des éléments nutritifs par lessivage.

Les 5 types de sols alluviaux précédemment cités étaient consacrés essentiellement à la grande culture. Il est à prévoir que l'habitat, le petit maraîchage et les petites cultures vivrières d'autoconsommation se situeront en bordure de la vallée et même sur les sols de Diéri. Pour ces diverses raisons, nous suggérons d'implanter un casier-test axé sur ces cultures et irrigué à partir des eaux de la nappe. Au cas où ces ressources s'avèreraient insuffisantes, l'adduction d'eau à partir du fleuve pourrait être envisagée. Cette solution a l'avantage de chiffrer le coût d'irrigation à partir des puits dans tout casier éloigné du fleuve et de comparer ce coût avec celui de la zone alluviale irriguée à partir des eaux du fleuve.

Le casier-test de 4 ha sera aménagé sur le plateau (Diéri) et irrigué par aspersion. A l'usage et par des tests successifs, les meilleures conditions de fonctionnement des asperseurs seront définies.

L'implantation des brise-vents destinés à améliorer la qualité de l'aspersion, à réduire la consommation et les pertes d'eau et à esquisser un paysage agraire rationnel, est envisagée. La contribution des services des Eaux et Forêts et du CTET est souhaitée pour le choix des essences.

Les cultures suivantes seront d'abord essayées :

- saison sèche : cultures maraîchères (tomate, oignon, melon, poireau, choix, poivron, carotte...), cotonnier ;

- hivernage : sorgho grain (qui remplace la diminution probable du sorgho de décrue), maïs, nil.

Comme précédemment, le choix de ces espèces sera réajusté au fur et à mesure de l'expérimentation et fonction des problèmes qui ne manqueront pas de se poser.

Comme pour les autres casiers-tests, l'irrigation sera pilotée par les résultats des irrigamètres et l'on tentera par approches successives de chiffrer et de réduire la consommation d'eau de la grande parcelle. Ainsi, on pourra extrapoler les résultats d'expérimentation aux grands périmètres avec une erreur plus faible.

Devis- Aménagement

- Aménagement de 4 ha	1 200 000
- Creusement d'un puits	1 700 000
- Pompe immergée 30 m ³ /h, haute pression et accessoires	1 900 000
- Installation d'un réservoir 100 m ³	500 000
- Réseau d'irrigation par aspersion pour 4 ha	2 800 000
- Dispositifs de mesure de consommation	450 000
- Clôture grillagée 900 m à 2 000 F/m	1 800 000
- 1 hangar	<u>1 000 000</u>
	Total
	11 360 000
	Divers et imprévus 10 %
	<u>1 136 000</u>
	Total "Investissements"
	12 496 000

- Fonctionnement

- 1 observateur niveau BEPC	350 000
- 1 chef d'équipe	250 000
- 3 manoeuvres dont 1 gardien	510 000
- Fonctionnement et entretien de la pompe	500 000
- Frais de culture pour 4 ha	<u>2 000 000</u>
	3 710 000

III - DEPENSES COMMUNESDevisAménagement et équipement

- Logement pour l'assistant de recherches	7 500 000
- Bureau et salle de travail pour 5 observateurs	6 000 000
- Machines à calculer : 1 électronique et 1 manuelle	350 000
- 1 véhicule camionnette	1 300 000
- 1 humidimètre à neutrons et accessoires	2 000 000
- Matériel de mesure d'humidité et de densité du sol (tarière, boîtes à tare, densitomètre à membrane, étuve)	440 000
- Balance pour la pesée des récoltes 60 kg de portée	180 000
- 150 pluviomètres AGRAM pour essai préalable des asperseurs	300 000
- 1 anémographe Lambrecht enregistrant la direction et la vitesse du vent	500 000
- 1 conductivimètre RADIOMETER	370 000
- 1 ph mètre RADIOMETER	140 000
- Outils agricoles	100 000
- 2 bacs classe A (comparaison Diéri-Hollaldé)	180 000
- 1 anémographe Lambrecht	500 000
	<hr/>
Total	19 860 000
Divers et imprévus 10 %	1 986 000
	<hr/>
Total	21 846 000

Fonctionnement

- 1 assistant de recherches	5 000 000
- Déplacements de l'AR	300 000
- Fonctionnement et entretien du véhicule (moyenne sur 4 ans, compte tenu du renouvellement du véhicule à la 3ème année)	800 000
- Frais d'analyse et de laboratoire	700 000
- Papeterie	150 000
- Participation aux frais de la station	150 000
- 1 manipulateur pour la sonde à neutrons	350 000
- Frais généraux 15 %	1 100 000
	<hr/>
Total	8 550 000

IV - RECAPITULATIE GENERAL

41. Investissements

Mise en valeur des sols Fondé	5 705 500
Mise en valeur des sols Hollaldé	8 734 000
Mise en valeur des sols Faux Hollaldé	10 472 000
Mise en valeur des sols Diéri	12 496 000
Dépenses communes	<u>21 846 000</u>
Total "Investissements"	59 251 500

42. Fonctionnement

Mise en valeur des sols Fondé	3 310 000
Mise en valeur des sols Hollaldé	4 340 000
Mise en valeur des sols Faux Hollaldé	4 610 000
Mise en valeur des sols Diéri	3 710 000
Dépenses communes	<u>8 550 000</u>
Fonctionnement 1ère année	24 520 000
Fonctionnement 1ère année	24 520 000
Fonctionnement 2ème année	25 745 000
Fonctionnement 3ème année	27 240 000
Fonctionnement 4ème année	<u>28 603 000</u>
Fonctionnement 4 années	106 108 000

43. Montant du devis pour 4 années

Investissements	59 251 500
Fonctionnement	<u>106 108 000</u>
Total	165 359 500
Arrondi à	165 360 000

Soit CENT SOIXANTE CINQ MILLIONS TROIS CENT SOIXANTE MILLE
FRANCS C. F. A.

ou une moyenne annuelle de QUARANTE ET UN MILLIONS TROIS CENT
QUARANTE MILLE FRANCS C. F. A.

CONCLUSION

La réalisation du projet que nous avons proposé permettra de tester en vraie grandeur les diverses méthodes de mise en valeur des quatre types de sol en présence dans la vallée du fleuve. Ces méthodes semblent, à notre avis et en fonction de nos connaissances actuelles en matière d'hydraulique, les plus adaptées aux conditions climatiques, pédologiques et même socio-économiques de la région du Fleuve.

Il est probable que l'application de ces modes de mise en valeur dans des casiers-tests remettra en cause plus d'une de ces hypothèses de départ (c'est d'ailleurs là l'objectif de notre projet de casiers-tests) ou présentera une discordance entre les résultats théoriques ou expérimentaux et leur application pratique en vraie grandeur. Nous pensons néanmoins que, par approches successives menées dans ces casiers-tests, les meilleurs systèmes d'exploitation pourront être définis. La transposition de ces résultats aux grands aménagements nous semblera alors largement facilitée et accélérée.
