

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur, fraternité, justice

**MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
ET DE L'ENVIRONNEMENT (MDRE)**

Centre National de Recherche Agronomique et de Développement Agricole
CNRADA

Proposition concernant

**LE PROGRAMME DU PDIAIM DE RECHERCHE / DEVELOPPEMENT
POUR
L'AMELIORATION DES TECHNIQUES D'IRRIGATION**

février 2002

Proposition du CNRADA

PROGRAMME DE RECHERCHE DEVELOPPEMENT

POUR L'AMELIORATION DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

Dans le cadre du PDIAIM

I. Rappel des objectifs et des attendus du programme

1. Le programme réalisé en milieu réel dans la vallée du fleuve Sénégal, avec les producteurs, a pour objectifs de promouvoir des améliorations aux systèmes actuels de pompage afin de diminuer le prix de revient du riz irrigué et des cultures de diversification, de tester de nouvelles techniques d'irrigation mieux adaptées aux cultures de diversification, ainsi que d'évaluer et d'améliorer l'efficacité du drainage pour contrôler le processus de salinisation-alcalinisation des sols, voire d'accroître la fertilité des sols.

2. Les résultats attendus sont : i) de réduire d'environ 20% les frais de pompage des cultures irriguées aussi bien sur le riz que sur les cultures diversifiées; ii) de tester de nouvelles techniques d'irrigation mieux adaptées aux cultures de diversification (maraîchage et arboriculture...); iii) d'évaluer l'efficacité du drainage pour différents types de culture (simple et double culture de riz, cultures diversifiées...) avec différents systèmes d'irrigation et différentes conduites de l'irrigation; et enfin iv) de former à ces nouvelles techniques d'irrigation et de drainage les personnels des sociétés d'aménagement; les bureaux d'études, les gestionnaires techniques des périmètres et les producteurs.

II. Ce programme PDIAIM pour l'amélioration des techniques d'irrigation est un prolongement logique des activités du programme PSI-Mauritanie conduit par le CNRADA entre 1996 et 1999.

3. Depuis 1996 le Pôle régional CORAF de recherche sur les systèmes irrigués soudano-sahéliens a conduit au Mali, en Mauritanie, au Niger et au Sénégal un programme d'action basé sur 4 composantes régionales de recherche dont la complémentarité apparaît évidente avec les objectifs du programme PDIAIM sur l'amélioration des techniques d'irrigation. Le PSI conduit en effet des recherches sur :

4. **L'intensification et la diversification des cultures** avec l'objectif de proposer aux producteurs des solutions techniques (innovations, itinéraires...) leur permettant d'augmenter la compétitivité des systèmes rizicoles et d'adopter des systèmes alternatifs à la riziculture basés sur la diversification des cultures. La diversification privilégie d'une part les cultures maraîchères et les cultures fruitières pour l'approvisionnement du marché urbain de Nouakchott, et d'autre part les cultures fourragères qui sont si importante pour sécuriser les filières animales (viande et lait).

5. **La lutte contre la dégradation des sols** avec l'objectif : i) de comprendre les mécanismes de salinisation et alcalinisation des sols de la vallée du fleuve Sénégal : ii) de proposer des conduites de l'irrigation et des itinéraires techniques qui permette la maîtrise de la dégradation des sols; et enfin iii) de proposer des techniques de réhabilitation des sols

dégradées associant les amendements chimiques, la restructuration physique de ces sols et la conduite de l'irrigation pour le lessivage des sels présents dans le profil du sol.

Les résultats obtenus au Sénégal et en Mauritanie aussi bien dans la région du Delta que dans la basse et moyenne vallée permettent au PSI-Mauritanie de faire un état des lieux précis, d'évaluer les risques de dégradation des sols irrigués par salinisation et dégradation, de proposer des solutions techniques pour éviter la dégradation.

6. La gestion technique et l'organisation sociale de l'irrigation avec l'objectif d'améliorer les performances de l'irrigation tant au niveau de la conduite pratique de l'irrigation au sein de l'aménagement que par une meilleure organisation des producteurs. En Mauritanie les travaux ont porté sur les petits périmètres villageois de la vallée.

Les suivis du pompage, des irrigations et des itinéraires techniques pratiqués ont conduit à proposer des solutions qui ont permis de réduire sensiblement les coûts de pompage (pompe sur-dimensionnée par rapport aux besoins), de rationaliser le tour d'eau à partir de la mise en place d'un système d'information quotidien des apports d'eau et de la distribution parcellaire de l'irrigation.

7. Le partenariat du PSI-CORAF, a été élargi (accord du 21 octobre 99) à l'Association pour le développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), à l'Institut International du management des ressources en eau (IWMI). Le CIRAD et l'IRD partenaires fondateurs du PSI ont d'autre part contractualisé une coopération institutionnelle avec le Centre d'Études sur le Machinisme Agricole, le Génie Rural et les eaux et Forêts (CEMAGREF) qui permet à cette institution d'apporter au PSI son expertise dans les domaines de l'irrigation et du drainage. Le CEMAGREF bénéficie d'une compétence reconnue mondialement sur les techniques d'irrigation et de drainage. Un expert du CEMAGREF devait être affecté sur le nouveau programme PSI-ADRAO-IWMI de la vallée du fleuve Sénégal. Il vient ainsi renforcer le dispositif de Recherche-Développement du PSI dans la région.

III. Proposition du CNRADA pour une contribution au programme du PDIAIM sur L'amélioration des techniques d'irrigation

III-1 Volet Diminution des coûts de pompage et tests de nouvelles techniques de pompage

8. Le PSI-Mauritanie avait abordé le problème de la mauvaise adaptation des groupes motopompes à l'occasion de son programme de travail sur les PIV de Nakhlet et de Dieuk où les GMP mis en place présentent une surpuissance importante. Dans ces conditions on constate une surconsommation en carburant et un débordement régulier de l'eau dans les canaux. Les coûts de pompage représentent, sans amortissement ni provisionnement, pour renouvellement environ 25% des charges totales du groupement et donc de la redevance payable par les producteurs.

9. Le changement des GMP ne peut pas s'envisager avant leur renouvellement. Il faut proposer et tester des améliorations aux systèmes en place. Mise sur flotteur des GMP, recalibrage des canalisations de refoulement, reprofilage des canaux primaires et secondaires, installation de compteurs horaires sur le GMP, mise en place d'accessoires ou d'ouvrages annexes mieux adaptés et plus performants tels qu'une crépine à ogive, un bassin de dissipation mieux dimensionné, un ouvrage seuil avec une échelle limnimétrique pour l'estimation de la hauteur de la ligne d'eau et des volumes pompés (vérification)... Ces tests pourraient être conduits sur les périmètres qui ont été suivis successivement par le PSI et par le projet « Bonnes pratiques de l'IPTRID-FAO ».

10. La fourniture d'électricité à partir du barrage de Manantali ne sera pas opérationnel avant 2002-2003 au mieux... Dans la moyenne vallée, on pourra procéder à des tests de pompes électriques alimentées par des groupes électrogènes lorsque le regroupement de l'alimentation électrique de plusieurs périmètres sera possible en attendant le futur réseau de distribution collectif. Cela permettra de préparer l'arrivée du courant électrique. Le choix des sites à installer fera l'objet d'une attention particulière.

11. Dans la basse vallée, le projet PDIAIM propose de tester l'installation de pompes hélice ou à vis d'Archimède, beaucoup mieux adaptées aux faibles hauteurs de pompage. Les vis, entraînées par des moteurs thermiques, auraient 4 à 5 m de longueur dans le delta et 8 à 9 m dans la région en amont de Rosso. Une étude sur les matériels disponibles sur le marché mondial est un préalable. Le programme de tests pourrait commencer avec des équipements courants sur le marché européen, facile d'accès pour les importateurs mauritaniens. Ensuite, on envisagera l'importation d'équipements d'Asie du sud et du sud-est, beaucoup moins chers que les matériels européens correspondants mais qui posent des problèmes de service après-vente.

12. Une mission d'appui d'un expert du Centre d'Études sur le machinisme Agricole, le Génie Rural et les eaux et Forêts, (qui est un partenaire du PSI), sera nécessaire pour :

- Proposer avec la SONADER et Le CNRADA un dispositif régional des tests à implanter;
- Définir les protocoles de mesures sur les sites de pompage à améliorer;
- Déterminer les nouveaux équipements à acquérir et les protocoles d'installation et de suivi de ces tests.

13. Un programme de formation des pompistes et des responsables des périmètres (présidents de coopératives ou propriétaires individuels) sera mis en place. Il sera défini en tenant compte des programmes mis en œuvre antérieurement par la SONADER et par l'AGETA. Il faudra y ajouter la généralisation de l'expérience réalisée par la direction régionale de la SONADER à Boghé.

14 Le programme suivant est proposé pour ce volet « **Amélioration du pompage et tests de nouvelles techniques de pompage** »

Nature des prestations	Exécution	Appui et expertise extérieur
Proposition du dispositif régional (Vallée du fleuve) Choix des sites	SONADER CNRADA	PSI- (Cémagref) Expert tunisien
Définition des protocoles		
Caractéristiques des nouveaux équipements à tester	SONADER	
Achat des nouveaux équipements à tester techniquement et à évaluer économiquement	SONADER	
Étude pour l'implantation des tests	SONADER/CNRADA	
Suivi des tests techniques et des études économiques	SONADER/CNRADA	

15. Le budget suivant est proposé en US\$ pour la participation du CNRADA au volet « **Amélioration des techniques de pompage** » pendant les 3 premières années du projet PDIAIM

Nature des prestations	Année 1	Année 2	Année 3	Total
Proposition du dispositif régional (Vallée du fleuve) Choix des sites Elaboration protocoles	missions PSI-Cémagref ou autres 12 600 (20 jours)	-	-	12 600
Caractérisation des nouveaux équipements à tester	-	-	-	-
Achat des nouveaux équipements à tester techniquement et à évaluer économiquement	50 000	-	-	50 000
Autres équipements *(voir détail ci dessous)	38 500	-	-	38 500
Étude pour l'implantation des tests	-	-	-	-
Suivi des tests techniques et des études économiques, restitutions	Suivis CNRADA /SONADER, missions, appuis 42 400 *voir budget détaillé	Suivis CNRADA /SONADER, missions, appuis 42 400 *voir budget détaillé	Suivis CNRADA /SONADER, Missions, appuis 42 400 *voir budget détaillé	127 200
Total en US\$	143 500	42 400	42 400	228 300

* Budget détaillé du volet « amélioration du pompage et tests de nouvelles techniques de pompage »

Code	Désignation	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	TOTAL
100	Charges de personnel				
101	2/3 Ingénieur ETSHER	2 000			
102	1/3 Chercheur BSC	700			
103	Technicien sup. agri	-			
104	2 Agents techniques	5 000			
105	1 Chauffeur	1 500			
106	2/3 Secrétaire	1 200			
	Main d'œuvre tempor.	1 000			
	Sous total	11 400	11 400	11 400	34 200
200	Equipements				
201	Pompes, matériel exp.	50 000			
202	Un véhicule d. cab. t.t.	25 000			
203	Deux motos	6 000			
204	Equipement informat.	3 500			
205	Equipement bureau	2 000			
206	Appareils mesure	1 000			
207	Divers , imprévus	1 000			
	Sous total	88 500			88 500
300	Fonctionnement				
301	Carburant	3 000			
302	Indemn. Déplacement	2 000			
303	Papeterie	1 000			
304	Communications	1 000			
305	Frais de gestion	2 000			
306	Particip. Frais généraux	2 000			
307	Fonctionnem. Pompage	10 000			
	Sous total	21 000	21 000	21 000	63 000
400	Appuis et formation				
401	Missions régionales	18 600	6 000		
402	Ateliers, restitutions	4 000	4 000		
	Sous total	22 600	10 000	10 000	42 600
	Total général	143 500	42 400	42 400	228 300

III-2 -Volet Introduction et suivi de nouvelles techniques d'irrigation

16. Des dispositifs modernes ont été récemment installés sur la rive droite mauritanienne du fleuve Sénégal, par exemple :

- Un pivot d'irrigation pour des grandes cultures céréalières et fourragères sur un projet Horti-Mauritanie à proximité de Keur-Mour
- Une installation de 10 ha de goutte à goutte au Pk 4 sur la route de Rosso à Nouakchott,
- Une installation de 10 ha d'aspersion en couverture totale, en cours d'installation à l'AGETA.

Une évaluation de ces introductions de nouveaux équipements devra être faite en préalable à la mise en place de nouveaux tests. Les équipements existant sur la rive sénégalaise pourront également être évalués. Le PSI étant présent des 2 cotés du fleuve pourra effectuer ce travail.

L'évaluation ne doit pas simplement porter sur l'aspect technique irrigation mais devra également prendre en compte les aspects agronomiques et économiques.

17. Le dispositif, des tests techniques et de l'évaluation, proposé dans l'étude préalable du PDIAIM pourra être légèrement adapté en fonction des conclusions de l'évaluation des équipements en place. Il s'agit essentiellement d'éviter de mettre en place des équipements identiques à ceux existant déjà et où le suivi peut être fait immédiatement sans investissement.

18. Concernant le suivi du système d'aspersion classique de 24 ha mis en place sur le périmètre pilote du Gorgol, PPG, à Kaédi avec l'aide de l'Union Européenne, le CNRADA qui a son siège et sa Direction générale dans cette ville pourra prendre en charge cette activité de suivi hydraulique en s'appuyant sur le dispositif du centre et particulièrement sur l'ingénieur des travaux hydrauliques et de l'équipement rural (ETSHER de Ouagadougou) qui est en poste actuellement à Kaédi.

19. On retiendra donc à priori un dispositif proche de celui défini dans l'étude préalable du PDIAIM à savoir :

- deux systèmes rigides, de 10 ha pour des cultures maraîchères (écartement 1,5 x 0,5 m), et 5 ha pour des cultures fruitières (écartement 10 x 0,5 m). Leurs coûts respectifs seraient de 30 000 et 25 000 \$, soit 55 000 \$ au total. Les frais annuels de fonctionnement et entretien (y compris la main d'œuvre) sont estimés à 20% du coût initial.

- deux systèmes avec des gaines souples de 5 ha pour des cultures maraîchères (écartement 1,5 x 0,5 m), et 10 ha pour des cultures fruitières (écartement 10 x 0,5 m).. Leurs coûts respectifs seraient de 15 000 et 20 000 \$, soit 35 000 \$ au total. Les frais annuels de fonctionnement et entretien (y compris la main d'œuvre) sont estimés à 20% du coût initial.

20 Le programme suivant est proposé pour ce volet « **Introduction et suivi de nouvelles techniques d'irrigation** »

Nature des prestations	Exécution	Appui et expertise extérieur
Étude et évaluation des expériences en cours en Mauritanie et au Sénégal	CNRADA	PSI-Sénégal
Proposition du dispositif régional (Vallée du fleuve) Choix des sites	SONADER CNRADA	PSI- (Cémagref)
Définition des protocoles		
Caractéristiques des nouveaux équipements à tester	SONADER	
Achat des nouveaux équipements à tester techniquement et à évaluer économiquement	SONADER	
Étude APD pour l'implantation des tests	SONADER	
Suivi des tests techniques et des études économiques	CNRADA	

21. Le budget suivant est proposé en US \$ pour la participation du CNRADA au volet « Introduction et suivi de nouvelles techniques d'irrigation » pendant les 3 premières années du projet PDIAIM

Nature des prestations	Année 1	Année 2	Année 3	Total
Étude et évaluation des expériences en cours en Mauritanie et au Sénégal	Étude CNRADA 5 000			5000
Proposition du dispositif régional (Vallée du fleuve). Choix des sites et élaboration des protocoles : 1 mission	PSI-Cémagref et autres 6 000			6 000
Caractéristiques des nouveaux équipements à tester	-	-	-	-
Achat des nouveaux équipements à tester techniquement et à évaluer économiquement	85 000	-	-	85 000
Autres équipements	38 500			38 500
Étude pour l'implantation des tests	-	-	-	-
Suivi tests techniques, études économiques, restitutions	missions PSI-Cémagref et Autres, Suivis CNRADA/SONADER 54 400	54 400	54 400	163 200
Total en US\$	188 900	54 400	54 400	297 700

*** Budget détaillé du volet «introduction et suivi de nouvelles techniques d'irrigation»**

Code	Désignation	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	TOTAL
100	Charges de personnel				
101	2/3 Ingénieur ETSHER	2 000			
102	1/3 Chercheur BSC	700			
103	Technicien sup. agri	3 000			
104	2 Agents techniques	5 000			
105	1 Chauffeur	1 500			
106	2/3 Secrétaire	1 200			
	Main d'œuvre tempor.	3 000			
	Sous total	16 400	16 400	16 400	49 200
200	Equipements				
201	Aspersion, gaines s.	85 000			
202	Un véhicule d. cab. t.t.	25 000			
203	Deux motos	6 000			
204	Equipement informat.	3 500			
205	Equipement bureau	2 000			
206	Appareils mesure	1 000			
207	Divers , imprévus	1 000			
	Sous total	123 500			123 500
300	Fonctionnement				
301	Carburant	3 000	3 000		
302	Indemn. déplacement	2 000	2 000		
303	Papeterie	1 000	1 000		
304	Communications	1 000	1 000		
305	Frais de gestion	2 000	2 000		
306	Particip. Frais généraux	2 000	2 000		
307	Etude dispositifs exist.	5 000	-		
308	Fonctionnem.dispositifs	17 000	17 000		
	Sous total	33 000	28 000	28 000	89 000
400	Appuis et formation				
401	Missions régionales	12 000	6 000		
402	Ateliers, restitutions	4 000	4 000		
	Sous total	16 000	10 000	10 000	36 000
	Total général	188 900	54 400	54 400	297 700

<<DRAINAGE ET DESSALEMENT>>

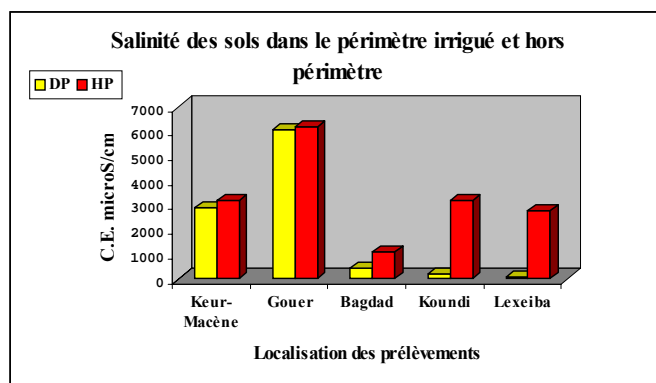
Dans la période 1996-1999, le PSI s'est donné l'objectif d'être en mesure de préciser la nature, l'importance et la dynamique des processus de la dégradation des sols ou de façon plus générale de préciser l'évolution de la fertilité des sols. D'autre part, en étroite coopération avec les opérateurs du développement, les organisations non gouvernementales, les responsables des organisations paysannes et les producteurs eux-mêmes, le PSI a également eu pour objectif de contribuer à l'adaptation des organisations paysannes et des modes de gestion pour améliorer les performances des périmètres irrigués et définir une gestion conservatoire des ressources en eaux et en sols qui permette d'assurer la durabilité des aménagements hydro-agricoles.

En premier examen l'eau du fleuve Sénégal paraît d'excellente qualité avec un pH proche de la neutralité, une conductivité électrique faible (58ΦS/cm), depuis la mise en place du barrage de Diama qui empêche la remontée de la mer dans le fleuve, et un taux de sodium faible par rapport au calcium ce qui écarte à priori les risques de sodisation sous irrigation.

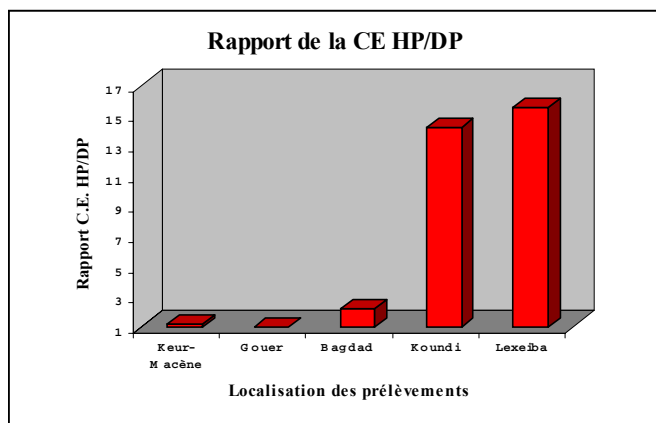
24. **Dans la zone du delta du fleuve Sénégal** des études ont été conduites pour apprécier et quantifier le risque de salinisation dans la région du Trarza en Mauritanie, sur la bordure Ouest du lac de Guiers et dans le secteur du delta central. Rappelons que le risque de salinisation, dans cette zone du delta, est lié aux sels marins neutres qui sont présents à quelques dizaines de centimètres de profondeur. L'irrigation entraîne une remontée des nappes et une mise en solution des sels solubles. Une teneur excessive en sels dissous se traduira par une difficulté d'alimentation hydrique liée au potentiel osmotique.

L'étude réalisée par le PSI dans le Trarza correspond à un diagnostic préliminaire de la salinité des sols. Elle a le double objectif de donner un premier niveau d'informations aux producteurs et d'identifier les axes de recherche à mettre en œuvre pour maîtriser le plus rapidement possible le risque de salinisation des sols. Une centaine de prélèvements de sols ont été réalisés en juillet 1996 dans les cinq localités de Keur-Macène, Gouer, la zone du fleuve à Bagdad, Koundi et Lexeiba. Les prélèvements ont été faits à deux niveaux : 0-20cm et 20-40cm, avec deux variantes : dans le périmètre irrigué (DP) et hors du périmètre irrigué (HP). La situation HP sera considérée comme la situation originelle.

La mise en culture et l'irrigation s'est traduite par une baisse du niveau de salinité (Wopereis et al 1995).



Le niveau de salinité tend à diminuer d'Ouest (Keur-Macène), en Est (Lexeiba), quelque soit la situation, le type de sol et la profondeur. La salinité est plus importante hors périmètre que dans le périmètre cultivé et irrigué.



En moyenne la pratique de la riziculture (DP) a permis de réduire d'environ 7 fois la valeur de la conductivité hors périmètres. Cette réduction est plus importante en amont de la zone (Lexeiba) que dans la partie deltaïque (Keur-Macène et Gouer).

La baisse de salinité peut être nulle dès que la nappe reste suffisamment longtemps pour rééquilibrer les concentrations. La mise en place dans cette zone d'un système de drainage apparaît très important.

On peut retenir que la salinité primaire baisse d'ouest en est. La distribution naturelle de la salinité reste dominante. Cela conforte l'idée que dans le Trarza, il s'agit plus d'un phénomène naturel de salinité que d'une dégradation proprement dite. Cependant cette distribution naturelle peut être influencée par la dynamique de la nappe, la qualité de l'eau et les pratiques culturales. Dans les zones irriguées l'horizon de surface est en général moins salé que l'horizon profond. Dans les zones hors périmètres, mis à part Lexeiba, l'horizon supérieur (0-20cm) est plus salé que l'horizon inférieur (20-40cm).

Dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, la plupart des aménagements hydro-agricoles sont mal planés et mal entretenus. Le drainage interne des sols argileux (Hollaldé) est faible. Les périmètres sont souvent aménagés sans réseau de colatures et il n'existe pas d'exutoire, naturel ou artificiel, extérieur pour un éventuel réseau de drainage. La concentration de l'eau d'irrigation dans le sol peut atteindre aisément un facteur de l'ordre de 250. A ce stade il a été observé une augmentation du pH de la solution du sol et une diminution du calcium. Cependant compte tenu de l'importante teneur initiale des sols en calcium (12 meq de calcium pour 100gr de sol soit près de la moitié de la capacité d'échange estimée à 25 meq/100gr de sol), les sols présentent une remarquable capacité de résistance. L'évolution des sols tend vers une salinisation neutre sans augmentation significative du taux de sodium échangeable (ESP). Le facteur principal de risque réside dans la très faible perméabilité des sols argileux (<1mm/jour) et dans la remontée possible de la nappe. Cette situation serait très favorable à une accumulation de sels par évaporation. A terme il y aurait donc un possible risque d'alcalinisation.

En conclusion on peut avancer que dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal le risque d'alcalinisation est faible compte tenu des teneurs importantes des sols en calcium. Ce calcium confère aux sols un pouvoir « tampon » et une très bonne capacité de résistance à la dégradation par le sodium. Une salinisation neutre semble la principale menace pour ces sols. Le drainage pour l'évacuation des eaux salées est absolument nécessaire dans les cuvettes du delta. Le gain de production serait d'environ 1 t/ha de riz paddy par cycle de culture. Dans le

delta le problème restera d'évacuer les eaux de drainage par un réseau de colatures avec un collecteur central pour l'évacuation des eaux de drainage. Dans la moyenne vallée le drainage à la parcelle ne semble pas nécessaire pour autant que l'on respecte une spécificité des sols (topographie, texture...) vis à vis des cultures.

Les recommandations de l'étude préalable du PDIAIM seront adoptées pour suivre un certain nombre de parcelles en se focalisant sur les points suivants : piézométrie, évolution chimique du sol, optimisation de la gestion de l'eau suivant les différents systèmes d'irrigation en tenant compte de l'inexpérience des futurs irriguants, évaluation des résultats économiques et de l'évolution des sols avec l'introduction du drainage et de la double culture en riziculture. Trois zones sont retenues pour ce suivi :

- Zone 1 : riziculture dans les conditions du delta ou, mieux, dans les conditions de vallée moyennement saline comme à Podor;
- Zone 2 : riziculture en moyenne et haute vallée en sol non salé;
- Zone 3 : cultures diversifiées irriguées, tantôt traditionnellement (billons et bassins) tantôt avec de nouvelles techniques (aspersion, goutte à goutte).

En zones 1 et 2, on suivra : deux parcelles de culture simple sans drainage, deux parcelles de culture simple avec drainage, deux parcelles de double culture avec drainage, ainsi qu'une parcelle témoin non cultivée. En zone 3, on suivra deux parcelles d'irrigation traditionnelle, une parcelle par type de technique d'irrigation nouvelle, ainsi qu'une parcelle témoin non cultivée.

Pour chacune des parcelles de riz on identifiera d'abord les sols. Les parcelles seront ensuite équipées de piézomètres chacune dont deux à une profondeur de deux mètres et trois allant jusqu'à cinq mètres. Pour les parcelles de diversification, trois piézomètres seront suffisants. Le suivi portera sur : i) la salinité (rythme de désalinisation du sol en fonction du drainage et de la double culture); ii) l'alcalinité (évolution de la composition chimique des sels solubles et du complexe d'échange); iii) le drainage (quantification du rendement en fonction de son utilisation); et iv) la nappe phréatique (évolution du niveau de la nappe et de sa composition chimique).

Le programme suivant est proposé pour ce volet « **Introduction et mise au point des techniques de drainage** »

Nature des prestations	Exécution	Appui et expertise extérieur
Identification des sols Choix des sites Installation des piézomètres Installation des drains Définition des protocoles	CNRADA SONADER	PSI (Animation régionale composante Dégradation + ADRAO) + PSI- (Cémagref)
Suivi des tests techniques Analyse chimiques Études économiques	CNRADA	

Le budget suivant est proposé en US \$pour la participation du CNRADA au volet « Introduction et mise au point des techniques de drainage » pendant les 3 premières années du projet PDIAIM

Nature des prestations	Année 1	Année 2	Année 3	Total
Étude des sols Choix des sites	Étude CNRADA 5 000			5000
I Installation des piézomètres Installation des drains Elaboration protocoles	Mission PSI 7 000	-	-	7000
Réalisation des drains et autres travaux	8 000	-	-	8000
Acquisition des équipements scientifiques pour le suivi des nappes et des écoulements	10 000	-	-	10 000
Autres équipements	38 500	-	-	38 500
Analyses et autres dépenses	5 000	5 000	5 000	15 000
Suivi tests techniques, études économiques, restitutions	Missions PSI, Suivis CNRADA/SONADER 50 400	50 400	50 400	151 200
Total en US\$	123 900	55 400	55 400	234 700

* Budget détaillé du volet « introduction et mise au point des techniques de drainage »

Code	Désignation	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	TOTAL
100	Charges de personnel				
101	2/3 Ingénieur ETSHER	2 000			
102	1/3 Chercheur BSC	700			
103	1 ingénieur agropédo	5 000			
104	2 Agents techniques	5 000			
105	1 Chauffeur	1 500			
106	2/3 Secrétaire	1 200			
	Main d'œuvre tempor.	3 000			
	Sous total	18 400	18 400	18 400	55 200
200	Equipements				
201	Piézo, drains, appareils	25 000			
202	Un véhicule d. cab. t.t.	25 000			
203	Deux motos	6 000			
204	Equipement informat.	3 500			
205	Equipement bureau	2 000			
206	Appareils mesure	1 000			
207	Divers , imprévus	1 000			
	Sous total	63 500			63 500
300	Fonctionnement				
301	Carburant	3 000	3 000		
302	Indemn. déplacement	2 000	2 000		
303	Papeterie	1 000	1 000		
304	Communications	1 000	1 000		
305	Frais de gestion	2 000	2 000		
306	Particip. Frais généraux	2 000	2 000		
307	Etude sols	5 000	-		
308	Suivi dispositifs	5 000	5 000		
309	Analyses labo	5 000	5 000		
	Sous total	26 000	21 000	21 000	68 000
400	Appuis et formation				
401	Missions régionales	12 000	12 000		
402	Ateliers, restitutions	4 000	4 000		
	Sous total	16 000	16 000	16 000	48 000
	Total général	123 900	55 400	55 400	234 700

III-4 Volet « Formation »

33. Des sessions et des cycles de formations seront organisées à tous les niveaux. Elles se traduiront par des visites dans les pays voisins, des stages de formation en Europe et la diffusion de brochures sur certaines techniques. Les formations se feront simultanément sur les techniques d'irrigation et de drainage de façon à apporter un complément de formation sur des techniques assez proches et souvent mises en place en même temps sur le terrain. Concernant les techniques nouvelles, elles seront appliquées selon plusieurs modalités :

- sur le terrain (Rosso et au Sénégal pour bénéficier des expériences de ce pays et particulièrement de la CSS) par des sessions d'information et de sensibilisation de courte

durée pour les gestionnaires des aménagements hydro-agricoles, les responsables politiques et économiques et les bureaux d'études. On peut envisager la réalisation d'une session par an en commençant en fin de première année du programme après la mise en place des dispositifs de tests des techniques d'irrigation et de drainage. Les intervenants à ces sessions seront des spécialistes de la zone. Le PSI, avec son équipe au Mali, au Sénégal et avec ses partenaires CEMAGREF ADRAO et IRD, sera mobilisé.

- Des stages de formations plus complets d'environ trois mois en France et aux Pays Bas où ces techniques sont largement utilisées. Le CEMAGREF serait l'institution correspondante du programme pour organiser ces stages en Europe. Ces formations intéresseront quelques ingénieurs sélectionnés (environ deux par an dont un de bureau d'études privé, avec participation aux frais pour ce dernier), Ils y apprendraient les techniques de calcul des réseaux simples.

- D'autres formations plus complètes sur le drainage devraient être réservées à des ingénieurs ou chercheurs. Deux formations sont prévues pendant la première phase du programme.

34. Des sessions de formation seront organisées plus spécifiquement sur les problèmes de salinisation et d'alcalinisation. Ces sessions de quelques jours en Mauritanie et au Sénégal seront organisés par le PSI en mettant à la disposition du projet l'ensemble des compétences mobilisables sur ce sujet. Les installations du Centre Interprofessionnel de Formation aux métiers de l'Irrigation (CIFA) de Ndiaye au Sénégal pourront être utilisées pour les sessions de courte durée. La préparation de brochures de vulgarisation sur les équipements de pompage, les nouvelles techniques d'irrigation et le drainage se feront à l'occasion des sessions de formation et information.

35 Le programme suivant est proposé pour ce volet « Formation »

Nature des prestations	Exécution	Appui et expertise extérieur
Sessions de courte durée sur les Techniques d'irrigation et de drainage (1 session de 3 j/an)	CNRADA	PSI (Animation régionale composante Dégradation + ADRAO) + PSI- (Cémagref) + CIFA (Sénégal)
Sessions de courte durée sur la salinisation et alcalinisation (1 session de 5j an)	CNRADA/PSI-Sénégal et Mali	
Stages de formation plus complets de quelques mois en Europe (2 stagiaires/3 mois /an)	PSI-CEMAGREF	
Formations diplômantes sur le drainage	UNIVERSITES-EUROPE + accueil site CNRADA	

36. Le budget suivant est proposé en US \$ pour la participation du CNRADA au volet « Formation » pendant les 3 premières années du projet PDIAIM :

Nature des prestations	Année 1	Année 2	Année 3	Total
Sessions de formation sur les techniques d'irrigation et de drainage (1 session de 3j/an)	8 000	8 000	8 000	24 000
Sessions de courte durée sur la salinisation et alcalinisation (1 session de 5j/an)	8 000	8 000	8 000	24 000
Stages de formation en Europe sur les techniques d'irrigation et de drainage (2stages de 3 mois/ans)	18 000	18 000	18 000	54 000
Cycle de formation universitaire en Europe (DEA et/ou thèse)	16 000	16 000	16 000	48 000
Brochures d'information et de vulgarisation	-	3 000	3 000	6 000
Total en US\$	50 000	53 000	53 000	156 000

IV. Mise en œuvre du programme par le CNRADA avec le concours du PSI-CORAF

IV-1 Principes généraux

37. Toutes les actions prévues dans ce programme seront menées chez des agriculteurs individuels ou dans des PPI collectifs volontaires, le projet prenant en charge les surcoûts éventuels à l'investissement dus aux nouvelles techniques.

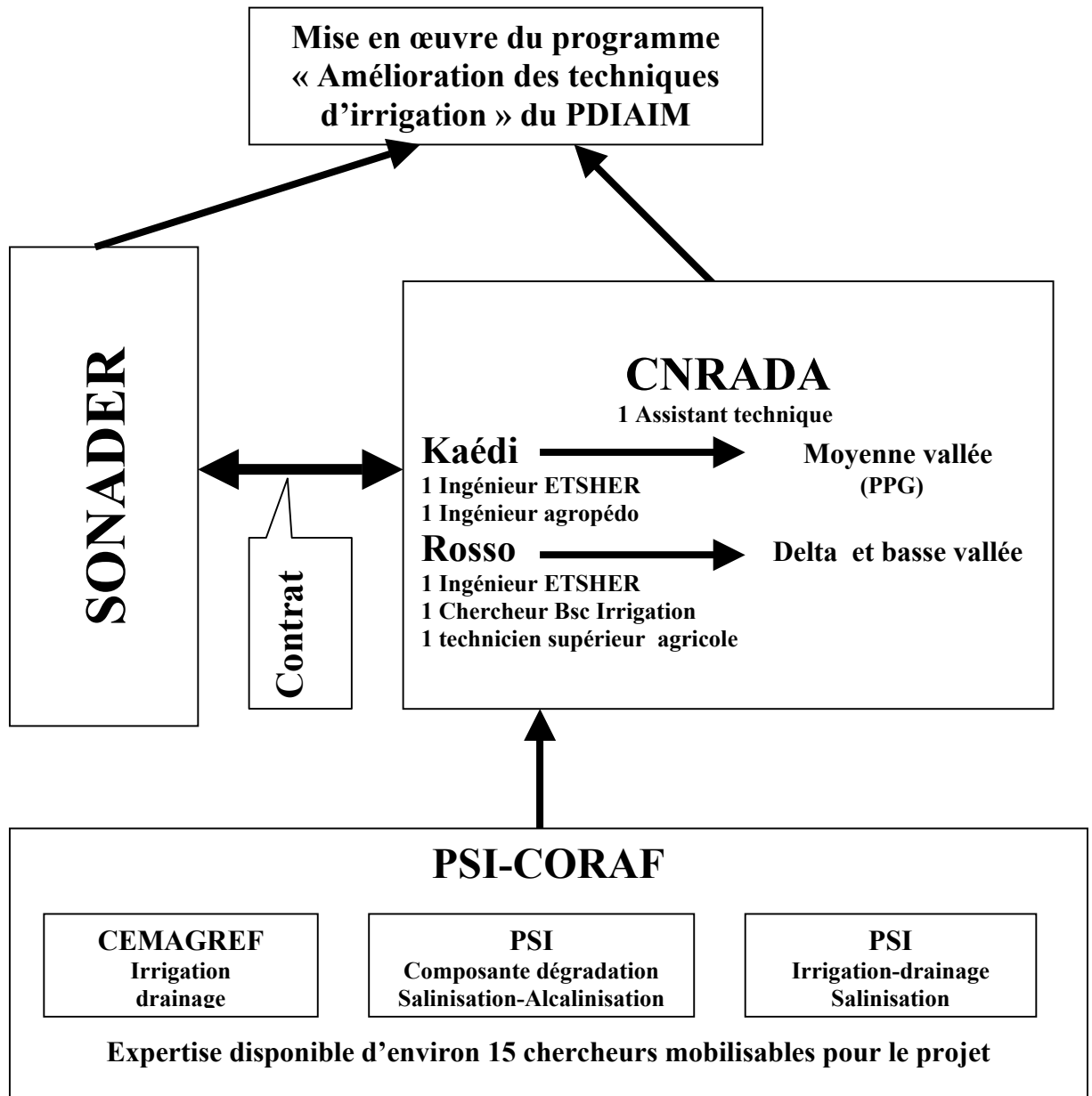
38. Le CNRADA et la SONADER passeront un marché contractuel pour l'exécution de ce programme. Ce contrat précisera les tâches respectives du CNRADA et de la SONADER telles que décrites dans ce document. Le montant du financement correspondant à la prestation du CNRADA sera également précisé avec les modalités de décaissement.

39. Le CNRADA mettra à la disposition de ce programme :

- 2 ingénieurs des travaux hydrauliques et de l'équipement rural (ETSHER), l'un sera basé à Kaédi sera en charge du suivi du dispositif pilote du PPG et des tests qui pourraient être localisés à Boghé, l'autre sera basé à Rosso pour le suivi des tests dans la région du Trarza.
- 1 Chercheur d'expérience ayant un Bsc d'irrigation, basé à Rosso, il complétera le dispositif du Trarza.
- 1 Assistant technique de la Coopération française affectée au PSI-CNRADA avec une formation d'agronome – bioclimatologie – irrigation - systèmes de cultures irrigués.
- 1 Technicien supérieur agricole.

40. Le CNRADA bénéficiera pour réaliser ce programme de l'appui de tout le dispositif scientifique et technique du PSI à savoir :

- L'expertise reconnue du CEMGREF concernant les tests des nouvelles techniques d'irrigation et de drainage. Un expert du CEMAGREF devrait être très prochainement basé au sein de l'équipe ADRAO-PSI du Sénégal. Cet expert pourra être mobilisé au coup par coup sur ce programme du PDIAIM.
- L'expertise de l'équipe du PSI conduisant les travaux sur la lutte contre la dégradation des sols irrigués. Cette équipe (IER-Mali, IRD, CIRAD, ADRAO, ISRA...) représente une dizaine de chercheurs compétents sur ce domaine de l'évolution des sols sous irrigation.
- L'expertise des agronomes systèmes irrigués du PSI-Sénégal.



V. Récapitulatif du budget SONADER / CNRADA pour la mise en œuvre du programme, en US \$

Nature des prestations	Année 1	Année 2	Année 3	Total
Amélioration des techniques de pompage	143 500	42 400	42 400	228 300
Introduction et suivi de nouvelles techniques d'irrigation	188 900	54 400	54 400	297 700
Introduction et mise au point des techniques de drainage	123 900	55 400	55 400	234 700
Mise en œuvre du programme de Formation	50 000	53 000	53 000	156 000
TOTAL en US\$	506 300	205 200	205 200	916 700

Le montant total du financement nécessaire au CNRADA pour contribuer à la mise en œuvre du programme « amélioration des techniques d'irrigation pour les 3 premières années du programme est de 916 700 US \$ (neuf cent seize mille sept cents Dollars US)

Nouakchott , janvier 2000