

H12  
Office du Niger  
Dégradation des sols

Evaluation de la première phase au sujet  
de l'identification des problèmes  
d'alcalisation/salinisation des sols à  
l'Office du Niger et proposition pour  
une deuxième phase d'études et d'essai

Rapport de mission

J.W. van Hoorn

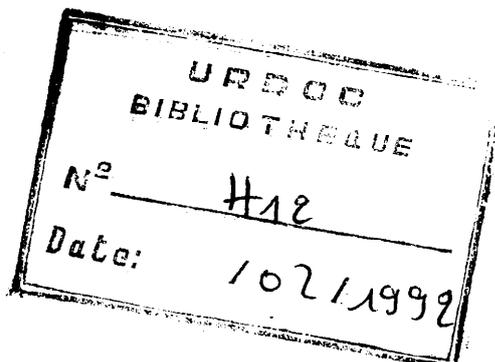
Office du Niger

Programme ARPON

SEGOU

Université Agronomique  
de Wageningen  
Département d'Irrigation  
et conservation des eaux  
et des sols

Coo  
0755



Février 1992

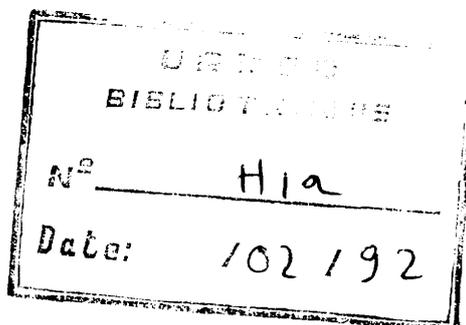
Evaluation de la première phase au sujet  
de l'identification des problèmes  
d'alcalisation/salinisation des sols à  
l'Office du Niger et proposition pour  
une deuxième phase d'études et d'essai

Rapport de mission

J.W. van Hoorn

Office du Niger  
Programme ARPON  
SEGOU

Université Agronomique  
de Wageningen  
Département d'Irrigation  
et conservation des eaux  
et des sols



Février 1992

## Table des matières

	<u>Page</u>
1. Cadre de la mission	3
2. Rapport 'Identification des problèmes de l'alkalisation/salinisation des sols à l'Office du Niger'	3
3. Rapport 'Etude morphopédologique, Kala Inférieur, Tome 1, 1991'	3
4. Drainage	5
5. Amélioration de la gestion d'eau et du drainage	6
5.1 Zone rizicole	6
5.2 Zone maraichère	7
6. Propositions pour des études et des essais futurs	7
6.1 Zone rizicole	7
6.2 Zone maraichère	7
6.3 Remise en valeur des sols sodiques	8
7. Tableaux	10
8. Annexe (Conclusions et recommandations du rapport 'Identification des problèmes de l'alkalisation/salinisation des sols à l'Office du Niger')	

1. Cadre de la mission

A la suite d'une mission effectuée en 1989 au sujet des problèmes d'alkalisation et de salinisation des sols de l'Office du Niger, W.F.van Driel a proposé de procéder en trois phases : une première phase pour identifier les problèmes, permettant de définir la deuxième phase d'études et d'essai, suivie par une troisième phase de synthèse.

L'objectif de la présente mission est d'évaluer les résultats de la première phase et de faire des propositions pour la deuxième phase.

2. Rapport 'Identification des problèmes de l'alkalisation/salinisation des sols à l'Office du Niger'

Le rapport préparé par Mamadou K.N'Diaye, C.van Slobbe, Amadou Traore, D.Risselada, Yacouba Doumbia et collaborateurs, donne une bonne description de la méthodologie suivie, des observations effectuées et des résultats obtenus et présente dans les pages 25, 26 et 27 les conclusions et recommandations (voir l'annexe).

Il ressort des conclusions qu'il s'agit d'un problème se limitant à l'heure actuelle à environ 7-14 % des terres en riziculture et à environ 30 % des terres en maraichage. Bien que l'on parle d'un caractère progressif, ce qui est certain dans le passé depuis l'installation de la riziculture aux années soixante, il n'est pas du tout sûr qu'actuellement le caractère est encore progressif.

Le tableau 1 montre que les rendements montent depuis 1984, notamment dans les zones de Niono et de Sahel, atteignant en moyenne dans la zone de Niono plus de 5 tonnes par ha et chez certains agriculteurs déjà 7 à 9 tonnes par ha. Cette montée de rendement est due à l'intensification de la riziculture par les agriculteurs, notamment le repiquage des jeunes plantes au lieu du semis à la volée, accompagnée par d'autres mesures dans la domaine de la fertilisation et de la défense contre les maladies, et à une meilleure gestion d'eau, notamment dans la zone du projet Rétail, où la consommation d'eau pour la riziculture semble être réduite vers 1500 à 1750 mm. En même temps cette montée de rendement montre que l'état actuel des terres quant à l'alkalinité et la sodicité ne présente pas un obstacle essentiel à cette montée.

3. Rapport 'Etude morphopédologique, Kala Inférieur, Tome 1, 1991'

Ce rapport, préparé par B.Keita, B.Koukandji, L.Diono, D.Diarisso et R. Bertrand, contient au chapitre 3 'Alcalisation et sodisation des sols', rédigé par Bertrand,

plusieurs phrases alarmantes qui demandent un commentaire.

Aux pages 14, 15 et 16 on lit ensuite :

- page 14 : les études .... ont montré que les sols de l'Office du Niger étaient en voie de dégradation par sodisation ;
- page 15 : L'identification et plus encore l'évaluation du degré et des superficies touchées .... est pour l'instant très fragmentaire ;
- page 16 : A terme, la faillite de ce grand périmètre .... paraît inéluctable etc.

Il est difficile à comprendre, quand il s'agit de l'identification et de l'évaluation très fragmentaire, comment on peut utiliser pour tout le périmètre sans restrictions des expressions comme "en voie de dégradation par sodisation" et "la faillite de ce grand périmètre etc".

Les figures 1, 2 et 3 du rapport, présentant le pH des couches 0-20, 20-40 et 50-100 cm, montrent que le pH monte en profondeur. Bertrand en tire la conclusion suivante (page 16): 'La comparaison de ces cartes indique le sens de l'évolution qui va en se généralisant. A titre indicatif les cartes HR2 (couche 20-40 cm) préfigurent ce qui pourrait être observé d'ici une dizaine d'années dans les horizons superficiels, tandis que les cartes HR3 (couche 50-100 cm) préfigurent l'état de dégradation qui pourrait être atteint d'ici une quinzaine d'années.

La montée du pH en profondeur est tout à fait logique en vue de la qualité de l'eau du Niger. Elle reflète tout simplement l'augmentation de la concentration en sels avec la profondeur, qui se présente dans chaque profil sous irrigation, où le lessivage prédomine la remontée capillaire (voir 'La Qualité d'eau pour l'Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper 29 rev.1, 1985).

Le Tableau 2 (tableau 11 du rapport de van Driel) montre l'effet de la concentration de l'eau du Niger sur le SAR de la solution du sol. Il en ressort que le SAR monte avec le facteur de concentration et atteint des valeurs d'environ 1, 2 et 5 pour des facteurs de concentration de 10, 20 et 40. Puisque le facteur de concentration monte avec la profondeur, il est donc logique que l'on trouve, en utilisant l'eau du Niger pour l'irrigation, un SAR plus élevé en profondeur, qui se traduit par des valeurs plus élevées du pH et de l'E.S.P. Les valeurs des couches inférieures ne prédisent pas du tout l'avenir des couches supérieures.

Il n'y a pas non plus question d'une concentration des eaux des nappes par évaporation de la frange capillaire (page 18). Quand il y a une remontée capillaire à cause de l'évaporation,

la nappe descente en même temps à cause de la vidange des pores. Puisque la concentration en sels monte avec la profondeur, cette descente de la nappe dans la partie transitoire du profil du sol, où il y a une alternance dans le temps entre zone saturée et zone non-saturée, se traduit par une concentration plus élevée dans les échantillons d'eau de la nappe. On ne peut pas comparer les phénomènes de l'évaporation, de la remontée capillaire et de la descente de la nappe avec l'évaporation d'une flaque d'eau à ciel ouvert.

#### 4. Drainage

Dans les conclusions générales le rapport 'Identification des problèmes sur l'alkalisation/salinisation des sols à l'Office du Niger' constate qu'un drainage sous-terrain n'existe pas dans la zone de Niono et qu'il s'agit seulement de drainage superficiel.

Cependant le rapport présente aussi à la Figure 11 l'évolution de la nappe phréatique dans une coupe ouest-est. Cette coupe montre qu'à l'intérieur du périmètre la nappe se trouve près de la surface, entre 0.5 et 2 m, et à une vingtaine de kilomètres du centre du périmètre à environ 40 m de profondeur, donc un gradient hydraulique d'environ 40 m sur 20 000 m ou 0.002.

L'application simple de la loi de Darcy donne pour un périmètre d'une largeur de 5 km, en supposant une transmissibilité de 100 m<sup>2</sup>/jour, une évacuation d'eau vers les deux cotés d'environ 0.1 mm/jour, donc 35 mm par an. Cette évacuation est faible et ne présente qu'un lessivage de 2.5 % d'un apport de 1500 mm, nécessaire pour le riz. Mais, compte tenu de la concentration en sels très faible de l'eau du Niger, cette évacuation n'est pas négligeable. Une fraction de lessivage de 0.025 correspond avec un facteur de concentration de 40 et amènerait à un SAR d'environ 5.

En plus le drainage par les fossés parceliaires (drains arroseurs) espacés de 150 m peut contribuer aussi au lessivage à condition que le plan d'eau dans les fossés ne soit pas au-dessus de ou égal à la surface du terrain.

Si le plan d'eau se trouve entre 0.5 et 0.75 m au-dessous de la surface dans des fossés espacés de 150 m et ayant une profondeur de 1 m, le débit par écoulement souterrain pourrait atteindre une valeur d'environ 0.3 mm/jour, donc environ 45 mm pendant une période de 5 mois d'irrigation du riz.

Ainsi on arrive à une évacuation total de 80 mm, donc plus de 5 % de lessivage par rapport à un apport d'eau de 1500 mm.

Au lieu de penser à un caractère progressif de l'alkalisation

et de sodisation il ne semble pas exclu et plutôt probable qu'à l'heure actuelle on est déjà arrivé à une situation stable, compte tenu du fait que :

- la nappe se trouve déjà depuis le milieu ou la fin des années soixante, donc depuis en environ 25 ans, à un niveau proche à la surface ;
- il y a un lessivage faible, mais non-négligeable de l'ordre de quelques pourcents.

Les tâches infertiles pas sodisation sont dûs à un lessivage insuffisant qui s'explique à son tour par :

- la topographie : les parcelles ou les endroits à l'intérieur des parcelles trop élevées par rapport au réseau d'irrigation, ne reçoivent pas assez d'eau;
- l'hétérogénéité naturelle du sol, qui se traduit par une perméabilité localement trop faible pour permettre une infiltration et percolation suffisante.

## 5. Amélioration de la gestion d'eau et du drainage

### 5.1 Zone Rizicole

Afin d'assurer un drainage correct du riz il faut au moins maintenir le plan d'eau dans les fossés parcelaires, espacés de 150 m et ayant une profondeur de 1 m, entre 0.5 et 0.75 m au-dessous du niveau du terrain. En principe un plan d'eau plus profond de 1 m avec un drainage profond, éventuellement par tuyaux souterrains, n'est pas nécessaire pour la riziculture et conduirait plutôt à des pertes trop grandes par percolation.

La réalisation de ce plan d'eau ne nécessite pas seulement l'entretien du réseau de drainage, mais essentiellement l'amélioration de toute la gestion d'eau. A l'heure actuelle le gaspillage d'eau pour la riziculture conduit à un excès d'eau, qui dépasse largement les possibilités d'évacuation par le réseau de drainage et amène à remplir les fossés parcelaires jusqu'au niveau du terrain ou même au-dessus de là.

L'amélioration de la gestion d'eau comprend plusieurs mesures en commençant par la gestion de l'irrigation :

- contrôle du débit d'irrigation par des vannes régulateurs, comme dans la zone Rétail, qui ne peuvent pas être manipulées par les agriculteurs ;

- planage ;
- regroupement des parcelles en contre-saison, soit pour le riz, soit pour les cultures maraichères, pour éviter que tout le réseau d'irrigation reste rempli afin d'irriguer quelques parcelles éparpillées, ne couvrant que 5 à 10 % de la surface totale ;
- entretien du réseau de drainage, éventuellement par des machines adaptées au réseau, et notamment enlever les barrages sur les drains principaux en aval.

## 5.2 Zone maraichère

Les zones maraichères qui se trouvent surtout sur des sols plus légers autour des villages, n'ont pas été pourvues des fossés de drainage. On devrait les équiper des fossés ayant une profondeur d'environ 1.5 m afin d'abaisser la nappe et de réduire la remontée capillaire autant que possible, surtout puisque ces parcelles ne sont pas irriguées par submersion mais par arrosage à la calebasse. Ces fossés devraient se lier au drain secondaire sans passer par les fossés parcellaires des zones rizicoles afin de maintenir le plan d'eau le plus bas possible.

## 6. Propositions pour des études et des essais futurs

### 6.1 Zone rizicole

Afin de suivre l'effet d'une meilleure gestion d'eau sur le drainage, l'alkalisation et la sodisation il serait préférable de choisir une zone pilote et d'y faire régulièrement les observations nécessaires. Cette zone pilote pourrait être la Ferme Semencière, la Station du Sahel ou un groupement des parcelles avec des agriculteurs intéressés. En fonction de la situation locale par rapport au drain primaire il est possible que l'on doit installer une station de pompage pour garantir un plan d'eau entre 0.5 et 0.75 m au-dessous du niveau du terrain durant la saison d'irrigation. Ce pompage n'implique pas la nécessité future du pompage de tout le périmètre, mais peut se justifier pour la zone pilote afin d'être indépendant de l'état du réseau de drainage en aval.

### 6.2 Zone maraichère

Le processus de salinisation, alcalisation et sodisation dans les sols cultivés en cultures maraichères sous l'influence de la remontée capillaire, l'arrosage à la calebasse et la pluie n'est pas clair. Avant de prévoir des changements dans le système d'irrigation il s'agit de mieux connaître ce processus. Il semble que l'espacement et la profondeur des

rigoles d'irrigation jouent un rôle par le transport latéral à partir des rigoles et par la possibilité d'arroser à la calebasse. On pourrait comparer des parcelles aménagées de façon différente :

- avec un espacement entre les rigoles de 5 et de 10 m;
- avec une profondeur des rigoles de 30 à 40 cm et 10 à 20 cm.

Les observations comprendraient la profondeur de la nappe et CE, pH et éventuellement ESP par couche de 2.5 ou 5 cm entre 0 et 20 cm de profondeur et par couche de 20 ou 40 cm entre 20 et 100 cm de profondeur, à des endroits espacés de 1 m entre les rigoles. Ces observations devraient se faire quelques fois lors des irrigations et notamment avant et après la période des pluies.

### 6.3 Remise en valeur des sols sodiques

La remise en valeur des sols sodiques nécessite un apport de calcium pour remplacer le sodium au complexe absorbant du sol. Aux Indes les sols sodiques reçoivent un apport de gypse ou de pyrite. Ce dernier produit donne de l'acide sulfurique par oxydation et peut s'utiliser sur des sols contenant du calcite, qui permet de neutraliser l'acide sulfurique en formant du gypse. Les quantités appliquées de l'ordre de 10 tonnes/ha ne permettent pas de réduire l'ESP, souvent de l'ordre de 60 à 80, dans toute la zone racinaire, mais suffisent pour améliorer la couche de surface tant qu'une première culture de l'orge ou du riz, dépendant de la saison, peut réussir. Par la suite la production de CO<sub>2</sub> par le système racinaire et la matière organique apportée par la culture ou par un engrais vert, souvent la *Sesbania*, réduit au fur et à mesure le pH et solubilise le calcite présent dans le sol, de sorte qu'après quelques années l'ESP est réduit au-dessous des valeurs de 15 à 20 et les cultures arrivent à des rendements normaux. Dans les pays de l'Europe orientale, comme l'Hongrie et la Roumanie, on applique par manque de gypse du calcite en combinaison avec du fumier ou de l'engrais vert, ces derniers servant à produire du CO<sub>2</sub> pour solubiliser le calcite, ce qui est un processus assez lent.

Les sols de l'Office du Niger semblent contenir peu de calcite. Pour ces sols il s'agit d'utiliser des produits disponibles dans le pays ou des pays avoisinants. Il semble que le gypse et le calcite sont disponibles, mais peut-être à des frais élevés à cause du transport. En plus on dispose du phosphate naturel de Tilemsi (PNT), qui contient du calcite.

On pourrait aménager un essai comprenant plusieurs produits pour comparer leur effet, en premier lieu à deux dosages, par

exemple 5 et 10 ou 10 et 20 tonnes par ha :

- gypse ;
- phosphate de Tilemsi combiné avec fumier, engrais vert ou paille ;
- calcite, aussi combiné avec la matière organique.

L'essai devrait s'étendre sur plusieurs ans pour suivre l'évolution du sol et les rendements.

Une deuxième méthode consiste à planter des herbes ou des arbres résistants à la sodicité. Dans ce domaine il y a une vaste expérience, notamment en Australie et aux Indes:

On pourrait s'adresser aux services suivants:

- Western Australia Department of Agriculture, Jarrah Road, South Perth 6151, Western Australia
- Central Soil Salinity Research Institute, Karnal, Haryana State, India

Littérature: Forage and fuel production from salt affected waste land; Proceedings of a seminar held at Cunderdin, Western Australia 19 - 24 May, 1984. Elsevier Science Publishers, 1986

Tableau 1 - SONDAGES STATISTIQUES AGRICOLES DE 1981-82 A 1990-91  
Rendement du Riz en tonne/ha

Campagnes	*					*				
Secteurs	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91
Kolongo	1,280	1,084	1,390	1,755	2,320	1,953	1,818	1,615	1,527	2,385
Kokry	1,025	1,145	1,048	1,058	1,520	1,512	1,302	1,590	2,220	2,822
Niono	1,746	1,634	1,937	1,530	2,170	2,356	2,809	2,701	4,635	5,158
Sahel	1,881	1,542	1,809	1,855	1,990	2,100	2,779	2,075	3,646	5,544
Molodo	1,560	1,562	1,490	1,684	1,970	2,555	2,483	2,317	2,146	2,790
N'Debougou	1,931	1,757	1,987	1,653	1,970	2,119	2,124	2,155	1,802	2,811
Kourouma	2,049	1,532	1,664	1,729	2,290	2,441	2,222	2,355	2,092	3,058
Kogofry	2,281	1,973	2,252	2,133	2,640	2,637	2,902	2,381	2,133	3,153

N.B: \* Les rendements des campagnes 81-82 et 86-87 sont ceux des bilans de campagnes.

Tableau 2 - L'effet de la concentration sur la composition ionique de la solution de l'eau du sol,  
exprimée en meq/l.

	Na	Ca+Mg	HCO <sub>3</sub>	Conc.tot.	CE(ds/m)	SAR
Eau d'irrigation	0,13	0,27	0,44	0,44	0,036	0,35
Solution de l'eau du sol						
10 x concentrée						
pression CO <sub>2</sub> 0,01 atm	1,3	2,7	4,4	4,4	0,36	1,12
0,05 atm	1,3	2,7	4,4	4,4	0,36	1,12
20 x concentrée						
pression CO <sub>2</sub> 0,01 atm	2,6	2,1	5,5	5,5	0,45	2,54
0,05 atm	2,6	4,6	8,0	8,0	0,66	1,71
40 x concentrée						
pression CO <sub>2</sub> 0,01 atm	5,2	1,3	8,1	8,1	0,68	6,45
0,05 atm	5,2	3,6	10,4	10,4	0,87	3,88
100 x concentrée						
pression CO <sub>2</sub> 0,01 atm	13	0,4	17,4	17,4	1,45	28,7
0,05 atm	13	1,7	18,7	18,7	1,55	14,1

CHAPITRE 4: CONCLUSIONS GENERALES4.1 Représentativité des résultats

- La cartographie et les enquêtes portent sur les partiteurs indiqués sur la carte 1. La superficie en riziculture est de 1800 ha et en maraichage de 40 ha.

- L'analyse chimique et les études hydrologiques portent sur les arroseurs se trouvant dans les zones des partiteurs indiqués sur la carte et décrits en détaille dans chapitre 3.5 de ce document.

4.2 Importance du phénomène

- Dans les zones cartographiées on trouve 14% des terres en riziculture affectées par le phénomène, dans le sens qu'il y a une réduction de rendement du riz. Conforme à l'opinion des paysans seulement 7% de la superficie sont affectées. Les champs en maraichage montrent dans la cartographie un taux d'affectation de 35%, les paysans eux mêmes identifient 31% de la superficie sous influence du phénomène.

- En générale les paysans ont l'impression que le phénomène à un caractère progressif, ce qui est confirmé par la comparaison des études exécutées en différentes époques. *(Contradiction avec dernier paragraphe page 5 et début 6)*

- Les analyses chimiques faites dans les zones des arroseurs étudiés et les analyses faites dans le cadre de la prospection pédologique montrent des taux élevés de ESP et pH. (Voir annexe 4 et rapport Van Driel).

4.3 Facteurs d'influence

- La nappe phréatique; les études hydrologiques ont montrée que la nappe au niveau des casiers se trouve entre 0 et 3 mètres de profondeur, permettant presque partout une remonté capillaire des eaux sous-terraines.

- Les sols; les enquêtes, les analyses chimiques et les cartographies confirment tous que les seno et les danga sont les sols les plus affectés. Avec l'exception des moursi dans le maraichage, qui sont sérieusement affectés.

- Qualité des eaux; la qualité d'eau d'irrigations est bonne, mais la qualité d'eau sous-terrainne varie énormément, d'un milieu à un autre. Généralement les taux de carbonates et bicarbonates sont élevés.

- Drainage; un drainage sous-terrain n'existe pas dans la zone de Niono, il s'agit seulement de drainage superficiel. Les résultats montrent qu'un bon drainage (comme dans les réaménagements) a une influence positive sur le phénomène.

- Planage; la plupart des problèmes se trouvent sur les buttes du microrelief. Le planage a une grande influence sur le phénomène.

4.4 Influence du reamenagement

- L'enquête montrè une influence positive du réaménagement: 58% des paysans dans les zones réaménagées optent que la situation s'améliore.

25% des paysans dans les zones réaménagées sont d'avis que la situation est stable.

- La cartographie montre des différences importantes entre sites réaménagés et non réaménagés. (2% et 11% sont affectés dans les N4 et KL3 et 20% au N9 et G5).

## CHAPITRE 5: RECOMMANDATIONS

Au vu des résultats obtenus par la présente phase : enquêtes, chimie des eaux et des sols, suivi agronomiques l'observation de quelques orientations permettraient de réduire l'impact de la salinisation alcalinisation sur la production. Ces orientations se rattachent à 3 points essentiels.

- 1 L'aménagement et la gestion de l'eau
- 2 L'amélioration du système de culture
- 3 L'information et la sensibilisation du monde rural.

### 5.1 L'aménagement et la gestion de l'eau.

L'état de l'aménagement et la gestion d'eau ressortent comme étant parmi les facteurs jouant un rôle prédominant dans le développement du processus de dégradation. Quelques dispositions pratiques simples peuvent être prises au niveau de la parcelle et/ou du partiteur pour atténuer sinon proscrire la manifestation du processus de dégradation.

#### 5.1.1. Planage parcellaire.

Cette opération donne la possibilité de maintenir une certaine lame d'eau sur la parcelle faisant disparaître les effets de butte, évitant ainsi l'évaporation localisée d'où évite les dépôts de sel.

#### 5.1.2. Favoriser la baisse de la nappe phréatique.

Deux options se présentent : la fermeture des canaux pendant la saison sèche durant quelques mois pour permettre comme au K02 en 1989 de faire baisser la nappe.

La seconde plus difficile à réaliser consisterait au bétonnage des canaux d'irrigation pour réduire sinon supprimer l'alimentation de la nappe par les canaux.

#### 5.1.3. Tenir compte des risques de dégradation de certains types de sol dans les aménagements.

Les Senos et Danga sont reconnus comme étant les plus sensibles à la salinisation et à l'alcalinisation, avec un développement plus rapide. En plus des propriétés physico-chimiques favorables leur position topographique en rendant difficile l'irrigation (difficulté de submersion), entraîne une accentuation de l'évaporation et remontée capillaire avec le dépôt de sels. Il serait souhaitable d'éviter lors des réaménagement de récupérer les zones hautes précédemment laissées au compte des cultures sèches, mais souvent cultivées par les paysans en riz au lieu du Mil ou du Niébé.

## 5.2 Amélioration des systèmes de culture.

### 5.2.1. La pré-irrigation

La pré-irrigation faite lorsque la nappe est basse permet un lessivage des horizons de surface alors que le drainage est encore possible. Les quantités transportées pouvaient être améliorées par une double pré-irrigation.

### 5.2.2. Introduction de variétés tolérantes de riz et d'espèces tolérantes en cultures maraichères.

La réaction de la plante aux sels dépend de la variété et de l'espèce. Le riz présente une certaine tolérance variétale qu'il serait judicieux d'exploiter (criblage variétal). En culture maraichère il semble que la fréquence d'irrigation nécessaire au développement des plantes soit corrélaté à la tolérance des espèces maraichères. La diversification des cultures avec l'introduction d'espèces demandant peu d'eau devrait être envisagée.

### 5.2.3. Utilisation des engrais acidifiants.

Les amendements pour éliminer le sodium doivent, pour être efficaces, être accompagnés d'un drainage, par contre certains ont, par leur réaction chimique, la possibilité d'acidifier les sols.

Les engrais tels que le sulfate d'ammoniaque, le chlorure de potassium pourraient être introduits dans la fertilisation, l'efficacité du premier ayant déjà été montré, comme engrais azoté.

### 5.2.4. Regroupement des parcelles en contre-saison.

Les besoins du riz en eau sont très importants en contre-saison chaude où l'évapotranspiration est maximale.

Le regroupement des parcelles sur les premiers biefs des partiteurs ou distributeurs diminuerait les charges en eau, et permettrait l'abaissement de la nappe dans la périmètres non exploités.

## 5.3. Information et sensibilisation du monde rural.