

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT
RURAL ET DE L'EAU

REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple - Un But - Une Foi

**ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE
LA ZONE DE L'OFFICE DU NIGER**

**Aspects liés à l'hydro-système
et la Productivité des sols**

Dr. Mamadou K. N'DIAYE
IER - Octobre 1998

Financement
Coopération Néerlandaise

SOMMAIRE

| | Pages |
|--|-------|
| I. INTRODUCTION | 1 |
| II. ANALYSE DU DRAINAGE REGIONAL | 2 |
| 2.1. Introduction | 2 |
| 2.2. Matériels et méthodes | 2 |
| 2.2.1. Matériels | 2 |
| 2.2.2. Méthodologie | 3 |
| 2.3. Résultats | 5 |
| 2.3.1. Situation générale | 6 |
| 2.3.2. Historique de l'utilisation des zones d'épandage | 7 |
| 2.3.3. Bilan des eaux et des sels | 11 |
| 2.3.4. Impact environnemental des eaux usées | 13 |
| 2.3.5. Impact social | 14 |
| 2.3.6. Les usages | 15 |
| 2.4. Discussion des résultats | 17 |
| 2.5. Conclusion | 20 |
| III. IMPACT DE L'INTENSIFICATION ET DE LA DIVERSIFICATION DES CULTURES | 21 |
| 3.1. Introduction | 21 |
| 3.2. Méthodologie | 22 |
| 3.3. Résultats et discussion | 24 |
| 3.3.1. Système de culture | 24 |
| 3.3.2. Itinéraires techniques | 26 |
| 3.3.3. Fertilisation | 28 |
| 3.3.4. Analyse du système d'irrigation et de drainage | 35 |
| 3.3.5. Caractérisation globale de l'assise sociale et économique | 35 |
| 3.4. Conclusions et recommandations | 36 |
| IV. INVENTAIRE DES SOLS DEGRADEES | 38 |
| 4.1. Introduction | 38 |
| 4.2. Rappel des définitions et mécanismes | 38 |
| 4.2.1. Définitions et indicateurs | 38 |
| 4.2.2. Les mécanismes mis en oeuvre | 38 |
| 4.2.3. Impact de la salinisation | 40 |
| 4.2.4. Types de sols | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.3. Méthodologie | 42 |
| 4.3.1. Choix des villages | 42 |
| 4.3.2. Préparation de l'enquête | 43 |
| 4.3.3. Justification du choix méthodologique | 43 |
| 4.4. Résultats et discussion | 44 |
| 4.4.1. Importance de la dégradation des sols | 45 |
| 4.4.2. Répartition des tâches de dégradation en fonction des types de sols | 50 |
| V. BIBLIOGRAPHIE | 55 |
| ANNEXES | 57 |

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|----------------|---|
| C.O.R.A.F. : | Conférence des Responsables de la Recherche Agronomique Africaine |
| C.R.R.A. : | Centre Régional de Recherche Agronomique |
| D.R.C.T. : | Direction Régionale de la Cartographie et de la Topographie |
| E.S.P. : | Pourcentage Sodium Echangeable |
| F.A.O. : | Fonds des Nations Unies pour l'Alimentation |
| F.D.V. : | Fonds de Développement Villageois |
| GEAU : | Gestion de l'EAU |
| G.P.S. : | Global Positionning System |
| I.E.R. : | Institut d'Economie Rurale |
| I.G.N. : | Institut Géographique National |
| N.E.O. : | Netherland Géomatics & Earth Observation B.V. |
| O.N. : | Office du Niger |
| O.R.S.T.O.M. : | Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération |
| P.I.R.L. : | Projet Inventaire des Ressources Ligneuses |
| P.I.R.T. : | Projet Inventaire des Ressources Terrestres |
| P.R.I. : | Programme Riz Irrigué |
| P.S.I. : | Pôle de Recherche sur les Systèmes Irrigués |
| SOCOMA : | Société des Conserves du Mali |

Remerciements.

Je tiens à remercier très sincèrement l'équipe du PSI /Mali pour leur contribution à l'étude et à la rédaction du rapport final. Il s'agit de :

Serge MARLET

Florence OUVRY

Bréhima TANGARA

Nicolas CONDOM

Oumarou GOÏTA

Brahima TRAORE

Souleymane COULIBALY

Daouda KONATE

Adam GADJIGO

SYNTHESE ET RESUME

Dans la perspective d'une étude d'impact stratégique, les questions sur la durabilité se traduisent en interrogations spécifiques qui sont :

- l'état d'utilisation des terres permet-il une exploitation durable ?*
- il y a développement, les pratiques s'intensifient, on utilise plus d'engrais, on exploite plus d'espèces et on exploite plus longtemps, on assiste alors à une utilisation intensive des ressources eau et sol. Quel est l'impact de ce développement ?*
- l'eau de drainage devient un sous-produit de l'Office avec l'utilisation qui en est faite. Cette option permet-elle de maintenir une utilisation des ressources sol et eau au niveau du périmètre?*

Pour répondre à ces trois questions, trois études ont été conduites: L'analyse du drainage régional, l'étude de l'impact de l'intensification et de la diversification et l'inventaire des sols dégradés.

Analyse du drainage Régional

L'étude vise à analyser l'impact des aménagements sur l'environnement afin de dégager les voies et moyens pour diminuer l'effet néfaste des eaux usées sur l'environnement dans une perspective d'accroissement des surfaces emblavées et aussi permettre la diversification des cultures avec une augmentation de l'intensité des cultures.

L'analyse a porté sur le système du Kala inférieur et du Kouroumari. Elle a été basée sur l'interprétation des images satellitaires et l'analyse du bilan en sel et en eau à l'échelle d'un périmètre de 4200 Ha. La zone couverte s'est étendue sur 20 Km de part et d'autre de l'axe du Fala de Molodo. L'analyse du drainage régional a montré que les eaux d'épandage ont des impacts positifs et négatifs.

La régénération des ressources ligneuses, l'élévation de la nappe phréatique, la sédentarisation de certaines populations constituent dans un environnement hostile de ces années de sécheresse des atouts indéniables. Mais une autre analyse de cette nouvelle situation indique une exploitation des ressources ligneuses plus importantes. Si le bilan social, telque le maintien des villages le long du drain est important, le bilan écologique est plutôt négatif avec la destruction de la végétation.

La pratique de l'agriculture constitue une contrainte majeure dans la gestion de l'eau dans le périmètre. Avec la mise en place de moyens pour relever le niveau de l'eau dans les drains, la rugosité devient très faible et le drainage des parcelles dans les zones basses devient problématique.

L'analyse du bilan des eaux et sels montre une accumulation de sels pendant la contre-saison alors pendant la saison des pluies l'évacuation des sels montre un dessalement des terres. Sur l'année, le bilan est positif c'est dire qu'il y'a accumulation de sel si l'on rapporte la quantité de sel à la surface réellement exploitée. Il s'ensuit que l'importance de la surface exploitée en contre-saison est grande.

Etude de l'impact de l'intensification et de la diversification des cultures.

L'objectif global de cette étude vise à identifier et évaluer l'impact des aménagements hydro-agricoles sur hydro-système et sur la productivité des sols. Un des objectifs spécifiques est d'évaluer l'impact sur la productivité des terres de l'intensification et de la diversification des cultures.

L'étude a été conduite sous forme d'enquête dans trois zones de production de l'Office du Niger (Niono, N'Débougou, et Molodo). Ces zones se caractérisent par leur niveau de réhabilitation et d'intensification. Les zones de Niono et de N'Débougou ont été réhabilitées alors que celle de Molodo n'a encore bénéficié d'aucune réhabilitation depuis les premiers aménagements.

L'enquête a été menée sur un échantillon de 300 exploitations réparties entre les trois zones. Au niveau de chaque zone, dix villages ont été retenus. Dans chacun de ces villages, une dizaine d'exploitations a été concernée.

L'intensification et la diversification des cultures constituent une voie sûre pour arriver aux objectifs de développement. Les résultats montrent que l'intensification de la riziculture peut se faire de façon durable et que la diversification constitue une voie de recours pour entretenir cette durabilité aussi bien économique que technique. Elle ouvre l'accès aux ressources aux femmes et aux jeunes. En augmentant l'utilisation de la matière organique elle améliore la fertilité des terres et réduit les charges d'exploitation. En matière de gestion de l'eau le mode actuel contribue de façon significative à la remontée de la nappe phréatique par voie de conséquence à une augmentation de la salinité dans le périmètre mais aussi au niveau parcellaire. Il en ressort que toute intensification, combinée ou non à une extension des surfaces, doit faire l'objet d'une analyse intégrée complète qui prend en compte toutes les composantes du système cela pour réduire les effets néfastes.

Inventaire des sols dégradés.

La présente étude, en couvrant l'ensemble des zones de Macina, Molodo, N'débougou et Niono a pour ambition de rapprocher le plus que possible la situation réelle de salinisation des terres. Une enquête d'opinion auprès des paysans a été conduite dans une cinquantaine de villages dans les trois zones du Kala inférieur en fonction de leur superficie avec une bonne répartition spatiale par zone. L'enquête d'opinion a été confortée par une évaluation de la surfaces des zones dégradées.

Il ressort de l'inventaire des sols dégradés que le phénomène est stable et que de plus en plus les exploitants en ont conscience et ne le négligent pas. Près de 50% des exploitants enquêtés ont constaté des tâches salines dans leurs parcelles. Cette situation comparée aux résultats d'enquête de 1990 montre une progression importante du nombre de paysans signalant la présence d'efflorescences dans leurs champs. Toutefois traduit en surfaces dégradées on note une stabilité de la situation. La comparaison des zones montre l'importance de la réhabilitation et du type de sol. La zone de Molodo non encore réaménagée, couverte sur sa plus grande partie par des sols à texture légère est la plus dégradée surtout comparée à N'débougou où les cuvettes dominant.

Recommandations

L'extension des superficies est opportune et peut être durable si l'on développe autour de cette extension des stratégies fondées sur une analyse technique, socio-économique objective et réaliste.

Lorsqu'elle est réalisée à partir des réaménagements actuels et des conclusions ci-dessus, il est possible de recommander les points suivants :

Pour l'utilisation des eaux usées, la riziculture doit être exclue des objectifs prioritaires de production. Leur exploitation devrait s'appuyer sur l'arboriculture : les plantations d'arbres fruitiers ou de production de bois, l'élevage, et le maraîchage. L'irrigation par pompage (éolienne, solaire etc) doit être adoptée pour ces eaux usées. Toute volonté d'irrigation par gravité entraînerait l'aliénation du système de drainage du périmètre rizicole.

La nature pédologique est à prendre en compte dans l'extension des superficies rizicoles. Chaque unité morphopédologique doit être spécialisée en matière de production. Les sols à texture trop légère doivent être réservés aux productions demandant peu d'eau. La riziculture ne doit pas être affichée comme objectif prioritaire pour toute extension.

La double culture du riz et la diversification des cultures devront être entreprises sur des unités pédologiques assez importantes pour éviter une entrée non considérée d'eau dans le système. La fertilisation organo-minérale bien réfléchie pour établir un bilan minéral équilibré qui préserve la nature et maintient le niveau de productivité élevée. L'intégration de l'élevage et de l'agriculture trouve ici une bonne justification.

La diversification à grande échelle permettra une revalorisation de la production agricole et un accès plus grand des femmes et des jeunes à la ressource. Elle constitue une voie dans laquelle la paysanne et le paysan bénéficient le plus la terre. Il reste clair que la diversification à grande échelle nécessitera l'établissement de normes techniques d'exploitation qui seront différentes de celles appliquées actuellement " ce qui peut être appelé jardinage". Beaucoup d'expériences heureuses et malheureuses ont été acquises au cours des 50 années du barrage de Markala. Il s'agit maintenant de prendre en compte et mettre à profit ces acquis et d'autres expériences dans le développement futur de l'Office du Niger.

1. INTRODUCTION :

L'Office du Niger a été créé en 1932 pour exploiter le grand potentiel d'irrigation du Delta Central Nigérien. La plus grande partie des aménagements prévus, est localisée dans le delta mort.

Le projet initial de l'Office du Niger portait sur 960.000 hectares. Des études ultérieures ont augmenté cette superficie à 1.105.000 hectares. Cependant à ce jour à peine 60.000 hectares ont été aménagés (Aw 1994).

Après 50 ans d'exploitation, des symptômes de dégradation des sols par salinisation, alcalinisation ou sodisation apparaissent localement dans les parcelles. Des efforts aussi bien de recherche et de développement sont déployés pour maintenir la productivité. Depuis quelques années, les performances du système irrigué dans les périmètres de l'Office du Niger s'améliorent. Certaines questions restent encore posées sur le maintien à long terme de la productivité avec le caractère insidieux de la dégradation des sols.

Trois grandes questions suivantes ont été posées :

- le devenir de l'eau de drainage ?
- l'importance de la dégradation des sols ?
- l'impact de l'intensification et de la diversification des systèmes de cultures ?

Ces questions se justifient d'autant plus que la perspective actuelle tend vers l'augmentation des surfaces. Dans la perspective d'une étude d'impact stratégique les questions se traduisent en interrogations spécifiques qui sont :

- l'état d'utilisation des terres permet-il une exploitation durable ?
- il y a développement, les pratiques s'intensifient, on utilise plus d'engrais, on exploite plus d'espèce et on exploite plus longtemps, on assiste alors à une utilisation intensive de la ressource eau et sol. Quel est l'impact de ce développement ?
- l'eau de drainage devient un sous-produit de l'office de l'office avec l'utilisation qui en est faite. Cette option permet-elle de maintenir une utilisation des ressources sol et eau au niveau du périmètre ?

Le drainage est plus souvent considéré à l'échelle parcellaire, au plus au niveau arroseur. La globalisation du système irrigation - drainage, pour l'ensemble du périmètre, implique une analyse à une échelle plus grande.

La réponse à ces questions fondamentales a été recherchée en analysant d'une part le drainage sur l'ensemble du périmètre, en terme d'efficacité et d'impact. Un inventaire des sols dégradés a permis d'établir l'importance relative de la dégradation des sols à travers la perception paysanne et des paramètres pédologiques. Une analyse comparative des pratiques d'intensification avec les normes techniques établies a permis de situer les limites de l'intensification.

ANALYSE DU DRAINAGE REGIONAL.

| | | | |
|----------------|---------|----------------|-------------|
| Dr. Abdoul Y. | MAIGA | Forestier | CRRA- Gao |
| Mr. Yoro | DIAKITE | Observateur | CRRA- Gao |
| Dr. Mamadou K. | N'DIAYE | Agro-Pédologue | CRRA- Nions |

1. INTRODUCTION.

Pour la culture du riz des quantités importantes d'eau sont apportées. Une partie est utilisée pour l'alimentation hydrique des plantes, une portion s'infiltré dans le sol pour alimenter la nappe et une partie souvent importante doit être nécessairement évacuer par les drains de colature. Elles deviennent alors sous produit de l'irrigation autour duquel gravite un nombre important d'acteurs. L'accès de ces différents acteurs à la ressource "eau" s'effectue de façon anarchique qui permet de s'inquiéter sur l'impact de cette utilisation.

L'étude vise à analyser l'impact des aménagements sur l'environnement pour permettre de dégager les voies et moyens pour diminuer l'effet néfaste des eaux usées sur l'environnement dans une perspective d'accroissement des surfaces emblavées et aussi permettre la diversification des cultures avec une augmentation de l'intensité des cultures.

2. MATERIELS ET METHODES :

2-1 Matériels :

Les matériels utilisés lors de l'élaboration de la carte ont été fonction des différentes phases de l'étude.

★ **Pour la mission de reconnaissance de terrain :**

Nous avons :

- les cartes topographiques de la zone de l'étude au 1/200.000, soient 4 feuilles (Niono, Molodo, Sokolo, Nampala) ;
- une balise GPS 50 ;
- Une boussole ;
- une flore du Sénégal ;

★ **Pour l'interprétation des images :**

Nous avons:

- les images SPOT panchromatiques au 1/100.000 de la zone d'étude, soient 4 feuilles datant de 1996 réalisées par le bureau NEO de Lelystad (Pays-Bas).
- Niono 1005
- Massabougou 1002
- Sokolo 1001
- Molodo 1004
- une table lumineuse

- du petit matériel de bureau (calque cellulosique, Rotring, crayon de papier, scotch, colle, règle).

★ **Pour la mission de vérification terrain:**

Nous avons:

- la maquette;
- les cartes topographiques de la zone au 1/200.000
- les fiches de relevés;
- le petit matériel de bureau (blocs notes, crayon de papier, gomme, scotch);
- une loupe;
- une flore du Sénégal;

2-2 Méthodologie:

Les aménagements ont été effectués de façon progressive et le système de drainage a suivi cette progression. Les quantités d'eau à évacuer ont augmenté aussi avec le changement du système de culture -coton - riz. Une étude diachronique devrait permettre en comparant l'état de surface en 1952 à celui de 1986, de suivre l'évolution de la zone .

La méthodologie adoptée pour l'analyse des zones d'épandage, est essentiellement basée sur l'interprétation visuelle des images spot couvrant la zone Office du Niger. Le but de l'étude est l'analyse cartographique de l'impact des aménagements agricoles sur le milieu (notamment au niveau des déversoirs) faisant appel à la notion d'occupation et d'utilisation des terres, donc à celle des états de surface.

A cet effet, nous tentons de donner ici quelques réflexions relatives à l'étroite corrélation qui existe entre les images satellitaires et le concept d'état de surface, donc de paysage.

A priori, BERTRANT G (1987) in ABDOU Y.M (1987) dit que "le paysage est un terme désert et imprécis, donc incommode, que chacun utilise à sa guise, le plus souvent en y adjoignant un qualificatif de restriction qui en altère le sens (paysage géographique, paysage végétal, etc...). Il ajoute plus loin que "le paysage n'est pas la simple addition d'éléments géographiques disparates. C'est, sur une certaine portion d'espace, le résultat de la combinaison dynamique donc instable, d'éléments physiques, biologiques et anthropiques qui, en réagissant dialectiquement les uns sur les autres font, du paysage un ensemble unique indissociable en perpétuelle évolution".

Les considérations ci-dessus citées nous font comprendre que le paysage est régi par une certaine dynamique, donc mettent en relief son instabilité.

A ce propos, BERTRANT G (1987) souligne qu'en considérant le paysage comme une entité globale, on admet implicitement que son évolution ne correspond pas obligatoirement à l'évolution de chacun d'entre eux pris séparément".

Le rappel de ces notions essentielles nous amène à la méthodologie proprement dite qui a porté sur les phases suivantes:

2-2-1 L'Assemblage des images:

Il a consisté en un assemblage de manière à avoir une vue symbolique de la zone de l'étude.

2-2-2 L'Interprétation des images:

Elle s'est faite de façon visuelle et a consisté à la délimitation des différentes classes cartographiques. Le principe adopté a été beaucoup fonction de 2 critères fondamentaux: l'homogénéité du ton de gris et la structure. Selon les différentes tonalités de gris et la finesse de la structure, il nous a été possible de procéder à une partition des différentes classes de proche en proche par la méthode dite "d' élimination convergente" sur la base d'une clé d'interprétation établie lors de la mission de reconnaissance de terrain. Cette clé se présente comme suit:

* Milieu naturel:

Végétation ligneuse:

- Sa1: Savane arbustive à *Acacia scorproïdes* (R > 40%) sur sol hydromorphe.
- Sa2: Savane arbustive à *Acacia scorproïdes* et *Acacia seyal* sur sol hydromorphe.
- Sa3: Savane arbustive à *Acacia seyal*, *Acacia scorproïdes*, *Combretum micranthum* et *Leptadenia hastata* (R > 40%).
- Sa4 : Savane arbustive à *Piliostigma reticulata*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca* et *Adansonia digitata* (R > 40%)
- Sa5 : Savane arbustive à *Combretum micranthem*, *Pterocarpus lucens* *Guiera senegalensis* et *Boscia senegalensis* (R > 40%)
- Sa6 : savane arbustive à *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus lucens*, *Acacia seyal* et *Boscia angustifolia* (R < 40%).
- Sa7: Savane arbustive à *Leptadenia hastata*, *Acacia seyal* et *Acacia scorproïdes* (R < 40%).
- Sa8 : Savane arbustive à *Pterocarpus lucens*, *Guiera senegalensis*, *Acacia seyal*, *Acacia scorproïdes*, *Ziziphus mauritania* et *Boscia senegalensis*.
- Sa9 : Savane arbustive à *Acacia senegal*, *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* (R < 40%).
- Sa10: Savane arbustive à *Bauhinia rufescens*, *Acacia seyal* et *Leptadenia hastata* (R < 40%).
- Sa11: Savane arbustive à *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Pterocarpus lucens*, *Feretia apodentera*, *Comnifora africana* et *Grewia tenax*.
- BTS: Brousse tigrée structurée à *Combretum micranthum* *Guiera senegalensis*, *Leptadenia hastata*, *Adansonia digitata* et *Pterocarpus lucens* (R < 20%).
- Btn: Brousse non structurée (composition floristique idem Bts).

Végétation herbeuse:

- Sh1: S savane herbeuse sur sol sableux à *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Ctenum elegans*, *Blefaris linerifolia*, *Zornia glochidiata*, *Panicum turgidum*, *Eleusine indica* et *Hibiscus asper*.
- Sh2: Savane herbeuse sur sol limono-argileux à *Cassia tora*, *Schoenefeldia gracilis*, *Andropogon pseudopricus*, *Penicetum purpureum* et *Eragrostis tremula*.

***Milieu agricole:**

- Cs : Cultures sèches à petit mil essentiellement
- Pn : périmètres rizicoles non aménagés.
- Pn+m : périmètres rizicoles non aménagés et maraîchage.
- Pa : périmètres rizicoles aménagés.
- Ps : périmètre à canne à sucre.
- Sn1 : Sol nu sableux dégradé
- Sn2 : Sol nu argileux à argilo-limoneux dégradé.

2.2.3 Vérification sur terrain et correction de l'interprétation :

Afin de s'assurer de la validité des résultats de l'interprétation des images, des vérifications terrain ont eu lieu. L'opération avait pour but principal d'établir une corrélation entre ce qui est vu sur les images d'une part, et ce qui existe réellement comme situation sur le terrain d'autre part.

La vérification est intervenue au terme de la détermination sur la maquette des unités devant faire l'objet d'un sondage. Le principe adopté pour la démarche est basé sur un échantillonnage stratifié, les différentes classes cartographiques de la zone de l'étude constituant les strates. Les critères de choix des zones-tests devant faire l'objet d'observations sur le terrain ont été : l'homogénéité du ton de gris, la structure et la représentativité d'un ensemble plus grand. Une balise GPS 50 nous a permis de retrouver sur le terrain les unités retenues de par leurs coordonnées. Ces unités échantillons ont ainsi fait l'objet de relevés de terrain. Les renseignements recueillis ont permis, dans bon nombre de cas, la correction des limites des zones.

Cependant des difficultés ont été rencontrées dans la spatialisation des périmètres rizicoles non aménagés (Pn) encaissés dans des peuplements assez denses de végétaux le plus souvent. Toute chose qui rend assez difficile et complexe leur identification et leur quantification ; cet état de fait est fondamentalement attribuable à la faible résolution des images (non-netteté du parcellaire).

Par ailleurs, concernant les classes Cs, il n'est pas apparu du tout facile de faire la part des choses à tous les niveaux entre les zones cultivées et les jachères récentes, chose qui nous a amené à englober les deux modes d'occupation dans la même classe (aussi l'une est la conséquence directe de l'autre).

3. RESULTATS

Le but de l'étude est d'étudier l'impact des aménagements sur le milieu. Il s'agira principalement de mieux comprendre l'influence des eaux usées issues du drainage des casiers rizicoles aménagés sur l'environnement, d'établir un bilan des entrées et sorties d'eau dans le système. L'analyse devrait permettre aussi de donner les possibilités d'évacuer des eaux pour éviter les épandages dans la nature avec comme conséquence la destruction de la végétation.

En conséquence l'analyse qui est faite loin d'être une simple étude de la végétation qui est traitée par ailleurs de manière sectorielle, se penche sur les aspects environnementaux, sociaux et sur les différents usages liés aux eaux usées et leurs interactions après une vue générale de la situation des eaux de l'ensemble de la zone étudiée.

3-1 Situation générale :

La riziculture irriguée s'accompagne toujours d'un système de drainage en vue de la régulation de l'eau pour les besoins de la culture par l'évacuation de l'excédent. Ce système pour la zone de l'étude se compose d'un ensemble de collecteurs qui reçoivent des drains, les eaux usées des casiers rizicoles. Ces différents collecteurs finissent leur course généralement au bras du fala de Molodo, qui lui sert de prolongement.

Secteur de Niono :

- Drain de Moussa Wéré ;
- Drain de Siébougou ;
- Drain de Kouia ;
- Drain de ville de Niono ;
- Drain de Grüber.

Le drain Grüber et son prolongement drainent les eaux de 6850 ha de la zone de Niono et les 9000 ha de la zone de N'débougou. L'eau drainée est utilisée par neuf villages riverains du drain. Suivant l'état d'entretien ou la période de l'année l'accès ou la facilité d'accès à la ressource est variable. Les villages près du périmètre irrigué ne peuvent exploiter les zones d'épandage que pendant la contre saison, en hivernage l'inondation empêche toute exploitation agricole. Les villages éloignés tel que Zankéwèrè exploitent pour les besoins les eaux pendant l'hivernage. En contre saison les quantités d'eaux sont faibles. L'exploitation se limite à l'élevage.

Secteur de Molodo :

- Drain principal de Bounou Bouo ;
- Drain principal de Molodo central ;
- Drain collecteur du Kala inférieur ouest.

Secteur de Diabaly :

- Drain principal de Sokolo ;
- Drain principal de Kogoni qui se jette dans le fala de Molodo au Nord.

Ces collecteurs ont pour rôle, comme leur nom l'indique, de collecter l'excédent d'eau des casiers à partir des drains et de l'évacuer des zones aménagées dans la nature. Dans leur fonctionnement et l'utilisation des eaux évacuées, apparaît un paradoxe selon les acteurs en présence. Cet aspect sera traité dans le chapitre relatif aux usages.

3.2 Historique de l'utilisation des zones d'épandage.

L'analyse diachronique des photographies aériennes devrait permettre d'évaluer d'une part l'évolution de la zone d'épandage et d'autre part son impact sur la végétation. Les photographies aériennes de 1952 disponibles ne couvraient pas la zone d'étude, une analyse diachronique n'a pas pu être faite, on s'est orienté vers une analyse historique de l'utilisation des zones d'épandage.

Le tableau 1 montre une occupation progressive des eaux de drainage. Le mil laissant toujours la place à la riziculture, signe d'hydromorphie progressive suivant l'installation des drains. La géomorphologie des voisinages permet de faire une différence entre le kala inférieur et le Kouroumari.

Dans la partie Est du Kala inférieur, tout le long du drain Grüber, les zones d'épandage sont entièrement occupées par l'agriculture. L'épandage a atteint les bordures dunaires qui longent les drains de Niono à Banikoro. Par endroit les surfaces sont importantes et par contre en certains points, les drains semblent être creusés dans la levée sableuse.

Le creusement du drain n'a pas touché tous les villages à la même date. Quatre villages (N'Dilla, N'Dobougou, Combilan, N'Diafolan,) ont vu le jour avant le creusement et les 5 autres (Mabauraka, Dakabory, Cinzana, Zankèwèrè, Bouramawèrè) après le creusement. L'activité principale des 4 premiers villages avant le curage était la culture du mil. La date de mise en place de la riziculture dans cette zone varie d'un village à un autre (1973-1996). A la date d'aujourd'hui la riziculture occupe une place importante dans la vie économique de certains villages comme N'Dilla, N'Dobougou, Zankèwèrè, Combilan, Bouramawèrè. Les surfaces exploitées varie de 4 à 300 ha suivant les villages et le niveau de l'eau dans le drain. (Tableau 1). Le maraîchage constitue l'une des préoccupations de l'ensemble des villages ; sauf les deux derniers pendant la période contre saison.

Malgré son mauvais entretien, le réseau est le lieu d'abreuvement de tous les animaux (bovins, caprins, camelins) des villages traversés et des hameaux avoisinants, pendant la période de contre saison.

De 1956 à nos jours, le réseau a permis le maintien de 4 villages et la création de 5 autres. L'ensemble de ces villages sont liés au réseau par un certain nombre d'activités ; à savoir :

- Consommation familiale : construction, lessive, lavage des ustensiles de cuisine, eau de boisson pour les villages ne possédant pas de puits ; cette situation allège les femmes et les jeunes qui sont connus généralement aux tâches domestiques. La remontée de la nappe phréatique a ramené le niveau de l'eau dans les puits de 40 à 10-15 m.
- L'abreuvement des troupeaux ;
- abandon de la culture du mil au profit du riz (N'Dilla et Combilan)
- pratique du maraîchage pendant la période contre saison, par les hommes, les femmes et les jeunes.

Les activités ainsi mentionnées ci-dessus selon les villageois ont permis un rehaussement du revenu économique, les ont été épargnées de la sécheresse; puisque pendant l'année entière le réseau subvient aux besoins des populations en eau. On note une évolution de la culture de mil vers la riziculture.

Pour le Kouroumari la zone d'épandage est essentiellement alimentée par la régulation des débits au niveau du point C par le déversoir d'Alatona et d'autres situés sur le distributeur de Kogoni. Les 4000 ha de casier de Alatona, consomment ces eaux déversées.

Tableau N° 1. Evolution de l'utilisation des zones d'épandage Niono/N'Débougou

| Villages | Date de création | Date de creusement | Type de culture avant creusement | Mise en place de la riziculture | Superficie exploitée ha | Maraîchage | Profondeur puits | Abreuvement du cheptel |
|-------------|------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------|------------------|------------------------|
| N'Dilla | 1952 | 1956 | mil et arachide | 1996 | 300 | 1995 | 6-7m | oui |
| N'Dobougou | 1950 | | mil | 1988 | 70 | 1995 | 8m | oui |
| Combilan | 1954 | 1956 | mil | 1973 | 50 | 1983 | 7m | oui |
| N'Diafolan | 1955 | 1956 | mil | 1985 | 10 | | 10m | oui |
| Mabauraka | 1959 | | | 1993 | 7.5 | 1995 | | oui |
| Dakabory | 1960 | | | 1993 | 4 | 1995 | | oui |
| Cinzana | 1963 | 1959 | | | 96 | 1963 | 7m | oui |
| Zankèwèrè | 1962 | 1959 | | 1987 | 240 | | | oui |
| Bouramawèrè | 1987 | 1983 | | 1994 | 40 | | 6-7m | oui |

Enquête IER/étude environnementale 1998

Tableau: N°2. Utilisation des zones d'épandage dans le Kouroumari

| Village | Date création | Riziculture | Maraîchage | Prof. Puits (m) | Superficie exploitée /Ha | Superficie exploitable /Ha | Abreuvement Animaux |
|-------------|---------------|-------------|------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| Guimba wèrè | 1982 | néant | néant | néant | néant | 58 | oui |
| Ate wèrè | 1954 | néant | néant | 15 | néant | 100 | oui |
| Pergè | 1955 | néant | néant | néant | néant | 80 | oui |
| Beldinadji | 1928 | néant | néant | 17 | néant | 90 | oui |
| Toulé | 1929 | 1985 | néant | néant | 8 | 75-100 | oui |
| Dounguele | 1928 | 1985 | néant | 15.30 | 10 | 170 | oui |
| Doungala | 1928 | 1985 | néant | 8.60 | 15 | 200 | oui |
| Tomoni | 1928 | néant | néant | néant | néant | 120 | oui |
| Fedjiodji | 1973 | néant | néant | néant | néant | 100 | oui |

Enquête IER/étude environnementale 1998

3.3. Bilan des eaux et des sels.

La salinisation des terres se définit comme une accumulation des sels solubles. Il est connu dans tout système d'irrigation une salinisation des terres, car l'eau d'irrigation apporte toujours une certaine quantité de sels. La dynamique d'évolution est alors régie par les entrées et sorties de ces sels dans le système. Les entrées sont représentées par les eaux d'irrigations et de pluies et les sorties par les eaux de drainage superficiel et l'estimation du drainage souterrain. A partir des observations sur 12 mois faites par le PSI, nous avons un bilan estimatif sur un périmètre de 4200 ha.

La consommation en eau d'irrigation :

Les superficies aménagées des différentes zones considérées sont : kala inférieur (26000 ha), kouroumari (11000 ha) . Les pertes par infiltration et évaporation dans les biefs (point A-point B) et point B-point C) ont été estimées par l'Office du Niger (HAMEL,1998). Elles varient entre 4 m³/s et 12 m³/s.

Les consommations en eau ont été calculées à partir de ces données dans les différentes zones et à différentes échelles dans les périmètres desservis par le canal du sahel :

- périmètres desservis par le canal du sahel (37000ha)
- périmètres du kala inférieur (26000 ha) dont (4275 ha) du Rétail .

Les consommations ont été calculées pendant la campagne rizicole (1 juin au 15 Novembre 1997, soit 168 jours) et pendant la contre saison (16 novembre au 31 mai 1997, soit 197 jours) pour les deux années consécutives considérées. Les résultats ont été exprimés en m³/ha et en mm /j (tableau 3). La pluviométrie de la station de Niono a été présentée.

Tableau 3 : Consommation en eau d'irrigation à l'échelle des parcelles desservies par le canal du sahel.

| m3/ha (mm/j) | année 1996-97 | année 1997-98 | saison 1996 | saison 1997 | c. saison 1996-97 | c. saison 1997-98 |
|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| Retail | 25511 (6.99) | 19716 (5.40) | 17045 (10.1) | 12393 (7.43) | 42330 | 7323 |
| kala inf. | 26846 (7.36) | 29341 (8.04) | 22284 (13.3) | 18363 (10.9) | 4562 | 10978 |
| Sahel | 30525 (8.36) | 30393 (8.33) | 23272 (13.9) | 20553 (12.2) | 7253 | 9840 |
| point A | 41347 (11.3) | 40159 (11.0) | 27515 (16.4) | 24792 (14.8) | 13832 | 15367 |
| pluie | 4068 (1.11) | 5096 (1.40) | 4068 (2.42) | 5096 (3.03) | 0 | 0 |

PSI, 1998 à paraître.

NB : La consommation par ha est calculée en contre-saison aussi sur l'ensemble des 4200 ha. Si l'on rapporte les quantités qui rentrent dans le système aux seules parcelles exploitées en contre-saison la consommation d'eau serait de 36615 m³ / ha.

-Les pertes estimées dans le fala de Molodo correspondent à 25.2% des volumes passant par le point A.

-les consommations pendant la campagne rizicole paraissent élevées. C'est le cas du Retail où la consommation est passée de 17045 à 12393 m³/ha de 1996 à 1997. Elles sont beaucoup plus préoccupantes en contre saison où 20% seulement des superficies sont emblavées, la consommation moyenne s'élève à 36615 m³/ha sur le Retail.

Estimation des volumes drainés :

Cette évaluation a été faite au pk9.8 sur le drain principal Niono-Grüber (pris comme modèle) qui draine environ 4200 ha. L'intensité culturale élevée de tous les périmètres concernés pendant la contre-saison confère à ce drain un écoulement permanent. Le débit de pointe est d'environ 2.7 m³/s (et peut souvent dépasser 3 m³/s) ce qui correspond au débit spécifique de 0.7 l/s/ ha pendant les fortes périodes de pluies. Le réseau de drainage apparaît fonctionnel lorsqu'il est bien entretenu.

Bilan en eau :

Le bilan a été calculé à partir des débits du distributeur Retail et du drain Niono-Grüber dont les données sont récentes (période du 9 juin 1997 au 8 juin 1998). Les résultats sont présentés dans la figure 1. La différence entre les apports (pluies, irrigations) et les sorties (drainage, écoulement naturel de la nappe) correspond aux quantités d'eau effectivement consommées par les cultures mais aussi à des variations de stock au niveau de la lame d'eau superficielle ou de la nappe. Pendant la saison pluvieuse, ces variations correspondent à l'ETP des cultures et varient de 6 à 8 mm/j et 9 mm/j en contre-saison (Serge et al., 1998). Les différentes composantes du bilan ont été calculées pendant la campagne rizicole (1 juin au 15 novembre) des années 1996 et 1997 et pendant la contre saison 1997-98 (16 novembre au 31 mai) au tableau 4. Les données concernant le drainage naturel de la nappe sont issues des travaux du PSI (Barral et al., 1996). L'évacuation des eaux et des sels est principalement tributaire du réseau de drainage superficiel.

Tableau 4 : Bilan et consommation en eau à l'échelle d'un périmètre de 4200ha

| m ³ /ha (mm/j) | année 1997- 98 (4200 ha) | année 1997- 98 (20% 4200ha) | saison 1996 | saison 1997 | c. saison 1997-98 (4200 ha) | c. saison 1997-98 (20% 4200 ha) |
|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Irrigation(+) | 19716 | 49008 | 17045 (10.1) | 12393 (7.43) | 7323 | 36615 |
| Drainage(-) | 6813 | 10997 | 8700 | 5767 | 1046 | 5230 |
| Pluie(+) | 5096 | 5096 | 4068 | 5096 | 0 | 0 |
| Nappe(-) | 150 | 474 | 69 | 69 | 81 | 405 |
| Consommat ion | 17849 | 42633 | 12344 | 11653 | 6196 | 30980 |

PSI, (1998 à paraître).

Les quantités d'eau nécessaires à une saison de culture rizicole s'élèvent à environ 12000 m³/ha. Si l'on considère des apports de pluies de l'ordre de 4000 à 5000 m³/ha, les besoins théoriques en eau d'irrigation s'élèvent à 7000-8000m³/ha c'est à dire 4.5 mm en moyenne. Entre les campagnes rizicoles 1996 et 1997, la différence de consommation est vraisemblablement liée à une forte évapotranspiration en 1996, année moins pluvieuse. Néanmoins, cela ne permet pas d'expliquer la diminution sensible des apports d'eau d'irrigation qui semble d'avantage liée à une amélioration de la gestion conduisant à une diminution des volumes drainés. Pendant la contre-saison 1997-98 la consommation en eau des 20% du périmètre en culture s'élève à environ 31000 m³/ha, soit 16 mm / j.

Bilan en sels :

Les bilans en sels ont été calculés à partir des données des bilans en eaux et de la qualité des eaux. Pour une conductivité électrique moyenne de 50 μ S/cm des eaux d'irrigation, la quantité de sels est égale à 55.5mg/l, soit 1.09mg/l par μ S/cm de concentration. Les eaux de drainage étant de qualité comparable (essentiellement bicarbonatée sodique), ces résultats ont été utilisés pour calculer les quantités de sels entrants, sortants et enfin stockées dans le système. La qualité des eaux de nappe a été estimée à 500 μ S/cm. La qualité des eaux varie dans le temps, qu'il s'agisse des eaux d'irrigation (figure 2) ou de drainage (figure 3), cf. annexe.

Tableau 5: Bilan des sels à l'échelle du périmètre.

| (Kg / ha) | année 1997- 98 | saison 1997 | c. saison 1997-98 (4200ha) | c. saison 1997-98 (20% 4200ha) |
|-----------------------|-------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Irrigation | 1031 | 568 | 463 | 2315 |
| Drainage | 1004 | 863 | 141 | 705 |
| Nappe | 82 | 38 | 44 | 220 |
| Variation de stock | -55 | -333 | +278 | +1390 |

PSI, (1998 à paraître).

Le bilan en sels est déficitaire pendant la saison pluvieuse et excédentaire pendant la contre-saison (figure 4). La riziculture irriguée permet la désalinisation du périmètre quand l'irrigation et le drainage sont maîtrisées. Par contre, le développement des cultures de contre-saison semble avoir un impact environnemental négatif.

3.4. Impact environnemental des eaux usées:

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'influence des eaux usées au niveau local c'est à dire essentiellement au niveau des zones de déversement. Les interactions avec le milieu environnant seront traitées dans le chapitre discussion des résultats.

Le déversement des eaux usées dans la nature souvent loin des casiers aménagés a abouti à des

conditions hydriques favorable, à l'établissement d'une végétation adaptée. Il semble d'après les informations recueillies à la suite d'une enquête informelle menée pendant la phase de vérification de terrain des résultats de l'interprétation des images satellitaires, que les différents Acacias se sont installés à la suite des aménagements et au transport des semences par les animaux. Il s'agit de *Acacia scorproïdes*, *Acacia seyal* et *Acacia senegal*. On peut ajouter également une espèce comme le *Bauhimia rufescens* surtout dans la zone de Sokolo.

Ces espèces ont vu, au fil du temps, leur densité augmentée par régénération naturelle pour donner des formations souvent fermées par endroit malgré la pression exercée par l'homme surtout pour l'alimentation du bétail et la mise en culture des terres rendue possible par la disponibilité de l'eau. On peut citer les peuplements de *Acacia scorproïdes* entre Siribala et Niono, ceux au sortir de Niono en partant vers le ranch mais aussi ceux situés à l'Est du fala de Molodo dans la zone de Diabaly.

Les peuplements de *Bauhimia rufescens* dans la zone de Sokolo et surtout l'abondante régénération naturelle sont révélateurs de l'impact positif des eaux usées sur le milieu. Cette végétation assure au sol une bonne protection contre les effets négatifs du vent dans une zone où domine l'harmattan.

Pour l'essentiel la densité et la variété de la végétation ligneuse et herbacée dans les formations en bordure des zones de déversement de ces eaux usées, créent un micro-climat.

Le relèvement du niveau de la nappe phréatique par le déversement des eaux usées se traduit par le redémarrage de la végétation de la zone. Cet aspect doit être cependant nuancé car la quantité d'eau déversée dépend pour beaucoup de la pluviosité de l'année en question. La zone de l'étude se caractérise, en effet, par l'irrégularité des pluies et leur mauvaise répartition inter et intra-annuelle. Cette situation pourrait se traduire par des mutations profondes dans la végétation (composition floristique, densité et physiologie). D'autres études plus pointues pourraient confirmer ces assertions.

3-5 Impact social:

En général, les eaux usées à l'Office du Niger sont déversées dans des mares où des zones dépressionnaires dans lesquelles stagnent initialement les eaux de pluie de manière temporaire. Ceci s'est traduit, pour ces points d'eau, par le passage du caractère temporaire à celui semi-permanent. La disponibilité de l'eau dans ces zones pendant une plus longue période a abouti à l'installation soit de nouvelles communautés soit celle des populations déshéritées des zones aménagées. En effet, la disponibilité de l'eau et des pâturages a entraîné la fixation des populations traditionnellement nomades. Elle a également permis de calmer momentanément une crise latente au niveau des zones aménagées insuffisantes pour couvrir les demandes en terre des populations. Une frange non négligeable de la population des zones aménagées s'est rabattue sur les endroits cultivables où l'eau est disponible et les conflits pour la terre non encore importants en raison du peu d'intérêt lié au non aménagement.

En dépit de quelques petits problèmes liés à la faible étendue des terres de culture en relation avec

l'eau disponible et les désagréments causés par la grande fluctuation de sa quantité fonction surtout de la pluviométrie et de l'encombrement des drains, les populations riveraines conscientes de leur destin commun s'y accommodent. On peut signaler l'arrêt de la mise en culture en riz au voisinage du drain du Rétail dans les environs de Niono pour désaccord entre les trois villages qui l'exploitaient il y a 3 ans. Actuellement de nombreux petits villages et campements longent ces zones. La prise en compte de ces populations dans les extensions futures est un gage d'une sécurité sociale durable. La taille des surfaces exploitées sont faibles par rapport au besoin d'une population qui sédentarise. Il s'agit d'une situation d'urgence ou l'exploitation reste familiale pour compléter les ressources tirées de la culture de mil ou de l'élevage.

3-6 Les usages :

Nous mentionnons dans le chapitre précédent qu'une population importante s'est installée dans les zones de déversement des eaux usées issues du drainage des casiers rizicoles. Ces populations exercent des activités économiques variées allant de l'agriculture à l'élevage en passant par l'exploitation du bois de chauffe d'oeuvre et de service. Ce sont ces différentes activités qui déterminent les usages du milieu:

3-6-1 Agriculture:

Elle est très fortement pratiquée dans les zones de déversement. Il s'agit essentiellement de la riziculture et du maraîchage. Les superficies concernées par la mise en culture sont actuellement difficiles à évaluer par produit et même globalement en raison de l'hétérogénéité des cultures dans un premier temps et de la taille et de la disposition des parcelles par endroit dans l'espace et le temps. La riziculture est pratiquée par les hommes, la répartition des terres est familiale.

La taille et la disposition des parcelles varient en effet en fonction de la quantité d'eau déversée qui, elle même, dépend de la pluviométrie. En année de bonne pluviométrie, les superficies cultivées sont plus importantes et inversement. Aussi dans la plupart des cas la riziculture et le maraîchage se pratiquent sur les mêmes parcelles. Le maraîchage considéré comme une activité de contre saison occupe en saison sèche les parcelles cultivées en riz pendant la saison des pluies. Ce maraîchage concerne principalement la culture de l'échalote, il est pratiqué aussi bien par les hommes que par les femmes.

Les superficies cultivées en riz dans certaines zones de déversement sont par contre importantes. Tous les travaux sont effectués par les populations, du défrichement à la confection des diguettes et des réseaux d'irrigation de fortune, sans apport extérieur. Ainsi, près du village Touré, environ 50 ha ont été cultivés pendant la campagne 1997-1998. La volonté d'extension est encore manifeste.

Au niveau du village de Massaransana, près de 40 ha sont cultivés en riz. Des hors casiers s'observent à Syokoun et à Nyantyéla. Dans la partie nord, des parcelles cultivées en riz sont observées le long du fala à Farabougou et à Kourmangobé. Le maraîchage y est également pratiqué essentiellement par les femmes.

La zone de déversement des eaux usées des casiers du secteur de Sokolo connaît les mêmes usages

au niveau du village de Dyadyan presque abandonné aujourd'hui suite à la rébellion. Dans cette zone s'observe nettement la grande fluctuation des superficies concernées par la culture du riz. De vastes superficies déboisées ne sont plus cultivées en raison de l'insuffisance de la quantité d'eau déversée.

La présence de cette eau déversée et la faible pluviométrie de ces dernières années dans la zone sont à l'origine de la reconversion de la plupart des producteurs de cultures sèche à la riziculture. Cette activité loin de concerner uniquement les zones de déversement, se pratique également dans les zones adjacentes aux casiers aménagés où il n'est pas rare de voir des partiteurs prolongés par les populations pour la mise en culture des terres. Il s'agit en fait d'une extension implicite des surfaces cultivées. Ces types de hors casiers se distinguent des casiers aménagés dont ils sont contigus par la présence des souches et la géométrie du parcellaire. L'exploitation rizicole des zones d'épandage implique des aménagements sommaire sur le drain en terme de barrage et de pont, qui ont pour conséquence de gêner le fonctionnement attendu du drain. On assiste alors dans le périmètre à un dysfonctionnement du réseau de drainage avec pour conséquence l'engorgement des parcelles exploitées en position basse

3.6.2. Élevage:

Il est pratiqué par des populations essentiellement nomades dans ces zones. Les détails et la dynamique de l'élevage sont donnés dans la sous étude élevage. Pour une analyse plus complète il faudra se référer à cette sous étude. Cette activité s'est développée à la suite de la création de ces points d'eau servant à l'abreuvement des animaux dans une zone qui en était dépourvue du moins pendant une plus longue période de l'année. De l'enquête informelle, il ressort que le nombre d'animaux a considérablement augmenté dans la zone après les aménagements en liaison avec la concentration consécutive de la population et la demande de plus en plus élevée en boeufs de labour et en protéines animales pour l'alimentation de cette population. Les pâturages occupent une partie importante des terres de la zone. La pratique de l'élevage autour des points d'eau extérieurs créés par les drains permet de maintenir les animaux plus loin des périmètres.

3-6-3 Exploitation du bois:

Il s'agit là d'une activité secondaire pratiquée par les populations pendant la période morte même si elle occupe certains pendant tout le temps pour l'approvisionnement des villages en bois de chauffe, de service et d'oeuvre. Les zones d'approvisionnement sont de plus en plus éloignées environ 10 à 20 km. L'espèce la plus couramment exploitée comme bois de chauffe et le *Pterocarpus lucens* dont les peuplements sont durement éprouvés par les sécheresses successives. La mortalité naturelle dans ces peuplements dépasse par endroit les 60%.

3-6-4 La pêche:

Pour les détails concernant la pêche en terme de production et d'évolution se conférer à l'étude Ecologie. Ici nous nous contenterons seulement de citer la pêche en tant qu'activité favorisée par la présence du drain.

Le déversement des eaux usées dans la nature a permis l'acheminement du poisson et le développement d'une activité jusque là inconnue par des populations traditionnellement éleveurs ou producteurs de cultures sèches. Ces zones constituent, avec la végétation aquatique naturelle qui s'y développe, de véritables zones de frayères pour l'ichtyofaune. Le poisson pêché, en plus de l'amélioration de l'alimentation des populations locales, concourent à l'augmentation des revenus des familles des pêcheurs. Le caractère semi-permanent de ces points d'eau et l'état boueux des eaux sont surtout favorables au développement du *Clarias angularis*. Cette activité occupe l'ensemble des couches sociales. Les femmes et les enfants sont impliqués dans la collecte de poissons après les récoltes au moment du retrait des eaux.

4. DISCUSSION DES RESULTATS:

Dans ce chapitre plutôt qu'une simple discussion, nous tenterons d'expliquer les interactions entre les activités anthropiques, climatiques et le milieu physique en relation avec la mise en eau. C'est la compréhension de ces interactions qui a prévalu à la délimitation de la zone de l'étude sur environ 20 Km de part et d'autre du fala. Nous estimons, à cet effet, pour un terroir donné dans les conditions sahéliennes, que c'est sur cette distance que peut s'exercer la pression de l'homme sur le milieu.

Nous avons signalé plus haut que la mise en eau des zones de déversement des eaux usées du drainage des casiers rizicoles a entraîné l'installation des populations soit par la sédentarisation ou la semi-sédentarisation de nomades soit par l'arrivée de populations déshéritées venant des villages où elles n'avaient pu accéder à la terre. Cette situation a créé de nouveaux besoins pour la confection des habitats, la satisfaction des besoins en bois de chauffe, et le développement des activités économiques (agriculture, élevage, pêche, artisanat etc...).

Actuellement, on note même dans les environs de Sokolo dans les environs de ces zones des camps des réfugiés de retour au pays.

Dans les zones arides et semi-arides, en général, les points d'eaux constituent les zones de concentration des populations et des animaux.

La fragilité des éco-systèmes de ces zones et la faible productivité de la végétation naturelle en synergie avec la demande de plus en plus forte en pâturage, et en bois divers pour la satisfaction des besoins créent le dysfonctionnement du milieu.

Au niveau environnemental, la concentration des animaux et des populations dans la vallée du fala de Molodo en vue de la riziculture en aménagé ou non a eu des effets négatifs sur les formations végétales en général.

La compréhension du phénomène commande la distinction de deux niveaux:

- les abords immédiats de la vallée :

Il s'agit essentiellement des défrichements dans les zones non aménagées, de nouvelles terres pour la riziculture hors casiers et le maraîchage.

Les mutilations des ligneux pour l'alimentation des animaux principalement les petits ruminants par émondage se traduisent par la présence d'individus rabougris et mal conformés. Les mutilations répétitives sur un même individu entraînent à la longue la mort de celui-ci par affaiblissement ou par pourrissement.

- Les zones adjacentes:

Elles sont surtout concernées par les cultures sèches, l'exploitation du bois de chauffe et de service et la pression pastorale. Cette influence s'étend par endroit sur près d'une vingtaine de kilomètres. Les défrichements pour les cultures sèches découvrent les sols aux intempéries et entraînent du coup la formation de micro-dunes qui constituent le micro-relief de surface des sols sableux entamés par l'érosion éolienne. Ces micro-dunes qui constituent le support des touffes de végétation herbacée surtout graminéennes dominées dans la zone par *Cenchrus biflorus* sont en mosaïque avec de petites plages de sols endurés. Sur ces plages s'observent souvent des plaques en écailles résultant de la stagnation temporaire des eaux de ruissellement pendant l'hivernage. C'est le résultat du système de l'agriculture itinérante en relation avec la pauvreté des sols.

Le phénomène est identique dans les zones pastorales à forte pression même si la cause ici est le piétinement par le bétail qui ameublisse la couche superficielle du sol et favorise son transport par le vent et la constitution des micro-dunes. Ces zones constituaient également dans le temps des zones de prélèvement de bois pour la satisfaction des besoins des populations. Actuellement la couverture végétale ligneuse y est presque absente.

Plus loin, se trouvent les formations ligneuses naturelles constituées en grande partie par des brousses tigrées à *Combretum micranthum*, *Ptérocarpus lucens*, *Guiera senegalensis* et quelques *Acacia spp.* Ces formations éprouvées par les sécheresses successives font actuellement l'objet d'une très forte pression pour l'approvisionnement des villages en produits ligneux en relation avec les moyens d'exploitation. Les charrettes ont pris la place des piétons pour l'exploitation et le transport du produit. Il s'en suit un phénomène généralisé de rhéxistase c'est à dire la dégradation du sol suite à la destruction du couvert végétal.

Le *Ptérocarpus lucens* est l'espèce la plus affectée par la mortalité naturelle (plus de 60% par endroit). C'est aussi l'espèce qui est prélevée préférentiellement comme bois de chauffe. Il faut reconnaître cependant que contrairement à certaines parties de la région où c'est le bois vert qui est coupé et séché pour servir de bois de chauffe, dans la zone c'est uniquement le bois mort qui est prélevé à cette fin.

Il est admis techniquement que le bois sur pied même mort assure une protection du sol. Le prélèvement abusif de ce bois expose le sol aux méfaits de l'érosion.

Le constat général est que le changement climatique constaté est à l'origine au niveau des formations naturelles d'une nouvelle succession biologique où les *Acacias* plus xériques prennent peu à peu la place des *Combretacées* et autres *Cymaroubacées*. Aussi sur les terres des plaines alluviales se développent *Acacia seyal*, *Acacia scorpioides*, *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca* et *Bauhinia rufescens* suite au déversement des eaux usées dans la nature tandis que les

pénéplaines sableuses voient le développement de *Acacia raddiana* et une forte régression de *Combretum aculeatum*.

Au niveau pastoral, les pâturages font l'objet d'une forte pression suite à la concentration de la population et au développement de l'élevage en relation avec les progrès dans le domaine vétérinaire et à la demande de plus en plus élevée en produits animaux et en boeufs de labour. Cette pression se traduit par la mutilation des ligneux dans la plaine par inondation essentiellement pour l'alimentation des petits ruminants et principalement des caprins. Plus loin, les pâturages ont de loin dépassé leur capacité de charge pour les bovins. Ceci se traduit par une diminution de la diversité biologique suite aux prélèvements préférentiels des animaux mais aussi à une dégradation du couvert graminée par suite de piétinement.

Cette forte pression sur les formations naturelles qui constituent l'habitat de la faune sauvage associée à une exploitation irrationnelle de la faune a eu des conséquences graves sur celle-ci. Ceci a entraîné la disparition des grands mammifères, de l'autruche etc... Cette faune jadis importante, ne comporte aujourd'hui que des pintades, frankolins, canepetières, outardes pour l'avifaune et quelques petites gazelles essentiellement dans la partie nord du Kouroumari. La disparition et/ou la régression de certaines espèces cynégétiques constitue le plus grand impact des aménagements sur le milieu en zone Office du Niger. C'est l'élément le plus perceptible par les populations locales.

Le problème de salinité de la zone qui a fait l'objet de plusieurs rapports, ne s'est pas manifesté au niveau de la végétation naturelle. Le *Salvadora persica* espèce halophile dont la présence pourrait confirmer la salinité, n'a pas été observée dans la zone.

Nous avons mentionné plus haut que le déversement des eaux usées dans la nature à partir des collecteurs a conduit à l'installation de fourrés denses à *Acacia spp.* L'utilisation de ces terres par la riziculture et le maraîchage se traduit par un déboisement massif de ces formations. L'influence de ce déboisement pourrait être minimisée si l'opération était réglementée et suivie par les structures compétentes.

5. CONCLUSION :

L'étude environnementale nous aurait permis de distinguer au niveau de la zone Office du Niger en plus des casiers aménagés trois zones distinctes en fonction de l'importance de la pression animale et anthropique: ce sont:

- **les plaines alluviales** du fala de Molodo borduaires des casiers aménagés avec leur système de drainage y compris les zones de déversement des eaux usées: dans cette zone bien que la pression animale et anthropique soit très forte, le milieu résiste en raison des conditions particulièrement favorables (nature du sol et la présence quasi permanente de l'eau et le microclimat crée par celle-ci). En effet la végétation naturelle constituée essentiellement des *Acacias spp* s'y développe et parvient même par endroit à échapper à l'emprise de l'homme et à former des fourrés souvent impénétrables;

- **les pénéplaines sableuses adjacentes**: elles constituent la zone des cultures sèches pour l'essentielle. Cette zone est soumise à une très forte pression animale et anthropique. Sur les images satellitaires, elle est très caractéristique par son ton très clair lié à l'absence de végétation. Le sol est presque nu. En plus des champs de cultures sèches, elle constituait la zone de proximité de l'exploitation du bois pour le chauffage. Tous les ligneux ou presque ont été exploités pour laisser un sol complètement découvert. Il s'en suit la mise en mouvement des particules de surface du sol d'où la formation des micro-dunes par accumulation du sable au pied du premier obstacle rencontré et le décapage des zones d'arrachement. La largeur de cette bande de terre peut être estimé à 10 km;

- **la zone pastorale**: c'est essentiellement le domaine des brousses tigrées et/ou de savanes arbustives. A part la zone de transition sur environ 5 km où l'influence de l'homme est encore perceptible (exploitation du bois), la mortalité dans les formations naturelles est liée aux sécheresses successives qui ont sévi dans tout le sahel ces dernières années. La physionomie de la végétation reflète la morphologie du terrain. La ressource fourragère est disponible mais peu ou pas exploitée en raison de l'éloignement et surtout du manque de point d'eau.

Si du point de vue production végétale naturelle et de la faune, on note une influence négative de l'homme suite aux aménagements, l'exploitation des zones de déversement des eaux usées par la riziculture et le maraîchage a permis une amélioration de la production agricole. La possibilité de la culture du riz offerte par la disponibilité de l'eau a permis la reconversion de certaines populations traditionnellement productrices de cultures sèches en raison du caractère aléatoire des pluies dans la zone.

IMPACT DE L'INTENSIFICATION ET DE LA DIVERSIFICATION DES CULTURES

| | | |
|------------------------|----------------|--------------|
| Dr. Doré GUINDO | Agronome | CRRA - Niono |
| Yacouba DOUMBIA, | Agronome | CRRA - Niono |
| Dr. Mamadou K. N'DIAYE | Agro-Pédologue | CRRA - Niono |

1. INTRODUCTION.

Dans les années 1982 - 1983 a eu lieu le premier test de réhabilitation pour l'intensification de la riziculture à l'Office du Niger avec l'assistance des Pays - bas. Selon GEAU, 1984, le terme **intensification** signifie l'emploi plus intensif des facteurs de production "travail" et "capital" par rapport au facteur de production "terre". Cette intensification a été possible dans le cadre de l'Office du Niger en prenant des mesures pour guider et encourager la culture intensive par : le compartimentage/planage , l'introduction de variétés performantes adaptées à la double culture - l'introduction de différents modes d'implantation (installation) des cultures, la réhabilitation et l'adaptation du réseau et de l'infrastructure d'irrigation, l'amélioration du crédit (caisses rurales, FDV, et banques), la double culture (riz - riz ou riz - autres cultures) etc.

L'objectif de cette intensification était de deux ordres : l'augmentation de la production et l'amélioration de la productivité du travail. Grâce aux efforts conjugués des différents partenaires (les bailleurs de fonds, le gouvernement, les services de développement et la recherche) les résultats obtenus sont encourageants. Les rendements moyens en riziculture irriguée à l'Office du Niger sont passés de 1.500 kg/ha environ à plus de 5.100 kg/ha (ON, 1997) .

Afin de rentabiliser les investissements engagés dans les réhabilitations, d'assurer l'équilibre nutritionnel des paysans et paysannes et en même temps améliorer leurs revenus monétaires et la fertilité des sols, la diversification apparaît nécessaire et opportune à l'Office du Niger. Cette diversification consiste à cultiver en rotation avec le riz pendant la contre saison d'autres cultures (spéculations) comme les cultures maraîchères, le maïs, le niébé, le blé etc.

La double culture de riz et la diversification des cultures (maraîchage, maïs, etc ..) constituent des voies à intensifier l'utilisation des aménagements hydro-agricoles. Depuis quelques années avec la réhabilitation des aménagements, la double culture a été instituée dans un pourcentage limité de surfaces agricoles. Des parcelles ont été dégagées pour les cultures maraîchères dans les zones rizicoles. Au delà de cela les paysans et les paysannes utilisent les parcelles rizicoles pour le maraîchage. Cette situation présente comme toute action humaine des avantages et des inconvénients qui n'ont pas été évalués. Il s'agit de l'impact sur le planage, des arrières-effets du maraîchage sur la fertilité des sols et de la dynamique de l'eau.

Pour la double culture certains paysans affirment que la baisse de la production est liée à celle de la fertilité des sols qui s'épuiserait avec l'intensité de la culture. Le rôle de la double culture sur la dynamique de la nappe en terme d'alimentation est indiqué comme cause aggravant la dégradation des sols. Les cultures maraîchères ont une préférence pour des sols plus légers où les

risques de dégradation des sols sont plus grands, sans mesures d'accompagnement. Les débats sur le problème de l'intensification et la diversification sont souvent houleux sans conclusion. Dès lors il ressort le besoin d'éclaircir les questions de l'impact de hydro-système sur la productivité des terres.

Les conséquences de l'intensification et de la diversification des cultures sur le maintien de la productivité agricole à moyen et long terme ne sont pas bien connues au niveau des périmètres et du système global.

L'objectif global de cette étude vise à identifier et évaluer l'impact des aménagements hydro-agricoles sur hydro-système et sur la productivité des sols. Un des objectifs spécifiques est d'évaluer l'impact sur la productivité des terres de l'intensification et de la diversification des cultures.

2. METHODOLOGIE

L'étude a été conduite sous forme d'enquête dans trois zones de production de l'Office du Niger (Niono, N'Débougou, et Molodo). Ces zones se caractérisent par leur niveau de réhabilitation et d'intensification. Les zones de Niono et de N'Débougou ont été réhabilitées alors que celle de Molodo n'a encore bénéficié d'aucune réhabilitation depuis les premiers aménagements.

L'enquête a été menée sur un échantillon de 300 exploitations réparties entre les trois zones. Au niveau de chaque zone, dix villages ont été retenus (tableau 6). Dans chacun de ces villages, une dizaine d'exploitations ont été concernées.

Tableau 6: Liste des villages retenus par zone de production

| Noms des villages par zone de production rizicole | | |
|---|-----------------|------------------|
| Niono | N'Débougou | Molodo |
| Km26 | Tigabougou | Bougouni |
| Foabougou | ND11 | Magnalé |
| Km 39 | Bolibana | Medina UP5 |
| N4 Sassagodji | Médina coura B3 | Touba |
| N7 Welentiguila | Niobougou | M5 Kériwané |
| N10 Ténégué | B10 | Niéminani |
| Koyan Coura | Dabacourou camp | Molodo Bamana |
| Koyan Péguena | Siengo | Cocodi |
| Km17 Mourdian | Ringandé | Hamdalaye |
| Km20 Nioumanké | Darsalam | M2 Quinzambougou |

Le choix des exploitations a pris en compte les principales situations existantes:

- simple culture
- double culture
- diversification des cultures: dans ce cas la rotation des cultures a été prise en compte

- ★ Riz sur riz
- ★ Riz sur échalote
- ★ Riz sur tomate

Les types de rotation rares (riz sur gombo et riz sur patate douce) ont été éliminés.

Pour l'interview, une fiche d'enquête (Cf. annexe 1) a été élaborée. Elle comportait 6 parties: description de l'exploitation, système de culture, travail du sol, pépinière, mise en place de la culture, récolte.

Les enquêtes ont effectivement commencé par une prise de contact avec l'encadrement des zones concernées. L'implication de ces zones a facilité l'identification des villages ainsi que les exploitations.

Une étude bibliographique a été faite parallèlement à cette enquête pour compléter les informations relatives à cette étude.

3. RESULTATS ET DISCUSSION:

3.1. Système de culture:

Les saisons à l'Office du Niger peuvent se diviser en trois principales saisons, à savoir: l'hivernage qui est la saison des pluies allant de juin à Septembre, la contre saison froide (csf) s'étalant de novembre à fin février - et la contre saison chaude (csc) qui va de mars à juin. Les mois d'Octobre et de Mars sont des mois de transition entre respectivement l'hivernage et la csf et entre la csf et la csc.

Le système de culture à l'Office du Niger est calé dans ces différentes périodes. Il a été longtemps un système extensif de la monoculture du riz. Depuis quinze années, ce système évolue vers un système intensif basé toujours sur la monoculture du riz.

La nécessité de mieux valoriser le système intensif a incité certains paysans non convaincus de l'intérêt de la double culture de riz à pratiquer d'autres spéculations sur des parcelles destinées à la riziculture pendant la contre saison froide et ou chaude. En 1995-1996 le maraîchage a été effectué sur 1879 ha environs, contre 1378 ha en 1994 - 1995 . O.N. 1996. Les principales spéculations maraîchères sont principalement l'échalote, avec 73 % des surfaces la patate douce et la tomate. La pratique de diversification des cultures très limitée au départ a par effet de diffusion eu une proportion considérable. Les résultats des enquêtes ont montré qu'en moyenne 6% des surfaces des exploitations enquêtées sont utilisées pour des spéculations maraîchères. Parmi ces spéculations l'échalote est cultivée dans 27% des exploitations et 4% font de la patate douce. La tomate est cultivée au niveau de 1% des exploitations. Selon l'avis des exploitants et des exploitantes, 35% trouvent que non seulement la diversification enrichit le sol, elle augmente aussi le revenu et développe la culture suivante. Ainsi pour ces raisons 29% ont augmenté les surfaces réservées à la diversification. Cette diversification est effectuée par les hommes, les femmes et les jeunes. La culture d'échalote qui occupe une part importante est pratiquée essentiellement par les femmes et les jeunes. Les hommes avec les contrats d'exploitation de la tomate avec la SOCOMA se sont spécialisés dans cette production. En effet les exploitants ont des avis très partagés par rapport à la rentabilité des cultures de contre saison, eu égard aux faibles rendements et aux multiples contraintes (oiseaux surtout). Les proportions de double culture riz - riz par rapport à la surface totale varie de 0 à 44% avec une moyenne de 6,30%. Cette proportion reste inférieure à celle obtenue à la suite d'enquête effectuée par le Programme riz Irrigué en 1994 où environ 12% pratiquaient la double culture riz - riz sur un échantillon de 531 exploitants.

Ces moyennes indiquent une tendance à la baisse du nombre d'exploitants qui pratiquent la double culture riz - riz au profit de la diversification (riz + autres spéculations). Cette situation amène une nouvelle répartition des tâches et des revenus car si avec la riziculture le chef d'exploitation est le seul maître, la diversification ouvre des opportunités aux femmes et aux jeunes. D'autre part du fait que les cultures de diversification motivent l'utilisation de quantités importantes de fumure organique, on assiste avec l'augmentation des cultures maraîchères à une bonification chimique et biologique des terres. Par contre , la confection de planche amène le

creusement d'un nombre important de rigoles qui contribuent avec le mode de gestion de l'eau à créer un bassin d'évaporation, la nappe phréatique monte et ces endroits deviennent plus sensibles à la salinisation.

Les variétés de riz utilisées en hivernage pour la double culture riz - riz sont surtout BG 90-2 et Kogoni 91-1. La variété Kogoni 91-1 est utilisée par 16% des exploitations et la BG 90-2 par 20,6%. Les deux variétés sont utilisées par 50% des exploitants. Avec la virose (RYMV) la culture de BG 90-2 très sensible du RYMV est entrain de céder le pas à Kogoni 91-1.

Des études réalisées par le Programme Riz Irrigué dans le cadre de la rotation (Rapport annuel 1994-95) des cultures ont montré un bon comportement du riz quelle qu'en soit l'occupation des parcelles de riz en contre saison ou chaude. Les spéculations telles que l'arachide, la tomate et le gombo semblent être de bons précédents pour le riz d'hivernage tableaux 7 et 8. Elles commencent par ailleurs à être de plus en plus pratiquées avec une spécialisation des femmes en production de gombo et des hommes en production de tomate.

Quelques contraintes existent dans le cadre de la diversification des cultures par rapport au type de sol rencontré à l'Office du Niger. Les sols sont en général compacts (densité apparente 1,6 à 1,8 gr/cm³) et ont une faible porosité (33 à 44%).

Cette faible porosité rend l'irrigation difficile sauf pour le riz dans une moindre mesure.

En effet, la perméabilité et l'infiltration étant faibles, les sols sont facilement engorgés par l'eau d'irrigation si bien que leur mauvaise aération entraîne un mauvais développement des racines. Pour des perspectives de culture à grande échelle, des solutions sont à rechercher pour ces contraintes.

L'introduction de nouvelles spéculations sous irrigation à l'Office du Niger requiert des travaux supplémentaires sur les facteurs suivants: les variétés performantes - les écartements les plus efficaces - les doses de matière organique et d'engrais minéraux (azote et phosphore) - les dates de semis optimales - et les intervalles et doses d'irrigation. Toutefois les résultats obtenus en station tableau 7 et tableau 8 montrent qu'en terme de production les cultures maraîchères conviennent au riz comme précédent.

Tableau 7: Rendement (kg/ha) des différentes spéculations en contre saison froide et chaude 1993/1994

| Rotations | Rendement des différentes spéculations (kg/ha) | |
|------------------|--|------------------------------|
| | Sols de contre saison froide | Sols de contre saison chaude |
| Riz* - Riz | 4009 | - |
| Gombo - Riz | 19.210 | 7011 |
| Chou* - Riz | 3355 | - |
| Tomate* - Riz | 14.000 | - |
| Oignon - Riz | 6.313 | - |
| Arachide** - Riz | - | 3698 |

* = Moyenne de 2 variétés
 ** = Poids de gousses fraîches

IER/PRI.1994

Tableau 8: Rendement paddy (kg/ha) en hivernage 1994/1995 sur les soles de contre saison froide et chaude 1993/1994

| Rotations ¹ | Rendement paddy en hivernage (kg/ha) | |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | Soles de contre saison froide | Soles de contre saison chaude |
| Riz - Riz | 6120 | 5674 |
| Gombo - Riz | 3366 | 7131 |
| Chou - Riz | 4907 | - |
| Tomate - Riz | 7156 | - |
| Oignon - Riz | 6426 | - |
| Arachide - Riz | - | 7510 |

PRI 1995

1 = Riz est cultivé après les spéculations de contre saison

3.2. Itinéraires techniques:

Un exemple de calendrier agricole dans le système de riziculture intensive peut se résumer dans le tableau 9.

Tableau 9 : Calendrier cultural dans un système intensif de riziculture

| Opérations culturales | Contre saison chaude | Hivernage |
|----------------------------------|---|---------------|
| Riz¹ | | |
| Préparation des pépinières | 15/01 - 28/02 | 01/06 - 01/08 |
| Dates de semis pépinières | 12/02 - 28/02 | 15/06 - 01/08 |
| Préparation des champs/repiquage | 01/02 - 10/03 | 01/05 - 15/08 |
| Repiquage | 10/03 - 31/03 | 07/07 - 01/09 |
| Entretien des cultures | 01/04 - 01/06 | 01/09 - 01/11 |
| Récolte | 05/06 - 20/06 | 15/10 - 01/12 |
| Cultures maraîchères | Contre saison froide (novembre à fin février) | |

1) les itinéraires techniques pour le riz et les cultures maraîchères sont détaillés plus loin.

Outre le riz, les principales spéculations identifiées dans le cadre de la diversification des cultures à l'Office du Niger sont: l'échalote, la patate douce, la tomate, l'ail, le gombo, le piment. D'autres cultures légumières sont également produites mais dans une très faible proportion.

Concernant les itinéraires techniques, nous limiterons aux principales spéculations. Pour une spéculation donnée ces itinéraires varient peu. Il est à noter que le labour est la seule opération où l'exploitant homme, femme ou jeune peut profiter de la charrue familiale. Pour les entretiens courants l'homme utilise souvent la main d'oeuvre salariale ou familiale; les femmes et les jeunes exécutent eux mêmes les tâches d'entretien.

- échalote:

- . Labour ou piochage suivi d'émottage et de planage
- . Apport de fumier
- . Préparation des bulbes
- . Plantation des bulbes
- . arrosage à la demande
- . Binage à la levée avec épandage de DAP et d'urée
- . préparation des planches pour le repiquage des plants démariés
- . Démariage et repiquage
- . Arrosage à la demande
- . apport de fumier et de DAP
- . Binage à la demande
- . Apport urée
- . Apports périodiques de matière organique (fumier, résidus de récolte, terreau)
- . Arrachage des feuilles
- . Récolte

- Tomate:

- . Labour ou piochage suivi d'émottage
- . Apport de fumier
- . Mise en place de la pépinière
- . Apport d'urée en pépinière
- . Préparation des trous (cuvettes) ou billons pour la plantation
- . Apport de fumier et de DAP
- . Arrachage et Repiquage des plants
- . Placement de tuteurs
- . Traitements insecticide
- . Binage à la demande
- . Apport urée
- . Récolte

- Patate douce

- . Labour ou piochage et émottage
- . préparation des boutures
- . Apport fumier dans les trous de plantation
- . Plantation
- . Arrosage jusqu'à la reprise
- . Apport DAP et binage
- . Arrosage à la demande

- . Apport urée.
- . Billonnage
- . Désherbage à la demande
- . Récolte
- . Arrachage des feuilles

- Riz

- . Apport matière organique
- . Préirrigation
- . Labour, hersage (dans l'eau), planage
- . Repiquage en foule
- . Apport diammonium phosphate (DAP) à la dose de 50 à 150 kg/ha
- . Premier désherbage
- . Premier apport urée en moyenne 100 kg/ha
- . Deuxième désherbage (si nécessaire)
- . Deuxième apport urée en moyenne 100 kg/ha
- . Récolte
- . Mise en moyette
- . Mise en gerbier
- . Battage

En riziculture le nombre de labour varie de 1 à 2 aussi bien en simple qu'en double culture. Ce labour se fait généralement à la charrue à traction animale et à la même profondeur (0 - 30 cm). Ce qui risque de créer à la longue un semelle de labour qui constitue dans biens des cas un obstacle à la pénétration des racines. Dans ces itinéraires, on note une spécialisation dans le travail. La récolte est une des activités des hommes généralement jeunes, les femmes s'occupent plus de repiquage et de mise en gerbier. Dans l'opération battage le vannage est essentiellement assuré par les femmes.

3.3. Fertilisation:

La fertilisation en plein champ des cultures (riz, cultures maraîchères) est essentiellement faite à partir d'urée, du phosphate d'ammoniaque (DAP) avec ou sans matière organique.

L'apport de matière organique se fait surtout sur des cultures maraîchères. En 1996, 1905 tonnes d'urée et 1150 tonnes de D.A.P. ont été utilisés soit 209 kg/ha d'urée et 126 kg/ha de D.A.P., cela en supposant que l'apport d'engrais se fait seulement sur des parcelles en casiers.(O.N.1996). En 1997 en moyenne à Niono, Molodo et N'Débougou l'utilisation moyenne de l'urée a varié entre 44 kg/ha à 270 kg/ha et le D.A.P. de 20 kg/ha à 194 kg/ha (I.E.R.1997).

Sur l'ensemble des exploitations 58% utilisent uniquement l'urée et le DAP et 40% apportent en plus de la matière organique.

Les quantités d'urée apportées par hectare sur la culture de riz en nombre de sacs de 50 kg varient de 0,50 à 7 soit 25 kg à 350 kg/ha d'urée ou 11.5 à 161 kg d'azote/ha en une campagne. Pour le DAP, les quantités varient de 1 à 4 sacs avec une moyenne de 2.29. Ce qui représente

50 à 200 kg/ha de DAP.

Le nombre total de sacs apportés (urée et DAP) montre que des quantités considérables de fertilisants sont apportées à chaque campagne de culture. Ainsi 46% des exploitations ont apporté 6 sacs soit 4 sacs urée et 2 sacs DAP, 18% ont appliqué 7 sacs (4 sacs urée et 3 sacs DAP) et 6,4% ont utilisé 8 sacs (5 sacs urée et 3 sacs DAP). Un nombre limité de paysans (1%) a utilisé 10 à 11 sacs. Dans l'ensemble la fertilisation minérale se rapproche des normes conseillées. L'observation des résultats d'enquêtes montre une grande variabilité, avec des doses très faibles conduisant à une exploitation minières qui aboutira à une baisse de productivité des sols surtout avec les variétés actuelles. Les doses trop fortes aussi au delà d'améliorer la productivité pourraient provoquer avec un mode de gestion inadéquat une accumulation dans la nappe phréatique.

Le fumier est généralement apporté en de charretées sur les cultures maraîchères. Les quantités apportées varient de 0 à 200 charretées. La teneur en azote (N) du fumier de bovin est estimée entre 0,70 à 0,75%. Sur l'ensemble de l'O.N. en 1995 5200 ha ont reçu la fumure organique à une dose moyenne de 10 tonnes/ha. (O.N.1996). L'utilisation a été importante dans la zone de N'Débougou et très faible dans la zone de Molodo.

Outre l'important apport de fumure minérale, des quantités considérables de matière organique (20 à 200 charretées) ont été apportées au niveau de 13% des exploitations. En supposant que le contenu d'une charretée corresponde à 240 kg (6 sacs de 40 kg), la quantité de fumier apportée par ha se situe entre 4,8 t/ha à 48 t/ha

Les études réalisées en 1996 dans le cadre du Pôle des Systèmes irrigués sur l'évaluation de l'arrière effet des apports de la fertilisation minérale et organique des cultures de contre saison (maraîchères) sur la culture du riz ont montré des résultats très intéressants (tableaux 5 et 6) chez les paysans. Des teneurs élevées à très élevées en phosphore assimilable (10 à 29 ppm) ont été obtenues sur ces sols. Après une culture d'échalote ou de tomate sur ces parcelles ayant bénéficié d'un apport de fumier et d'engrais minéraux, les rendements élevés (> 6000 kg/ha) de riz ont été obtenus avec l'apport de doses faibles d'azote (60 kg N/ha). L'extension des cultures maraîchères a contribué énormément à l'augmentation de l'utilisation de la fumure organique. Cette situation est un moteur important dans l'intégration agriculture-élevage. Elle permet aussi à faciliter l'accès des femmes et des jeunes à la terre car le propriétaire des parcelles à cause de l'arrière effet bénéfique de la culture de diversification est plus enclin à prêter sa parcelle rizicole aux femmes et aux jeunes.

Tableau 10 : Moyennes des variables sur l'essai fertilisation du riz après une culture d'oignon

| Niveaux de Phosphore (kg/ha) | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|------|------|--------------------------|------|------|-------------------------|------|------|
| | Talles/m ² | | | Panicules/m ² | | | Rendement paddy (kg/ha) | | |
| | 60N | 120N | Moy. | 60N | 120N | Moy. | 60N | 120N | Moy. |
| 00 | 325 | 341 | 333 | 295 | 319 | 307 | 5893 | 6014 | 5954 |
| 23 | 392 | 379 | 386 | 318 | 332 | 325 | 5947 | 6385 | 6166 |
| 46 | 339 | 444 | 392 | 316 | 389 | 35 | 6467 | 6318 | 6393 |
| Moyenne | 352 | 388 | 370 | 310 | 347 | 328 | 6102 | 6239 | 6171 |

PSI 1998

Tableau 11: Moyennes des variables sur l'essai fertilisation du riz après une culture de tomate

| Niveau de phosphore (kg/ha) | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------|------|--------------------------|------|------|-------------------------|------|------|
| | Talles/m ² | | | Panicules/m ² | | | Rendement paddy (kg/ha) | | |
| | 60N | 120N | Moy. | 60N | 120N | Moy. | 60N | 120N | Moy. |
| 00 | 320 | 345 | 333 | 323 | 331 | 327 | 5915 | 6107 | 6011 |
| 23 | 372 | 393 | 383 | 292 | 380 | 336 | 5732 | 6000 | 5866 |
| 46 | 401 | 501 | 451 | 348 | 351 | 350 | 6057 | 6281 | 6169 |
| Moyenne | 364 | 413 | 389 | 321 | 354 | 338 | 5901 | 6129 | 6015 |

PSI 1998

Par ailleurs les apports importants à partir d'engrais minéraux et organiques risquent à la longue de provoquer une augmentation de la teneur des eaux en sels notamment en nitrate. Le tableau 7 donne une estimation de la quantité d'azote apportée sur des parcelles recevant la fumure organique et une fertilisation minérale importante.

Tableau 12 : Estimation de la teneur en azote kg/ha en fonction des différents apports organiques et minéraux.

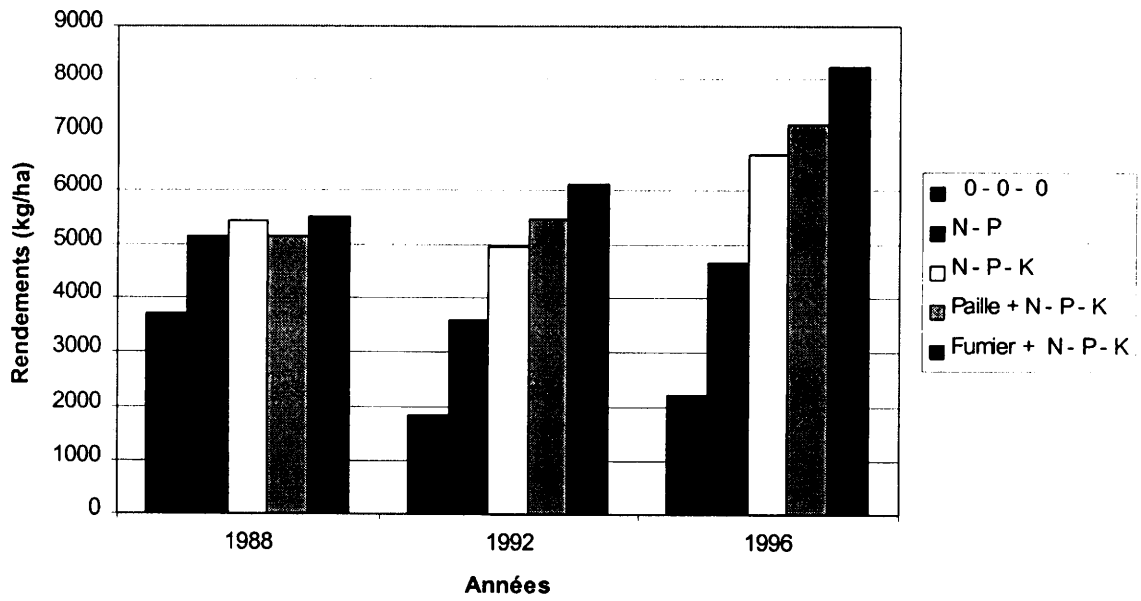
| nombre de charretées de fumier | DAP et Urée | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|
| | 2 sacs DAP | | | | 3 sacs DAP | | | | 4 sacs DAP | | | |
| | Nombre de sacs d'urée | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 4 | 5 | 6 | 7 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 40 (9,6t/ha) | 182 | 205 | 228 | 251 | 191 | 214 | 237 | 260 | 200 | 223 | 246 | 269 |
| 80 19,2t/ha | 254 | 277 | 300 | 323 | 263 | 286 | 309 | 332 | 272 | 295 | 318 | 341 |
| 120 28,8t/ha | 326 | 349 | 372 | 395 | 335 | 358 | 381 | 404 | 344 | 367 | 390 | 413 |
| 160 38,4t/ha | 398 | 421 | 444 | 467 | 407 | 430 | 453 | 476 | 416 | 439 | 462 | 485 |
| 200 48t/ha | 470 | 490 | 516 | 539 | 479 | 499 | 525 | 548 | 488 | 508 | 534 | 557 |
| moyennes | 326 | 348 | 372 | 395 | 335 | 357 | 376 | 404 | 344 | 366 | 390 | 413 |

IER/enquête 1998

Ce tableau prend en compte les intrants pour une campagne agricole. Pour la seconde campagne, les apports se limitent généralement aux fertilisants minéraux.

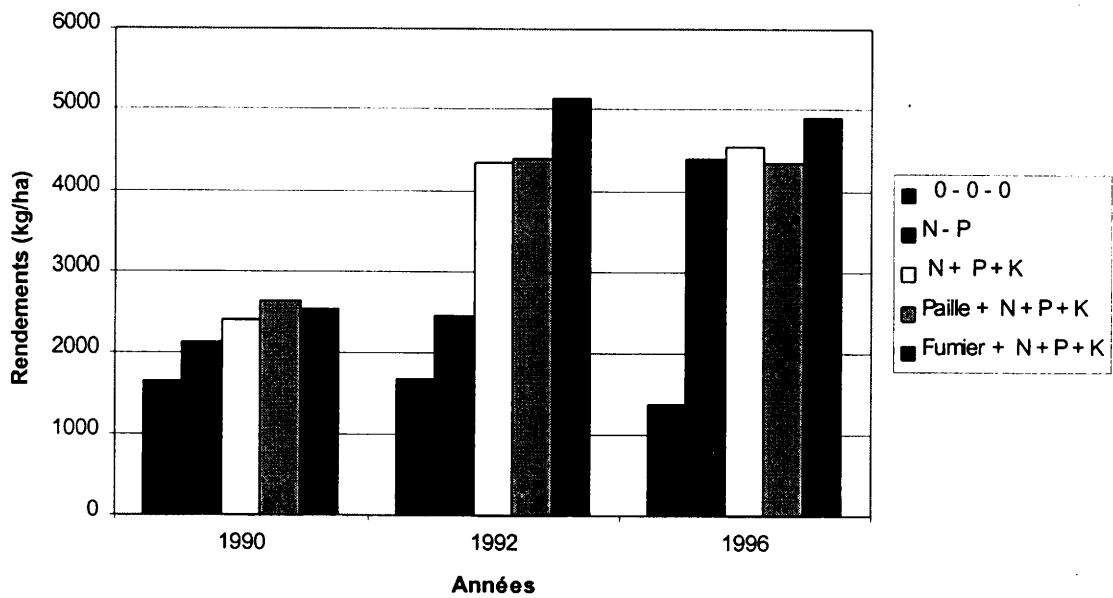
L'analyse du tableau 7 montre que pour une exploitation qui pratique les spéculations maraîchères (échalote, ail, tomate, etc) avec apport de matière organique, la quantité d'azote s'élève au moins à 182 kg et peut atteindre 557 kg à l'ha. La moyenne se situe aux environs de 247 kg/ha.

Fig. 1: Evolution des rendements en hivernage en condition de double culture



Source PRI

Fig2. : Evolution des rendements en contre saison en condition de double culture



Source PRI

Tableau 13: Pourcentage des exploitations en fonction du niveau de fertilisation

| Nombre de charretées | Nombre de sacs "urée + DAP" | | | | |
|----------------------|-----------------------------|------|------|------|-------|
| | 6 | 7 | 8 | 9 | total |
| 40 à 80 | 10, 2 % | 4,5% | 2,2% | 2,3% | 19,2% |
| 81 à 120 | - | - | 1,1% | - | 1,1% |
| 160 à 200 | 1,1% | - | - | - | 1,1% |
| total | 11,3% | 4,5% | 3,3% | 2,3% | 21,4% |

IER/enquête 1998

Au total 21,4% apportent des quantités d'azote comprises entre 40 charretées + 6 à 9 sacs (urée + DAP) soit 182 et 557 kg N/ha. (tableau 13)

Par ailleurs les besoins des plantes de riz s'élèvent à 19 - 21 kg d'azote/ha pour une tonne de riz (Takahashi 1961, Yamazaki 1965). Ainsi pour un rendement de 6 t/ha les besoins sont en moyenne de 120 kg/ha. Des études courbes de réponse menées par le Programme Riz Irrigué (Rapport annuel 1986; 1987) ont permis de déterminer la dose de 120 N dans les conditions de l'Office du Niger pour la variété BG 90-2 pendant l'hivernage.

Les résultats obtenus par le programme riz irrigué en station avec les études sur les essais long terme donnent les tendances sur l'évolution de quelques propriétés chimiques et les rendements . En hivernage, pour les périodes de 1988 à 1992 et de 1992 à 1996, les courbes de rendements montrent une tendance plus ou moins décroissante pour les traitements 000 (témoin sans engrais) et N-P. Par contre les traitements N-P-K et N-P-K + fumier ou paille donnent une tendance croissante. Ces résultats indiquent un maintien et /ou une amélioration du niveau des rendements avec une fertilisation minérale complète N-P-K. Le niveau de fertilisation N-P semble indiquer un déséquilibre ou un besoin en potassium (figure 1).

Les rendements en contre saison augmentent pour les 2 premières années (1990 à 1992) pour les traitements N-P-K, N-P-K +paille et N-P-K + fumier. Les rendements pour le traitement témoin sans engrais et N-P reste plus ou moins stable. Le rendement faible d'une façon générale en 1990 est lié au dégâts d'oiseaux (Figure 2).

Le niveau de rendement est assez bon pour les deux campagnes. On observe des rendements de plus de 8 t/ha en hivernage et 5 t/ha en contre saison pour le traitement N-P-K + fumier. Le témoin sans engrais qui indique la capacité nutritive du sol donne des rendements de 1,5 à 2 t/ha pendant les deux saisons de culture.

Ces différents résultats observés sur cette expérimentation indiquent d'une manière générale qu'une fertilisation équilibrée composée d'azote, de phosphore et de potassium permet une

intensification de la culture du riz c'est à dire la double culture riz - riz sans affecter significativement les rendements. Des bons rendements à long terme ne sont réalisables qu'avec l'apport d'engrais N-P-K avec ou sans fumier.

Les baisses de rendement observées en milieu réel chez les paysans pourraient avoir leur cause au niveau de la maîtrise du calendrier cultural , des variétés non adaptées pour la double culture ou le niveau inadéquat de la fertilisation appliquée. Car depuis 1988 en station sur sol Danga, l'impact de la double culture sur l'évolution des sols et des rendements est suivi.

Après 9 années de culture (18 campagnes) aucune baisse de production n'a été observé, l'évolution du pH indique une tendance croissante bien que les valeurs ne sont assez élevées . La teneur en phosphore total est décroissante pour le témoin mais elle garde les mêmes valeurs pour les autres traitements. La teneur en phosphore assimilable est croissante pour tous les traitements. La teneur en potassium échangeable est décroissante pour tous les traitements sauf le témoin. La baisse du potassium échangeable indique toutefois de prendre en compte le potassium dans le système de fertilisation.

Pour les cultures maraîchères les besoins sont assez variables et sont fonction des spéculations cultivées.

On conseille entre autre pour l'échalote 60 kg à 80 kg N/ha, pour la tomate 90 kg N/ha. Eu égard aux données relatives aux importants apports des fertilisants et les besoins des plantes cultivées, il ressort que les quantités utilisées sont relativement trop élevées. Ainsi les pertes de l'azote en excès par lessivage contribuent à augmenter la teneur en nitrate des eaux souterraines. Par endroit, cette lixiviation est limitée en saison de culture par la concentration des solutés. Ce qui favorise les remontées capillaires pendant la saison sèche.

Si avec l'importance relative faible de l'utilisation importante des intrants permet d'avoir encore un environnement sain, l'extension des surfaces de diversification avec les spécialisations en production tomate, échalote, en perspective nécessitera de prendre en compte le risque potentiel de pollution de la nappe d'autant plus que de plus en plus la nappe est affleurante, et son niveau d'étiage de plus en plus proche de la surface.

A partir de ces constats et études, il existe un réel besoin de raisonner la fertilisation dans le système actuel où la perception paysanne de l'efficacité d'une fertilisation est fondée sur le gain du nombre de sacs à l'hectare. Cette fertilisation raisonnée pourrait se faire à partir d'un bilan établi prenant en compte tous les facteurs intervenants dans l'alimentation minérale des plantes. Si au départ ce bilan semble complexe et difficile à réaliser, il revient aux structures compétentes (recherche) de préciser les facteurs essentiels jouant un rôle important sur les entrées et les sorties des principaux éléments. En fait la maîtrise de l'eau en terme d'irrigation et de drainage permet aux exploitants de mieux maîtriser les techniques d'intensification; date de semis, apport d'engrais, maîtrise des adventices. La contrainte est d'autant plus sensible que l'on se situe dans une situation de sous équipement. Dans ce cas toutes les opérations sont effectuées très tardivement souvent la parcelle est complètement abandonnée par manque de moyen de labour.

3.4. Analyse du système d'irrigation et de drainage:

Le système d'irrigation et de drainage se caractérise par la présence d'un dispositif comportant un réseau primaire (distributeur), un réseau secondaire (partiteur), un réseau tertiaire (l'arroseur) et un réseau quaternaire (rigole). A ce réseau d'irrigation se trouve un réseau symétrique de drainage qui permet d'évacuer hors des parcelles les eaux excédentaires.

Au cours de cette étude, nous sommes intéressés à la facilité d'irrigation et de drainage. Sur l'ensemble des exploitants, l'irrigation est facile pour 82% et difficile pour 17%. En effet, les difficultés dans l'irrigation se rencontrent principalement à Molodo où les parcelles ne sont pas encore réaménagées. Au niveau de ces parcelles, bien que des aménagements sommaires aient été faits par certains paysans, ce système individuel reste dépendant du réseau général. La baisse de rendement du riz est liée à la non maîtrise de l'eau et à la non réhabilitation des parcelles pour 13,6% des exploitations enquêtées.

Pour le drainage, 55% le trouvent facile alors qu'il est difficile pour 45% des exploitants enquêtés. La majorité des exploitants en situation de drainage difficile se trouve à Molodo. En plus de la non réhabilitation des parcelles, la situation s'aggrave avec la mise en eau généralisée et les fortes pluies.

Localement, l'installation de cultures maraîchères avec la multiplication de rigole d'arrosage provoque la présence d'une nappe à moins de 50 cm. Elle crée en plus une dégradation du planage, ce qui entraîne en mise culture pour le riz un travail complémentaire de planage.

La bonne gestion de l'eau pour maintenir la nappe phréatique à une profondeur acceptable pour les cultures de diversification est essentielle. Il s'agira au niveau primaire et secondaire de mieux regrouper les parcelles pour éviter la mise en eau de l'ensemble ou d'une partie importante du système pour de faible surface à irriguer. Au niveau tertiaire et parcelle la gestion de l'eau devra être basée sur des normes techniques bien établies en terme d'aménagement et d'irrigation pendant la contre saison.

3.5. Caractérisation Globale de l'assise sociale et économique.

La taille de l'échantillon choisi est faible pour précéder à une caractérisation relativement précise. Cependant nous sommes basés sur les statistiques de l'Office du Niger (campagne 1996-1997) pour cette caractérisation.

Le nombre d'exploitations a évolué de 1994 à 1996 à l'Office du Niger. Il est passé de 11.842 exploitations pour une population de 159.733 à 13 767 exploitations pour une population de 176.962 habitants. L'éclatement des familles est une des causes de l'évolution du nombre d'exploitations. La moyenne des personnes par exploitation est de 13 personnes, celle des travailleurs hommes (TH) est 3,3 par exploitation. Cette évolution démographique explique souvent l'expansion des surfaces cultivées car de plus en plus les besoins en terres pour couvrir les nécessité de vie se fait sentir; malgré l'amélioration importante de la productivité. Il ya augmentation des surfaces exploitées en hors casiers qui est le refuge des démunis, la mise en culture de zone non indiqués.

De l'autre côté l'intensification avec comme base le repiquage, le battage par la petite batteuse, ont augmenté les temps de travaux, notamment pour les jeunes qui ont une surcharge de gardiennage des oiseaux en pépinière, et pour les femmes le repiquage. Ce qui souvent est une source de revenu non négligeable pour les groupements des femmes et jeunes filles repiqueuses.

Le niveau des équipements après les statistiques de la campagne 1996-1997 est comme suit: boeuf de labour 37.932, charrues 17.240, herses 15.379, charrettes 12.825, ânes 10.934, tracteurs 39. Le niveau d'équipements est de très moyen pour les zones de l'Office du Niger. L'échantillon que nous avons utilisé a un niveau d'équipement supérieur à la moyenne de l'Office, 70% sont bien équipés c'est à dire dispose d'un attelage, d'un âne et d'une charrette. Le changement actuel avec les réaménagement est passé vers une option de traction animale. Malgré le nombre important de bovins (ref.sous étude environnementale), le nombre de boeufs de labour reste faible. Avec leur état de nutrition, leur capacité de travail est réduite. Cela traduit un travail du sol souvent effectuée très en retard et de qualité très mauvaise, avec pour conséquence le repiquage des plants âgés. Le nombre de charrette réduits en moyenne, toutes les exploitations n'en disposent pas, constitue une contrainte importante pour la promotion de la fertilisation organique.

Les intrants acquis sont pour : urée 8.500.000 tonnes soit 87% des besoins, phosphate d'ammoniaque 4.700.000 tonnes soit 82% des besoins - semences sélectionnées 661,8 tonnes. La couverture des besoins en intrant est acceptable. L'accès au crédit, ne permet pas toujours à toutes les couches sociales d'accéder à l'engrais. Les exploitations sous équipées ont très peu accès à l'intrants, et les jeunes ne sont pas toujours éligibles aux crédits.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS:

Les baisses de rendement observées en milieu réel chez les paysans pourraient avoir leur cause au niveau de la maîtrise du calendrier cultural , des variétés non adaptées pour la double culture ou le niveau inadéquat de la fertilisation appliquée. La non maîtrise du compartimentage et du planage pour assurer une lame d'eau optimale, une meilleure gestion de la fertilisation et un meilleur contrôle des adventices sont également des actions à améliorer. Une amélioration de ces activités mentionnées passe par l'amélioration et le renforcement avec plus de moyens du service de vulgarisation pour faire passer efficacement les thèmes.

Les analyses montrent que pour les exploitations qui pratiquent les spéculations maraîchères (échalote, ail, tomate, etc) avec apport de matière organique, la quantité d'azote s'élève au moins à 182 kg et peut atteindre 557 kg/ha . La moyenne se situe aux environs de 369 kg/ha. Par ailleurs les apports importants à partir d'engrais minéraux et organiques risquent à la longue de provoquer une augmentation de la teneur des eaux en sels notamment en nitrate. Les quantités d'engrais peuvent être optimisées en fonction de l'utilisation de la matière organique.

Les contraintes observées dans la culture du riz en contre saison semblent indiquer une tendance à la baisse du nombre d'exploitants qui pratiquent la double culture riz - riz au profit de la double culture riz - autres spéculations (diversification). La culture de nouvelles spéculations sous

irrigation à l'Office du Niger, requiert des travaux supplémentaires sur les facteurs suivants: l'introduction de variétés performantes, la détermination des écartements les plus efficaces, la détermination des doses optimales de matière organique et d'engrais minéraux (azote et phosphore), la détermination des dates optimales de semis, et une détermination et une maîtrise des intervalles et doses d'irrigation.

Dans le cadre de la diversification (culture de contre saison qui nécessitera des labours précoces après la récolte du riz) et l'utilisation de paille de riz pour la fabrication de compost, il faudrait trouver une solution pour la paille comme alimentation du bétail (alternative : culture fourragères).

A partir de ces constats et études, il existe un réel besoin de raisonner la fertilisation car dans le système actuel la perception paysanne de l'efficacité d'une fertilisation est fondée sur le gain du nombre de sacs à l'hectare. Il est vrai que tout apport d'engrais azoté se traduit par une augmentation de rendement même si l'efficience est de plus en plus faible au fur et à mesure que la dose augmente (Rapport P.R.I. 1995-1996). Cette situation conduirait à la longue à une dégradation du système par l'acidification des sols que par la pollution des eaux. Des études comparant 2 systèmes (intensif et extensif) permettront de préciser l'évolution de ces sols. Cette fertilisation raisonnée pourrait se faire à partir d'un bilan établi prenant en compte tous les facteurs intervenants dans l'alimentation minérale des plantes. Si au départ ce bilan semble complexe et difficile à réaliser, il revient aux structures compétentes (recherche) de préciser les facteurs essentiels jouant un rôle important sur les entrées et les sorties des principaux éléments.

L'intensification de la production rizicole s'est traduite au niveau des exploitants et exploitantes à une amélioration des techniques de production basées sur le repiquage de matériel végétal à haut potentiel de production, et à l'augmentation de l'intensité culturale avec la double culture de riz. L'évolution des rendements atteste l'effet bénéfique de cette nouvelle stratégie. L'introduction des cultures de diversification contribuant à une amélioration des revenus agricoles, permet aux femmes et aux jeunes d'avoir accès à la terre. Toutefois localement en double culture du riz, les rendements sont moins bons que l'on peut espérer.

INVENTAIRE DES SOLS DEGRADES.

Mr. Lassana DIONI Pédologue CRRA - Sotuba
Dr Mamadou K. N'DIAYE Agro-Pédologue CRRA - Niono

1. INTRODUCTION.

La remise en eau du delta mort par l'installation de l'Office du Niger, la réalisation des travaux de drainage initialement prévu par E. Béline (cf rapport R. Bertrand 1985), la mauvaise gestion de l'eau on conduit au rehaussement du niveau de la nappe phréatique devenu superficiel entraînant les remontées de sels (salant noir ou blanc, ou les zones sans végétation). Les différentes études ont montré que les sols sont en voie de salinisation et d'alcalinisation suite à l'irrigation avec de l'eau carbonatée sodique. Le caractère ponctuel et localisé de ces différentes études et la hausse actuelle de la production ne permettent pas d'évaluer à juste valeur l'impact et les risques de dégradation des sols.

Avec la gestion actuelle des terres et des eaux, le développement de plus en plus des hors casiers et les possibilités d'extension autorisent que l'on s'interroge sur le devenir des terres.

La présente étude, en couvrant l'ensemble des zones Macina, Molodo, N'débougou, Niono et le périmètre du Bévani, a pour ambition de décrire le plus que possible la situation réelle de salinisation des terres.

2. RAPPEL DES DEFINITIONS ET MECANISMES

2.1. Définitions et indicateurs.

-La **salinisation** est la teneur excessive en sel dissous. Elle se traduit par une difficulté d'alimentation hydrique liée au potentiel osmotique. La salinité est mesurée avec un conductivimètre dans une solution d'extrait de pâte saturée ou en dilution (valeur critique).

-La **sodisation-alcalisation** est la fixation du sodium sur le complexe absorbant. Son apparition est liée à l'utilisation des eaux sodiques peu chargés en sels dissous. Elle s'accompagne en présence de carbonates ou de bicarbonates une alcalinisation des sols qui est l'élévation du pH. La sodisation conduit à une dégradation des propriétés physiques, avec une mauvaise circulation de l'eau, un engorgement, une asphyxie et des nécroses des racines. *Bassirou (1996)* a établi la limite d'ESP (Pourcentage Sodium Exchangeable) au delà de laquelle les sols de l'Office se dégradent à 7%. L'alcalinisation est l'augmentation du pH qui se traduit par une dégradation chimique pouvant entraîner des carences de certains minéraux (azote, phosphore, zinc) et biologique avec la dissolution de la matière organique.

2.2. Les mécanismes mis en oeuvre

Les mécanismes mis en jeu dans la sodisation des sols sont très peu connus à l'heure actuelle. Toutefois les travaux antérieurs et ceux qui sont en cours actuellement permettent de donner des orientations des processus en cours. Ces études indiquent que la dégradation des sols est liée à

deux facteurs essentiels : la remontée de la nappe phréatique et la qualité des eaux d'irrigation.

La remontée de la nappe phréatique :

Au début des aménagements, la nappe phréatique se trouvait à au moins 40 mètres; aujourd'hui elle est affleurante. Le fonctionnement de la nappe a été étudié par *Valenza (1996)* qui a montré qu'il y avait une continuité hydraulique entre les différentes couches. *Barral et al. (1996)* ont montré que le drainage naturel est très faible. Ils ont estimé la fraction de lessivage à seulement 1/230. Cette situation expliquerait la remontée de la nappe et son maintien en position subaffleurante. L'évolution du milieu est beaucoup dépendante du drainage superficiel. Le système de drainage relativement fonctionnel pendant l'hivernage permet d'évacuer une certaine quantité de sels, mais le bilan reste toujours positif ce qui pourrait résulter à une augmentation de la salinité. Toutefois les estimations faites par *Zimmer (1997)*, sur mesures du PSI, semblent indiquer contre toute attente que le système pendant l'hivernage, malgré le drainage superficiel déficient, est en équilibre en terme de bilan des sels. Cette observation même si elle rejoint l'idée de stabilité développée par *Van Hoorn*, en est loin dans les justifications.

La présence de la nappe phréatique près de la surface du sol favoriserait la concentration des sels en surface par évaporation. En remontant à la surface en un certain moment de la saison, elle pourrait aussi redistribuer des sels présents dans le sol en profondeur vers la surface. La possibilité de redistribution paraît de plus en plus évidente avec les nouvelles données qui se précisent par rapport à une deuxième source de sels qui serait géologique ou à la limite d'horizons profonds. Cette salinisation primaire se situerait dans les cuvettes avec la présence de salants blancs *Barral et al. (1996)*.

La qualité de l'eau d'irrigation :

L'eau du fleuve Niger comme celle des grands fleuves au Sud du Sahara est très peu chargée. La teneur en sel varie très peu 0,04g/l pendant les périodes de crue et 0,06g/l en période de décrue. Avec ces concentrations les quantités de sel apportées par l'irrigation sont assez faibles. Avec les normes de *Richards (1954)* et *FAO (1985)* les eaux sont classées très bonnes pour l'irrigation. Les études de *N'diaye (1987)*, *Vallès et al. (1989 et 1990)*, *Marlet (1996)* ont montré avec la simulation de la concentration des eaux du fleuve Niger au Mali et au Niger une évolution dangereuse. Elle est carbonatée sodique avec une alcalinité résiduelle calcique positive. Lors d'un processus de concentration, après précipitation de la calcite, elle deviendra alcaline et la teneur en sodium augmentera. Cette situation s'explique par l'application de la théorie de l'alcalinité résiduelle généralisée (*Droubi 1976*). L'application de l'analyse géochimique des eaux d'irrigation a permis de comprendre comment une eau qui apparaît bonne avec les évaluations conventionnelles (teneurs en sels solubles, excès d'oligo-éléments) présente en réalité des risques lorsqu'elle est utilisée sans attention. Le modèle utilisé donne seulement des appréciations qualitatives, pour les estimations quantitatives d'autres outils plus adaptés devraient être utilisés.

2.3 Impact de la salinisation.

L'impact de la dégradation des sols à l'office du Niger semble être la question qui soulève le plus de paradoxe. Compte tenu de l'importance des enjeux, valeur économique de la production et niveau du risque, le problème doit être analysé avec beaucoup de détermination en prenant en compte l'ensemble des composantes du système.

Les trois processus : l'alcalinisation, la sodisation, et la salinisation, qui sont mis ensemble sous l'appellation salinisation devront être étudiés séparément en terme de risque et d'impact réel et possible. L'effet de l'évolution des sols sur les propriétés du sol et sur la production aussi devra être analysé séparément. En effet si l'impact sur la production se réalise à travers les propriétés du sol, les relations ne se présentent pas toujours en relation de causes à effets. D'autres facteurs interfèrent pour moduler la réponse de la plante.

Les cultures principales produites à l'Office du Niger peuvent être classées parmi les plantes moyennement tolérantes. Le riz, la tomate perdent 10% de leur production seulement à une CEC entre 8-4 ds/m.

A l'état actuel des connaissances les risques de salinisation en terme d'accumulation de sels solubles restent faibles. Les conductivités électriques mesurées restent en moyenne en dessous de 2ds/m. Les valeurs fortes sont généralement obtenus sur des points d'accumulation d'efflorescences ou lorsqu'il y a salure primaire. On observe des dessèchements de plants suivis de mort au stade plantule lorsque la quantité d'eau est insuffisante pour maintenir une humidité optimum.

L'alcalinisation des sols est le processus qui apparemment est le plus pertinent. En effet l'augmentation du pH a été observée. Les résultats de Toujan (1980), Bassirou et al.(1990) montrent bien cette augmentation de pH après l'irrigation. Les sols étaient en moyenne acides au début des aménagements actuellement cette moyenne s'est déplacée vers un pôle alcalin. Si le constat de l'augmentation du pH est très aisé, son impact sur la production est difficile à mettre en évidence car l'évolution du pH dans le temps est contrôlée par plusieurs processus électrochimiques intervenant lors de la submersion.

Les carences en zinc observées dans les périmètres peuvent être attribuées à cette alcalinisation des sols. L'efficacité des engrais azotés et phosphatés est réduite dans les sols alcalins, (l'azote se volatilise), des observations sont en cours pour évaluer dans le cas de l'office les modes de gestion efficaces des engrais azotés. Le programme riz irrigué a établi pour les sols alcalins ou non alcalins le type d'engrais phosphatés à utiliser.

Le suivi du pH in situ le long du cycle de riz donne des indications plus précises sur la relation entre pH et rendement de riz. Si ces résultats se confirmaient, ils indiquent une corrélation négative entre la production et le pH mesuré après le tallage. Le contrôle de l'alcalinité pour une bonne production devrait être alors réfléchi en fonction de cette donnée. Si on se réfère aux études sur l'évolution du pH après submersion, on en déduit que la maîtrise de la lame d'eau est essentielle pour assurer une bonne production, minimisant ainsi l'effet néfaste du pH élevé qui a été mesuré à sec.

La sodisation entraîne une détérioration des propriétés physiques des sols en terme de baisse de

la perméabilité tassement de la porosité. Les travaux de Bassirou 1996 ont montré que lorsque le taux de sodium échangeable atteint 7% par rapport à la capacité d'échange cationique il ya dégradation des propriété physiques des sols. Ce processus a un impact très important dans les cannerais et sur les cultures maraichères. On assiste à un compactage des sols se traduisant par un enracinement faible et un engorgement des parcelles. Cette situation aboutit à des taches improductives avec des rendements en deuxième et troisième repousses très faibles.

2.4 Types de sols :

L'étude morphopédologique de Bassirou et al 1990 a confirmé la présentation en mosaïque des sols. Dans cette configuration on assiste aussi à une répartition toposéquentielle qui fait que les différentes unités ne se retrouvent pas dans la même proportion dans toutes les zones. Le tableau N°14 donne la répartition des différentes unités dans les trois zones. Les cuvettes sont plus importantes à N'Débougou et Molodo a plus de levées.

L'extension des surfaces doit se faire avec l'élargissement des surfaces existantes introduira des unités occupées par des sols légers plus que des cuvettes, le cas de Bewani en est une illustration. Le rétail III ne fera pas exception. Cela se traduira par une augmentation des risques potentiels de dégradation.

Tableau N°14. Répartition des surfaces par type de sol dans le Kala Inférieur (Keïta et al 1991)

| Zones | RÉPARTITION DES SOLS (%) | | | | | | | |
|------------|--------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|
| | C1 | C2F | C2L | L2 | L1 | S2 | S1 | La |
| Niono | 31 | 4 | 16 | 14 | 7 | 7 | 4 | 2 |
| Molodo | 12 | 6 | 8 | 26 | 34 | 10 | 4 | 0 |
| N'Débougou | 15 | 23 | 17 | 24 | 23 | 7 | 3 | 9 |
| TOTAL | 19 | 11 | 13 | 22 | 20 | 8 | 4 | 4 |

Légende

C1: Vertisols à drainage externe nul ou réduit à structure arrondie (Moursi, Dian-Moursi)

C2F : Vertisols à drainage externe nul ou réduit à structure grossière (Dian).

C2L : Sols hydromorphes peu humifères à tendance vertique faiblement alcalisés (Dian).

L2: Sols hydromorphes peu humifères à gley oxydés associés à des amphigley à nappe perchée (Danga, Danga blé; Danga fing);

L1 : Sols hydromorphes peu humifères à gley oxyde de profondeur (Danga, Danga blé).

S2 - S1 - La : Sols hydromorphes peu oxydés à gley plus ou moins profond et à fort battement de nappe (Seno, Danga blé).

Par rapport à la riziculture les sols sont réparties en 4 grands groupes:

- I: C1, C2F, C2L : Faible teneur en matière organique, sensibilité à l'alcalinisation et à la sodisation, drainage difficile à contrôler, nappe peu profonde, très forte cohésion dans l'ensemble

du profil, dégradation consécutive, pH élevé.

- II: L2, L1 : Très peu de contraintes majeures.

- III : S2, S1, La : Texture grossière, perméabilité relativement élevée, faible fertilité, alcalinisation et ou sodisation.

- IV: Q1: Matériaux très filtrants, position topographique élevée. Ce groupe n'est pas recensé dans le tableau 14.

3. METHODOLOGIE.

La méthodologie a comporté une enquête d'opinion dans le Kala inférieur et le Macina et une cartographie à l'aide d'un conductivimètre électromagnétique (EM38) sur le périmètre de Bèwani. Le travail a été effectué dans le Kala inférieur de Janvier à Mai et dans le Macina de Juin à Août.

3.1. Choix des villages

Une cinquantaine de villages avait été choisie initialement pour les trois zones du Kala inférieur en fonction de leur superficie avec une bonne répartition spatiale par zone.

(Tableau 15)

Dans la pratique nous avons éliminé le village de N'Débougou, n'étant pas un village colon, les parcelles d'exploitation se trouvent être réparties entre les terroirs d'autres villages déjà enquêtés. Cela nous a amené à 49 villages enquêtés pour les trois zones.

Dans le Macina sur les 44 villages que compte la zone, 23 villages ont été enquêtés. Ces villages ont été repartis dans les trois casiers de la zone au prorata de chaque casier. Dans chaque casier les villages ont été choisis de façon à couvrir de façon homogène l'ensemble de la zone. Nous avons la répartition suivante : casier de Kokry 14, casier de Bokiwerè 5 et casier de Niaro 4.

Une enquête d'opinion auprès de 70 exploitants a complété les mesures avec l'EM38 du Bèwani. Les exploitants ont été interrogés dans les champs où on les a rencontrés. Ainsi les 70 paysans interrogés se répartissent entre 10 villages des 39 que compte le périmètre.

Tableau 15 : Répartition du nombre d'exploitations par zone (source: suivi- évaluation Office du Niger. Rap; Juin 1997).

| ZONES | NOMBRE EXPLOITATION |
|------------|---------------------|
| Niono | 2.917 |
| N'Débougou | 2.974 |
| Molodo | 2.069 |

Par zone le nombre de villages suivant a été enquêté:

| | | | |
|---|--------------------|---|-------------|
| - | Zone de N'Débougou | = | 22 villages |
| - | Zone de Niono | = | 16 villages |
| - | Zone de Molodo | = | 11 villages |
| - | Zone Macina | = | 23 villages |

Dans chaque village 18 exploitations ont été enquêtées sur le terrain soit un échantillon de 882 exploitations pour les 3 zones. Le taux d'échantillonnage est autour de 15% des superficies exploitées pour les 3 zones. L'échantillonnage est représentatif et stratifié sur l'ensemble des types de sols des cultures, en fonction de la présence ou non de tâche de dégradation. Ces tâches noires, blanches et stériles sont identifiées et leur superficie donnée en ha ou en m².

Plus d'une centaine d'échantillons ont été prélevés essentiellement sur les parcelles où les tâches ne sont pas très apparentes au moment de l'enquête de manière à vérifier les propos des exploitants. Ces échantillons sont généralement prélevés à deux niveaux (0 - 20 cm et 20 - 40 cm). Des analyses de pH et de conductivité électrique ont été effectuées pour établir le niveau de salinité et d'alcalinité.

3.2. Préparation de l'enquête.

Les enquêteurs ont subi une formation théorique et pratique sur l'identification des terres dégradées, la traduction des questionnaires et l'utilisation du GPS (Global Positioning System). Le GPS permet d'enregistrer les coordonnées géographiques de tous les points d'observations.

Une mission information officielle de la direction du CRRRA/Niono s'est rendue dans la Direction des trois zones du Kala inférieur pour annoncer le démarrage prochain de l'étude environnementale. Ensuite l'équipe de terrain composée d'enquêteurs du superviseur s'est rendue dans les villages retenus par zone pour expliquer l'étude d'inventaire des terres dégradées et sensibiliser les exploitants sur l'importance d'une telle étude. Elle a duré une période de 10 jours et a permis d'évaluer l'aptitude des enquêteurs de perfectionner leur formation, de réviser la fiche d'enquête de l'amender et de l'adapter au contexte de l'étude et aux réalités du milieu.

Les documents, les cartes de plan d'aménagement, le plan de cadastre et feuille IGN ont été rassemblés à partir de différents services compétents de Ségou, l'office du Niger et la Direction Régionale de la cartographie et la topographie à Ségou (DRCT).

3.3 Justification du choix méthodologique

Les données quantitatives sont issues principalement des recensements, des inventaires statistiques et des enquêtes par sondage. Compte tenu des difficultés que l'on peut rencontrer dans la mise en oeuvre des enquêtes exhaustives (durée de l'enquête, coût, lourdeur logistique...) étant donné que la zone à étudier à une dimension vaste et bien peuplée, nous avons préféré une enquête sondage à une enquête exhaustive. L'enquête par sondage permet d'effectuer un travail plus approfondi sur un champ thématique plus restreint, non pas sur la totalité des individus ou des objets présents mais des échantillons représentatifs de cette totalité.

Pour s'assurer de la représentativité des échantillons nous avons utilisé la technique de

l'échantillonnage aléatoire. Dans ce cas on est assuré d'avoir une estimation sans biais si le taux de sondage respecte "l'effectif minimal" à partir duquel commence à s'appliquer les lois statistiques (30 individus). La précision des résultats extrapolés à l'ensemble de l'univers étudié dépend alors du degré de représentativité de l'échantillon.

La cartographie des données quantitatives a été envisagée en fonction de la nature des données collectées. Elle a nécessité le respect des principes de transcription des données chiffrées en données visuelles.

La quantité des unités à représenter variant sensiblement dans le même espace, nous avons choisi alors des signes de valeur différentes et on a marqué la différence par la taille des signes où à la fois par la taille et la couleur. La taille des signes est calculée de sorte que leur surface soit proportionnelle à la quantité représentée.

L'enquête a été conçue avant la mise en oeuvre sur le terrain en vue de l'exploitation cartographique éventuelle de leurs résultats. Etant donné que l'enquête porte sur une grande surface avec de nombreuses unités, les résultats ont été conçus aux fins d'une exploitation informatique et cartographique informatisée.

Quelques précautions ont été prises lors de la conception du plan d'enquête. Ces précautions loin d'alourdir le budget de l'enquête ont alléger remarquablement l'exploitation informatique et cartographique. La plus importante d'entre elles pour une exploitation cartographique des résultats est l'identification précise et détaillée de la localisation des unités et des lieux où se déroule l'enquête.

Cette identification géographique est faite à plusieurs niveaux :

- sur le plan géographique absolu : latitude/longitude par un GPS de type garmin 38 et de relevé de l'emplacement sur une carte,
- sur le plan géographique local : nom vernaculaire de l'unité dans laquelle se situe l'observation,
- sur le plan administratif par un code de lettres pour désigner les zones :
NO = Niono
DE = N'Débougou
MO = Molodo

Une telle identification permet de faire correspondre avec la précision maximale les informations statistiques recueillies sur les fiches d'enquêtes.

Elle permet tous les modes de figuration cartographique de la plus détaillée et la plus précise à la plus générale, à toutes les échelles ; elle permet de combiner rigoureusement sur la même carte ou sur les cartes semblables (superposables) des informations d'origines diverses recueillis sur les mêmes territoires.

Au niveau de chaque zone nous avons retenu un nombre variable de villages selon la superficie de la zone. Un nombre constant de 18 exploitants par village a été enquêté selon la fiche d'enquête établie à cet effet. Le questionnaire est essentiellement axé sur :

- l'identification de la parcelle,
- l'état actuel du sol (identification de la dégradation des sols),

- les propositions de solutions pratiques contre la dégradation.
- Tous les points d'observation ont été géoréférencés à l'aide d'un GPS (Global Positioning System) de "type Garmin 38" et sondé à la tarière pour déterminer la profondeur de la nappe.
- Evaluation des enquêteurs après pré-enquête, perfectionnement, séance pratique sur l'utilisation du GPS,

4. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats présentés portent sur l'analyse des fiches d'enquête et l'analyse du niveau de la nappe phréatique. Sur l'ensemble des 72 villages dans lesquels l'enquête a été effectuée (1316 exploitants ont été interrogés) auxquels il faut ajoutés 70 exploitants du Bévani. Les résultats présentés portent sur les pourcentages d'exploitations ayant la présence d'efflorescences noires ou blanches appelées tâches, cela quelque soit la surface concernée. Les superficies touchées sont inventoriées dans un second temps et rapportées à la surface totale de l'exploitation. Le type de sol reste un facteur important par rapport à la dégradation des sols. Un inventaire des types de sol est fait et le pourcentage des sols dégradés en fonction des types de sol est estimé par zone. La présence d'efflorescences blanches ou noires, indiquées tâches, reste le moyen de contrôle privilégié des déclarations paysannes. Les efflorescences constituent des indicateurs visuels viables de l'état de salinisation.

4.1 Importance de la dégradation des sols.

L'importance relative des terres dégradées a été évaluée de deux façons: la première estimation est faite sur la base du nombre d'exploitations ayant constaté les indicateurs de dégradation sur leurs parcelles, dans ces cas la taille de l'impact n'est pas évaluée. La seconde évaluation concerne l'étendue des surface affectées rapportées à la superficie totale de l'exploitation. Les cartes en annexe I donnent la représentation spatiale du problème de dégradation des sols par zone. La première carte donne l'importance par rapport au nombre d'exploitations et la seconde l'importance en fonction des surfaces.

Zone de N'Débougou

Elle s'étend sur une superficie approximative de 15 000 ha (cf rapport enquête suivi-évaluation Office du Niger Juin 1997)

Sur les vingt deux (22) villages soit 396 exploitants enquêtés nous avons une superficie moyenne 102.8 ha par village soit 5.71 ha en moyenne par exploitant. Cette superficie correspond à 15.07 % de la superficie totale de la zone.

Nous observons que 38. % des exploitants en moyenne ont des tâches de dégradation que ce soit les tâches blanches, noires ou stériles (sol nu sans végétation). Ce pourcentage est très variable avec des valeurs minimale de 5.6 % et maximale de 78% suivant les villages. Le village de Niobougou présente le plus d'exploitations ayant des tâches dans les parcelles.(tableau 16).

Par rapport à la superficie totale de la zone 2.9% en moyenne des terres sont affectées par la dégradation. Avec 9.30% le village de ND14 présente la plus importante surface dégradée et le village de Kanassago avec moins de 1% des terres dégradées est le village le moins touché.

Tableau N° 16: Importance des taches de dégradation dans la zone de N'Débougou (IER/enquête 1998).

| Village | Nb taches stériles | Nb taches noires | Nb taches blanches | Total | Superficie taches (ha) | Superficie exploitation (ha) | % taches par rapport | |
|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------|------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|
| | | | | | | | Nb expl % | Superficie totale % |
| Niobougou B1 | - | 7- | 7 | 14 | 7.9 | 133.09 | 78 | 6 |
| Banisseraëla | - | 2 | 5 | 7 | - | 91.63 | 39 | - |
| Médina-Coura B3 | - | 1 | 8 | 9 | - | 81.41 | 50 | - |
| Sarango B4 | 1 | 5 | 3 | 9 | - | 74.4 | 50 | 7 |
| Tiémandeli-Coura B5 | - | 4 | 5 | 9 | 5.5 | 89.87 | 50 | 5 |
| Bolibana B6 | - | 1 | 4 | 5 | 3 | 102.93 | 28 | 3 |
| Soungalo camp B7 | 1 | 2 | 2 | 5 | 4.9 | 140.11 | 28 | 3 |
| B8 | - | 8 | 3 | 11 | 2.8 | 111.78 | 61 | 2 |
| B10 | - | 9 | 3 | 12 | 4.56 | 135.39 | 67 | 3 |
| Kanassago BE2 | - | 5 | 1 | 6 | 0.9 | 121.05 | 33 | 1 |
| Sangarela ND2 | - | 5 | 2 | 7 | 0.75 | 81.2 | 39 | 1 |
| Tigabougou ND5 | - | 7 | 2 | 9 | 1.5 | 112 | 50 | 1 |
| Boy-Boy ND8 | - | 5 | - | 5 | - | 75.43 | 28 | 1 |
| ND11 | - | 7 | 2 | 9 | 3.7 | 114.12 | 50 | 3 |
| ND14 | - | 7 | 2 | 9 | 14.45 | 155.64 | 48 | 9 |
| S2-Siengo | - | 1 | 2 | 3 | 3.6 | 87.31 | 17 | 4 |
| Heremakono | - | 3 | 2 | 5 | 1.65 | 88.5 | 28 | 2 |
| Siguivoucé | 2 | 3 | 3 | 8 | 2.3 | 130.22 | 6 | 2 |
| Rigandé | - | 1 | 3 | 4 | - | 73.83 | 22 | 2 |
| Darsalam | - | 1 | - | 1 | 0.1 | 80.39 | 6 | - |
| Nara S7 | - | - | - | - | - | 87.96 | 0 | - |
| Fassou S8 | 2 | - | 2 | 4 | 0.9 | 93.34 | 22 | 1 |

Zone de Niono

Cette zone couvre une superficie de 10.400 ha répartie entre les casiers de Kolodougou, du Retail, du Kouia et du Grüber. Le nombre d'exploitants agricoles est de 2 917 (cf rapport enquête suivi évaluation Office du Niger Juin 1997. Seize (16) villages ont été enquêtés pour une superficie moyenne de 100, 85 ha soit en moyenne 5.60 ha par exploitation. Ainsi nous avons un taux d'échantillonnage de 15.50% de la superficie totale. Pour cette zone nous avons en moyenne 57% des exploitants qui présentent des tâches de dégradation pouvant être des tâches noires, blanches, ou stérile. Ce pourcentage est très variable de 17 à 89% tableau n°17. Le village de Ténégoué N10 a le nombre d'exploitants ayant des tâches le plus élevé avec 89%, cinq autres villages semblent aussi très touchés.

Par rapport à la superficie totale de la zone cette dégradation affecte 8% des terres. Le village de Gnounmanké Km20 est le plus atteint avec 22.8% et le village de km36 le moins touché avec seulement 1.7%.

Zone de Molodo

La zone de Molodo s'étend sur une superficie de 7.500 ha peuplée de 2029 exploitants agricoles (CF rapport enquête suivie évaluation Office du Niger Juin 1997). Au total onze (11) villages ont été enquêtés avec une superficie moyenne de 98.12 ha par village soit en moyenne 5.45 ha par exploitant. Cette superficie correspond à 14.4% de la superficie totale de la zone.

Nous constatons qu'une grande partie des exploitants présentent des tâches de dégradation de 64%. Le village de Sokourani est le plus touché avec 83% des exploitations qui présentent des signes de dégradation des terres, dans cette zone le village le moins touché à 33% des exploitants concernés. En terme de surface 12% des terres de la zone en moyenne sont dégradés, avec près de 30% dans le village de Faba coura.(tableau 18).

Tableau N° 17. Importance des taches de dégradation dans la zone de Niono.

| Village | Nb taches stériles | Nb taches noires | Nb taches blanches | Total | Superficie taches (ha) | Superficie exploitation (ha) | % taches par rapport | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------|---------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|
| | | | | | | | Nb exp/ % | Superficie totale % |
| N'Galamadjan KLO | - | 5 | 3 | 8 | 5.56 | 101.77 | 44 | 5.5 |
| Mourdian Km17 | - | 2 | 7 | 9 | 15 | 151.94 | 50 | 13.4 |
| Gnoumanké Km20 | - | 10 | 3 | 13 | 15.75 | 69.261 | 72 | 22.8 |
| Niégué Km23 | - | 5 | 7 | 12 | 10.75 | 104.25 | 67 | 10.30 |
| Koyan N'Golobala (19) | - | 10 | 6 | 16 | 7.05 | 105.88 | 84 | 6.70 |
| Koyan Coura KO5 | - | 2 | 7 | 9 | 2.5 | 87.38 | 50 | 2.9 |
| Niono Koloni N1 | - | 5 | 2 | 7 | 4.54 | 80.7 | 39 | 5.6 |
| Km26 | - | 3 | 6 | 9 | 14.85 | 113.39 | 50 | 13 |
| Nango N3 | - | 5 | 7 | 12 | 4.81 | 66.19 | 72 | 7.30 |
| Sassagodji N4 | - | 7 | 2 | 9 | 3.85 | 95.06 | 50 | 4.0 |
| Niéssoumana N6 bis | - | 4 | 5 | 9 | 6.05 | 103.05 | 50 | 5.9 |
| Wélinguila N7 | - | 7 | 9 | 16 | 13.8 | 102.25 | 89 | 13.50 |
| Ténégué N10 | - | 5 | 9 | 14 | 8.16 | 82.34 | 78 | 9.90 |
| Tissana N9 | - | 3 | 3 | 6 | 3 | 116.02 | 33 | 2.60 |
| Foabougou | - | 2 | 1 | 3 | 1.8 | 104.21 | 17 | 1.70 |
| Bagadadji Km36 | - | 2 | 4 | 6 | 4.1 | 129.97 | 33 | 3.10 |
| Médana Km39 | - | | | | | | | |

IER/enquête 1998

Tableau N° 18. Importance des taches de dégradation dans la zone de Molodo.

| Village | Nb taches stériles | Nb taches noires | Nb taches blanches | Total | Superficie taches (ha) | Superficie exploitation (ha) | % taches par rapport | |
|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|-------|------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|
| | | | | | | | Nbre taches | Superficie totale % |
| Sokourani | - | 5 | 10 | 15 | 8.3 | 85.01 | 83 | 10 |
| Molodo | - | 6 | 5 | 11 | 11.9 | 96.74 | 61 | 12 |
| Quinzambougou | - | 11 | 4 | 15 | 7.79 | 67.66 | 78 | 12 |
| Missira 7D | - | 5 | 1 | 6 | 7.25 | 75.7 | 33 | 10 |
| Kangaba M3 | - | 8 | 1 | 9 | 1.2 | 101.76 | 50 | 1 |
| Kerouané M5 | - | 4 | 7 | 11 | 8.1 | 75.5 | 61 | 11 |
| Cocodi M8 | - | 12 | 1 | 13 | 18.6 | 135.4 | 72 | 14 |
| Siby M12 | - | 6 | 2 | 8 | 3.05 | 86.5 | 44 | 4 |
| Diaka wéré | - | 10 | 2 | 12 | 13.25 | 101.16 | 67 | 13 |
| Medina UP5 | - | 10 | 3 | 13 | 21.1 | 123.25 | 72 | 17 |
| Faba Coura (19) | - | 11 | 3 | 14 | 38.15 | 130.67 | 78 | 29 |

IER/enquête 1998

Zone du Macina

Dans la zone de Macina dans son ensemble est peu affectée par la salinisation (Tableau 19). En terme de surface seulement 3% des terres présentent des signes de salinisation, avec plus de 50% des terres dégradées rencontrées dans le seul casier de Bokywèrè. En terme de présence de signe de dégradation 27% des exploitants enquêtés en moyenne signalent la présence d'efflorescence dans leurs parcelles. Suivant les casiers le Bokywèrè est le plus dégradé suivi du casier de Niaro. La relation entre la texture et la dégradation des sols est ici aussi vérifiée comme on l'avait signalé dans le Kala inférieur. Comme l'indique le tableau 20 dans le Kokry les sols argileux Moursi sont dominants alors que dans le Bokywèrè les sols sont à dominance à textures sableuses.

Dans le Macina les villages les plus touchés sont Rasogoma avec 67% d'exploitants et Goulanco avec 26% des surfaces affectées arrive en tête. Les cartes n° 1 et n° 2 donnent la répartition spatiale des signes dans la zone du Macina.

Dans le périmètre de Bewani les surfaces représentant des signes sont très faibles seulement 0.5% sont concernés, tableau n° 2. En terme d'exploitants ayant constaté les signes le nombre est très faible. Il est à signaler que les paysans sont à leur première campagne. L'importance sera précisé avec le dépouillement des mesures et analyses de sols.

Tableau 19 : Répartition de la dégradation des sols suivant les casiers

| | Kokry | Niaro | Bokywèrè | Macina | Bewani |
|----------------|-------|-------|----------|--------|--------|
| % Exploitation | 26 | 40 | 48 | 27 | 8 |
| % surface | 1.7 | 2 | 8.2 | 3.1 | 0.5 |

Enquête : EEON 1998

Tableau N°20. Importance des taches de dégradation dans la zone de Macina.

| Villages | Sup.(ha) | Sup. tâches (ha) | Nbre de tâches | | | % tâches /rapport : | |
|-----------------|----------|------------------|----------------------|--------------------|--------------|---------------------|-----------------|
| | | | Nbre tâches blanches | Nbre tâches Noires | total tâches | Nbre Exploitations | % sols Dégradés |
| Ziracoro | 66.97 | 3.31 | 3 | 3 | 6 | 33.30 | 4.90 |
| Ségou-coura | 74.44 | 1.6 | 5 | 3 | 8 | 44.40 | 2.10 |
| Foulabougou | 89.51 | 2.8 | 5 | 1 | 6 | 33.30 | 3.10 |
| Medine | 84.85 | 1.9 | 6 | 1 | 7 | 38.90 | 2.20 |
| Kankan | 88.62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 11.10 | 2.30 |
| Tomi | 50.43 | 3.4 | 3 | 1 | 4 | 22.20 | 6.70 |
| Sampana | 97.42 | 4.5 | 4 | | 4 | 22.20 | 4.60 |
| Sananding-coura | 56.57 | 0.2 | | 2 | 2 | 11.10 | 0.35 |
| Koutiala-coura | 73.68 | 2.8 | | 5 | 5 | 27.80 | 3.80 |
| Bougounam | 44.49 | 5 | 1 | 3 | 4 | 22.20 | 1.12 |
| Kassouka | 111.51 | 1.32 | 2 | 4 | 6 | 33.30 | 1.20 |
| Ouaigouia | 73.3 | 1.1 | 3 | 1 | 4 | 22.20 | 1.15 |
| Kayo-bambara | 80.17 | 0.5 | 1 | 1 | 2 | 11.10 | 0.60 |
| Tonguolo-coura | 94.5 | 1.25 | 2 | 1 | 3 | 16.50 | 1.30 |
| Saboula | 91.65 | 1.36 | 3 | 3 | 6 | 33.30 | 1.50 |
| Niaro-coura | 70.35 | 2.38 | 2 | 4 | 6 | 33.30 | 3.40 |
| Goulan-coura | 63.42 | 16.46 | 3 | 2 | 5 | 27.80 | 26 |
| Rassogoma | 76.75 | 5.73 | 7 | 5 | 12 | 66.70 | 7.75 |
| Kononga | 89.42 | 6.8 | 3 | 5 | 8 | 44.40 | 7.60 |
| Tougan-coura | 119.42 | 5.57 | 7 | 5 | 12 | 66.60 | 4.10 |
| Lafiala | 140.15 | 3.54 | 1 | 4 | 5 | 28 | 2.50 |
| Djidjia | 66.36 | 0.76 | 1 | 4 | 5 | 28 | 1.15 |
| Oula | 96.51 | 5.29 | 2 | 2 | 4 | 22.20 | 5.90 |
| Total | 2502 | 79.57 | | | 126 | | |

4.2. Répartition des tâches de dégradation en fonction des types de sols.

La couverture pédologique de l'Office du Niger est caractérisée par une mosaïque de sols. Cette mosaïque respecte un certains points sur répartition suivant une toposéquence bien établie. La fonction dans la toposéquence détermine souvent les caractéristiques physiques et chimiques des sols, qui sont souvent modifiées par les aménagements. Les études antérieures ont montré que suivant le type de sol, la sensibilité à la dégradation des sols est variable. Les sols les plus argileux Moursi-Dian avec leur teneur de calcaire et leur capacité d'échange élevée sont moins sensibles, contrairement aux sols à texture plus grossière à faible CEC. Dans les zones étudiées: Niono, Molodo, N'Débougou, la diversité des sols est grande. Les 4 types les plus importants se répartissent aussi différemment suivant les zones, (tableau 21).

Les sols de cuvettes: Moursi - Dian sont prédominants à N'Débougou, et les sols de levées et de Delta d'épandage sont prédominants à Molodo. La zone de Niono peut alors être considérée comme une zone de transition entre Molodo et N'Débougou.

L'analyse globale des résultats d'enquête montre des résultats variables suivants les zones. La zone de N'Débougou est la moins touchée avec moins de 1% des surfaces dégradées, suivie par Niono par à 6,9% et Molodo avec près de 13% (tableau 21). Le niveau de dégradation reste stable comparée à 1998. La proportion de sol sableux et le fait que la zone n'est pas encore aménagée pourraient expliquer le niveau élevé de dégradation à Molodo. Le pourcentage élevé du Seno et boi blé dégradés supporte cette hypothèse.(tableau 22). Aussi dans la même zone cette distinction apparait entre villages.

Tableau 21 : Répartition des surfaces dégradées par type de sol en (%) par Zone

| Types de sols | SURFACES DEGRADEES (%) PAR ZONES | | |
|---------------|----------------------------------|------------|--------|
| | Niono | N'Débougou | Molodo |
| Moursi | 6.82 | 1.09 | 10.06 |
| Dian | 8.81 | .19 | 3.33 |
| Danga | 9.39 | .45 | 5.31 |
| Seno | 6.26 | .65 | 18.25 |
| Boi | 6.19 | .51 | 3.26 |
| Boifing | 6.49 | .37 | 5.47 |
| Boiblen | 2.25 | .71 | 12.07 |
| Moyenne | 6.90 | 0.8 | 12.90 |

IER Etude e vironnementale 1998

Tableau N° 22 : Répartition de principaux types de sols dans l'échantillon dans le Kala Inférieur

| Types de sols | Niono | N'Débougou | Molodo | Toute zone |
|---------------|-------|------------|--------|------------|
| Moursi | 36.70 | 47.70 | 34.50 | 41.50 |
| Dian | 16.10 | 1.30 | 0.70 | 5.9 |
| Danga | 5.40 | 3.10 | 10.40 | 5.4 |
| Seno | 30.60 | 23.90 | 45.30 | 30.3 |
| Boi | 2.60 | 7.10 | 4.90 | 5.2 |
| Boifing | 4.30 | 7.70 | 2.90 | 5.6 |
| Boiblen | 4.20 | 8.80 | 1.40 | 5.8 |

IER :Enquête 1998

Tableau N° 23: Répartition types de sols suivant les exploitations enquêtées dans le Macina et au Bévani

| Types de sols | Kokry | Niaro | Boky wèrè | Bévani |
|---------------|-------|-------|-----------|--------|
| Moursi | 72 | 8.6 | 0.8 | - |
| Dian | 01 | 5.1 | - | - |
| Danga | 1.2 | 5.1 | 12.9 | 20.9 |
| Seno | 5.6 | 14.3 | 43.3 | 48.1 |
| Boi | 2.3 | 1.6 | 2.6 | 1.2 |
| Boifing | 12.7 | 50.3 | 27.9 | 12.9 |
| Boiblen | 4.1 | 11.5 | 8.2 | 14.9 |
| autre | 1 | 3.5 | 4.3 | 2.2 |

Enquête : EEON 1998

Caractérisation chimique des sols.

Pour compléter les informations et les observations de terrains les échantillons prélevés au cours des enquêtes ont été analysés au laboratoires à Niono. La salinité, l'alcalinité et le taux de sables totaux sur certains échantillons ont été les paramètres mesurés.

3.3.1 Salinité

La salinité a été évaluée à l'aide d'une conductimètre électromagnétique EM38 et sur des échantillons prélevés dans les parcelles paysannes au Macina et au Bewani.

Le conductimètre électromagnétique est un outil qui permet de mesurer directement la conductivité électrique d'une tranche de sol. En fonction de la position horizontale ou verticale, on obtient la conductivité sur 40 cm ou 120 cm. Sur la séquence Sud Nord 200 ha ont été cartographiés. Deux mesures ont été faites tous les 20 m soit 36 points de mesure par hectare; cela nous donne environs 7000 points de mesures sur l'ensembles du périmètre.

Pour calibrer l'appareil des prélèvements de sols ont été effectués à chaque sixième point de mesure

On a noté une bonne corrélation entre les valeurs mesurées avec l'EM38 et celles obtenues au laboratoire.

Dans le Bewani seuls quelques points tendent à être salins. Les figures (fig.1) et (fig.2) représentent la répartition spatiale de la salinité au Bewani. Ces cartes montrent une forte hétérogénéité, une répartition en tache de la salinité, les points les plus salés correspondent au point hauts. La superposition des deux cartes montre aussi que malgré que la salinité soit partout faible, l'horizon de profondeur est plus salé que l'horizon de surface.

Dans le Macina, sur les 828 échantillons analysés, aucun échantillon n'atteint 4 ds/m aussi bien en surface qu'en profondeur, le maximum est de 2.2 ds/m à Niaro-Coura. Il ressort de ces mesures que la salinité en terme d'accumulation des sels est faible dans le Macina.

3.3.2 L'alcalinité

Le pH a été mesuré sur une suspension de 1/2.5 sur l'ensemble des échantillons prélevés. Dans le Macina les sols sont globalement acides. Le pH varie de 4.15 à Tongolo Coura à 11 à Niaro. Seulement 8 échantillons ont un pH supérieur à 8, ce qui représentent seulement 2% des échantillons analysés. Plus de 50% des échantillons ont un pH inférieur à 6. Toutefois des cas d'extrêmes alcalinité sont rencontrés avec des pH ayant des valeurs supérieures à 10. Ces points peuvent être considérés comme marginaux soit deux sur dix huit. Le village de Niaro présente le taux le plus élevés de village ayant un pH supérieur à 6.

Au Bewani 55% environ des échantillons analysés ont un pH inférieur à 6 et 13% ont un pH supérieur à 7. Le maximum atteint est de 8.6 avec un pH très bas de 4.4 comme minimum.

L'horizon 20-40 cm présente la même tendance que l'horizon 0-20 cm avec des valeurs légèrement supérieures.

Comme pour le Macina les sols sont généralement acides, toutefois la tendance vers le pôle basique est plus prononcée dans le Bewani. Cette zone suivait le type d'évolution du Kala Inférieur.

Dans le bloc I cartographié une poche alcaline apparaît très nettement où les pH sont supérieurs en

ne à 8. Il est opportun pour ces zones déjà de bien choisir le type d'engrais et d'introduire la fumure organique.

CONCLUSION

L'inventaire des sols dégradés dans le kala inférieur, Molodo, N'Débougou, Niono a permis les conclusions suivantes :

- Importance de la dégradation des sols :

Par rapport à la présence d'efflorescence salines, blanches ou huileuses constatées par les paysans 50% des exploitants sont concernés en moyenne dans le kala inférieur. Suivant les zones nous avons à Molodo 62%, à Niono 54% N'Débougou 32% et au Macina 27% . La prédominance des sols présentant des tâches à Molodo s'expliquerait par le non réaménagement de la zone et aussi à cause de la proportion très importante de sol sableux à sablo-limoneux type seno. Les études antérieures de N'Diaye et al (1990) ont montré la sensibilité des sols sableux à la dégradation des sols, et l'impact positif du drainage comme moyen de contrôle de la remontée par capillarité. Les résultats obtenus à N'Débougou où la proportion de sol sableux est faible et au Macina où le drainage est plus aisé confirment ces conclusions.

L'évaluation des surfaces présentant des tâches a montré que 7.6% de terres présentent des efflorescences. Là aussi, la zone de Molodo occupe la tête avec 12% suivi de Niono 8% de N'Débougou et Macina 3%. Les chiffres obtenus à Niono restent équivalents à ceux obtenus en 1990 par N'Diaye et al., ce qui se traduit par une certaine stabilisation.

Les résultats d'analyses chimiques et les mesures avec l'EM38 montrent que la salinité est très faible localisée sur des points hauts , mais que l'alcalinité est progressive.

- Impact de la dégradation des sols :

En terme de superficie, la présence d'efflorescences salines reste limitée, toutefois le nombre de paysans déclarant la présence est important. Le phénomène devient de moins en moins localisé dans l'espace et touche un nombre de plus en plus important. La diminution de la production sensible à l'échelle périmètre. Toutefois une faible corrélation négative mais significative existe entre la production des zones à tâche et types de sol.

La réduction de l'impact est due à la maîtrise des techniques, car de point de vue chimique on atteint des niveaux de pH très élevés. Cette maîtrise technique se traduit par des comportements des paysans en présence des tâches; double préirrigation, apport de matière organique, changement de type d'engrais.

L'abaissement rapide et significatif du pH au cours de la culture non encore expliqué par les processus connus pourrait être une des raisons du faible impact de la dégradation des sols.

L'inventaire a permis de faire donner une photographie de la situation de dégradation des sols dans l'Office du Niger. En comparant aux résultats antérieurs, elle permet d'appréhender la dynamique de l'évolution très rapidement. Il constitue un outil de suivi qui pourrait être utilisé de façon périodique pour évaluer l'état d'évolution des terres.

CONCLUSION/RECOMMANDATIONS

La situation politique et économique de notre sous région permet encore de prendre le rêve que Belime à caresser pour mettre l'office en place. Toutefois avec le recul que nous savons, il nous est possible de raisonner en optimiste avec tous les moyens techniques dont nous disposons. En effet, en matière de riziculture, les performances actuelles font de l'office du Niger pour la sous région une zone privilégiée où encore la production de riz peut être compétitive à l'échelle mondiale. A présent nous sommes très loin de notre potentiel exploitable. Actuellement la pression démographique que la zone subit est importante, la croissance naturelle de la population entraîne une demande très forte de terre, et les migrants ne font qu'accentuer cette situation. La volonté d'augmenter les surfaces exploitées actuellement de 70000 ha à 130000 ha se justifie alors pleinement sur le plan social et économique. Toutefois une réflexion sur l'impact que pourrait avoir cette extension en surface est plus que nécessaire, si l'on veut préserver les ressources naturelles disponibles. Cette volonté s'est traduite par la conduite d'une étude d'impact stratégique, dont les conclusions sont les suivantes :

L'analyse du drainage régional a montré que les eaux d'épandage ont des impacts très positifs que négatifs.

La régénération des ressources ligneuses, l'élévation de la nappe phréatique, la sédentarisation de certaines populations constituent dans un environnement hostile de ces années de sécheresse des atouts indéniables. Mais une autre analyse de cette nouvelle situation indique une exploitation des ressources ligneuses plus importante. Si le bilan social, maintien des villages le long du drain, est important, le bilan écologique est plutôt négatif avec la destruction de la végétation.

La pratique de l'agriculture constitue une contrainte majeure dans la gestion de l'eau dans le périmètre. Avec la mise en place de moyens pour relever le niveau de l'eau dans les drains, la rigidité devient très faible et le drainage des parcelles dans les zones basses devient problématique. L'analyse du bilan des eaux et sels montre une accumulation de sels pendant la contre-saison alors pendant la saison des pluies l'évacuation des sels montre un désalement des terres. Sur l'année, le bilan est positif c'est dire qu'il y'a accumulation de sel si l'on rapporte la quantité de sel à la surface réellement exploitée. Il s'en suit que l'importance de la surface exploitée en contre-saison est grande.

L'intensification et la diversification des cultures constituent une voie sûre pour arriver aux objectifs de développement. Les résultats montrent que l'intensification de la riziculture peut se faire de façon durable et que la diversification constitue une voie de recours pour entretenir cette durabilité aussi bien économique que technique. Elle ouvre l'accès aux ressources des femmes et des jeunes. En augmentant l'utilisation de la matière organique, elle améliore la fertilité des terres et réduit les charges d'exploitation. En matière de gestion de l'eau le mode actuel contribue de façon significative à la remontée de la nappe phréatique par voie de conséquence à une augmentation de la salinité dans le périmètre mais aussi au niveau parcellaire. Il en ressort que toute intensification, combinée ou non à une extension des surfaces, doit faire l'objet d'une analyse intégrée complète qui prend en compte toutes les composantes du système cela pour réduire les effets néfastes.

Il ressort de l'inventaire des sols dégradés que le phénomène est stable et que de plus en plus les

exploitants en ont conscience et ne le négligent pas. Près de 50% des exploitants enquêtés ont constaté des tâches salines dans leurs parcelles. Cette situation comparée aux résultats d'enquête de 1990 montre une progression importante du nombre de paysans signalant la présence d'efflorescences dans leurs champs. Toutefois traduit en surfaces dégradées, on note une stabilité de la situation. La comparaison des zones montre l'importance de la réhabilitation et du type de sol. La zone de Molodo non encore réaménagée, couverte sur sa plus grande partie par des sols à texture légère est la plus dégradée surtout comparée à N'Débougou où les cuvettes dominent.

L'extension des superficies est opportune et peut être durable si l'on développe autour de cette extension des stratégies fondées sur une analyse technique, socio-économique objective et réaliste. Lorsqu'elle réalisée à partir des réaménagements actuels et des conclusions ci-dessus, il est à recommander les points suivants :

Pour l'utilisation des eaux usées, la riziculture doit être exclue des objectifs prioritaires de production. Leur exploitation devrait s'appuyer sur l'arboriculture: des plantations d'arbres fruitiers ou de production de bois, l'élevage, et le maraîchage. L'irrigation par pompage (éolienne, solaire etc) doit être adoptée pour ces eaux usées. Toute volonté d'irrigation par gravité entraînerait l'aliénation du système de drainage du périmètre rizicole. L'arboriculture aura comme avantage supplémentaire de faire baisser ou de maintenir le niveau de la nappe phréatique surtout si l'on utilise des espèces à croissance rapide.

La nature pédologique est à prendre en compte dans l'extension des superficies rizicoles. Chaque unité morphopédologique doit être spécialisée en matière de production. Les sols à texture trop légère doivent être réservés aux productions demandant peu d'eau. La riziculture ne doit pas être affichée comme objectif prioritaire pour toute extension.

La situation favorable du Macina est en partie liée aux possibilités d'évacuation d'une bonne partie de l'eau de drainage dans le fleuve. Pour les extensions futures, il est opportun d'analyser les possibilités d'évacuation des eaux de drainage afin d'éviter une alimentation importante de la nappe phréatique.

La double culture du riz et la diversification des cultures devons être entreprises sur des unités assez importantes pour éviter une entrée non considérée d'eau dans le système. La fertilisation organo-minérale bien réfléchie pour établir un bilan minéral équilibré qui préserve la nature et maintient le niveau élevé de productivité. L'intégration de l'élevage et de l'agriculture trouve ici une bonne justification.

La diversification à grande échelle permettra une revalorisation de la production agricole et un accès plus grand des femmes et des jeunes à la ressource. Elle constitue une voie dans laquelle la paysanne et le paysan bonifient le plus la terre. Il reste clair que la diversification à grande échelle nécessitera l'établissement de normes techniques d'exploitation qui seront différentes de celles appliquées actuellement " ce qui peut être appelée jardinage". Beaucoup d'expériences heureuses et malheureuses ont été acquises au cours des 50 années du barrage de Markala. Il s'agit maintenant de prendre en compte et mettre à profit ces expériences et d'autres expériences dans le développement futur de l'Office du Niger.

5. BIBLIOGRAPHIE

BARRAL et M.K. DICKO. (1996) : La dégradation des sols à l'Office du Niger, synthèse bibliographique. Travaux et étude n° 1, PSI-Mali, 40 p.

CASENAVE C. Et Valentin C. (1989) : " Les états de surface en zone sahélienne, influence sur l'infiltration". Editions de l'ORSTOM, 229p.

D. Aw , 1994., Note sur le Delta Central Nigérien. Office du Niger, Ségou, Mali. Prémature, 2p

DIAKITE Y. , (1996) : "Cartographie de l'occupation des terres d'une zone test à Bourm à partir de photographie aériennes". Mémoire de fin de cycle, 45p et Annexes.

Droubi. A. , (1980) : Generalized residual alkalinity concept : application to prediction of the chemical evolution of natural waters by evaporation. *Am.J. Sci.*

IER Pôles sur les systèmes irrigués PSI CORAF; (1997): rapport d'activité du PSI-MALI 1997

International Rice Research Institute (1979); Nitrogen and Rice

International Rice Research Institute (1978); Soil & Rice

GEAU (projet), 1984. Gestion de l'eau. Tome III, expérimentation agricole. Ségou, Office du Niger/Université de Agricole de Wageningen, 200p.

KEITA.. B et al. (1989) : Etude morphopédologique de reconnaissance du Kala inférieur au 1/50000, 56p.

KEITA.. B et al. (1991) :Etude morphopédologique du Kala inférieur (1/20000) rapport et carte, IER.

MAÏGA A Y. , (1987) "Cartographie des couverts forestiers à partir des photographies aériennes et des données satellitaires Landstat et Spot dans une zone test du Mali (Forêt classée du Sousan) en vue de l'identification et du suivi des formations ligneuses"Thèse de doctorat, 150p et Annexes.

MAÏGA A Y., DIAKITE Y. et SANOU M. (1996) : " Cartographie d'occupation des terres de la zone de Bourem". Publication PZA, 29p.

MAÏGA A Y., DIAKITE Y. et SANOU M. (1997) : "Cartographie d'occupation des terres de la zone de Bamba" . Publication PZA, 24p.

N'Diaye M.K. E. Van Slobe, A. Traoré, Y. Doumbia, D. Resselada : Identification des problèmes de la dégradation des sols à l'Office du Niger.

N'Diaye, M.K., (1987) : Evaluation de la fertilité des sols à l'Office du Niger (Mali). Contribution à la recherche des causes et origines de la dégradation des sols dans le Kouroumari. *Thèse Doct. Ing., INP Toulouse, 133 p.*

Office du Niger, 1994. Bilan de mise en culture 1994 - 1995. Office du Niger, Ségou, Mali. 11p

Office du Niger, 1997. Campagne agricole 1996 - 1997, Réalisation au 31 Décembre 1996. Office du Niger, Ségou, Mali. 6p.

PONCET Y., (1986) : "Images spatiales et paysages sheliens" Editions de l'ORSTOM, 225p.

Projet Inventaire des Ressources Terrestres (PIRT), 1986 : " Zonage Agro-Ecologique du Mali". Volume 1, 151p.

Projet Inventaire des Ressources Ligneuses (PIRL), phase B, (1991) : Synthèse régionale. Cercle de Niono, 252p

Valenza, A., (1996) : Rôle des eaux souterraines et d'irrigation dans les processus de salinisation-alcalinisation des sols en zone sahéenne. Cas du Kala Inférieur (Delta Intérieur du Niger, Mali). Diplôme d'Etudes Approfondies Univ. Montpellier II, Fr., 75 p. Et annexes.

Vallès, V. M K Ndiaye, A. Bernadac, et Y. Tardy. (1989) : Geochemistry of Water in the Kouroumari region, Mali. Al, Si et Mg in waters concentrated by evaporation: developemnt of model. *Arid soil Research and rehabilitation, 3:21-39*

ANNEXES

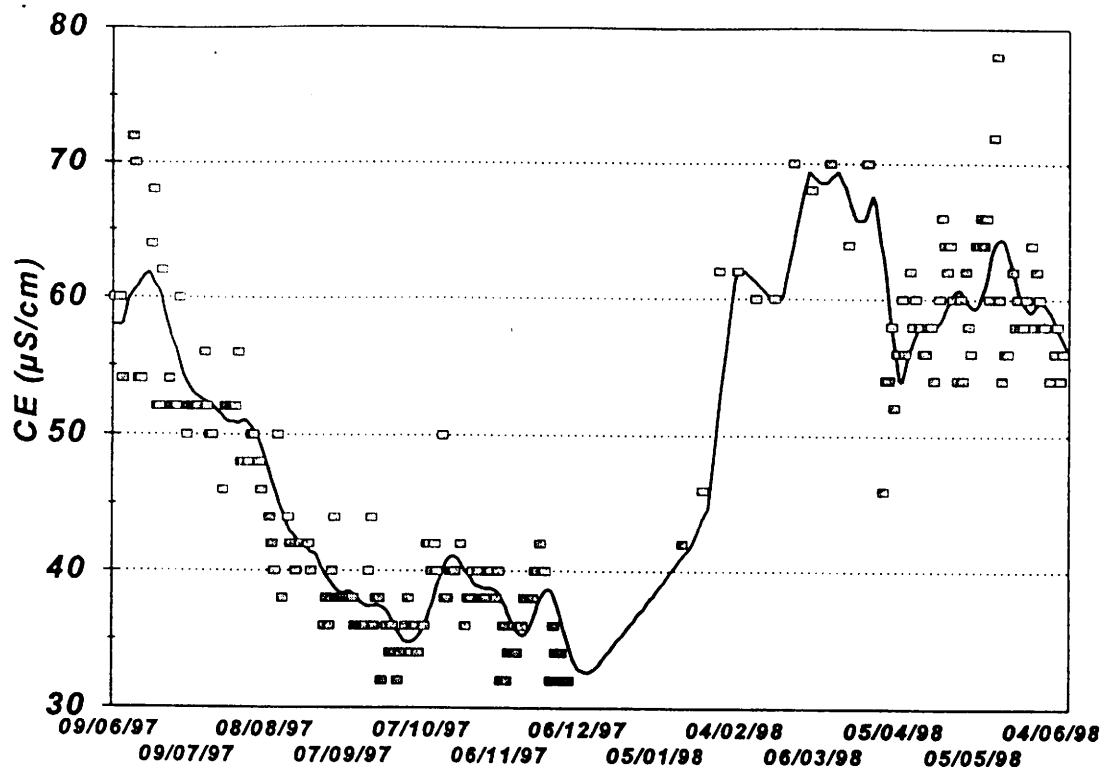


Figure 2. Evolution de la conductivité électrique de l'eau d'irrigation

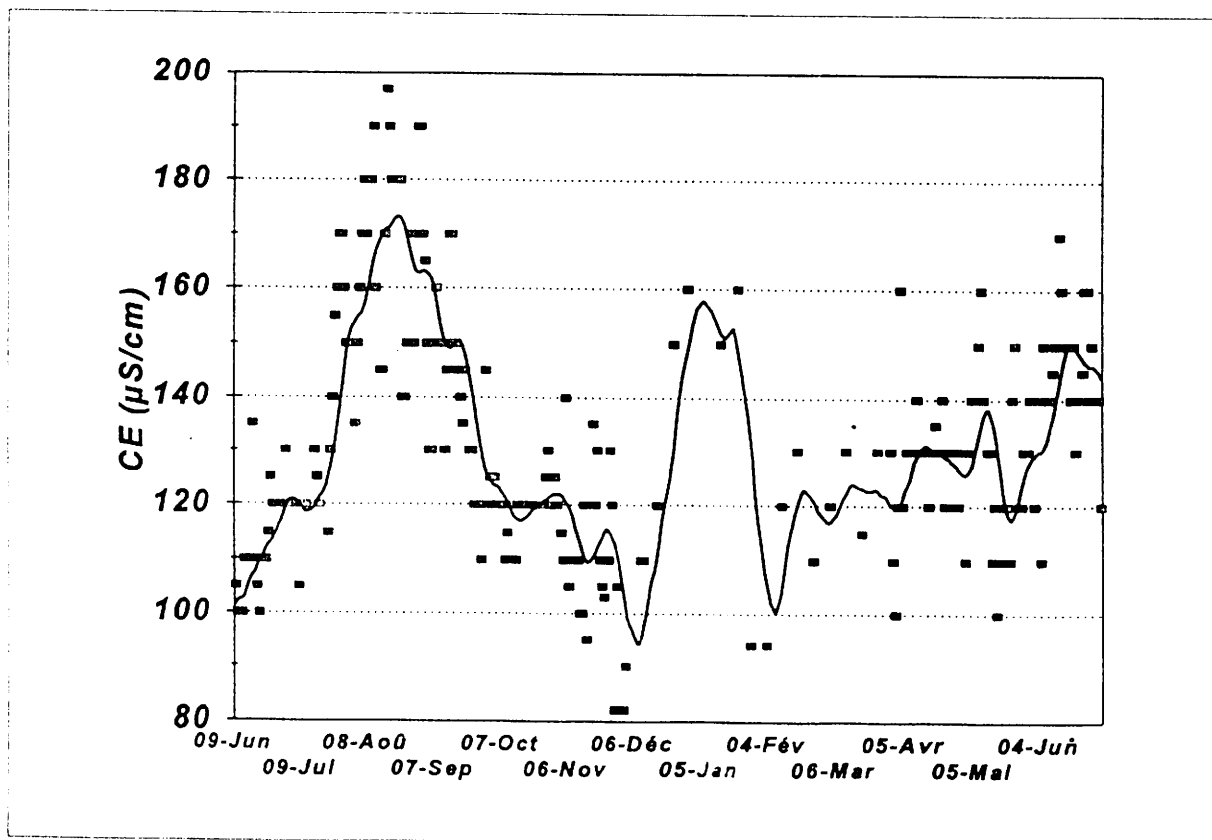


Figure 3 . Evolution de la conductivité électrique de l'eau de drainage

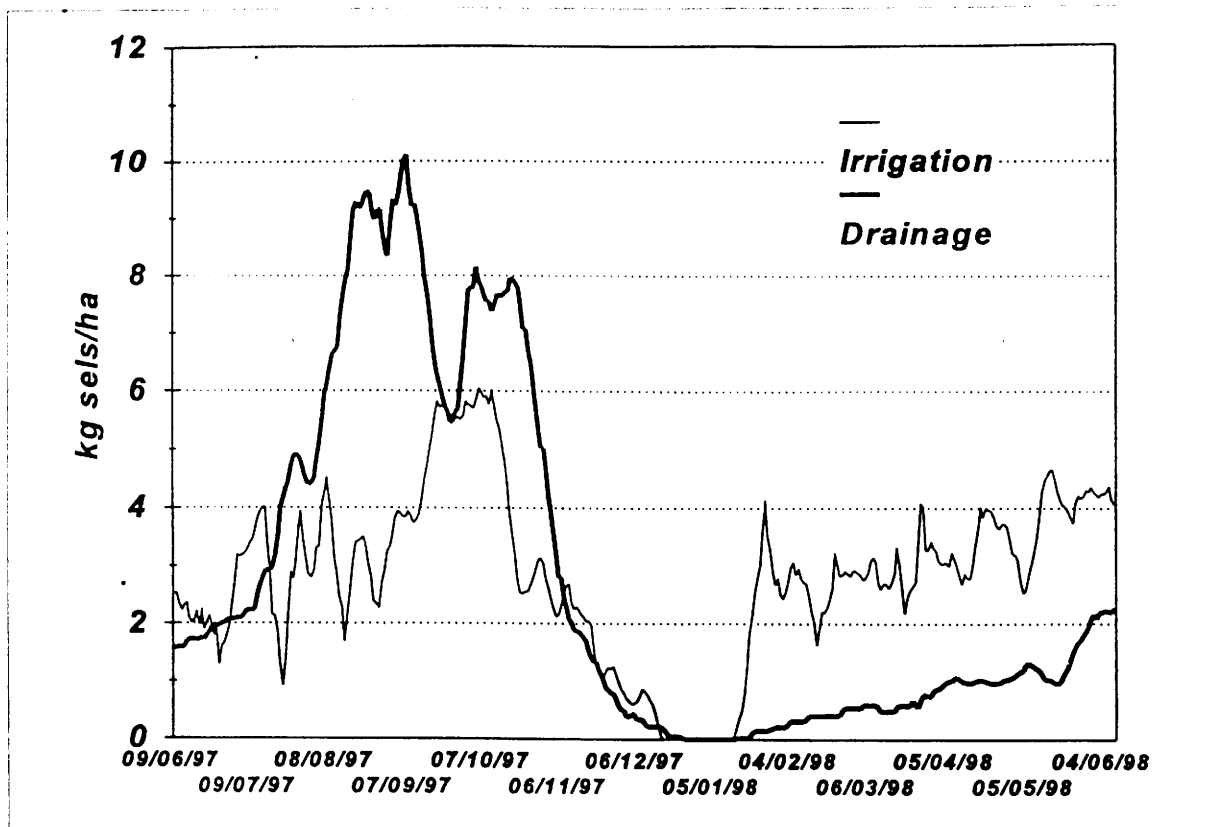


Figure 4. Evolution des entrées et sorties de sels à l'échelle du périmètre

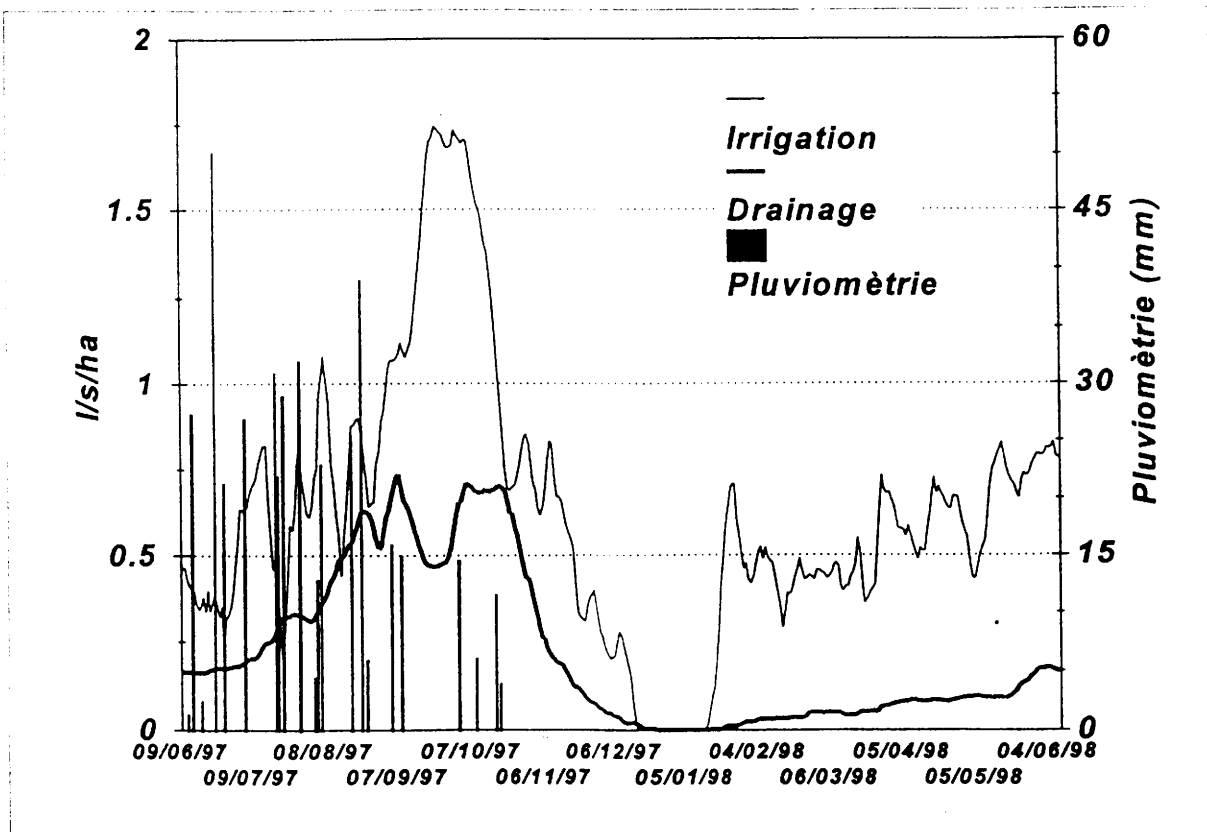
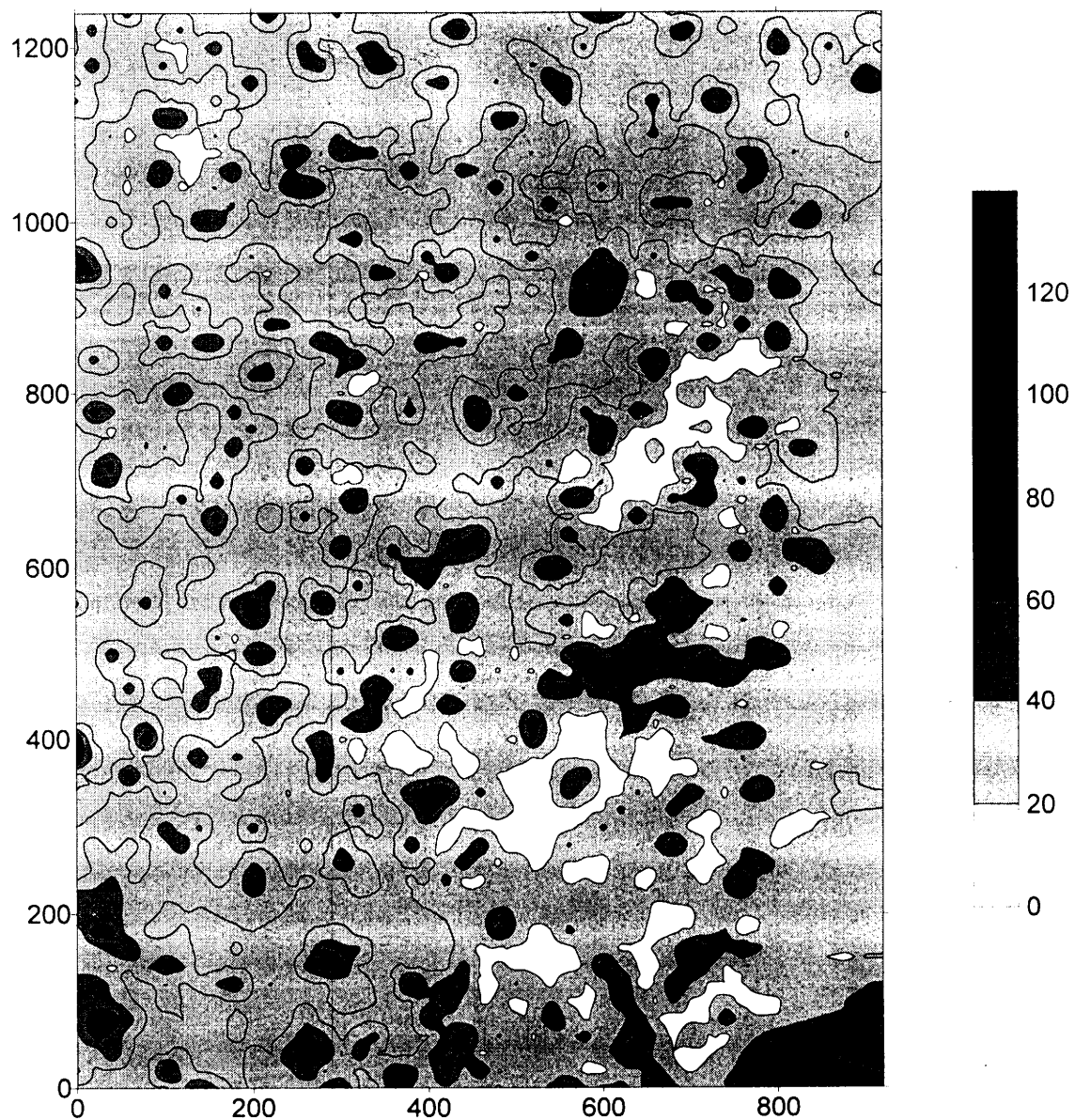
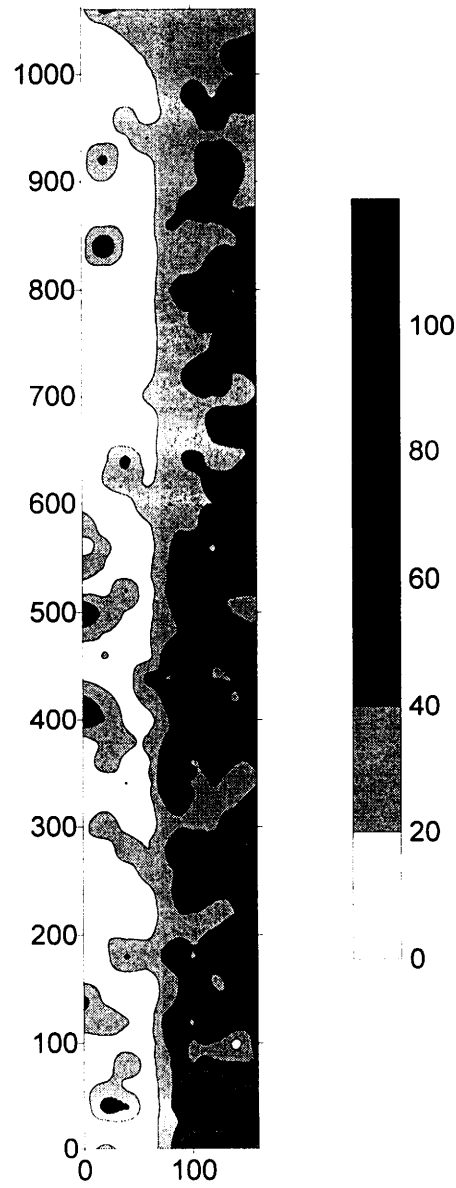


Figure 1. Bilan des eaux: débit du distributeur Retail, du drain Niono-Grüber et pluviométrie



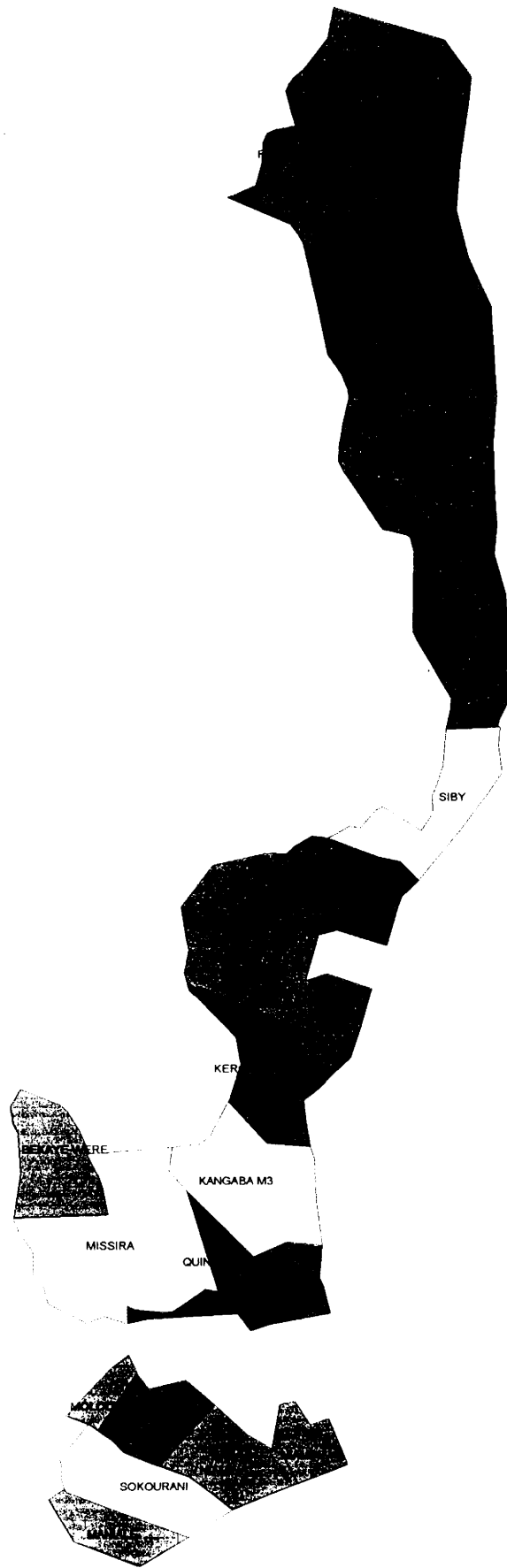
Etat salinité du sol au Bewani (mesures horizontales EM38 en mS/cm)

fig. 1



Etat salinité du sol au Bewani (mesures verticales EM38 en mS/cm)

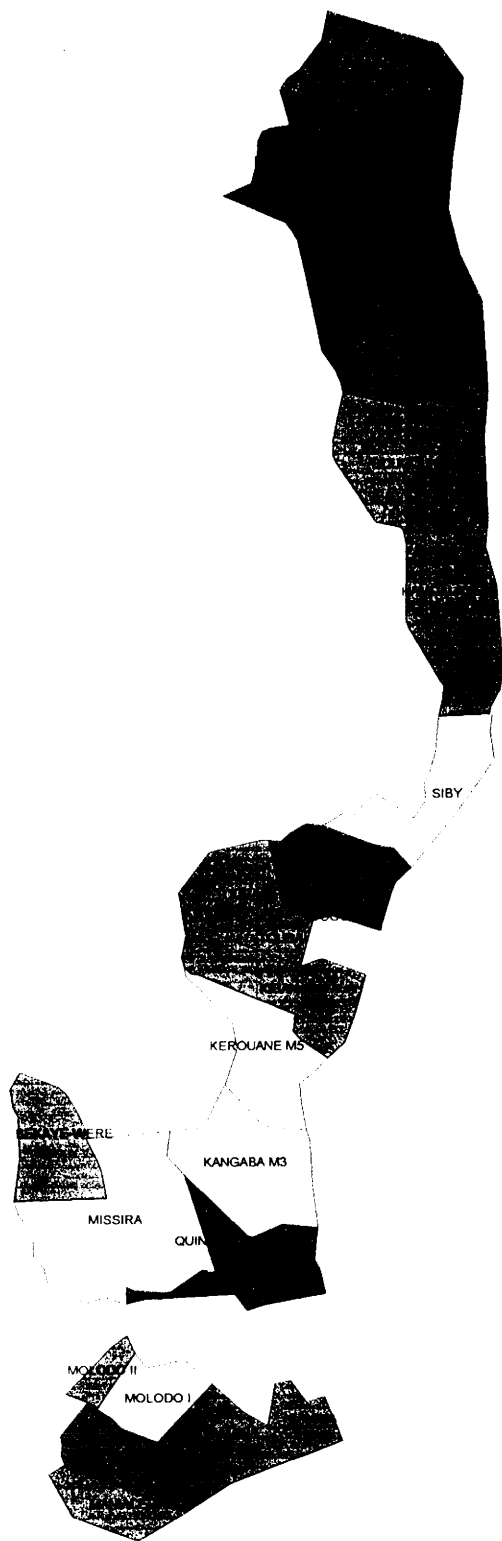
fig.2



ETUDE ENVIRONNEMENTALE : Superficies relatives des tâches salines (en %) (zone de MOLODO).

Source : enquête IER, 1998.

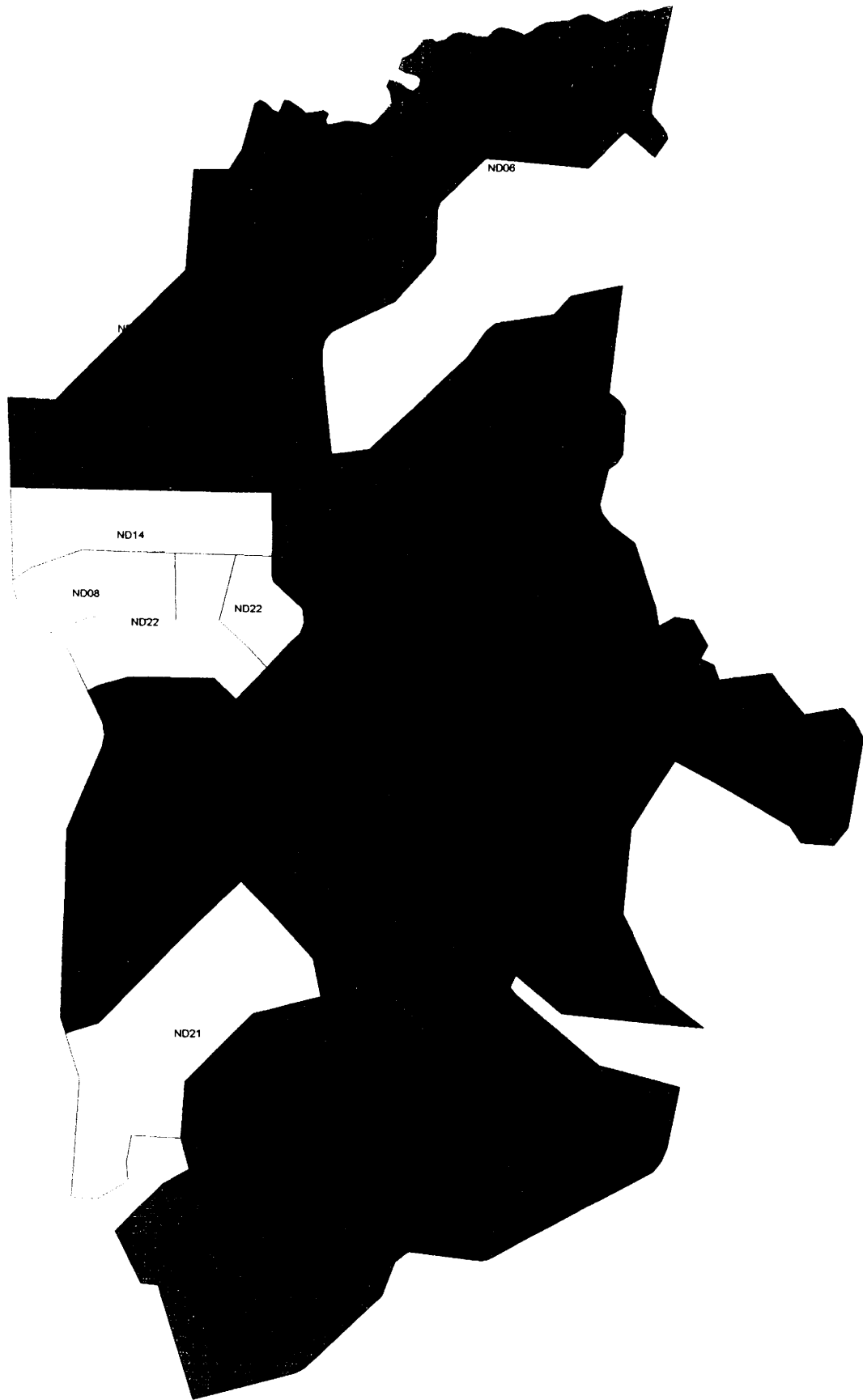




ETUDE ENVIRONNEMENTALE : Pourcentage d'exploitations ayant des tâches salines (zone de MOLODO).

Source : enquête IER, 1998

- non enquêtés
- 83 - 100
- 67 - 83
- 33 - 67



ETUDE ENVIRONNEMENTALE : Pourcentage d'exploitations ayant des tâches salines (zone de N'DEBOUGOU).

Source : enquête IER, 1998.

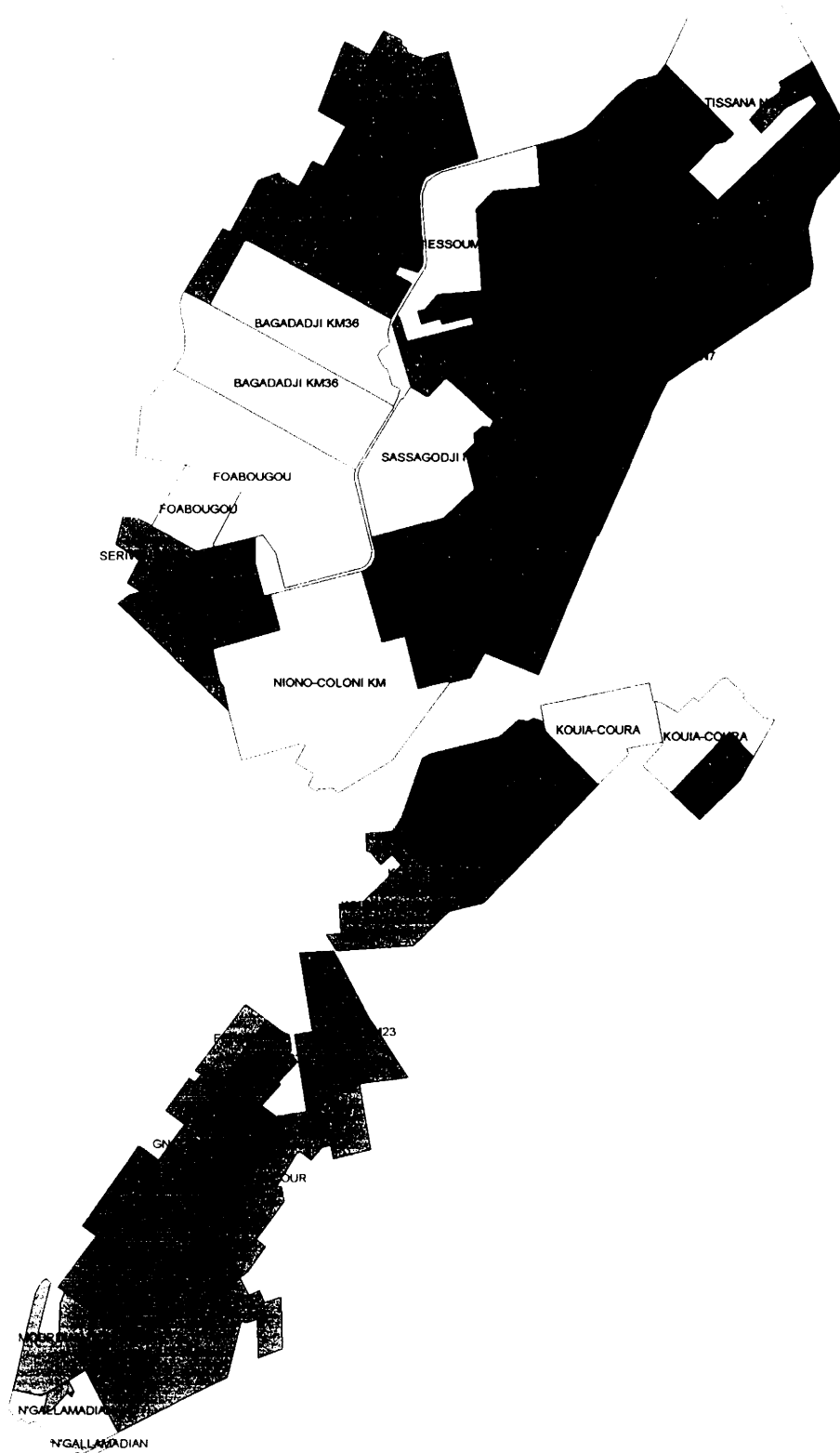
- non enquêtés
- 48 - 101
- 22 - 48
- 0 - 22



ETUDE ENVIRONNEMENTALE : Superficies relatives des tâches salines (en %) (zone de N'DEBOUGOU).

Source : enquête IER, 1998

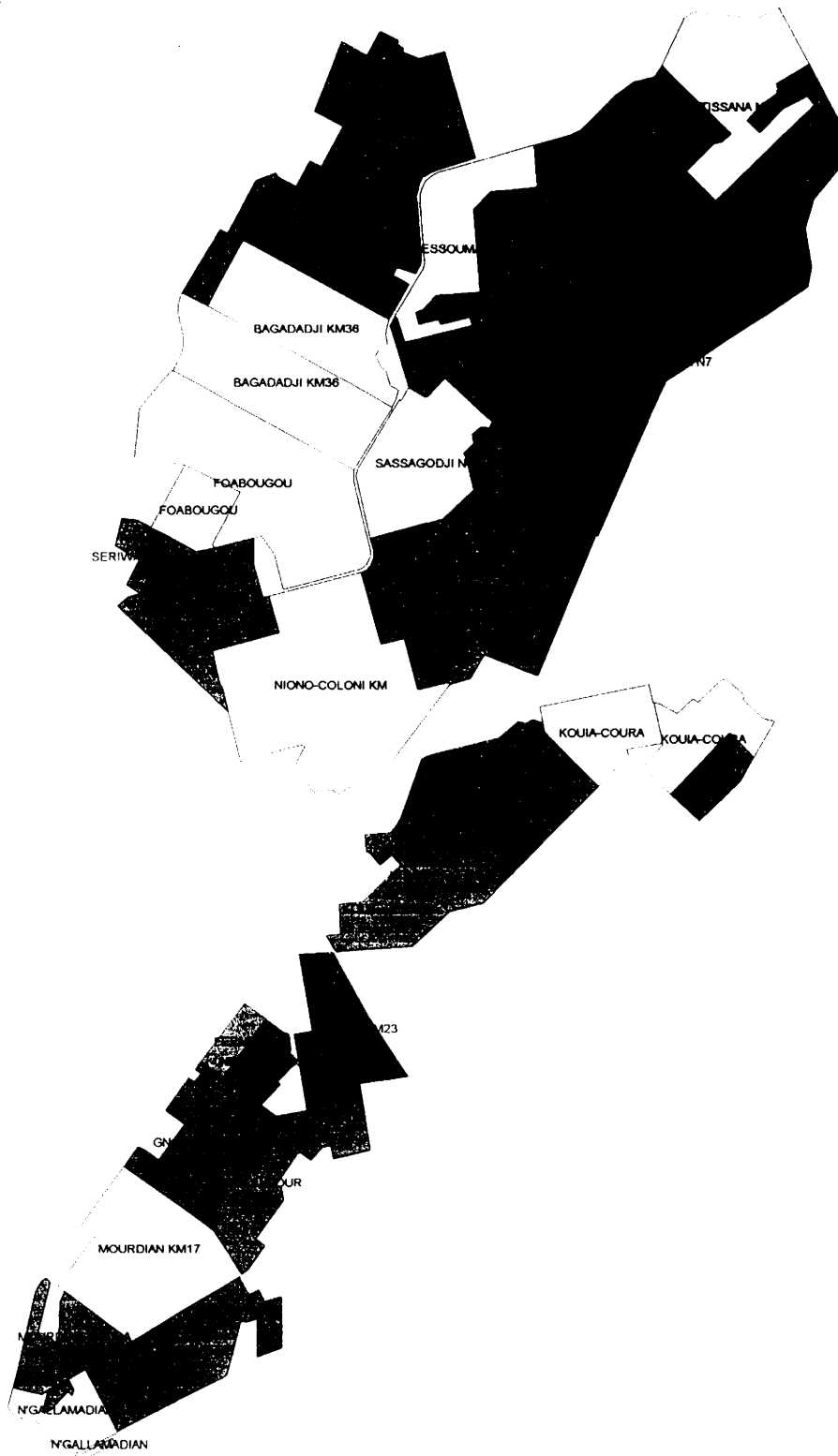
- non enquêtés
- 4 - 20
- 3 - 4
- 1 - 3



ETUDE ENVIRONNEMENTALE : Superficies relatives des taches salines (%) (zone de NIONO)

Source : enquête IER, 1998.

- non enquêtés
- 10 - 50
- 7 - 10
- 2 - 7



ETUDE ENVIRONNEMENTALE : Pourcentage d'exploitations ayant des tâches salines (zone de NIONO).

Source : enquête IER, 1998

- non enquêtés
- 72 - 100
- 67 - 72
- 17 - 67

Résultats d'analyse des sols de Macina

Casier de Kokry

| Villages | horizon (0-20) cm | | | horizon (20-40) cm | | |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | pH | CE (micro S/cm) | sable totaux (%) | pH | CE (micro S/cm) | sable totaux (%) |
| Flabougou | | | | | | |
| Zan SIDIBE | 6.68 | 420 | 26.72 | 8.14 | 230 | 10 |
| Youssouf DAOU | 4.94 | 19 | 11.01 | 5.02 | 26 | 8.94 |
| Sadou SIDIBE | 6.42 | 150 | 16.14 | 8.5 | 230 | 19.46 |
| Aly SIDIBE | 5.39 | 90 | 8.1 | 6.65 | 80 | 5.72 |
| Issa SIDIBE | 6.1 | 120 | 15.45 | 7.5 | 130 | 14.28 |
| Demba SIDIBE | 9.9 | 130 | 18.85 | 6.8 | 130 | 16.38 |
| Amidou TRAORE | 5.25 | 52 | 21.62 | 5.85 | 30 | 18.23 |
| Kani SIDIBE | 6.2 | 38 | 9.4 | 6.6 | 40 | 18.35 |
| Kinuga SIDIBE | 6.4 | 64 | 17.04 | 6.96 | 80 | 14.56 |
| Kadi DIARRA | 7.75 | 200 | 16.94 | 9.25 | 440 | 17.91 |
| Badjim TOGO | 5.2 | 130 | 9.08 | 5.25 | 28 | 23.71 |
| Fissa SIDIBE | 6.35 | 215 | 23.12 | 5.22 | 34 | 23.2 |
| Mengoro DIALLO | 4.98 | 52 | 22.51 | 6.02 | 68 | 25.45 |
| Drissa DIAKITE | 7.22 | 68 | 24.05 | 6.52 | 100 | 25.11 |
| Samba SIDIBE | 5.7 | 86 | 14.28 | 7.52 | 96 | 15.85 |
| Tosogoba | 5.86 | 92 | 6.6 | 4.93 | 300 | 8.32 |
| Flanzalaili | 5.35 | 180 | 9.08 | 7.57 | 82 | 11.1 |
| Medine | | | | | | |
| Brehima TRAORE | 6.7 | 68 | 20.72 | 5.95 | 28 | 19.8 |
| Daouda DIARRA | 5.68 | 15 | 24.52 | 5.85 | 15 | 23.72 |
| Basidi CLY | 7.1 | 190 | 12.4 | 7.3 | 240 | 13.38 |
| Madou TRAORE | 6.17 | 120 | 19.4 | 6.3 | 64 | 21.91 |
| Lassine DIAARA | 6.72 | 48 | 10.64 | 6.6 | 44 | 11.24 |
| Moussa BOURE | 6.5 | 160 | 12.36 | 6.4 | 60 | 12.45 |
| Adama TAMBE | 5.85 | 30 | 22.13 | 5.55 | 23 | 23.4 |
| Issa DIARRA | 6.02 | 72 | 21.85 | 6.05 | 25 | 21.9 |
| Omar KOBILA | 5.55 | 21 | 21.22 | 5.6 | 26 | 21.96 |
| Bakari TANGARA | 5.04 | 34 | 8.02 | 6.85 | 110 | 7.04 |
| Souala DIALLO | 7.12 | 180 | 21.93 | 7.38 | 84 | 22.14 |
| Lassine SIDIBE | 5.1 | 78 | 17.66 | 5.2 | 38 | 15.71 |
| Ibrahim SIDIBE | 4.96 | 32 | 12.24 | 4.85 | 24 | 11.67 |
| Hamidy DIALLO | 6.98 | 150 | 19.56 | 4.96 | 54 | 20.52 |
| Sekou TRAORE | 4.24 | 52 | 24.12 | 4.15 | 46 | 23.64 |
| Kalibou SIDIBE | 5.58 | 28 | 7.23 | 6.2 | 44 | 6.98 |
| Soungasso SIDIBE | 5.76 | 70 | 6.86 | 4.95 | 58 | 6.92 |
| Omar TRAORE | 5.91 | 100 | 17.83 | 5.45 | 200 | 16.4 |
| Kankan | | | | | | |
| Kasim COULIBALY | 7.92 | 130 | 5.38 | 7.57 | 120 | 5.49 |
| Mamary Coulibaly | 6.42 | 60 | 5.27 | 6.18 | 64 | 5.15 |
| Omar Diarra | 6.53 | 72 | 5.23 | 6.4 | 80 | 3.81 |
| Amadou Daou | 5.5 | 50 | 6.05 | 5.9 | 24 | 6.05 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Lassine Dembele | 7.62 | 94 | 6.56 | 7.5 | 94 | 7.02 |
| Traore | 5.78 | 82 | 5.27 | 7.82 | 40 | 5.1 |
| Bah Tangara | 6.1 | 50 | 3.53 | 6.65 | 40 | 2.62 |
| Zoumana Traore | 5.92 | 96 | 4.75 | 5.5 | 180 | 4.2 |
| Daouda Tangara | 6.4 | 50 | 6.25 | 6.8 | 44 | 8.3 |
| Lassine Traore | 7.58 | 110 | | 7.41 | 94 | 9.68 |
| Lassine Diarra | 4.6 | 150 | 3.76 | 5.54 | 40 | 5.19 |
| Soumana Traore | 5.85 | 96 | 3.18 | 5.25 | 18 | 11.02 |
| Alwata Samake | 6.1 | 78 | | 6.85 | 42 | 7.08 |
| Davide Say | 4.85 | 18 | 6.18 | 4.75 | 28 | 6.01 |
| Adama Diare | 6.2 | 70 | 3.65 | 6.4 | 40 | 3 |
| Issa Coulibaly | 5.5 | 40 | 3.85 | 3.5 | 26 | 3.2 |
| Alima fomba | 5.02 | 40 | | 5.2 | 25 | 3 |
| Seydou Diarra | 5.4 | 36 | 2.68 | 5.3 | 22 | 2.51 |
| Modibo Dillo | 6.07 | 58 | 10.89 | 6.67 | 84 | 7.02 |
| Nouhoum Bingali | 5.82 | 74 | 7.25 | 6.3 | 72 | 6.66 |
| Bamoussa Boiare | 5.15 | 46 | 8.71 | 5.8 | 60 | 4.22 |

Sansanding-coura

| | | | | | | |
|-------------------|------|----|-------|------|----|-------|
| Sidi SANOGO | 4.9 | 80 | 6.74 | 5.89 | 76 | 4.83 |
| Daouda COULIBALY | 5.05 | 40 | 27.94 | 5.26 | 52 | 6.72 |
| Dramane BOURE | 5.4 | 64 | 13.04 | 6.65 | 42 | 15.61 |
| Seydou COULIBALY | 5.1 | 42 | 7.25 | 5.45 | 30 | 9.66 |
| Madou TRAORE | 4.88 | 76 | 9.65 | 5.1 | 66 | 10.03 |
| Lassina TRAORE | 5.81 | 50 | 9.26 | 5.72 | 68 | 10.43 |
| Adama TRAORE | 5.55 | 82 | 2.53 | 5.25 | 74 | 5.03 |
| Sinaly TRAORE | 4.8 | 84 | 12.28 | 4.2 | 42 | 14.05 |
| Brema TRAORE | 4.9 | 40 | 10.4 | 5.15 | 38 | 9.18 |
| Bakary COULIBALY | 4.88 | 40 | 11.26 | 4.2 | 40 | 12.45 |
| Abdoulaye TOGO | 5.06 | 36 | 5.43 | 5.25 | 30 | 4.48 |
| Seydou TRAORE | 6.35 | 40 | 7.48 | 4.78 | 54 | 6.83 |
| Lassine SANOGO | 4.75 | 28 | 4.52 | 4.82 | 20 | 3.58 |
| Lassina SINAYOGO | 5.78 | 60 | 10.57 | 5.85 | 92 | 9.81 |
| Sidiki DIARRA | 5.15 | 30 | 8.73 | 4.76 | 52 | 9.53 |
| Moctar DIARRA | 4.94 | 40 | 5.93 | 5.1 | 52 | 3.8 |
| Lassina DEMBELE | 5.53 | 88 | 10.65 | 5.12 | 28 | 9.35 |
| Hamidou COULIBALY | 5.3 | 30 | 5.19 | 5.32 | 28 | 6.85 |

Tomii

| | | | | | | |
|--------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Adama DEMBELE | 5.7 | 94 | 12.12 | 5.85 | 52 | 11.97 |
| Abdoulaye BASS | 5.02 | 140 | 4.43 | 5.85 | 52 | 16.84 |
| Modibo COULIBALY | 4.66 | 70 | 25.9 | 5.52 | 48 | 24.04 |
| Bokoba COULIBALY | 5.36 | 88 | 14.67 | 5.03 | 46 | 14.69 |
| Siaka BAH | 5.02 | 42 | 29.43 | 5.75 | 40 | 17.06 |
| Pierre DEMBELE | 5.62 | 60 | 23.97 | 5.4 | 30 | 23.78 |
| Youssef MALE | 5.18 | 36 | 11.86 | 6.88 | 130 | 3.1 |
| Moussa COULIBALY | 5.56 | 62 | 21.34 | 5.72 | 48 | 4.91 |
| Kalilou MINTA | 5.26 | 64 | 16.57 | 4.6 | | 16.86 |
| Gaoussou COULIBALY | 5.82 | 66 | 16.47 | 5.07 | 84 | 7.68 |
| Amadou MINTA | 7.82 | 180 | 12.14 | 7.3 | 100 | 13.1 |
| Omar DRAME | 5.58 | 48 | 36.5 | 5.25 | 44 | 34.58 |
| Adama SENGO | 6.94 | 170 | 8.63 | 6.38 | 110 | 7.63 |

| | | | | | | |
|-----------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Sourakata MINTA | 7.02 | 180 | 9 | 5.22 | 42 | 10.02 |
| Aly BAH | 6.95 | 58 | 11.98 | 5.45 | 38 | 14.34 |
| Sinaly TRAORE | 5.62 | 180 | 13.16 | 6.82 | 70 | 12.82 |
| Sitapha MINTA | 7.52 | 110 | 3.07 | 7.2 | 11 | 12.82 |
| Ségou-coura | | | | | | |
| Nouhoum DIARRA | 7.54 | 140 | 2.96 | 7.48 | 120 | 2.91 |
| Madou DEMBELE | 6.88 | 130 | 5.8 | 6.95 | 110 | 9.74 |
| Oumar COULIBALY | 6.84 | 160 | 8 | 6.25 | 68 | 7.57 |
| Bandjankan DIARRA | 6.78 | 130 | 15.32 | 7.02 | 140 | 15.77 |
| Bakary DIALLO | 5.9 | 64 | 15.3 | 5.63 | 400 | 11.53 |
| Sekou KONE | 7.4 | 150 | 9.64 | 7.87 | 150 | 9.09 |
| Amadou SAMASSE | 7.56 | 200 | 15.17 | 8.35 | 190 | 17.71 |
| Modibo SACKO | 6.12 | 110 | 5.38 | 6.24 | 110 | 17.68 |
| Adama TRAORE | 5.45 | 40 | 9.72 | 6.42 | 38 | 18.44 |
| Dramane SAMAKE | 7.35 | 105 | 9.05 | 7.15 | 88 | 7.12 |
| Fa TRAORE | 7.98 | 160 | 14.9 | 7.76 | 170 | 13.92 |
| Demba SOW | 6.66 | 54 | 10.05 | 6.05 | 50 | 9.21 |
| Lassina DRAME | 6.22 | 72 | 13.93 | 4.88 | 46 | 13.26 |
| Malik DIALLO | 6.2 | 58 | 5.43 | 6.1 | 78 | 8 |
| Youssouf KONE | 5.62 | 38 | 9.53 | 4.8 | 30 | 8.92 |
| Moussa SANOGO | 6.12 | 46 | 20.79 | 5.05 | 46 | 46 |
| Sinaly DIALLO | 7.62 | 280 | 13.11 | 6.25 | 180 | 180 |
| Koutiala-coura | | | | | | |
| Yaya BOCOUM | 5.2 | 110 | 6.17 | 4.84 | 34 | 7.62 |
| Sira DEMBELE | 5.58 | 58 | 7.39 | 5.6 | 74 | 5.06 |
| Kono NIAMALA | 4.94 | 180 | 15.23 | 6.12 | 40 | 6.41 |
| Bakary TRAORE | 5.62 | 170 | 12.72 | 6.18 | 130 | 11.4 |
| Salif DEMBELE | 7.35 | 260 | 15.52 | 7.6 | 220 | 14.26 |
| Mam SOGDI | 4.82 | 110 | 5.66 | 5.46 | 50 | 5.61 |
| Mamadou DIAALO | 4.94 | 180 | 9.31 | 6.1 | 110 | 4.02 |
| Adama DEMBELE | 6.29 | 120 | 3.36 | 6.42 | 130 | 2.56 |
| Sinaly DIALLO | 6.42 | 54 | 10.86 | 6.8 | 68 | 12.32 |
| Moussa SANOGO | 6.94 | 140 | 4.48 | 6.25 | 140 | 5.43 |
| Omar COULIBALY | 5.35 | 46 | 5.93 | 5.78 | 54 | 3.54 |
| Moussa DEMBELE | 4.3 | 520 | 11.26 | 4.05 | 68 | 11.12 |
| Kassim SIDIBE | 5.4 | 60 | 7.48 | 5.57 | 48 | 8.56 |
| Tambe TRAORE | 6.3 | 86 | 10.4 | 6.1 | 120 | 9.56 |
| Bourema COULIBALY | 5.25 | 84 | 11.26 | 4.91 | 56 | 10.8 |
| Bréhima sogoba | 5.64 | 110 | 9.69 | 5.15 | 78 | 12.49 |
| Siria MARAL | 5.74 | 64 | 3.09 | 6.2 | 48 | 5.82 |
| Issa COULIBALY | 6.2 | 58 | | | | |
| Kassim SIDIBE | 5.62 | 80 | | | | |
| Ouayigouya | | | | | | |
| Seydou OUDRAOGO | 4.88 | 120 | 3 | 6.1 | 62 | 2.84 |
| Adama SAVADOGO | 5.2 | 28 | 18.2 | 5.2 | 40 | 17.47 |
| Abdoulaye TRAORE | 4.62 | 150 | 17.08 | 5.8 | 30 | 14.24 |
| Nouhoum Sinenta | 6.15 | 78 | 4.15 | 6.1 | 84 | 3.83 |
| Hamidou GANAME | 5.15 | 34 | 17.32 | 5.54 | 24 | 12.88 |
| Drissa LEGO | 5.38 | 74 | 10.79 | 6.05 | 34 | 5.64 |

| | | | | | | |
|---------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Omar DRAME | 5.3 | 44 | 11.28 | 5.02 | 150 | 10.65 |
| Drissa SAVADOGO | 6.64 | 260 | 12.14 | 4.55 | 42 | 11.69 |
| Omar SAVADOGO | 4.55 | 42 | 17.49 | 5.54 | 94 | 12.38 |
| Oumar OUEDRAOGO | 5.68 | 78 | 6.63 | 5.58 | 74 | 5.57 |
| Amadi SAVADOGO | 5 | 62 | 12.77 | 5.8 | 52 | 12.12 |
| Sidiki FAMANTA | 5.1 | 74 | 4.11 | 5.94 | 82 | 2.5 |
| Moussa SAVADOGO | 5.2 | 56 | 15.63 | 5.56 | 48 | 7 |
| Salam SAVADOGO | 5.24 | 120 | 14.88 | 5.65 | 180 | 15.69 |
| Abdoulaye OUEDRAOGO | 5.12 | 92 | 5.28 | 4.5 | 160 | 12.36 |
| Bakary SAVADOGO | 5.1 | 44 | 6.77 | 4.85 | 40 | 13.37 |
| Moumouni OUEDRAOGO | 4.85 | 24 | 13.37 | 5.05 | 19 | 4.48 |
| Yaya OUEDRAOGO | 5.8 | 64 | 9.1 | 6.25 | 64 | 9.63 |
| Drissa SAVADOGO | 6.4 | 150 | 14.96 | 5.3 | 38 | 15.16 |
| Moumouni OUREDRAOG | 4.2 | 46 | 4.54 | 5.56 | 52 | 3.26 |
| Abdoulaye SAVADOGO | 5.34 | 180 | 9.16 | 7.5 | 160 | 5.18 |
| Brehima SOGOBA | 5.2 | 40 | 4.53 | 4.45 | 120 | 4.12 |

Bougounam

| | | | | | | |
|---------------------|------|-----|-------|------|----|-------|
| Fousseyni SAVADOGO | 6.1 | 100 | 7.29 | 6.76 | 66 | 6.76 |
| Amidou SAVADOGO | 4.98 | 20 | 7.31 | 5.3 | 28 | 8.15 |
| Moustapha DICKO | 5.1 | 28 | 8.31 | 6.2 | 19 | 8.48 |
| Jean pierre DOUMBIA | 4.75 | 96 | 14.69 | 5.05 | 44 | 7.32 |
| Cheik O COULIBALY | 5.45 | 34 | 12.76 | 5.3 | 82 | 10.48 |
| Mahamadou DIALLO | 6.54 | 94 | 5.53 | 6.45 | 58 | 5.54 |
| Lamine SAMAKE | 4.62 | 120 | 15.1 | 5.5 | 30 | 15.85 |
| Issa KEITA | 5.4 | 48 | 5.67 | 6.15 | 44 | 5.35 |
| Eg Kel DOUMBIA | 4.62 | 62 | 10.24 | 5.36 | 32 | 9.66 |
| Mahamane Yattara | 5.35 | 20 | 10.15 | 4.99 | 46 | 11.32 |
| Assetou DIARRA | 6.1 | 30 | 19.36 | 5.64 | 58 | 15.51 |
| Aly KOLIBA | 5.3 | 18 | 12.5 | 5.25 | 30 | 12.63 |
| Alamane OUEDRAOGO | 5.25 | 16 | 6.81 | 7.25 | 80 | 7.96 |
| Hamana OUEDRAOGO | 5.56 | 54 | 9.1 | 6.15 | 50 | 8.5 |
| Sekou NIAMOSSOKE | 5.55 | 56 | 9.5 | 5.8 | 54 | 14.82 |
| Mama KONTA | 5.35 | 74 | 7.1 | 5.2 | 72 | 5 |
| Mamadou TRAORE | 5.05 | 30 | 8.09 | 5.25 | 38 | 11.13 |

Zirakoro

| | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Mamadou COULIBALY | 5.5 | | | | | |
| Anassa DEMBELE | 7.25 | 40 | 13.5 | 5.6 | 36 | 8.5 |
| B akary SACKO | 5.65 | 110 | 11.26 | 7.12 | 82 | 10.3 |
| Mama COULIBALY | 5.55 | 84 | 26.18 | 5.3 | 78 | 22.63 |
| Amadou TRAORE | 5.56 | 150 | 9.99 | 6.2 | 130 | 14.01 |
| Sekou COULIBALY | 9.2 | 180 | 12.46 | 4.86 | 50 | 21.95 |
| Dramane TANGARA | 8.73 | 500 | 12.46 | 5.74 | 56 | 7.03 |
| Omar DIARRA | 5.12 | 440 | 15.34 | 6.98 | 44 | 13.76 |
| Modibo COULIBALY | 6.85 | 38 | 9.53 | 4.3 | 34 | 9 |
| Amadou KAMIA | 7.24 | 80 | 4.48 | 6.12 | 64 | 5.28 |
| Mamadou KONATE | 4.82 | 110 | 11.58 | 7.45 | 120 | 11.04 |
| Bba DJIRE | 5.81 | 140 | 3.26 | 7.76 | 110 | 4.54 |
| Adama COULIBALY | 7.86 | 180 | 7.55 | 7.64 | 120 | 7.14 |
| Issa COULIBALY | 6.2 | 200 | 10.13 | 7.15 | 52 | 9.88 |
| Kader FAMANTA | 5.4 | 300 | 9.69 | 5.27 | 94 | 10.22 |

| | | | | | | |
|----------------------|------|------|-------|------|-----|-------|
| Bayo FAMANTA | 5.33 | 22 | 21.58 | 5.65 | 18 | 20.63 |
| Arouna TRAORE | 4.85 | 36 | 18.03 | 5.7 | 56 | 14.43 |
| Sekou PARE | 4.88 | 94 | 4.92 | 4.45 | 66 | 5.26 |
| Issa COULIBALY | 4.88 | 90 | 10.32 | 4.4 | 65 | 10.11 |
| Kokry Sampana | | | | | | |
| Aly DEMBELE | 6.4 | | | | | |
| Moussa KONATE | 5.4 | 46 | 6.58 | 6.5 | 52 | 4.02 |
| Arouna MINTA | 5.33 | 24 | 8.21 | 5.55 | 18 | 7.96 |
| Aly CISSE | 4.85 | 62 | 3.86 | 7.5 | 80 | 2.9 |
| Oumar TRAORE | 4.88 | 52 | 5.45 | 5.3 | 32 | 3.6 |
| Sinaly KAYA | 6.7 | 60 | 5.68 | 7.44 | 40 | 4.08 |
| Bakary KONTA | 6.7 | 62 | 5.91 | 7.44 | 68 | 4.44 |
| Boubacar DIABATE | 6.7 | 82 | 5.51 | 6.2 | 90 | 5.01 |
| Sekou DIARRA | 7.1 | 84 | 3.78 | 7.6 | 60 | 5.6 |
| Gaoussou FAMANTA | 5.75 | 44 | 7.09 | 5.35 | 44 | 9.77 |
| Moussa COULIBALY | 7.25 | 48 | 5.23 | 7.55 | 54 | 5.81 |
| Lassana Manou SABE | 7.4 | 130 | 5.83 | 7.72 | 30 | 6.29 |
| Lassana DEMBELE | 5.6 | 34 | 5.15 | 5.25 | 34 | 4.31 |
| Mamoutou MINTA | 5.73 | 32 | 2.59 | 5.55 | 32 | 3.99 |
| Mamadi SAMPANA | 5.6 | 19 | 13.17 | 5.8 | 36 | 9.78 |
| Madou DIARRA | 5.1 | 54 | 19.26 | 5.1 | 34 | 18.55 |
| Balla SAMPANA | 5.94 | 94 | 13.26 | 5.62 | 80 | 10.83 |
| Bakaye CISSE | 5.62 | 160 | 14.32 | 6.4 | 150 | 14.41 |
| Kokry Kosuga | | | | | | |
| Daouda KAMISSOKO | 4.9 | 28 | 17.59 | 5.15 | 30 | 15.73 |
| Adama OUEDRAOGO | 4.53 | 66 | 15.28 | 4.6 | 58 | 17.4 |
| Moumine OUEDRAOGO | 4.72 | 36 | 14.16 | 6.6 | 80 | 17.6 |
| Fousseyni SAVADOGO | 5.25 | 48 | 25.79 | 5.64 | 42 | 16.35 |
| Boubakary SIMPARA | 5.1 | 30 | 7.78 | 5.8 | 28 | 9.56 |
| Amadi OUEDRAOGO | 5.25 | 32 | 23.56 | 5.3 | 25 | 12.64 |
| Issa SAVADOGO | 4.95 | 38 | 14.56 | 5.2 | 36 | 13.41 |
| Issiaka NANA | 5.02 | 42 | 9.33 | 4.98 | 30 | 12.41 |
| Amade NANA | 4.45 | 30 | 10.8 | 4.75 | 38 | 11.1 |
| Abdoulaye DAOU | 4.6 | 74 | 12.27 | 4.61 | 72 | 11.96 |
| Amidou Nsavadogo | 7.5 | 130 | 9.9 | 7.92 | 110 | 11.21 |
| Mamadou OUEDRAOGO | 5.2 | 72 | 15.12 | 5.82 | 50 | 13.44 |
| Bourema WANE | 4.35 | 46 | 14.87 | 4.93 | 32 | 11.4 |
| Diakaria KABORE | 5.29 | 62 | 16.36 | 5.78 | 40 | 12.67 |
| Omou SAVADOGO | 5.7 | 52 | 23.58 | 5.4 | 32 | 14.5 |
| Amade OUEDRAOGO | 7.84 | 240 | 13.09 | 7.56 | 250 | 12.65 |
| Lassine NANA | 7.02 | 230 | 8.42 | 7.95 | 200 | 20.04 |
| Malik SARRE | 6.18 | 66 | 13.48 | 5.68 | 26 | 12.56 |
| TOUGAN COURA | | | | | | |
| Bassourou TRAORE | 5.3 | 46 | 26.85 | 5.4 | 34 | 27.76 |
| Moctar ONGOIBA | 5.1 | 22 | 24.25 | 5.45 | 40 | 22.3 |
| Moussa ZERBO | 7.3 | 420 | 21.41 | 7.45 | 640 | 21.28 |
| Madou WARA | 7.32 | 140 | 23.72 | 6.5 | 76 | 24.69 |
| Moumari DRABO | 9.98 | 1500 | 33.72 | 9.35 | 500 | 33.33 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Mamadou MARGO | 7.4 | 540 | 25.25 | 8.52 | 180 | 25.21 |
| Madou diarra | 4.61 | 60 | 24.59 | 4.32 | 76 | 21.59 |
| Tanke ZERBO | 6.82 | 130 | 20.43 | 6.95 | 140 | 22.3 |
| Bakary ZERBO | 6.64 | 120 | 13.32 | 6.3 | 940 | 9.93 |
| Preminke DAOU | 6.25 | 110 | 14.28 | 6.38 | 70 | 15.5 |
| Lassine SIDIBE | 4.9 | 34 | 23.76 | 5.53 | 46 | 24.22 |
| Abdoulaye DJEBO | 5.2 | 52 | 21.08 | 4.64 | 42 | 19.6 |
| Kassim OULE | 6.4 | 130 | 21.19 | 7.16 | 110 | 19.12 |
| Soumana BANGA | 5.42 | 58 | 10.34 | 5.53 | 64 | 11.67 |
| Bakary TRAORE | 6.6 | 74 | 27.01 | 6.62 | 72 | 25.88 |
| Doro SIDIBE | 5.67 | 84 | 27.07 | 5.7 | 38 | 25.68 |
| Biri DIARRA | 5.82 | 52 | 18.31 | 5.96 | 44 | 21.14 |
| Madou DIARRA | 4.61 | 60 | 24.53 | 4.32 | 76 | 21.53 |

Kayo

| | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-------|------|-----|--------|
| Bakari COULIBALY | 4.55 | 22 | 9.58 | 6325 | 40 | 8.33 |
| Mamadi DIARRA | 5.3 | 38 | 9.38 | 5.5 | 19 | 8.54 |
| Amadou SAMAKE | 5.72 | 46 | 7.43 | 6.75 | 50 | 5.22 |
| Bkary DIARRA | 4.55 | 52 | 15.86 | 5.25 | 64 | 14.59 |
| Birama DIARRA | 4.95 | 46 | 16.78 | 4.4 | 15 | 15.94 |
| Seydou COULIBALY | 5.8 | 26 | 22.35 | 5.3 | 40 | 21.67 |
| Seydou KONATE | 5.35 | 60 | 13.76 | 6.4 | 58 | 22.05 |
| Bakari SAMAKE | 6.8 | 90 | 11.81 | 7.74 | 190 | 11.39 |
| Seydou SERETA | 6.7 | 130 | 14.95 | 7.2 | 130 | 123.57 |
| Sekou COULIBALY | 4.94 | 110 | 4.59 | 5.5 | 74 | 3.58 |
| Oumar MINTA | 5.2 | 42 | 9.15 | 4.89 | 34 | 7.45 |
| Mamadou COULIBALY | 5.78 | 94 | 18.41 | 5.88 | 50 | 17.26 |
| Gaoussou TRAORE | 4.96 | 120 | 5.95 | 5.2 | 74 | 6.01 |
| Cheikna COULIBALY | 5.63 | 66 | 3.59 | 5.56 | 60 | 2.63 |
| Modibo TOURE | 5.56 | 64 | 23.41 | 6.7 | 96 | 22.32 |
| Karamoko KEITA | 6.15 | 48 | 7.61 | 7.18 | 120 | 5 |
| Moussa DIARRA | 6.24 | 140 | 20.54 | 7.45 | 160 | 16.23 |
| Adama DIARRA | 6.42 | 66 | 6.83 | 5.78 | 70 | 16.1 |

Casier de Boky-were

GOULAN COURA

| | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-------|------|------|-------|
| Boufine TAGARA | 6.16 | 60 | 17.82 | 6.3 | 26 | 9.18 |
| Fousseny TOURE | 4.6 | 84 | 33.24 | 5.9 | 46 | 32.94 |
| Mawata DJIBO | 5.85 | 280 | 16.68 | 7.85 | 168 | 14.08 |
| Ko BERTHE | 4.72 | 78 | 15.25 | 5.6 | 52 | 14.62 |
| Bourama KONE | 5.26 | 70 | 17.28 | 5.58 | 82 | 16.12 |
| Soumaila SOKODOGO | 5.12 | 64 | 19.3 | 4.8 | 5.35 | 18.76 |
| Bakary ZERBO | 7.28 | 150 | 12.42 | 7.58 | 7.6 | 15.54 |
| Kassim OULE | 7.32 | 160 | 11.52 | 7.54 | 150 | 10.32 |
| Mamadou COULIBALY | 4.78 | 100 | 18.42 | 4.58 | 110 | 17.55 |
| Harouma GONO | 5.94 | 40 | 20.39 | 6.33 | 30 | 20.49 |
| Moulaye KIETA | 8.83 | 40 | 32.5 | 8.64 | 52 | 31.74 |
| Bourama OUEDRAGO | 4.64 | 78 | 31.62 | 4.8 | 100 | 30.44 |
| Saïko BOURE | 5.74 | 22 | 25.52 | 5.54 | 18 | 24.82 |
| Moussa BOUARE | 4.51 | 30 | 12.32 | 4.8 | 42 | 13.42 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Bakary BOUARE | 6.15 | 64 | 10.6 | 6.2 | 60 | 11.62 |
| Filibert TORABO | 5.12 | 110 | 14.88 | 5.24 | 100 | 17.44 |
| Thomas DEMBELE | 6.62 | 110 | 11.48 | 7.92 | 160 | 5.51 |
| Issa KONE | 6.6 | 110 | 3.48 | 6.5 | 110 | 4.69 |

Rassogoma

| | | | | | | |
|--------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Sidiki OUEDRAOGO | 8.85 | 580 | 29.69 | 9.18 | 400 | 30.42 |
| Madou TANGARA | 6.52 | 38 | 23.03 | 6.52 | 30 | 16.78 |
| Sidi KOBILA | 7.05 | 86 | 11.37 | 7.1 | 80 | 11.54 |
| Taybou YATARA | 9.4 | 270 | 31.49 | 8.74 | 140 | 29.19 |
| Loran SIGNAN | 5.64 | 120 | 10.56 | 4.94 | 92 | 8.56 |
| Amadou MAIGA | 6.98 | 180 | 10.63 | 5.38 | 60 | 18.48 |
| Brema GAMSSORE | 6.92 | 130 | 23.53 | 8.2 | 240 | 22.39 |
| Madi OUEDRAOGO | 5.85 | 96 | 18.13 | 7.61 | 210 | 10.86 |
| Soumaila KAMISSOKO | 6.2 | 120 | 31.72 | 6.93 | 46 | 29.35 |
| Amade YERBANGA | 5.94 | 82 | 14.11 | 6.3 | 120 | 12.55 |
| Alidou OUEDRAOGO | 6.39 | 200 | 14.48 | 7.02 | 180 | 13.38 |
| Youssef KINDO | 6.64 | 210 | 8.27 | 6.66 | 160 | 8.08 |
| Salif KINDO | 6.58 | 300 | 15.07 | 6.85 | 130 | 16.47 |
| Aly DRAME | 5.2 | 50 | 20.47 | 5.42 | 48 | 15.54 |
| Mahamane KAYA | 7.25 | 180 | 11.15 | 7.7 | 180 | 14.19 |
| Issa KABORE | 5.4 | 180 | 25.87 | 5.34 | 130 | 22.44 |
| Bakary DIABATE | 7.65 | 130 | 11.59 | 7.97 | 180 | 11.95 |
| Mama YERBANGA | 4.87 | 76 | 19.64 | 6.3 | 64 | 16.23 |

Konanga

| | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Dramane Zeremi | 5.4 | 240 | 10.88 | 5.1 | 50 | 11.24 |
| Lamine Ouedrago | 7.05 | 62 | 25.8 | 6.2 | 56 | 22.86 |
| Adama Savadogo | 6.15 | 48 | | 5.7 | 38 | 13.31 |
| Seydou Ouedrago | 6.3 | 56 | 10.71 | 6.65 | 110 | 29.65 |
| Harouna Sore | 6.35 | 200 | 14.73 | 4.97 | 36 | 23.22 |
| Hamidou | 6.45 | 78 | 19.49 | 5.7 | 52 | 20.3 |
| Tata Drame | 5.02 | 170 | 11.91 | 5.35 | 46 | 12.63 |
| Amadou Traore | 5.72 | 64 | 15.25 | 5.53 | 40 | 18.21 |
| Amedi Savadogo | 5.98 | 50 | 17.95 | 6.15 | 34 | 17.18 |
| Hamido | 5.64 | 23 | 18.48 | 6.75 | 26 | 13.47 |
| Moussa Savadogo | 5.95 | 120 | 12.13 | 6.28 | 40 | 17.25 |
| Namakè Keita | 5.15 | 78 | 17.88 | 7.45 | 190 | 10.25 |
| SALIF Ouedrago | 5.05 | 110 | 25.08 | 6.1 | 44 | 24.19 |
| Bourema Male | 6.55 | 70 | 31.57 | 7.55 | 78 | 33.64 |
| Kasim Ouedrago | 6.2 | 58 | 27.8 | 6.58 | 140 | 12.43 |
| Moumine Ouedrago | 4.88 | 110 | | 4.75 | 120 | 30.28 |
| Ousmane Savadogo | 5.74 | 48 | 8.3 | 5.2 | 34 | 9.49 |
| Aboulaye Savadogo | 5.6 | 140 | 11.23 | 5.62 | 78 | 12.34 |
| Amadou Traore | 5.52 | 54 | 11.81 | 5.7 | 48 | 12.2 |

Lafiala

| | | | | | | |
|---------------|------|----|-------|------|-----|-------|
| Brehima Barry | 5.06 | 66 | 21.94 | 6.1 | 40 | 22.13 |
| Temoko Djiré | 5.28 | 50 | 17.2 | 5.75 | 44 | 19.45 |
| Sidi Traore | 6.05 | 34 | 13.75 | 5.9 | 32 | 14.24 |
| Lahiry Pare | 5.05 | 19 | 15.02 | 8.45 | 230 | 18.1 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Chieka A Traore | 5.2 | 52 | 11.19 | 5.9 | 62 | 9.56 |
| Brehima Toé | 4.92 | 140 | 20.94 | 7.1 | 52 | 22.91 |
| Yamoussa Diarra | 5.15 | 130 | 20.11 | 5.7 | 19 | 18.14 |
| Malamine Bah | 5.66 | 64 | 21.25 | 4.75 | 62 | 21.12 |
| Bouba Traore | 5.05 | 76 | 18.81 | 6.27 | 52 | 23.75 |
| Mohamed Traore | 5.25 | 110 | 16.18 | 7.1 | 110 | 16.78 |
| Marké Tare | 4.76 | 110 | 15.04 | 6.56 | 42 | 21.53 |
| Koné Diarra | 4.95 | 230 | 20.24 | 5.87 | 72 | 25.61 |
| Mohamed Kané | 6.32 | 78 | 14.26 | 6.25 | 74 | 14.21 |
| Mchel Toé | 7.18 | 340 | 14.23 | 4.72 | 54 | 15.12 |
| Thomas Bankero | 6.02 | 62 | 11.95 | 7.15 | 76 | 15.08 |
| Moulaye Keita | 5.45 | 44 | 29.79 | 5.55 | 92 | 11 |
| Drissa Ky | 7.84 | 140 | 16.2 | 8.02 | 160 | 15.45 |
| Sekou Paré | 7.86 | 78 | 7.86 | 6.3 | 120 | 19.06 |

OULA

| | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Aly Sidibe | 5.98 | 110 | 10.65 | 5.25 | 46 | 9.74 |
| Soumaila Savad | 4.98 | 62 | 10.64 | 5.58 | 36 | 10.62 |
| Salam Ouedrago | 4.95 | 40 | 11.62 | 5.48 | 32 | 8.52 |
| Alidou Yerbango | 5.35 | 40 | 11 | 6.02 | 52 | 10.23 |
| Chieck Dembele | 6.5 | 52 | 13.5 | 6.51 | 58 | 14.25 |
| Hamidou Ouédrago | 5.5 | 40 | 11.11 | 5.2 | 46 | 10.28 |
| Soulemane Savado | 6.52 | 82 | 11.36 | 8.47 | 180 | 11.11 |
| Bourema Ouedrago | 5.75 | 62 | 30.18 | 6.82 | 64 | 29.72 |
| Kasim Ouedrago | 7.13 | 100 | 14.62 | 8.2 | 150 | 13.45 |
| Bourema Ouedrago | 5.85 | 120 | 29.66 | 6.25 | 82 | 12.91 |
| Tahirou Belem | 5.1 | 130 | 13.62 | 6.2 | 50 | 11.83 |
| Tahirou Traore | 7.94 | 240 | 18.9 | 6.14 | 70 | 26.46 |
| Brema Savedo | 5.4 | 56 | 10.39 | 6.32 | 60 | 10.36 |
| Soumaila Ouedrago | 6.25 | 78 | 29.62 | 6.2 | 60 | 27.62 |
| Savadogo | 8.72 | 320 | 29.49 | 5.94 | 120 | 10.32 |
| Bourema Ouedrago | 5.55 | 30 | 5.33 | 5.09 | 32 | 14.65 |
| Moussa Kalàla | 5.25 | 82 | 7.98 | 5.35 | 60 | 8.36 |
| Brehima Savadogo | 5.36 | 48 | 6.62 | 5.2 | 46 | 6.3 |

Casier de NIARO

Tongolo-coura

| | | | | | | |
|--------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Madou Coulibaly | 4.15 | 250 | 14.55 | | | |
| Yamoussa Coulibaly | 5.4 | 46 | 1.55 | 4.8 | 86 | 5.85 |
| Tahirou Coulibaly | 5.05 | 58 | 8.71 | 5.65 | 30 | 5.28 |
| Soulyemane Traore | 4.7 | 44 | 7.2 | 5.4 | 32 | 6.32 |
| Boua Coulibaly | 6.15 | 84 | 6.59 | 6.95 | 84 | 6.5 |
| Bakzry Diarra | 5.9 | 82 | 16.26 | 6.65 | 44 | 18.45 |
| Soumana Tangara | 5.25 | 46 | 22.4 | 4.93 | 28 | 17.29 |
| Bakary Diarra | 5.2 | 48 | 3.56 | 5.88 | 110 | 2.46 |
| Seydou Diarra | 5.45 | 50 | 13.78 | 6.48 | 140 | 10.35 |
| Konata c Traore | 4.94 | 38 | 10.34 | 5.15 | 54 | 9.87 |
| Abdoulaye Dibo | 6.32 | 84 | 5.76 | 6.05 | 170 | 7.48 |
| Daba Diarra | 4.82 | 110 | 14.8 | 5.74 | 56 | 14.62 |

| | | | | | | |
|---------------------|-------|------|-------|-------|-----|-------|
| Lamine Bouare | 4.62 | 44 | 20.45 | 5.52 | 40 | 15.86 |
| Moussa Bouare | 6.3 | 86 | 5.86 | 6.1 | 190 | 10.04 |
| Sidy Coulibaly | 4.46 | 130 | 11.18 | 5.454 | 80 | 13.82 |
| Yaya Tangara | 4.85 | 62 | 8.12 | 7.74 | 580 | 12.55 |
| Coura Traore | 4.6 | 240 | 10.57 | 5.25 | 180 | 7.94 |
| Madou Coulé | 4.46 | 130 | 10.01 | 5.45 | 80 | 10.19 |
| Adama Coulé | 4.95 | 50 | 15.26 | 5.65 | 94 | 13.36 |
| Salif Coulibaly | 5.65 | 120 | 11.06 | 5.68 | 82 | 8.94 |
| Soumaila Bouare | 5.02 | 110 | 12.78 | 5.66 | 86 | 12.13 |
| Saboula | | | | | | |
| Madou BOURE | 5.52 | 34 | 19.42 | 6.68 | 170 | 4.03 |
| Amadi BAH | 6.75 | 74 | 18 | 7.15 | 70 | 14.77 |
| Sekou KEITA | 7.1 | 78 | 13.71 | 6.97 | 36 | 5.5 |
| Omar A DIAIBY | 6.2 | 60 | 9.41 | 7.2 | 92 | 10.82 |
| Vital TRAORE | 7.15 | 94 | 4.6 | 7.45 | 130 | 4.62 |
| Baye BOUARE | 5.9 | 40 | 16.48 | 7.25 | 66 | 13.35 |
| Omar COULIBALY | 6.5 | 140 | 9.31 | 6.8 | 140 | 6.69 |
| Baye TANGARA | 6.15 | 98 | 4.97 | 5.88 | 62 | 7.67 |
| Youssouf DIARRA | 5.7 | 54 | 17.84 | 5.88 | 80 | 18.8 |
| Toumani SACKO | 5.84 | 74 | 5.66 | 7.18 | 170 | 11.86 |
| Moussa SYNAYOKO | 6.82 | 68 | 18.21 | 6.8 | 62 | 17.57 |
| Barema TANGARA | 6.85 | 140 | 13.44 | 6.9 | 74 | 12.56 |
| Koke TANGARA | 6.66 | 80 | 3.51 | 7.2 | 84 | 2.93 |
| Bourama DIARRA | 5.6 | 24 | 9.41 | 6.9 | 72 | 6.67 |
| Amen DIARRA | 6.24 | 140 | 13.82 | 7.45 | 160 | 12.55 |
| Kaye K DOILA | 5.93 | 110 | 3.84 | 6.1 | 86 | 10.85 |
| Drissa DIARRA | 7.02 | 180 | 4.52 | 6.2 | 140 | 5.55 |
| Boukary COULIBALY | 5.82 | 120 | 17.11 | 5.76 | 66 | 4.12 |
| Niario-coura | | | | | | |
| Toumani TANGARA | 10.06 | 2200 | 16.06 | 8.65 | 440 | 28.59 |
| Sdi I KONE | 4.45 | 120 | 18.92 | 5.6 | 50 | 15.68 |
| Sidi SAMAKE | 5.45 | 30 | 20.07 | 6.02 | 30 | 10.5 |
| Amari KOUMA | 5.3 | 50 | 17.23 | 5.6 | 36 | 13.53 |
| Bassirou BOUARE | 6.4 | 92 | 8.56 | 6.18 | 84 | 8.54 |
| Brehima DIARRA | 10.56 | 1200 | 7.55 | 10.35 | 820 | 25.68 |
| Amadou TRAORE | 7.5 | 110 | 13.28 | 6.05 | 30 | 11.45 |
| Abdoulaye KY | 7.74 | 200 | 11.46 | 7.95 | 240 | 11.8 |
| Bakary COULIBALY | 6.75 | 110 | 12.54 | 7.1 | 130 | 10.79 |
| Baraye BARY | 6.15 | 58 | 13.43 | 6.25 | 45 | 20.31 |
| Amadou GUINDO | 4.88 | 58 | 13.66 | 5.1 | 64 | 4.21 |
| Amadi TAMBOU | 5.42 | 78 | 11.59 | 5.86 | 46 | 9.36 |
| Mamari CISSE | 4.85 | 70 | 8.42 | 5.47 | 70 | 3.78 |
| Yamoussa DIARRA | 5.87 | 52 | 11.57 | 5.9 | 52 | 11.42 |
| Tidiane BOUARE | 6.6 | 70 | 24 | 6.19 | 40 | 6.3 |
| Brehima BOUARE | 6.15 | 115 | 14.22 | 5.69 | 58 | 22.87 |
| Souleymane CISSE | 6.26 | 76 | 10.9 | 6.1 | 200 | 17.93 |
| Dramane TANGARA | 6.85 | 54 | 9.37 | 6.96 | 180 | 5.67 |

Djidjan

| | | | | | | |
|------------------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| Dji TRAORE | 6.2 | 190 | 4.61 | 6.95 | 94 | 2.96 |
| Sekoub KAREMBE | 5.72 | 30 | 23.57 | 6.55 | 28 | 21.09 |
| Moulaya KEITA | 5.4 | 82 | 24.46 | 5.25 | 52 | 23.46 |
| Gaoussou DEMBELE | 5.6 | 22 | 22.94 | 5.9 | 20 | 13.54 |
| Moustapha MAIGA | 5.15 | 44 | 10.51 | 5.45 | 40 | 10.13 |
| Guibo SANGARE | 5.84 | 28 | 20.49 | 6.45 | 30 | 22.11 |
| Mamou KOUATE | 6.82 | 140 | 13.34 | 7.3 | 120 | 14.74 |
| Sekou KAREMBE | 6.18 | 120 | 12.24 | 6.42 | 130 | 11.32 |
| Issa DOUMBIA | 8.1 | 120 | 20.43 | 6.46 | 42 | 22.55 |
| Topul SIA | 7.2 | 200 | 9.56 | 7.93 | 220 | 9.57 |
| Etienne KY | 6.62 | 500 | 12.17 | 7.92 | 180 | 6.79 |
| Joseph KY | 5.6 | 38 | 17.03 | 5.7 | 32 | 12.55 |
| Oumar TOGOLA | 4.68 | 96 | 13.2 | 5.64 | 46 | 12.7 |
| Madou ZOROI | 5.35 | 62 | 22.87 | 6.66 | 130 | 21.86 |
| Hamidou DJIGUIBA | 7.95 | 160 | 4.92 | 8.05 | 86 | 22.26 |
| Kakou DICKO | 9.38 | 640 | 19.94 | 9.3 | 620 | 11.16 |
| Adama TEO | 6.6 | 210 | 15.2 | 7.75 | 215 | 13.82 |
| SiakaTOURE | 7.5 | 110 | 10.34 | 6.95 | 84 | 10.2 |
| Issa KONATE | 7.55 | 110 | 23.3 | 8.46 | 150 | 8.8 |

Resultats d'analyse des échantillons de sols périmètre Bewani

Bloc I

| échantillons N° | horizon (0-20) cm | | | horizon (20-40) cm | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | pH | CE (micro S/cm) | sable totaux (%) | pH | CE (micro S/cm) | sable totaux (%) |
| L1-1 | 6.65 | 120 | 17.91 | 6.5 | 66 | 23.4 |
| L1-2 | 5.52 | 38 | 21.82 | 6.48 | 68 | 18.56 |
| L1-3 | 4.91 | 64 | 22.82 | 5.28 | 40 | 17.33 |
| L1-4 | 5.24 | 58 | 18.46 | 5.11 | 52 | 15.23 |
| L1-5 | 5.4 | 30 | 15.95 | 6.61 | 120 | 18.23 |
| L1-6 | 5.6 | 48 | 23.39 | 5.95 | 40 | 24.59 |
| L1-7 | 5.75 | 42 | 20.45 | 5.85 | 50 | 20.65 |
| L1-8 | 5.78 | 60 | 20.12 | 5.85 | 66 | 23.11 |
| L2-1 | 6.11 | 66 | 18.32 | 7.96 | 160 | 17.64 |
| L2-2 | 5.35 | 40 | 16.82 | 5.4 | 23 | 15.05 |
| L2-3 | 5.4 | 40 | 20.63 | 5.31 | 30 | 19.54 |
| L2-4 | 5.46 | 38 | 15.25 | 5.4 | 34 | 13.06 |
| L2-5 | 5.41 | 46 | 19.52 | 5.6 | 40 | 17.18 |
| L2-6 | 6.8 | 140 | 19.34 | 5.78 | 32 | 17.41 |
| L2-7 | 6.18 | 84 | 21.12 | 5.02 | 76 | 19.02 |
| L2-8 | 5.76 | 56 | 17.11 | 5.21 | 54 | 18.21 |
| L3-1 | 5.95 | 46 | 18.01 | 5.8 | 42 | 13.26 |
| L3-2 | 5.6 | 60 | 21.36 | 5.6 | 23 | 20.74 |
| L3-3 | 5.48 | 25 | 12.81 | 5.52 | 30 | 14.75 |
| L3-4 | 5.52 | 46 | 23.3 | 5.8 | 32 | 14.25 |
| L3-5 | 5.73 | 44 | 21.81 | 7.1 | 300 | 20.86 |
| L3-6 | 5.92 | 56 | 18.17 | 5.82 | 34 | 21.6 |
| L3-7 | 5.63 | 56 | 20.13 | 6.15 | 56 | 20.53 |
| L3-8 | 7.69 | 150 | 24.56 | 8.05 | 180 | 22.42 |
| L4-1 | 5.95 | 48 | 25.06 | 6.3 | 46 | 22.92 |
| L4-2 | 5.65 | 49 | 24.16 | 6.78 | 66 | 17.82 |
| L4-3 | 5.9 | 50 | 26.59 | 5.95 | 34 | 23.69 |
| L4-4 | 5.6 | 24 | 10.7 | 5.5 | 22 | 11.58 |
| L4-5 | 5.85 | 66 | 20.26 | 7.25 | 270 | 19.76 |
| L4-6 | 5.7 | 72 | 19.32 | 5.53 | 68 | 21.16 |
| L4-7 | 5.65 | 76 | 17.12 | 5.8 | 72 | 17.05 |
| L4-8 | 6.8 | 40 | 20.84 | 6.92 | 48 | 19.83 |
| L5-1 | 6.8 | 94 | 21.51 | 6.65 | 74 | 18.13 |
| L5-2 | 5.5 | 38 | 14.49 | 5.6 | 36 | 20.64 |
| L5-3 | 5.2 | 34 | 21.5 | 5.6 | 28 | 20.18 |
| L5-4 | 5.95 | 44 | 21 | 6.08 | 36 | 17.82 |
| L5-5 | 6.2 | 120 | 18.16 | 5.2 | 40 | 11.91 |
| L5-6 | 5.78 | 58 | 14.69 | 5.75 | 40 | 14.2 |
| L5-7 | 5.8 | 30 | 23.31 | 5.6 | 36 | 17.85 |
| L5-8 | 7.1 | 240 | 25.16 | 6.4 | 110 | 19.97 |
| L6-1 | 5.8 | 30 | 5.82 | 5.82 | 32 | 15.5 |

| | | | | | | |
|-------|------|------|--------|------|-----|-------|
| L6-2 | 5.25 | 32 | 5.74 | 5.74 | 36 | 16.91 |
| L6-3 | 5.7 | 30 | 5.5 | 5.5 | 52 | 19.3 |
| L6-4 | 5.53 | 40 | 5.6 | 5.6 | 26 | 13.9 |
| L6-5 | 5.42 | 70 | 5.2 | 5.2 | 30 | 16.56 |
| L6-6 | 5.6 | 36 | 6.05 | 6.05 | 105 | 18.68 |
| L6-7 | 6.1 | 130 | 6.2 | 6.2 | 140 | 22.36 |
| L6-8 | 6.7 | 360 | 6.86 | 6.86 | 220 | 21.58 |
| L7-1 | 7.25 | 220 | 6.89 | 6.89 | 150 | 20.44 |
| L7-2 | 6.7 | 42 | 6.25 | 6.25 | 26 | 24.26 |
| L7-3 | 5.6 | 180 | 5.5 | 5.5 | 180 | 21.22 |
| L7-4 | 6.7 | 260 | 7.36 | 7.36 | 40 | 13.39 |
| L7-5 | 6.4 | 28 | 5.8 | 5.8 | 30 | 16.56 |
| L7-6 | 6.85 | 44 | 5.6 | 5.6 | 26 | 20.53 |
| L7-7 | 5.7 | 38 | 5.45 | 5.45 | 130 | 24.2 |
| L7-8 | 7.2 | 100 | 6.6 | 6.6 | 90 | 21.67 |
| L8-1 | 6.55 | 110 | 6.7 | 6.7 | 240 | 21.63 |
| L8-2 | 6.75 | 120 | 7.5 | 7.5 | 40 | 13.72 |
| L8-3 | 6.1 | 36 | 6.06 | 6.06 | 30 | 20.48 |
| L8-4 | 5.5 | 30 | 5.8 | 5.8 | 66 | 15.78 |
| L8-5 | 6.3 | 48 | 6.1 | 6.1 | 68 | 15.5 |
| L8-6 | 6.3 | 46 | 6.15 | 6.15 | 22 | 18.41 |
| L8-7 | 7.92 | 230 | 18.27 | 8.04 | 180 | 15.36 |
| L8-8 | 7.75 | 240 | 20.03 | 8.1 | 180 | 13.72 |
| L9-1 | 6.5 | 28 | 19.09 | 5.4 | 20 | 13.56 |
| L9-2 | 5.78 | 50 | 25.46 | 5.7 | 32 | 19.32 |
| L9-3 | 5.55 | 28 | 19.84 | 5.64 | 26 | 18.12 |
| L9-4 | 5.9 | 44 | 13.2 | 5.77 | 28 | 11.6 |
| L9-5 | 5.42 | 120 | 27.66 | 5.6 | 63 | 14.53 |
| L9-6 | 5.4 | 90 | 23.12 | 5.15 | 20 | 14.81 |
| L9-7 | 7.2 | 1900 | 20.53 | 7.6 | 1 | 20.91 |
| L9-8 | 7.4 | 100 | 20.84 | 6.8 | 44 | 27.53 |
| L10-1 | 5.85 | 48 | 14.75 | 6.05 | 30 | 15.92 |
| L10-2 | 6.2 | 44 | 22.49 | 5.55 | 40 | 16.93 |
| L10-3 | 5.78 | 40 | 24.12 | 5.53 | 26 | 16.45 |
| L10-4 | 6.8 | 94 | 16.02 | 6.3 | 36 | 8.77 |
| L10-5 | 6.01 | 42 | 13.88 | 6.03 | 24 | 10.74 |
| L10-6 | 5.6 | 30 | 22.75 | 6.3 | 50 | 10.09 |
| L10-7 | 6.25 | 86 | 22.48 | 6.2 | 54 | 20.65 |
| L10-8 | 5.95 | 66 | 21.51 | 6.25 | 46 | 15.32 |
| L11-1 | 5.6 | 180 | 21.28 | 6.7 | 225 | 15.54 |
| L11-2 | 5.36 | 58 | 19.24 | 5.74 | 54 | 11.48 |
| L14-7 | 5.5 | 44 | 24.33 | 5.8 | 48 | 18.68 |
| L14-8 | 5.1 | 40 | 14.65 | 5.19 | 140 | 18.64 |
| L15-1 | 5.8 | 36 | 10.72 | 5.2 | 24 | 19.17 |
| L15-2 | 6.2 | 48 | 22.6 | 5.7 | 30 | 19.64 |
| L15-3 | 5.6 | 36 | 24.58 | 6.1 | 26 | 20.28 |
| L15-4 | 5.5 | 44 | 23.36 | 5.65 | 20 | 16.31 |
| L15-5 | 7.2 | 150 | 14.74 | 6.85 | 48 | 12.9 |
| L15-6 | 5.7 | 60 | 189.18 | 5.2 | 50 | 13.46 |
| L15-7 | 5.75 | 74 | 15.92 | 5.7 | 60 | 13.2 |
| L15-8 | 5.21 | 68 | 21 | 5.41 | 50 | 16.27 |
| L16-1 | 5.4 | 40 | 18.4 | 5.21 | 38 | 15.27 |
| L16-2 | 5.18 | 40 | 23.96 | 5.15 | 32 | 19.95 |

| | | | | | | |
|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| L16-3 | 5.85 | 40 | 21.3 | 5.8 | 30 | 15.6 |
| L16-4 | 6.9 | 150 | 22.12 | 6.4 | 56 | 13.5 |
| L16-5 | 5.9 | 48 | 25.02 | 5.3 | 38 | 20.17 |
| L16-6 | 6.1 | 46 | 22.71 | 6.2 | 32 | 24.75 |
| L16-7 | 5.73 | 40 | 22.78 | 5.6 | 30 | 17.29 |
| L16-8 | 5.56 | 34 | 18.83 | 5.2 | 24 | 14.05 |
| L17-1 | 6.14 | 56 | 11.67 | 6.2 | 46 | 12.39 |
| L17-2 | 5.44 | 34 | 21.79 | 6.25 | 38 | 18.18 |
| L17-3 | 5.7 | 36 | 21.89 | 6.1 | 46 | 21.15 |
| L17-4 | 5.64 | 32 | 21 | 5.6 | 26 | 15.33 |
| L17-5 | 6.1 | 46 | 13.05 | 5.5 | 52 | 10.85 |
| L17-6 | 6.03 | 46 | 24.03 | 6.4 | 36 | 19.95 |
| L17-7 | 6.15 | 30 | 29.89 | 6.8 | 160 | 19.07 |
| L17-8 | 6.3 | 240 | 21.79 | 6.3 | 40 | 15.02 |
| L18-1 | 5.76 | 40 | 8.75 | 5.57 | 40 | 14.42 |
| L18-2 | 5.47 | 28 | 18.19 | 5.8 | 46 | 11.91 |
| L18-3 | 5.15 | 50 | 25.48 | 5.6 | 60 | 18.57 |
| L18-4 | 5.17 | 22 | 23.97 | 5.31 | 26 | 16.94 |
| L18-5 | 5.45 | 20 | 21.77 | 5.28 | 26 | 17.93 |
| L18-6 | 5.82 | 36 | 21.54 | 5.4 | 38 | 17.4 |
| L18-7 | 5.41 | 30 | 26.14 | 5.9 | 30 | 22.42 |
| L18-8 | 6.25 | 76 | 17.49 | 5.95 | 94 | 20.72 |
| L19-1 | 5.02 | 26 | 21.28 | 6.8 | 70 | 25.57 |
| L19-2 | 5.3 | 30 | 27.66 | 5.38 | 26 | 24.56 |
| L19-3 | 5.11 | 26 | 20.03 | 4.96 | 22 | 26.48 |
| L19-4 | 5.15 | 24 | 23.92 | 4.75 | 16 | 15.82 |
| L19-5 | 5.35 | 36 | 24.53 | 5.21 | 32 | 17.55 |
| L19-6 | 5.3 | 36 | 23.03 | 5.35 | 40 | 18.74 |
| L19-7 | 5.21 | 26 | 17.96 | 5.45 | 24 | 17.06 |
| L19-8 | 5.5 | 26 | 21.5 | 5.01 | 42 | 16.65 |
| L20-1 | 5.41 | 46 | 24.15 | 5.42 | 20 | 22.09 |
| L20-2 | 5.11 | 26 | 23.49 | 4.66 | 28 | 19.66 |
| L20-3 | 5.15 | 26 | 22.5 | 5.1 | 94 | 19.39 |
| L20-4 | 5.06 | 24 | 18.69 | 4.6 | 28 | 16.46 |
| L20-5 | 4.56 | 17 | 22.47 | 4.65 | 18 | 19.05 |
| L20-6 | 4.85 | 24 | 25.86 | 4.15 | 34 | 21.52 |
| L20-7 | 5.11 | 40 | 23.42 | 5.21 | 30 | 17.2 |
| L20-8 | 5.11 | 24 | 17.49 | 5.02 | 46 | 16.45 |
| L21-1 | 7.31 | 30 | 19.62 | 7.35 | 110 | 19.32 |
| L21-2 | 6.15 | 44 | 28.13 | 5.6 | 24 | 22.6 |
| L21-3 | 5.5 | 24 | 22.21 | 5.55 | 22 | 14.79 |
| L21-4 | 5.65 | 26 | 14.65 | 5.37 | 24 | 17.11 |
| L21-5 | 5.7 | 42 | 24.81 | 5.6 | 30 | 20.28 |
| L21-6 | 5.65 | 52 | 22.26 | 5.66 | 20 | 15.51 |
| L21-7 | 5.92 | 42 | 19.21 | 5.54 | 24 | 16.34 |
| L21-8 | 5.28 | 40 | 15.84 | 5.3 | 32 | 14.37 |
| L22-1 | 6.2 | 34 | 25.25 | 6.5 | 46 | 18.28 |
| L22-2 | 7.25 | 82 | 12.32 | 7.55 | 170 | 13.19 |
| L22-3 | 7.35 | 120 | 17.45 | 7.7 | 170 | 18.17 |
| L22-4 | 5.55 | 30 | 19.61 | 5.53 | 22 | 12.72 |
| L22-5 | 5.8 | 26 | 23.99 | 5.78 | 24 | 17.13 |
| L22-6 | 5.4 | 24 | 25.27 | 5.36 | 20 | 20.84 |
| L22-7 | 5.55 | 36 | 25.35 | 5.5 | 26 | 19.44 |

| | | | | | | |
|-------|------|------|-------|------|------|-------|
| L23-1 | 5.1 | 24 | 25.3 | 5.05 | 18 | 18.99 |
| L23-2 | 5.65 | 80 | 23.36 | 4.9 | 40 | 16.35 |
| L23-3 | 6.45 | 240 | 22.13 | 6.75 | 400 | 17 |
| L23-4 | 5.5 | 44 | 21.44 | 5.45 | 28 | 16.07 |
| L23-5 | 5.25 | 38 | 14.72 | 4.85 | 30 | 15.4 |
| L23-6 | 4.9 | 24 | 15.55 | 4.8 | 38 | 9.35 |
| L23-7 | 5.15 | 34 | 18.51 | 4.06 | 36 | 16.05 |
| L23-8 | 5.12 | 74 | 21.54 | 5.4 | 66 | 20.78 |
| L24-1 | 5.38 | 28 | 17.39 | 5.28 | 48 | 14.51 |
| L24-2 | 6.23 | 56 | 19.27 | 5.8 | 36 | 16.98 |
| L24-3 | 5.1 | 30 | 13.2 | 4.95 | 30 | 13.95 |
| L24-4 | 5.05 | 22 | 25.33 | 5.12 | 24 | 25.32 |
| L24-5 | 5.2 | 22 | 27.18 | 5.25 | 20 | 15.57 |
| L24-6 | 5.4 | 24 | 28.05 | 5.05 | 20 | 25.34 |
| L24-7 | 5.02 | 26 | 27.13 | 4.2 | 22 | 19.76 |
| L24-8 | 5.5 | 26 | 27.53 | 5.08 | 24 | 23.83 |
| L25-1 | 6.2 | 70 | 15.29 | 6.8 | 86 | 15.75 |
| L25-2 | 5.4 | 30 | 16.24 | 5.43 | 24 | 17.86 |
| L25-3 | 6.5 | 72 | 16.29 | 7.1 | 110 | 12.82 |
| L25-4 | 6.2 | 60 | 15.2 | 6.8 | 60 | 12.6 |
| L26-1 | 6.4 | 40 | 13.6 | 6.15 | 26 | 16.68 |
| L26-2 | 5.79 | 26 | 15.98 | 6.96 | 64 | 9.67 |
| L26-3 | 6.21 | 3000 | 24.28 | 7.2 | 720 | 21.14 |
| L27-1 | 6.88 | 46 | 17.7 | 6.7 | 32 | 13.72 |
| L27-2 | 5.8 | 30 | 13.46 | 6.17 | 34 | 14.65 |
| L28-1 | 6.29 | 50 | 13.55 | 7.32 | 130 | 14.36 |
| L28-2 | 7.02 | 2600 | 23.2 | 7.3 | 2100 | 19.61 |
| L28-3 | 6 | 72 | 18.8 | 5.75 | 36 | 13.58 |
| L29-1 | 6.35 | 40 | 18.2 | 6.65 | 48 | 14.52 |
| L29-2 | 7.5 | 120 | 17.72 | 7.7 | 38 | 16.93 |
| L29-3 | 6.2 | 50 | 16.29 | 6.19 | 34 | 14.12 |
| L29-4 | 5.9 | 28 | | 5.67 | 30 | 10.64 |
| L30-1 | 5.67 | 44 | 19.77 | 5.6 | 30 | 18.97 |
| L30-2 | 4.85 | 26 | 17.64 | 4.95 | 30 | 12.07 |
| L31-1 | 5.65 | 46 | 12.85 | 5.45 | 50 | 14.17 |
| L31-2 | 7.2 | 140 | | 5.65 | 340 | 15.86 |
| L32-1 | 5.05 | 36 | 13.23 | 5.45 | 50 | 12.78 |
| L32-2 | 7.49 | 150 | 17.04 | 7.8 | 130 | 15.11 |
| L33-1 | 6.45 | 1500 | 19.97 | 150 | 6.4 | 17.37 |
| L34-1 | 6.65 | 34 | 10.03 | 5.3 | 48 | 16.41 |
| L34-2 | 5.56 | 54 | 54 | 7.7 | 110 | 13.91 |
| L35-1 | 6.2 | 58 | 58 | 6.9 | 62 | 17.39 |
| L35-2 | 5.9 | 32 | 32 | 5.51 | 36 | 10.1 |
| L36-1 | 4.7 | 30 | 30 | 4.85 | 22 | 16.79 |
| L37-1 | 5.59 | 36 | 36 | 5.2 | 34 | 15.63 |
| L37-2 | 6.3 | 56 | 56 | 7.5 | 160 | 15.89 |
| L38-1 | 7.4 | 340 | 340 | 7.8 | 160 | 13.35 |
| L38-2 | 6.46 | 100 | 100 | 7.65 | 120 | 16.93 |
| L39-1 | 5.72 | 50 | 50 | 6.3 | 46 | 11.18 |
| L40-1 | 7.75 | 48 | 48 | 7.8 | 120 | 16.12 |
| L40-2 | 5.6 | 30 | 30 | 5.75 | 34 | 14.57 |
| L43-1 | 7.4 | 160 | 160 | 7.85 | 130 | 14.58 |
| L43-2 | 6.5 | 60 | 60 | 7.2 | 110 | 13.56 |

| | | | | | | |
|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| L44-1 | 7.68 | 100 | 100 | 7.8 | 160 | 17.27 |
| L45-1 | 6.4 | 78 | 78 | 6070 | 64 | 13.91 |
| L46-1 | 5.75 | 30 | 30 | 5.05 | 28 | 10.64 |
| L47-1 | 6.6 | 420 | 420 | | | |
| L48-1 | 5.21 | 30 | 30 | 7.2 | 60 | 15.8 |
| L48-2 | 6.1 | 30 | 30 | 5.5 | 34 | 14.25 |
| L49-1 | 5.98 | 30 | 30 | 6.3 | 36 | 11.91 |
| L49-2 | 5.3 | 56 | 56 | 5.7 | 28 | 10.05 |
| L50-1 | 7.7 | 100 | 100 | 7.9 | 92 | 19.28 |
| L51-1 | 6.9 | 40 | 40 | 6.96 | 52 | 12.47 |
| L52-1 | 6.3 | 50 | 50 | 7.9 | 66 | 15.05 |
| L53-1 | 6.6 | 50 | 13.14 | 7.95 | 90 | 21.36 |
| L53-2 | 8.02 | 100 | 16.25 | 7.7 | 780 | 20.31 |
| L55-1 | 7.52 | 140 | 15.31 | 8.15 | 110 | 15.07 |
| L57-1 | 6.7 | 46 | 17.71 | 6.8 | 54 | 15.61 |
| L58-1 | 8.05 | 120 | 17.13 | 8.6 | 160 | 16.97 |
| L59-1 | 8.4 | 150 | 20.32 | 7.1 | 76 | 18.39 |
| L61-1 | 8.1 | 110 | 21.01 | 8.5 | 120 | 20.13 |
| L61-2 | 8.3 | 150 | 20.25 | 8.59 | 110 | 19.3 |
| L62-1 | 6.9 | 60 | 16.52 | 6.2 | 56 | 18.93 |
| L62-2 | 6.54 | 52 | 13.53 | 6.5 | 50 | 11.99 |
| L63-1 | 8.35 | 110 | 21.31 | 8.42 | 110 | 17.91 |
| L63-2 | 8.52 | 125 | 21.84 | 8.39 | 110 | 20.16 |

Bloc II

| | | | | | | |
|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| L3-1 | 6.3 | 100 | 16.66 | 6.6 | 48 | 13.56 |
| L5-1 | 7.02 | 70 | 19.14 | 7.3 | 130 | 19.28 |
| L5-2 | 7.9 | 150 | 20.61 | 7.78 | 120 | 18 |
| L6-1 | 5.5 | 40 | 23.15 | 5.88 | 36 | 22.14 |
| L6-2 | 7.84 | 160 | 24.84 | 6.65 | 38 | 18.16 |
| L6-3 | 6.85 | 40 | 19.54 | 6.05 | 84 | 17.72 |
| L6-4 | 5.98 | 40 | 16.83 | | | |
| L7-1 | 6.7 | 54 | 19.97 | 7.1 | 94 | 16.17 |
| L7-2 | 6.75 | 76 | 18.45 | 7.8 | 150 | 19.5 |
| L8-1 | 5.95 | 42 | 17.32 | 5.86 | 24 | 19.7 |
| L8-2 | 8.2 | 200 | 18.25 | 8.3 | 120 | 16.53 |
| L8-3 | 6.8 | 36 | 20.02 | 6.75 | 110 | 18.47 |
| L8-4 | 5.6 | 32 | 23.48 | 6.2 | 14 | 24.76 |
| L9-1 | 8.15 | 260 | 18.32 | 6.2 | 78 | 19.96 |
| L9-2 | 6.3 | 36 | 25.6 | 8.4 | 110 | 19.64 |
| L9-9 | 6.7 | 30 | | | | |
| L12-1 | 7.26 | 48 | 17.54 | 8.4 | 170 | 19.25 |
| L13-1 | 6.37 | 34 | 23.48 | 5.9 | 26 | 16.32 |
| L14-2 | 6.8 | 40 | 19.92 | 6.64 | 46 | |
| L18-1 | 5.85 | 20 | 24.57 | 6.05 | 28 | 14.89 |
| L19-1 | 8.6 | 130 | 21.62 | 9.4 | 200 | 21.7 |
| L22-1 | | | | 7.9 | 72 | |

Bloc III

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-------|------|------|-------|
| L2-1 | 6.2 | 110 | 22.02 | 7.3 | 5.88 | 36 |
| L2-2 | 7.9 | 150 | 19.93 | 7.78 | 120 | 18 |
| L10-1 | 6.1 | 30 | 22.66 | 5.88 | 36 | 22.14 |

Blov IV

| | | | | | | |
|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|
| L2-1 | 7.75 | 140 | 22.11 | 8.02 | 2.5 | 17.61 |
| L10-1 | 6.6 | 52 | 14.21 | 7.75 | 64 | 17.05 |