



Effet d'un dispositif biomécanique sur la récupération des sols salés et la culture du riz dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum à Ndoff (Sénégal).

Cheikh Ahmeth Tidiane SEYE* (1), Elhadji FAYE (2), Abou THIAM (1), François MATTY (1) et Bienvenu SAMBOU (2)

1 Laboratoire de Science du Sol, Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal.

2 Institut Supérieur de Formation Agricole Rurale, Université de Thiès (UT), BP 967, Thiès.

* Correspondance, e-mail : cheikhseye88@yahoo.fr.

Original submitted in on 6th September 2018. Published online at www.m.elewa.org on 31st October 2018
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v130i1.4>

RESUME

Objectif : La salinisation est l'un des principaux facteurs de dégradation chimique des sols au Sénégal. Les terres salées de la zone du Sine Saloum augmentent constamment et représentent environ 33% des terres émergées, selon Chauvin (2013). Pour faire face à cette contrainte, la présente étude expose les effets d'un dispositif biomécanique sur les sols salés et la culture du riz à Ndoff dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum.

Méthodologie et résultats : Le dispositif expérimental est en split plot avec 3 répétitions. Le facteur principal est l'espèce de reboisement (fixation des diguettes) avec 3 variantes (*Gossypium hirsutum* L. (GH), *Andropogon gayanus*. Kunt. (AG) et un témoin). Le facteur secondaire est la variété de riz avec 3 variantes (« Rock 5 », « WAR 77 » et « Diayi »). Le nombre de répétitions est de 3. La caractérisation des sols du site expérimental a permis d'identifier un seul type de sol qui est hydromorphe minéral, salé, sulfaté acide, sur matériau sableux alluvio-colluvionnaire. Une baisse significative de la conductivité électrique (CE) et une augmentation du pH montrent que le dispositif biomécanique mis en place a fortement amélioré les caractéristiques physico-chimiques du sol. La variété locale de riz Diayi, en présence d'une plantation de *G. hirsutum* L. (GH) sur les diguettes, a obtenu la moyenne la plus importante pour le nombre total de tiges productives, le nombre de plants avec épis et la longueur des épis. Le rendement grain de la première campagne a été nul à cause d'un déficit pluviométrique mais celui de la biomasse a été encourageant (10,96 t.ha⁻¹).

Conclusion et application des résultats : Ainsi, l'aménagement biomécanique des sols, accompagné d'une bonne fertilisation organo-minérale et de bonnes pratiques culturales et d'un choix de variétés adaptées est un procédé efficace pour la récupération et valorisation des terres salées dans la vallée de Ndoff. Toutefois, cette expérience mériterait d'être menée avec d'autres variétés de riz améliorées à cycle court.

Mots clés : Fatick, Ndoff, salinité, acidité, biomécanique, récupération, riz

ABSTRACT

Objective: The main factors of chemical soil degradation in Senegal is salinization (Sadio 1991). The saline lands of the Sine Saloum area are constantly increasing and represent about 33% of the land surface, according to Chauvin (2013). To address this constraint, the present study exposes the effects of biomechanical design on saline soils and rice cultivation in the Sine-Saloum fluvio-marine basin.

Methodology and results: The experimental design is a split plot with the species factor of small bunds fixation with three variants (main factor) and the variety factor with three variants (secondary factor). The three rice varieties used are: Diayi (local variety), the War 77 and Rock5 (new varieties). The three plant species for fixing the bunds are: *Gossypium hirsutum* L. (GH), *Andropogon gayanus*. Kunt (AG) and *Vetiveria zizanioides* L. (VZ). The number of repetitions is 3. The results of the experimental site soil characterization revealed that the ground on which the test was conducted is a mineral, salty, acid, sulfated hydro-morph soil, on sandy alluvial-colluvial material. A significant decrease in the electrical conductivity (EC) and an increase in pH show that the established biomechanical device has greatly improved the physical and chemical soil characteristics. Local rice variety (Diayi) in the presence of a plantation of *G. hirsutum* L. (GH) on the bunds, received the largest average for the total number of productive suckers, the number of plants with ears and the length of the ears. The grain yield of the first season was zero because of a rainfall deficit but that of the biomass was encouraging (10, 96 t.ha⁻¹) Thus, soil biomechanical design, accompanied by a good organo-mineral fertilizers and good agricultural practices is an effective method for the reclamation and valorization of saline lands. However, this experience deserves to be experienced with other short cycle improved rice varieties.

Keywords: Fatick, Ndooff, salinity, acidity, biomechanics, recovery, rice.

INTRODUCTION

La salinisation et l'acidification des terres sont des contraintes majeures pour la riziculture qui occupe une place importante dans l'économie du Sénégal (Diaw, 2000). Elles affectent environ 33 % des terres émergées de la région de Fatick selon Chauvin (2013). La production mondiale de riz est dominée par l'Asie avec 91 % suivie de l'Amérique 3,6 % et de l'Afrique 2,9 % (Ahmadi et al., 2014). Le riz est une des principales cultures céréalières qui constitue la base alimentaire de près du tiers de la population mondiale (FAO, 2012). Environ 140 millions d'hectares sont consacrés à la culture du riz dans le monde (FAO, 2012). Le riz est une denrée très consommée au Sénégal. Il est cultivé

sur toutes les positions topographiques, et notamment dans les bas-fonds où le potentiel de rendement estimé entre 5 et 6 t.ha⁻¹ est supérieur à celui des plateaux qui est de l'ordre de 2 à 3 t.ha⁻¹ (Sow, 1996). La riziculture pluviale occupe plus de la moitié du potentiel de terres rizicultivables (Ndiaye, 2013). Cette riziculture est très touchée par la salinisation surtout dans le bassin du fleuve Sine-Saloum particulièrement la région de Fatick (Sadio, 1991). La présente étude cherche à étudier les effets du dispositif biomécanique sur les sols salés et la culture du riz à Ndooff dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude : Le village d'intervention est Ndooff. Il est situé dans la partie Est de la commune rurale de Loul Sessène, région de Fatick. Le site d'étude se trouve dans le domaine fluvio-marin du Sine- Saloum (200 000 hectares). Les coordonnées géographiques du village sont 14°15' 3,37" de latitude nord et 14°24' 39,90" de longitude ouest. La pluviométrie moyenne se situe entre 500 et 600 mm avec des températures moyennes

oscillant entre de 20 à 35°C (ISRA, 2002). La longueur moyenne de la saison des pluies qui débute en juin et se termine en octobre est de cent (100) jours. Les sols ferrugineux et les sols halomorphes ou «tannes» sont les grands types de sol rencontrés dans la zone (Diangar, 2006)

Matériel végétal : Trois (03) variétés de riz et trois (03) espèces végétales de fixation des diguettes ont été

utilisées pour l'essai variétal. Il s'agit d'une variété locale et de deux variétés améliorées. Ainsi, dans le site d'expérimentation de Ndoff, la variété locale proposée de manière consensuelle par les producteurs de riz est la variété « Diayi ». Les variétés améliorées choisies par l'équipe de recherche sont « Rock 5 » et « War 77 ». La « Rock 5 » est une variété à cycle long, résistante à la salinité et aux insectes (ISRA, 2012). Elle présente une forte sensibilité à l'égrenage avec un rendement potentiel en grains de 5 t.ha⁻¹. La « War 77 » est également une variété à cycle long, résistante à la salinité et aux maladies comme la pyriculariose. La variété « War 77 » est sensible à l'acidité, son potentiel de grain rendement est de 2 à 3 t.ha⁻¹ et son poids des 1000 graines est de 27 grammes (ISRA, 2012). En outre, sur la digue principale marquant le pourtour du dispositif expérimental en split plot est planté *Vetiveria zizanioides*, et autour des diguettes, *Gossypium hirsutum* et *Andropogon gayanus*. ont été utilisées comme matériel végétal.

Dispositif et conduite de l'essai

Prélèvement d'échantillons de sols dans les parcelles : Les caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés ont été déterminées au laboratoire. Les échantillons de sols ont été prélevés à l'aide d'une tarière. Toutes les parcelles élémentaires aménagées (09) et les témoins hors du dispositif ont fait l'objet de prélèvements avant semis et après récolte (0-25 cm) ce qui fait total 24 échantillons. Après ce sondage dans les 25 premiers cm, une analyse du sol dans tout son profil a été effectuée. Les résultats des analyses et ceux de l'étude morphologique ont permis de déterminer les caractéristiques physico-chimiques exactes du sol sur lequel repose l'essai. En effet, un échantillon composite de sol a été recueilli au niveau de chaque parcelle prospectée. Il s'agit de Six (06) prélèvements élémentaires suivant les diagonales mélangées soigneusement à l'aide d'une bassine afin d'obtenir cet échantillon composite (Brady, 2014).

L'emplacement des fosses pédologiques, le fonçage et la description des profils pédologiques : L'emplacement a été défini suivant la topovariance dans la tanne enherbée en tenant également en compte la couverture végétale et la géomorphologie. Deux fosses (02) pédologiques ont été creusées au niveau de la zone, l'une sur terrasse basse dans la tanne enherbée et l'autre en terrasse haute dans la tanne arbustive. Chaque fosse a une longueur de 1,5

m, une largeur de 1 m et une profondeur de 1,5 m. Tous les horizons de chaque profil ont été prélevés à l'aide d'un piochon. La description des caractères morphologiques et biologiques des profils pédologiques a été effectuée pour les paramètres suivants : la couleur, la matière organique, l'humidité, la texture, la structure, la porosité, la consistance du matériau, les traces d'activité biologique, les racines et les inclusions (photo 1). La synthèse de toutes ces informations a permis de donner une proposition de classification du sol étudié. Cette classification sera confirmée ou infirmée après exploitation des données d'analyse des sols.

Conduite culturale : elle a été réalisée avec les producteurs. Après préparation du sol, la fumure organique (fumier) a été apportée (250 kg/parcelle). Le labour traditionnel a été fait à l'aide d'un « Gobby ». Avant l'enfouissement et le nivellement du sol, un apport d'engrais minéral a été appliqué à la dose de 150 kg/ha. Le semis a été effectué manuellement suivant des écartements de 50 cm entre les lignes et sur la ligne. Aucun traitement phytosanitaire n'a été réalisé. La lutte contre les mauvaises herbes a été manuelle. En ce qui concerne l'entretien des cultures, le démariage a été effectué 15 jours après la levée (JAL) avec 4 plants par poquet. Un premier sarclage a été fait 7 JAL et un 2ème à 15 JAL.

Le dispositif expérimental : Le dispositif expérimental est un split plot. Le facteur principal est l'espèce de reboisement (fixation des diguettes) et le facteur secondaire est la variété de riz. Les variables de levée, de survie, de croissance et de production ont été suivies. Le dispositif expérimental est constitué de 3 répétitions (Rep1, Rep2 et Rep3), chaque répétition comprend 3 parcelles et chaque parcelle est constituée de 3 sous-parcelles ou parcelles élémentaires. La parcelle expérimentale est un carré de 54 m de côté ce qui équivaut à une superficie de 2916 m². Chaque variété occupe une sous-parcelle de 5 m x 15 m soit une superficie de 75 m². Chaque parcelle comprend 26 lignes avec des écartements de 0,5 m entre les lignes et 0,5 m sur les lignes. Ce dispositif expérimental est entouré par une grande diguette d'une hauteur de 60 cm. L'expérimentation a pour but de tester la performance des variétés « Rock 5 » et « War 77 » (variétés améliorées) et « Diayi » (variété locale) en milieu salé et identifier ainsi la ou les variété(s) la ou les plus adaptée(s).

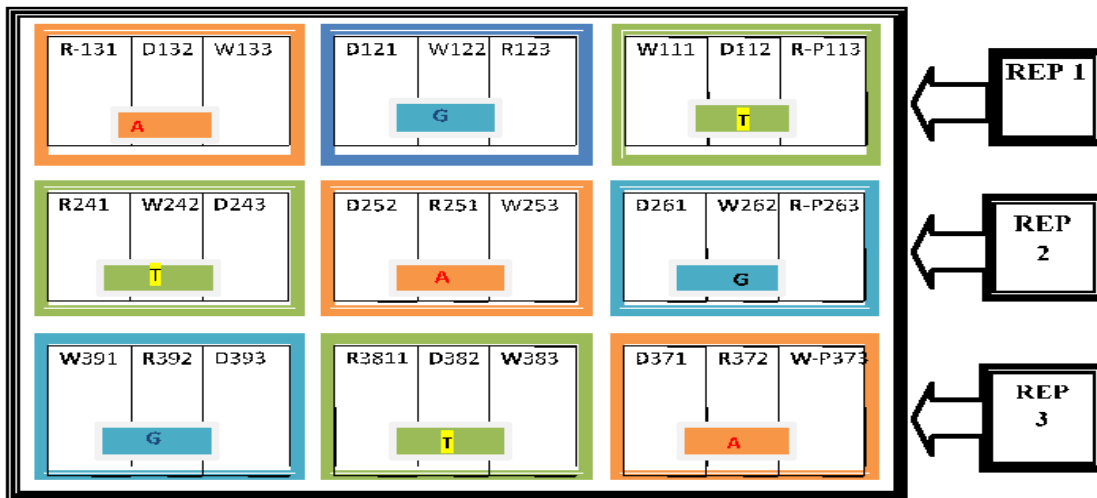






Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental pour la culture du riz

-  La digue principale avec *Vetiveria zizanioides*
-  Les parcelles à *Andropogon gayanus*.
-  Les parcelles témoins
-  Les parcelles à *Gossypium hirsutum*

R : Rock 5
D : Diayi
W : War 77

A : *Andropogon gayanus* ; G : *Gossypium hirsutum* ; T : Témoin

W111 : War 77 dans la répétition 1, parcelle 1 et sous parcelle 1

Analyse statistique : Le logiciel Statistix 8.1 a été utilisé pour les analyses de variance afin de vérifier l'existence ou non de différences significatives entre les traitements. Une comparaison de moyennes a été réalisée pour identifier les traitements significativement différents, grâce au test de Turkey et LSD (Least Significant Difference) au seuil de 5 %. Les variables agronomiques mesurées sur le riz sont : le taux de

levée (TL), l'état des plants (vert, jaune, mort), la hauteur des plants (H), la longueur des épis (LE), le nombre total de talles (NTT), le nombre total de talles productives (NTTP), le nombre total de talles axillaires (NTTA), le nombre de plants avec épis (NPE) et le poids de la matière sèche (PMS). Les paramètres du sol sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Paramètres du sol analysés

Variables	Méthode
Conductivité Électrique (CE)	Extrait aqueux 1/5, soit 30 g de « terre fine » mélangée à 150 mL d'eau distillée bouillie puis refroidie à 25 °C. Elle est déterminée sur un conductimètre à mesure directe.
Granulométrie	Méthode dite « pipette de Robinson ». La méthode est basée sur la différence de vitesse de sédimentation entre les particules légères et les plus lourdes. Les fractions fines (argiles et limons) sont atteintes par des mesures de sédimentation, tandis que les fractions grossières (sables grossiers, moyens et fins) sont isolées par tamisage sur des tamis normalisés.
pH eau	Electrométrie sur l'extrait aqueux 1/2,5 soit 20 g de « terre fine » mélangée à 50 mL d'eau distillée, bouillie et refroidie. Le pH est déterminé sur un pH-mètre à lecture directe
pH KCl	La mesure du Ph KCl se fait sur une solution saline obtenue après addition de 3,75 g de chlorure de potassium KCl dans la suspension ayant servi à la détermination du pHeau. La valeur obtenue est le plus souvent inférieur à celle donnée par la mesure du pHeau et exprime la capacité des ions K ⁺ à se substituer aux ions H ⁺ . Il est déterminé sur un pH-mètre à lecture directe.
Carbone total	Walkley-Black modifiée avec un dosage par colorimétrie au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 600 \mu\text{m}$.
Azote total	Méthode Kjeldahl modifiée. L'ammonium est déterminé au spectrophotomètre UV Vis 6705 à la longueur d'onde $\lambda = 660 \text{ nm}$.
Phosphore assimilable	Bray I
Capacité d'Échange Cationique (CEC).	La méthode au chlorure cobaltithexamine. Après lessivage avec une solution de lanthane, ils sont dosés par absorption atomique pour les cations métalliques (Ca ²⁺ et Mg ²⁺) et par photométrie à flamme pour les cations sodi-potassiques (Na ⁺ et K ⁺). Le dosage de la CEC s'effectue par colorimétrie automatique de l'ion ammonium au Dichloroisocyanurate de Sodium.
Paramètres calculés	
Le rapport C/N	Calculé
Indice de Stabilité Structurale	Calculé par la formule suivante selon Pieri, cité par (Dugué. et al., 2002) : $St = (MO \% * 100) / (A+L) \%$. Quand la structure devient trop instable, les rendements s'effondrent. La structure serait dégradée pour $St < 5$ et bonne pour $St > 9$.

RÉSULTATS

Les données du sol ayant abrité l'essai

Synthèse des caractéristiques morphologiques et analytiques du sol :

La prospection pédologique dans le site a permis d'identifier une seule unité de sol (US) : Sol hydromorphe minéral, salé, sulfaté acide, sur matériau d'ensemble sableux alluvio-colluvionnaire. Ce type de sol est recouvert d'un tapis herbacé essentiellement constitué de *Eragrostis squamata*, *Leptadaenia hastata* et *Spermacoce verticillata*. Le profil du sol présente quelques plages à orientation verticale de couleur jaune-citron et ocre jaune en semi-profondeur et en profondeur. Le sol est caractérisé par un horizon humifère à peu humifère dans les horizons superficiels. Il est victime d'un éboulement du matériau en profondeur. Dans la première moitié du profil, on note la présence d'un horizon ocre-rougeâtre et ocre-

jaunâtre (forte accumulation d'oxyde de fer) ce qui dénote de la pédogenèse complexe de ce sol. Le matériau sableux dunaire a beaucoup influencé la mise en place de ce sol. Il présente une texture d'ensemble sableuse (92,2 %) à dominance de sables moyens (84,15 %). La structure de ce sol est très dégradée ($st = 1,005$). Ce sol, situé en terrasse basse, est très salé dans l'ensemble du dispositif au niveau des 25 premiers cm ($CE = 4,013 \text{ mS/cm}$) et très acide ($pH_{\text{eau}} = 4,3$). Cependant, le sol devient moins salé ($CE = 1,6 \text{ mS/cm}$) et moins acide ($pH_{\text{eau}} = 4,5$) en profondeur. Il est très pauvre en matière organique (0,08 %). Cette dernière se minéralise très lentement car le rapport C/N est très élevé (26,7). Un taux moyen de phosphore assimilable est noté (45 ppm). C'est un sol moyennement pourvu en azote (0,2 ‰). En revanche,

il est bien pourvu en potassium (3,66 meq/100g de sol). La capacité d'échange cationique (CEC) est jugée très faible (3,5 meq/100g de sol) tandis que le taux de sodium échangeable (ESP ou Na^+100/T) du sol est en moyenne de 9,15 % ce qui signifie le sol est menacé par le processus de la salinisation. En outre, un taux de saturation en bases très élevé a été noté (244,10 %) ce qui veut dire le sol est trop saturé en bases. L'analyse des équilibres entre les principaux éléments nutritifs du sol a donné un rapport de 1/3,55

pour K/Mg. Ce rapport entre les teneurs en K/Mg indique un excès en magnésium dans le sol. Cependant, la valeur absolue k/Ca indique un excès du potassium par rapport au calcium. Ainsi, l'excès du potassium dans ce milieu par rapport aux teneurs en Magnésium et calcium pourrait nuire la nutrition minérale de la plante du riz Mg et Ca. La valeur élevée du taux de saturation en bases serait due aux fortes teneurs du sol en potassium. C'est un sol très saturé en bases notamment en K^+ .

Seye et al., J. Appl. Biosci. 2018 Effet d'un dispositif biomécanique sur la récupération de sols salés et la culture du riz dans le bassin fluviomarain du Sine-Saloum à Ndoff (Sénégal).

Tableau 2 : Résultats des analyses du sol (0-25cm)

Répétitions	Espèces	Avant semis																		
		pH		CE	Matière organique				Bases échangeables						Granulométrie (%)					
		pH eau	pH KCl	CE (µS/cm)	P ₂ O ₅ (ppm)	C %	Nt %	C/N	Ca ²⁺ meq/100g	Mg ²⁺ meq/100g	Na ⁺ meq/100g	K ⁺ meq/100g	S meq/100g	T meq/100g	V %	Argile	Limons	sables fins	Sable moyen	Sable grossier
1	T	4,30	4,10	2252	18,93	3,49	0,12	28,59	6,59	1,14	0,17	2,73	10,63	2,74	387,39	3,07	2,83	1,06	87,35	5,45
1	GH	4,40	4,10	2545	12,45	4,37	0,16	27,29	1,86	1,83	0,53	2,72	6,94	3,11	222,88	3,30	2,85	1,40	85,85	6,30
1	AG	4,40	4,10	1980	10,96	4,64	0,19	24,17	1,14	0,54	0,45	2,67	4,80	3,06	156,88	3,22	3,33	1,45	86,95	5,20
1	TH	4,00	4,00	4590	19,00	3,38	0,12	28,15	6,80	1,60	0,69	6,79	15,87	5,49	289,30	6,80	3,97	1,85	82,30	5,30
2	T	4,30	4,00	6239	8,97	5,30	0,22	27,60	3,23	1,84	0,22	1,31	6,60	3,22	205,13	4,10	3,92	1,30	84,90	6,20
2	AG	4,20	4,10	3244	10,46	4,15	0,17	24,39	1,97	1,22	0,12	1,29	4,61	3,27	140,86	4,37	3,00	1,90	85,90	5,25
2	GH	4,30	4,10	3686	14,44	3,76	0,16	23,96	2,28	1,64	0,33	5,55	9,80	3,22	304,48	4,42	3,13	1,35	83,25	8,00
2	TH	4,30	4,10	3078	14,44	4,75	0,17	28,11	1,18	1,51	0,25	3,43	6,36	3,96	160,74	4,85	2,95	2,50	81,85	7,85
3	GH	4,30	3,80	4996	16,44	4,59	0,16	28,84	2,75	1,16	0,28	3,43	7,61	2,69	282,94	5,95	3,85	2,15	79,80	8,80
3	T	4,40	4,10	3573	20,42	4,75	0,17	27,95	2,74	1,71	0,24	6,79	11,49	4,80	239,27	5,42	2,90	1,15	84,95	5,95
3	AG	4,50	4,10	6086	10,46	6,12	0,22	28,48	3,73	2,57	0,28	3,81	10,39	2,80	371,74	5,05	3,50	1,65	83,80	6,30
3	TH	4,20	4,10	5891	9,46	5,25	0,19	28,05	0,88	1,73	0,27	3,49	6,37	3,80	167,69	5,22	3,53	1,30	82,60	7,70
Après récolte																				
1	T	5,10	5,00	2171	35,92	3,99	0,51	7,91	6,59	1,14	0,17	2,73	10,63	3,11	341,45	3,07	2,83	1,06	87,35	5,45
1	GH	5,20	4,90	1880	42,50	3,16	0,20	15,64	1,14	0,54	0,05	2,72	4,45	3,06	145,51	3,30	2,85	1,40	85,85	6,30
1	AG	5,30	5,00	4078	77,22	6,08	0,28	21,89	1,86	1,83	0,42	2,67	6,77	2,74	246,88	3,22	3,33	1,45	86,95	5,20
1	TH	5,10	4,90	2852	24,54	4,83	0,18	27,32	6,80	1,60	0,69	6,79	15,87	5,49	1404,2	6,80	3,97	1,85	82,30	5,30
2	T	5,30	4,90	3558	50,28	3,99	0,28	23,48	1,14	1,84	0,22	1,31	6,60	3,22	205,13	4,10	3,92	1,30	84,90	6,20
2	AG	5,20	4,80	2125	38,91	3,16	0,21	19,65	0,54	1,22	0,12	1,29	4,61	3,27	140,86	4,37	3,00	1,90	85,90	5,25
2	GH	5,30	5,00	1941	43,10	6,08	0,20	28,04	1,83	1,64	0,33	5,55	9,80	3,22	304,48	4,42	3,13	1,35	83,25	8,00
2	TH	5,00	4,70	1768	28,14	2,98	0,25	11,81	1,18	1,51	0,25	3,43	6,36	3,96	160,74	4,85	2,95	2,50	81,85	7,85
3	GH	5,30	5,10	2757	37,71	4,41	0,38	11,65	1,71	1,71	0,28	3,16	7,89	2,69	293,42	5,95	3,85	2,15	79,80	8,80
3	T	5,30	4,90	2135	43,10	4,35	0,15	28,73	2,57	2,57	0,42	7,17	12,73	2,80	1698,2	5,42	2,90	1,15	84,95	5,95
3	AG	4,80	5,00	4610	68,24	6,20	0,23	27,29	1,16	1,16	0,28	3,81	6,41	4,80	681,48	5,05	3,50	1,65	83,80	6,30
3	TH	5,00	4,70	2662	55,07	5,01	0,20	24,79	0,88	1,73	0,28	3,49	6,38	3,80	167,90	5,22	3,53	1,30	82,60	7,70

Tableau 3: Résultats des analyses du profil du sol

Noms	horizons (cm)	CE (µS/cm)	pH eau	pH KCl	P (ppm)	Carbone total (%)	Azote total (%)	C/N	Argiles (%)	Limons (%)	sables fins (%)	Sables moyens (%)	Sables grossiers (%)
SSP2	0-15	1515	4,7	4,6	22,748	3,635	0,303	12	4,15	4,02	1,4	83,15	8
SSP2	15-55	740,1	4,6	4,3	10,177	0,775	0,09	8,59	4,62	1,45	0,45	87,65	5,6
SSP2	55-130	1694	4,4	4,2	1,197	0,656	0,252	2,6	8,12	2,43	1,55	74,4	12,8
SSP2	130-150	1776	4,4	4,2	0,599	0,656	0,085	7,7	7,65	1,6	1,35	76,5	12,3

Dynamique des paramètres physico-chimiques du sol avant semis et après récolte : L'analyse de variance a été appliquée à toutes les variables du sol. Seule la capacité d'échange cationique a présenté des

effets significatifs en fonction des espèces de fixation des diguettes. La conductivité électrique et le pH eau ont par contre révélé des effets significatifs en fonction de la période (avant semis et après récolte) (tableau 4).

Tableau 4 : Analyse de variance sur les paramètres du sol

Source de variation	Variables	DDL	SC	CM	F	P
Espèces de fixation	capacité d'échange cationique (T)	3	7,894	2,631	4,390	0,022
Période	conductivité électrique (CE)	1	1,017	1,010	6,200	0,003
Période	pHeau	1	4,420	4,420	216,510	<0,001

La Conductivité électrique : Les résultats du test de comparaison de moyennes par LSD (Least Significant Difference) ont montré deux groupes homogènes A et B. Le groupe A (avant semis) a présenté une moyenne

significativement différente de celle du groupe B (après récolte). La moyenne de CE a significativement diminué dans la période après récolte passant de 4013,3 à 2711,43 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

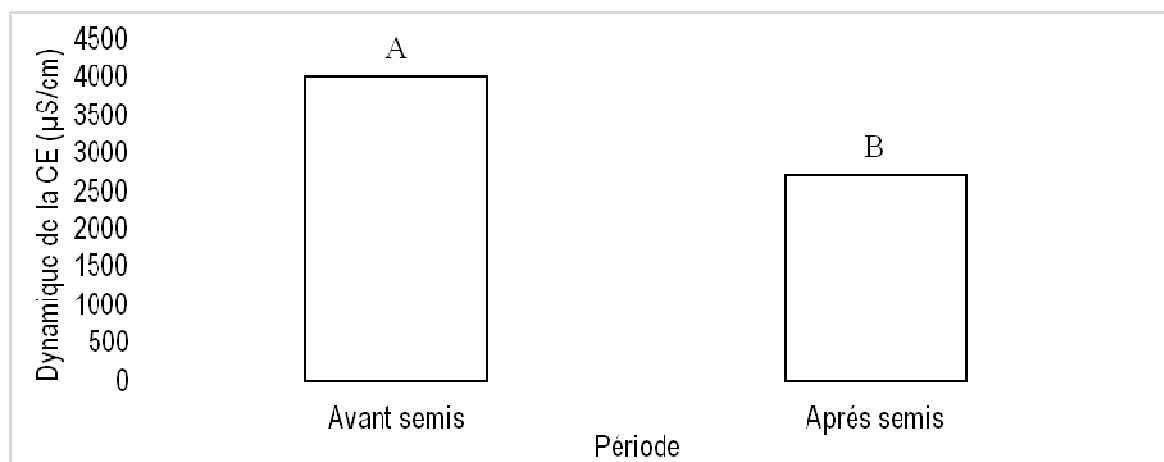


Figure 2 : Dynamique de la conductivité électrique (CE) suivant la période

Le pH_{eau} : La figure 3 montre deux périodes homogènes A et B. Le groupe homogène A (avant semis) a présenté une moyenne significativement différente de celle du groupe B (après récolte). La moyenne du pH_{eau} (4,3) très acide dans la période

avant semis a considérablement augmenté dans la période après récolte avec un pH_{eau} = 5,2 d'après le test de comparaison de moyenne par LSD (Least Significant Difference).

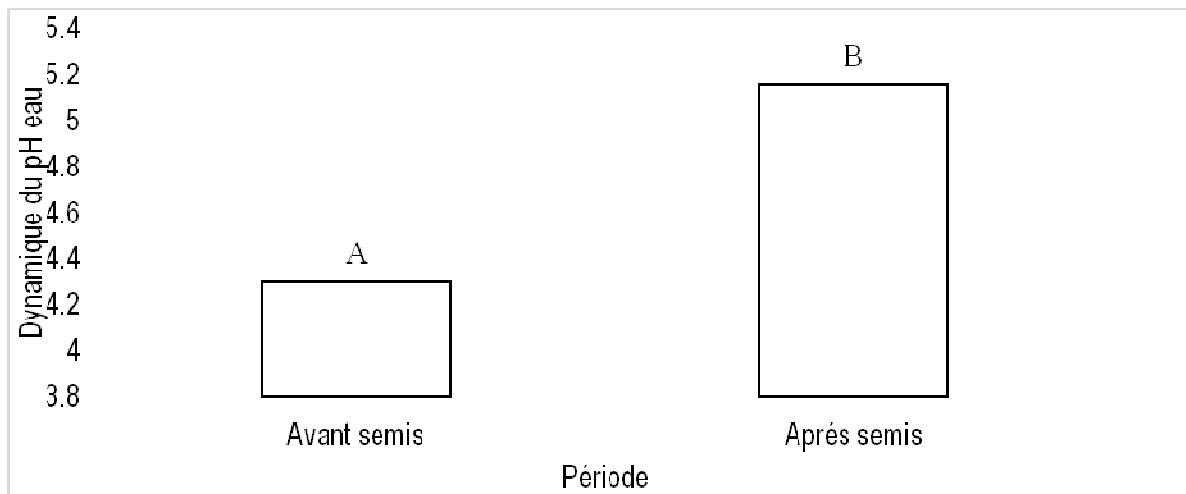


Figure 3 : Dynamique du pH_{eau} suivant la période

La capacité d'échange cationique (T) : Les résultats du test Tukey de la figure 4 ont révélé trois groupes homogènes (A et B) et un groupe intermédiaire AB. Le groupe A est représenté par le témoin hors du dispositif (TH). *Gossypium hirsutum* (GH) et le témoin (T) ont constitué le groupe B. Le groupe (AB) est représenté

par *Andropogon gayanus*. Le témoin hors du dispositif (TH) a enregistré en moyenne une capacité d'échange cationique (T) plus élevée que celle du groupe B (*Gossypium hirsutum* et le témoin) et du groupe AB (*Andropogon gayanus*).

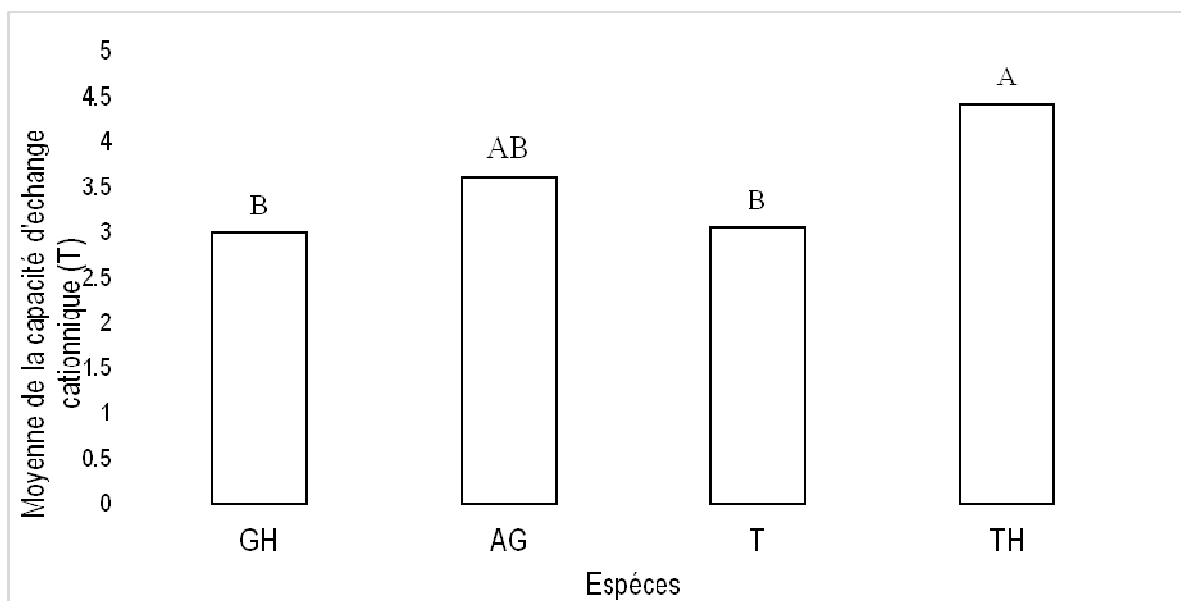


Figure 4 : Variation moyenne de la capacité d'échange cationique (T)

GH = *Gossypium hirsutum* ; AG = *Andropogon gayanus*. ; T = Témoin aménagé ; TH = Témoin hors du dispositif

Les résultats agronomiques : L'analyse de variance sur la longueur des épis, le nombre de plants avec épis, le nombre de talles productives, l'état jaune ou vert des plants a révélé des différences significatives (tableau 2). Les tests de comparaison de moyenne par Tukey ont été effectués. Le rendement (Kg.ha⁻¹) est égal à

zéro mais le poids de la matière sèche (biomasse) a été évalué bien vrai qu'il n'a pas présenté de différences significatives entre les espèces de fixation des diguettes, les variétés et leurs interactions (espèces et variétés).

Tableau 5 : Analyse de variance sur les variables du riz

Source de variation	Variables	DDL	SC	CM	F	P
Espèces de fixation	Longueur des épis	2	46,222	23,111	26,000	0,0051
Variété	Longueur des épis	2	832,570	416,290	22,170	<0,001
Aménagement*Variétés	Longueur des épis	4	272,180	68,044	3,620	0,037
Espèces de fixation	Nombre de plants avec épis	2	1684,670	842,330	28,290	0,004
Variété	Nombre de plants avec épis	2	5513,560	2756,800	61,110	<0,001
Aménagement*Variétés	Nombre de plants avec épis	4	2039,780	509,940	11,300	<0,001
Variétés	Nombre de thalles productifs	2	44,963	22,482	10,030	0,003
Espèces de fixation	Etat vert des plants	2	46,222	23,111	26,000	0,005
Espèces de fixation	Etat jaune des plants	2	60,222	30,111	11,060	0,023
Espèces de fixation	Poids de la matière sèche	2	735 139	367 569	5,000	0,082
Variétés	Poids de la matière sèche	2	290 556	145 278	1,530	0,225
Aménagement*variétés	Poids de la matière sèche	4	180 972	45 243	0,480	0,752

DISCUSSION

Il est important de rappeler que la vallée de Ndoff où est conduite l'expérimentation se situe dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum. Cette vallée est reliée à une série de marigots qui sont des affluents du fleuve Sine-Saloum. Ce bassin a connu peu d'études sur les sols. Cette présente étude a été menée à l'échelle locale pour étudier les effets du dispositif biomécanique sur les sols salés et sur la culture de trois variétés de riz (une locale et deux améliorées).

Effets du dispositif biomécanique sur les sols salés : La dynamique des caractéristiques physico-chimiques du sol : Le but visé est d'étudier l'effet du dispositif biomécanique à travers la dynamique des caractéristiques physico-chimiques du sol avant semis et après récolte. En effet, les résultats ont montré d'abord une différence significative de la Conductivité électrique (CE) du sol suivant la période. La conductivité électrique (CE) du sol a diminué suivant les deux périodes en passant de 4013,3 (avant semis) à 2711,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (après récolte). Cette baisse de la CE suivant la période serait due au dispositif biomécanique aménagé dans le site. En effet, le dispositif biomécanique a retenu d'abord les eaux pluviales et a ensuite dilué les sels de la solution du sol ce qui expliquerait cette baisse significative. Ainsi, la CE hors du dispositif est plus élevée que la CE à l'intérieur du dispositif biomécanique. Ceci est dû à un bon drainage permettant l'évacuation des sels dissouts hors du dispositif biomécanique. Ceci est en contradiction avec l'étude de Fall (2002) où la CE à l'intérieur du dispositif est plus élevée qu'à l'extérieur. En outre, après la récolte le pH eau a augmenté de manière significative suivant la période avant semis (pH = 4,3) et après

récolte (pH = 5,3). Cette augmentation du pH eau serait due aussi d'une part à l'effet important de dilution induit par le dispositif grâce à une accumulation importante des eaux de pluies. En effet, comme le dispositif a été couvert d'eau, les conditions sont devenues peu favorables pour une oxydation de la pyrite (sulfure de fer) dont l'exposition engendre l'acidification du milieu. Le dispositif biomécanique aurait donc empêché alors la libération de l'acide sulfurique responsable de l'acidification du sol dans ce milieu. Parallèlement, les résultats montrent que la capacité d'échange cationique a des effets significatifs en fonction des espèces de fixation des diguettes autrement dit elle est plus élevée hors du dispositif qu'à l'intérieur du dispositif. En effet, ceci s'expliquerait par une minéralisation importante de la matière organique suite à la mise en culture du riz. Notons que la capacité d'échange cationique dépend de la nature de l'argile et de la matière organique (l'humus). Il est important d'indiquer que toute zone mise en culture voit sa fertilité diminuer (Baize, 1988). En plus, il a été constaté à l'intérieur du dispositif que la capacité d'échange cationique (CEC) des parcelles aménagées avec *Gossypium hirsutum* (GH) est beaucoup plus élevée que celles aménagées avec *Andropogon gayanus*. (AG). Ainsi, *Gossypium hirsutum* produirait beaucoup plus de matière organique (humus) qu'*Andropogon gayanus*.

Les contraintes majeures du sol à la production rizicole : La salinisation des sols : Une forte concentration des sels en surface (0-25 cm) a été mise en évidence. Cette salinité a été appréciée à l'aide des mesures de la CE de l'extrait aqueux 1/5. Globalement, l'existence d'un gradient de salinité croissant a été noté

sur le long du profil du sol mais avec une concentration faible en semi-profondeur ; en même temps, une accumulation importante en profondeur (150 cm) a été constatée. Cette distribution des sels pourrait s'expliquer par les fluctuations de la nappe phréatique peu profonde. Sous ce rapport, les fortes concentrations de sels en surface sont dues au phénomène de remontée capillaire. La salinisation par remontée capillaire a été démontrée notamment par Marius (1985) et Sadio (1991) qui soutiennent que la salinisation des domaines fluvio-marins du Sénégal est due à l'influence marine et à la remontée capillaire. Les faibles concentrations à mi-profondeur seraient dues à l'existence d'un bon drainage hypodermique qui joue un rôle essentiel de lessivage latéral. Il existerait donc une nappe perchée saisonnière qui s'écoulerait latéralement en emportant les sels. Toutefois, une lixiviation des éléments des horizons de surface vers la profondeur à cause de la texture légère expliquerait le caractère très salé en profondeur.

L'acidification des sols : Les résultats analytiques et morphologiques du sol montrent que les différentes parcelles du dispositif en surface et en profondeur sont très acides. Les valeurs de l'acidité actuelle données par les mesures du pH eau confirment donc les hypothèses sur l'acidification des sols dans le dispositif. Ainsi, cette acidité serait due à la nature géologique du matériau. Ce dernier est riche en pyrite (FeS), dont l'oxydation donne de la jarosite (sulfate basique de fer). L'hydrolyse de la jarosite entraîne l'acidification (Sadio, 1991). En effet, en conditions anaérobies (saison des pluies), il se produit une réduction des sels sulfatés en pyrite (sulfure de fer). En saison sèche, le ressuyage du sol permet son aération et l'arrivée de l'oxygène provoque l'oxydation de la pyrite en sulfates (jarosite) avec production d'acide sulfurique. Le sol devient ainsi très acide. Ainsi, les taches ocre jaunâtres observées dans le sol témoignent de la présence de jarosite. Ceci a été démontré également par Viellefon (1971, 1973 et 1974) cité par Sène (2014) ; Marius (1985) et Sadio (1991). Ainsi, cette acidification est une contrainte majeure pour la croissance et le développement des plants car le riz se comporte mieux si le pH est compris entre 5 et 6,5 (Brady, 2014). En outre, la forte acidité constitue un facteur limitant pour la minéralisation de la matière organique (Sène et al., 2014) car elle inhibe l'activité des bactéries responsables de cette minéralisation. En somme, la solution à l'acidité pourrait être un amendement calcaïque (chaulage) et la sélection de variétés de riz adaptées et la combinaison engrais minéraux et organique (Larcharme, 2001).

Le faible taux de matière organique : Sur la terrasse basse où est installé le dispositif, les analyses ont révélé un taux de matière organique très faible en surface ainsi qu'en profondeur alors que les rapports C/N dans toutes les parcelles sont supérieurs à 20. Cela signifie que la matière organique se minéralise très lentement ; ce qui aurait dû contribuer à une forte accumulation de la matière organique d'où le caractère contradictoire entre le taux de matière organique (MO) et les valeurs du rapport (C/N). En effet, cela peut s'expliquer d'abord par le caractère hydromorphe du milieu car l'hydromorphie rend faible l'activité biologique notamment du fait des conditions d'anaérobiose et de forte teneur en acide qui y règnent (Sène et al., 2014). Ensuite, la texture sableuse est en phase avec le faible taux de matière organique du fait qu'elle facilite le lessivage de cette dernière. Ceci serait dû au caractère chimiquement peu actif du sable. Enfin, le caractère salé du site pourrait expliquer ce phénomène sachant que les sels solubles entraînent la dispersion des colloïdes (Brady, 2014).

Effet du dispositif biomécanique sur la performance des variétés de riz testées : L'objectif est de tester la performance des trois variétés de riz sous un aménagement biomécanique en milieu salé. Cependant, l'expérimentation a souffert d'une pause pluviométrique car la pluviométrie de Ndoff en 2014-2015 n'a été que de 387 mm associée à un pH très acide (4,3) et une CE très salée (4,013 mS.cm⁻¹). L'arrêt précoce des pluies a été le principal facteur limitant pour les plantes surtout pendant la période de floraison. C'est pourquoi, le rendement à l'issue de cette expérimentation est nul mais la biomasse a été évaluée. Malgré l'arrêt précoce des pluies toutes les variétés de riz ont montré un taux de levée, un nombre total de talles, une croissance en hauteur des plants et une biomasse satisfaisante. D'après l'analyse de variance, toutes ces variables n'ont pas révélé de différence significative. Cependant, la longueur des épis, le nombre de talles productives et le nombre de plants avec épis et l'état des plants (jaune ou vert) ont montré des différences significatives soit en fonction des variétés, soit en fonction de l'espèce de fixation des diguettes et de leur interaction grâce au test de Tukey. Ces résultats amènent à dire que la variété locale « Diayi » s'est mieux comportée pour ne pas dire est plus performante dans les systèmes de production rizicole de Ndoff avec le dispositif aménagé que les variétés « Rock 5 » et « War 77 ». Ceci pourrait s'expliquer par le que fait « Rock 5 » et « War 77 » n'ont pas été utilisées dans leur milieu de prédilection.

En effet, le type de sol rencontré n'est pas convenable (texture sableuse), la durée du cycle végétatif de ces variétés n'est pas appropriée car elle est longue (ADRAO, 2012). Dans l'expérimentation, c'est le choix des traitements (variétés) qui a fait défaut car au-delà du fait que ces variétés sont très adaptées en milieu

salé et acide, elles exigent un minimum pluviométrique et un sol riche en argile et en matière organique qu'on ne trouve pas dans le site d'étude. Cela montre l'importance du choix minutieux de la carte variétale dans le cadre de la récupération des sols salés à des fins agricoles (Montoroi, 1993).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Une seule unité de sol hydromorphe minéral, salé, sulfaté acide sur un matériau d'ensemble sableux alluvio-colluvionnaire a été identifiée à l'intérieur du dispositif biomécanique. L'acidité et la salinité constituent les principales contraintes à la production rizicole dans la vallée Ndoff. A cela s'ajoutent des contraintes secondaires telles que la texture légère, le faible taux de matière organique et l'excès relatif de magnésium par rapport au potassium. Ainsi, l'étude de la dynamique des paramètres du sol a révélé que le dispositif biomécanique aménagé dans le site joue un rôle déterminant sur la désalinisation et la désacidification du sol car la conductivité électrique (CE) a baissé significativement tout comme le pH_{eau} qui a significativement augmenté suivant la période avant semis et après récolte (test de comparaison de moyenne par LSD). La dynamique positive de la conductivité électrique (CE) et du pH montre que le dispositif biomécanique établi a fortement amélioré ces

deux caractéristiques physico-chimiques du sol. En outre, les 3 variétés de riz testées n'ont pas décelé de différence significative quant aux taux de levée, à la production de talles, à la hauteur des plants et à la biomasse. Cependant, 95 jours après semis, la variété locale «Diayi», proposée par les producteurs, a obtenu les meilleures moyennes sur la longueur des épis, le nombre de plants épiés et le nombre total de talles productives quand elle est associée au traitement avec *Gossypium hirsutum*. Ainsi, l'arrêt précoce des pluies a empêché toutes les variétés de boucler leur cycle végétatif. Donc, cette expérience biomécanique de récupération et de valorisation des terres salées associée à l'introduction de variétés adaptées mériterait d'être menée dans d'autres zones agricoles salées du pays ou d'autres pays avec d'autres variétés de riz introduites à cycle court comme les BG 90.2 et Dj 12 119.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahmadi N., Chaterau J. et Ouendeba B., 2014. Les céréales, in « memento », 50 p.
- ADRAO, 2012. Fiche technique de la riziculture, 16 p.
- Baize D., 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. Paris, 172 p.
- Brady N.C. & Weil R. R., 2014. The nature and properties of soils. Dorling Kindersley (India) Pvt. Ltd., fourteenth edition, New Delhi, 1046 p.
- Chauvin L., 2013. La salinisation des terres dans la région de Fatick : étendue et conséquences sur les services écosystémiques du système de production agropastoral, mémoire ISE.
- Demba F., Savoirs locaux et Conservation de l'agro biodiversité : leçons d'une expérience dans la riziculture traditionnelle dans les villages de Ndoff et de Faoye, mémoire ISE, 2012, 75p.
- Dugue P. et Gigou P., 2014. La gestion de la fertilité de la terre in « Memento » .601-614p
- Diaw N T., 2000. Evaluation au champs et au condition de salinité aux performance agro morphologiques et physiologiques de lignées de riz *Oryza sativa* L Cultivar I PONK Pao (IPK) sélectionné in vitro en présence de sel, thèse, 140 p.
- Durand J.H., Les sols irrigables. Agence de coopération culturelle et technique-conseil international de la langue française, 1983 Paris, 339p.
- Diangar S., 2006. Approche intégrée pour l'amélioration de la productivité des systèmes de cultures à base de mil dans le bassin arachidier du Sénégal. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences et Techniques/Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 152 p.
- Diop A., 1998. Salinité des sols de la moyenne vallée du fleuve du Sénégal : Zone de Mboro, aspects morphologiques et géochimiques. Mémoire Ise 77p.
- ISRA., 2012. Catalogue officiel des espèces et des variétés cultivées au Sénégal, Dakar, Sénégal, pp 60-67.
- FAO., 2012. Adapter l'agriculture au changement climatique, 20p.

- Fall.A.C.A.L., 2002. Caractérisation des états de surface des sols sulfates acides salés sous aménagements biomécaniques dans le bassin fluvio-marin du Saloum, centre ouest du Sénégal : cas de Ndiafatta. Mémoire Ise, 71p.
- Larcharme M., 2001. Quelques principes d'aménagement des rizières. 25p
- Marius C., 1985. Mangrove du senegal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement. Thèse doctorat, Université Louis Pasteur de Strasbourg, 335p.
- Massibot, J., Carles, I., 1946. Mise en valeur des tannes rizicultivables du Sine (Sénégal).AGR, Nogent-Sur-Marne, Vol 1. 451p
- Montoroi J.P., 1993. Les sols et l'agriculture dans le domaine estuarien de basse Casamance, 52-59p.
- Ndiaye, A., Faye, E.H., Toure, M. A., 2014. Effets du stress salin sur la germination des graines de *Gossypium hirsutum* L. Journal of Applied Biosciences 80:7081 – 7092.12p
- Ndiaye A., 2013. L'agriculture sénégalaise de 1958 à 2012 ; analyse systémique et prospective. Livre 224p.
- Sow M.M., 1996. Etude du comportement de deux espèces de riz (*Oryza sativa* et *Oryza glaberrima*), mémoire ENSA, 125p.
- Sadio S., 1991. Pédogenèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du sine Saloum (senegal), Thèse d'état, Orstom éditions, Dakar, 269p.
- Sène J. H., Matty F., Diatta M., 2014. Caractérisation des sols de la vallée rizicole de Tamra dans l'île de Mar, Centre-Ouest du Sénégal. International journal biological and chemical sciences 8(2): 794-810,17p.