

## COMPORTEMENT AGROMORPHOLOGIQUE EN MILIEU REEL DE LIGNEES DE RIZ *ORYZA SATIVA* L., SELECTIONNEES *IN VITRO* POUR LEUR RESISTANCE AU SEL

### AGROMORPHOLOGICAL RESPONSES IN SALINE CONDITIONS OF *ORYZA SATIVA* L. LINES, *IN VITRO* SELECTED FOR SALT RESISTANCE

Diaw-Sow Nd. T<sup>1</sup>\*, Samb P. I.<sup>2</sup>

#### Résumé

La salinisation des sols du delta du fleuve Sénégal, essentiellement due à NaCl affecte de manière notoire les rendements du riz dans cette zone. L'utilisation de variétés résistantes au sel et possédant à la fois un potentiel de rendement élevé peut participer à l'amélioration de la production.

Dans cette recherche de variétés nouvelles, la culture de tissus nous a servi d'outil de sélection. Ainsi, quinze lignées de riz développées à partir d'une même variété source I Kong Pao (IKP), et sélectionnées préalablement *in vitro* en présence de NaCl, ont été testées au champ, en condition de salinité et pendant deux saisons de culture successives.

Les résultats montrent que toutes les lignées ont accompli la totalité de leur cycle en présence de sel, tandis que cinq d'entre elles semblent améliorées par rapport à la variété source. Une lignée, TS1, se distingue de toutes les autres par son adaptabilité en milieu salé. Son rendement y est réduit de moins de 20%, ce qui la met au même rang que le témoin résistant.

#### Mots clés :

*Oryza sativa* L., variation somaclonale, résistance au sel, rendement

#### Summary

Soil salinisation in Senegal River Delta is mainly due to NaCl. Such salinization severely reduces rice yield in this zone. Improvement yield production needs the use of rice varieties that are salt resistant and have also a high yield potential.

Tissue culture is used as selection method in new varieties research. Fifteen lines of rice derived from the same variety I Kong Pao (IKP), and *in vitro* previously selected for salt resistance, are full field tested in salinity conditions and during two consecutive rice crops.

The results show that all lines accomplished their whole life cycle in saline conditions. Five of them improved compared to their source. One line, TS1, seems more resistant to salinization. Its yield decreases less than 20%, like the local resistant check.

#### Key words :

*Oryza sativa* L., somaclonal variation, salinity resistance, yield.

#### 1. Introduction

Au Sénégal, le riz est la base de l'alimentation. Le volume de sa consommation par habitant et par année est estimée à 70 kg (Nyanteng [1] ; CPSP

[2]). Après la période de sécheresse des années 1970, une grande priorité a été accordée à la promotion de la riziculture irriguée, pour atteindre l'autosuffisance et la sécurité alimentaires (Sally [3]). En

*J. Sci. Technol.* <sup>1</sup>\* Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, BP 5005 Fann-Dakar, Sénégal. E mail : [thiorosow@ucad.sn](mailto:thiorosow@ucad.sn)

<sup>2</sup> Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, (ENSA), BP A296, Thiès, Sénégal.

dépit d'une expansion des superficies irriguées, suite notamment à l'édification de deux barrages (Diama et Manantali) l'écart entre la production locale (66.330t an<sup>-1</sup>) et les besoins (709.575t an<sup>-1</sup>) (CSMR [4]), reste très important. L'écart est comblé par les importations qui contribuent de manière significative au déficit de la balance commerciale du pays.

La production rizicole sénégalaise est confrontée à plusieurs contraintes environnementales, parmi lesquelles la salinité sodique du delta du fleuve Sénégal occupe une place prépondérante (Ndiaye [5]). Dans cette zone aride, il suffit que la conductivité électrique (EC) de la lame d'eau d'irrigation atteigne 1 à 3 mS cm<sup>-1</sup> pour que le rendement du riz soit sérieusement affecté. Dingkuhn *et al.*, [6] ont noté 50% de réduction des rendements en 1992 pour une EC de 3 mS cm<sup>-1</sup>. Certaines variétés qui tolèrent le sel, présentent le plus souvent des rendements faibles (Pokkali accuse jusqu'à 60% de réduction de rendement), alors qu'à l'inverse, des variétés bien adaptées à l'aridité de la zone, sont extrêmement sensibles au sel (IR 31785 est réduite de 83%), (Dingkuhn *et al.*, [6]).

Une maîtrise durable des problèmes liés à la salinité nécessite une approche intégrée combinant l'application de techniques améliorées de gestion de l'eau et l'utilisation de variétés nouvelles présentant à la fois des caractères de résistance au sel et un potentiel de rendement élevé.

Le présent travail s'intéresse à la résistance du riz à la salinité. Il vise à évaluer, dans les conditions de riziculture irriguée dans la zone du delta du fleuve Sénégal, les performances agromorphologiques de 15 lignées de riz *Oryza sativa* L., préalablement sélectionnées *in vitro* en présence de sel. Les lignées ont toutes été développées à partir de la même variété, I Kong Pao (IKP). Il s'agissait aussi d'identifier, les lignées présentant des

caractères agronomiques plus intéressants que la source.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Matériel végétal

Les expérimentations portent sur des lignées (la lignée représente ici le résultat de l'autofécondation des plantes de riz issues de culture de tissus) de riz issues de la variété IKP, sélectionnées *in vitro* en présence de sel, au laboratoire de cytogénétique de l'Université Catholique de Louvain (UCL) en Belgique. Ces lignées proviennent de cals régénérées par embryogenèse somatique à partir de graines de IKP. Les plantes issues de ces régénérations ont donné les graines qui ont servi à la présente étude. Les 2 groupes de graines qui ont été utilisés, ont été sélectionnés différemment par Lutts [7]. Les graines du groupe 1 proviennent de plantes issues directement de culture *in vitro*, ce sont des lignées R1 selon la classification de Chaleff [8]. Ce groupe compte 7 lignées, dénommées TS1 à TS7. Les lignées du groupe 2 proviennent de plantes issues de culture *in vitro* et qui ont subi 2 cycles d'autofécondation, c'est la génération R2 (Chaleff [8]). Ce groupe compte 8 lignées de TS8 à TS15. Les quantités de graines fournies au départ par l'UCL étaient relativement faibles. Elles ont donc été autofécondées une fois, en serre, en conditions non salines. Trois variétés témoins constituent le groupe 3. La première est IKP, variété japonica, à cycle court (moins de 140 jours), largement cultivée par les paysans, au Sénégal. C'est la source des lignées à l'UCL. La deuxième, IR 31785-58-1-2-3-3- (IR 31785) variété indica à cycle court (moins de 140 jours), est le témoin ADRAO sensible. La troisième, IR 4630-22-2 (IR 4630), variété indica, à cycle long (plus de 160 jours), est le témoin ADRAO résistant. Ces trois variétés proviennent de l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI), de Los Baños aux Philippines.

Au total, nous avons introduit en champ 18 "entrées" (terme communément utilisé à l'ADRAO pour désigner les différents types de riz semés dans la même parcelle).

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Le site expérimental

Les expérimentations ont été effectuées à la station de recherche de l'Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) à Ndiaye à 37 km de St Louis. Cette zone du delta est caractérisée par deux saisons, pendant lesquelles le riz est cultivé. L'hivernage dure de juillet à novembre. Il est marqué par une humidité de l'air élevée (supérieure à 65%), de fortes précipitations et des températures de l'air comprises entre 40 (en juillet), et 22°C (en novembre). Pendant la contre-saison (de décembre à juin), l'humidité de l'air est plus faible (entre 15 et 60%), et il n'y a pratiquement pas de pluie. L'aridité s'accompagne de vents chauds et forts chargés de poussière, ce qui réduit l'efficacité de la photosynthèse. Les températures de l'air varient entre 10°C (en décembre), et 45°C (en juillet), (Dingkuhn *et al.*, [6]; Asch *et al.*, [9]).

Ndiaye fait partie d'une région côtière aride, à sols argileux constitués d'un vertisol lourd acide (pH 4,8) mais à texture homogène (40-55% d'argile, 35-45% de limon). En dessous du niveau 0,8-1,0 m d'argile, s'étend une couche engorgée de sel et d'acides composée de cristaux de gypse issus de racines de mangrove en décomposition (Le Brusq [10]). Des études lysimétriques indiquent que l'évapotranspiration dans les rizières, atteint 7 à 10 mm j<sup>-1</sup> en hivernage et 10 à 13 mm j<sup>-1</sup> en contre-saison. La percolation est faible, inférieure à 1 mm j<sup>-1</sup> et la pluviométrie peu abondante, 100-600 mm an<sup>-1</sup> (Dingkuhn. *et al.*, [6]).

### 2.2.2. Lits et mode de semis

Pendant deux saisons culturales consécutives (en contre-saison et en

hivernage 1994), les "entrées" ont été testées en conditions de salinité contrôlée. Pendant les 2 saisons, l'essai a comporté deux traitements (en eau douce et en eau salée), et trois répétitions en randomisation totale. Le traitement en eau douce est une irrigation avec de l'eau tirée par une pompe d'une rivière avoisinante, le Lampsar, bras du fleuve (la CE de l'eau du Lampsar est comprise entre 0,05 et 0,2 mS cm<sup>-1</sup>). Le traitement en eau salée est une irrigation avec de l'eau qui contient 30 mM de NaCl (EC = 3.5 mS cm<sup>-1</sup>), de manière à induire un stress suffisamment sévère mais non léthal (40 mM de NaCl), pour le riz (Dingkuhn *et al.*, [6]).

Le sel provient du grattage de résidus d'évaporation sur des sols avoisinants. Ce sel d'origine marine, reflète la composition ionique de l'eau de mer avec comme composante dominante NaCl. L'eau salée est stockée dans un bassin en argile. Chaque jour, la conductivité électrique est contrôlée. Elle est mesurée à l'aide d'un EC-Meter (Cole Palmer, Illinois), et réajustée au besoin (rajout de sel ou d'eau). L'irrigation et le drainage sont pratiqués de sorte que la concentration en sel dans chaque traitement soit respectée.

Les graines ont d'abord été semées et maintenues en pépinière pendant 30 et 20 jours respectivement en contre-saison et en hivernage. Le repiquage a été effectué dans les parcelles préalablement labourées et irriguées à l'eau douce, à raison de deux plants par poquet. L'irrigation à l'eau salée a démarré 10 jours après le repiquage pour ne pas soumettre les jeunes plants au double choc de repiquage et de salinité. Pour les deux cultures, 2 rangées de 17 poquets par "entrée" ont été plantées. Les rangées et les poquets sont distants de 20 cm alors que deux "entrées" différentes le sont de 30 cm. Les effets de bord sont annulés par le semis d'un riz ne faisant pas partie de l'essai. Des engrais ont été apportés sous forme de NPK à raison de 120-60-60 kg ha<sup>-1</sup> en deux

fractions égales appliquées en début de tallage (10 jours après repiquage) et à l'initiation paniculaire (50 jours après repiquage), afin de compenser l'élimination des éléments nutritifs par les drainages (W des filets de poteaux autour des cultures c

dressée en fonction de leur pourcentage de réduction de rendement (RR) (Asch et Dingkuhn [12]) :

- sensibles (S), RR > 60%,
- moyennement sensibles (MS), RR

**Tableau I :** Effet du sel sur les différentes "entrées" en contre saison

\*, \*\*, \*\*\* = significatif respectivement à p < 0,05, 0,01 et 0,001.

ED = eau douce ; ES = eau salée

Entrées	Biomasse sèche à maturité (g m <sup>-2</sup> )		Hauteur de la plante (cm)		Cycle à maturité (jours)		Indice de récolte (%)		Rendement (g m <sup>-2</sup> )	
	ED	ES	ED	ES	ED	ES	ED	ES	ED	ES
TS1	1578.43	1269.10	83.16*	74.71	149	155***	56.01**	45.35	809.40*	482.17
TS2	1321.01	981.18	78.32*	66.87	147***	142	57.72***	40.73	604.01***	282.41
TS3	1341.69**	994.37	80.83**	68.56	147**	142	58.33***	39.33	692.31***	288.22
TS4	1449.46*	1074.28	82.95**	69.10	147	144	58.60**	40.68	737.57**	331.83
TS5	1421.12	1030.38	80.45*	68.77	147**	142	58.66**	45.00	741.91*	366.47
TS6	1332.49*	1079.88	83.57**	69.71	148*	144	57.13***	42.40	755.37***	334.96
TS7	1232.46*	1026.75	78.73*	68.53	150	148	53.60**	41.69	596.80**	340.36
TS8	1606.06	1201.03	89.23	80.11	147*	144	57.05**	43.95	845.46*	423.94
TS9	1537.38***	1014.37	88.04**	73.52	149*	144	57.44**	43.71	793.96***	347.84
TS10	1404.14*	1093.29	87.39**	75.66	147***	142	56.95***	40.19	722.83***	316.86
TS11	1381.68*	1072.63	83.15**	68.99	145***	141	57.46***	42.58	736.05**	341.52
TS12	1408.58*	1132.39	84.37**	72.69	147***	143	56.19**	43.31	719.50**	364.82
TS13	1440.52*	930.99	88.91**	76.00	146***	143	56.71***	37.41	742.57**	257.09
TS14	1541.83*	1077.06	83.77**	69.95	147	143	57.52**	42.52	840.34**	338.70
TS15	1427.40	1099.68	84.22*	73.55	147***	141	57.94***	42.57	750.41*	358.59
IR 31785	1166.83*	672.22	75.17***	59.30	140**	130	57.81***	36.46	557.52**	123.53
IR 4630	1598.04	1629.12	111.60*	103.50	168	175***	44.01**	34.09	655.10*	470.19

**2.2.4. Calcul**

**rendement**

La réduction critère utilisé

comme réfé classification

salinité. Elle e

RR = 100 -

Plus la réduc

plus la plant

échelle de cl

leur résistanc

TS1

TS2

TS3

TS4

TS5

TS6

TS7

TS8

TS9

TS10

TS11

TS12

TS13

TS14

TS15

IKP

IR 31785

IR 4630

**Tableau II :** Effet du sel sur les différentes "entrées" en hivernage

\*, \*\*, \*\*\* = significatif respectivement à p < 0,05, 0,01 et 0,001.

ED = eau douce ; ES = eau salée

Entrées	Biomasse sèche à maturité (g m <sup>-2</sup> )		Hauteur de la plante (cm)		Cycle à Maturité (jours)		Indice de récolte (%)		Rendement (g m <sup>-2</sup> )	
	ED	ES	ED	ES	ED	ES	ED	ES	ED	ES
TS1	1240.32***	911.61	79.94*	73.95	119	120	56.14	50.41	633.63*	407.37
TS2	1045.08	970.61	87.17***	73.36	118	119	59.57***	44.25	570.78***	352.31
TS3	1024.18	841.56	88.65***	73.86	117	118	60.00***	43.18	575.69**	292.69
TS4	1063.47	1083.93	85.17***	71.11	118	116	59.79**	41.37	585.09	402.10
TS5	1129.11*	970.73	85.32**	74.58	118	118	56.53**	48.85	576.10**	422.27
TS6	1031.83	938.72	88.10**	73.53	118	118	58.79**	44.31	564.50*	360.38
TS7	1167.44**	924.07	87.48***	75.19	120	119	62.40**	47.31	688.89***	400.93
TS8	1228.26*	1015.38	90.34***	77.91	120	118	57.47	52.53	629.05***	451.00
TS9	1054.38	1006.18	92.21**	76.53	120	119	58.57***	45.74	558.63**	385.69
TS10	1108.44*	936.52	97.45**	79.21	118	117	61.75**	47.27	652.91***	386.79
TS11	1062.30	805.40	90.61**	77.56	118	117	57.49*	42.24	534.20*	286.69
TS12	1243.15	1022.42	86.56*	75.83	118	118	57.70***	46.20	654.68*	397.96
TS13	1131.23	1240.96	91.67*	78.35	118	118	56.85***	46.53	577.46	505.69
TS14	1211.64**	870.90	86.61*	78.08	118	117	56.57**	47.17	604.71**	349.86
TS15	1039.28*	828.78	92.2**	78.89	118	117	58.95***	36.47	564.49***	248.69
IKP	1185.48*	977.76	100.05***	80.89	118	118	59.83***	48.91	630.21***	398.40
IR 31785	947.04	656.16	78.96**	63.63	110	109	57.86**	45.17	486.37*	181.96
IR 4630	1031.98	973.81	103.77***	87.53	122	128**	51.60*	37.60	483.09**	319.23

**Tableau III :** Comparaison de l'ensemble des caractères agromorphologiques des lignées avec celui des témoins en contre saison et en eau salée  
2 moyennes qui n'ont pas de lettre commune sont différentes à  $p < 0,05$

Entrées	Biomasse sèche à maturité (g m <sup>2</sup> )	Hauteur de la plante (cm)	Cycle à maturité (jours)	Indice de récolte (%)	RENDEMENT (G M <sup>-2</sup> )
TS1	1269,10 b	74,71 bcd	154,67 b	45,35 a	482,17 a
TS2	981,18 b	66,87 e	142,00 d	40,73 ab	282,41 bc
TS3	994,37 b	68,56 de	141,67 d	39,33 ab	288,22 bc
TS4	1074,28 b	69,10 de	144,00 cd	40,68 ab	331,84 abc
TS5	1030,38 b	68,77 de	141,67 d	45,00 a	366,47 abc
TS6	1079,88 b	69,71 cde	143,67 cd	42,40 ab	334,96 abc
TS7	1026,75 b	68,53 cd	148,00 c	41,68 ab	340,36 abc
TS8	1201,03 b	80,11 b	144,33 cd	43,95 ab	423,94 abc
TS9	1014,37 b	73,52 cde	144,33 cd	43,71 ab	347,85 abc
TS10	1093,22 b	75,66 bc	142,00 d	40,19 ab	316,86 abc
TS11	1072,63 b	68,99 de	141,00 d	42,58 ab	341,52 abc
TS12	1132,39 b	72,69 cde	143,33 cd	43,31 ab	364,82 abc
TS13	930,99 b	76,00 bc	143,00 d	37,41 ab	257,09 c
TS14	1077,06 b	69,95 cde	143,00 d	42,52 ab	338,70 abc
TS15	1099,68 b	73,55 cde	141,00 d	42,57 ab	358,59 abc
IKP	1054,73 b	76,18 bc	143,33 cd	39,51 ab	326,09 abc
IR 31785	672,22 c	59,30 f	130,33 e	36,46 b	123,53 d
IR 4630	1622,12 a	103,50 a	175,00 a	30,75 c	470,19 ab

témoin sensible, tous les caractères ont des valeurs plus faibles que chez les lignées, sauf l'indice de récolte.

Pour IR 4630, témoin résistant, toutes les valeurs sont plus élevées, sauf le rendement qui ne présente pas de différences significatives avec les lignées.

### 3.3. Analyse de la réduction de rendement

Le rendement est l'un des critères les plus utilisés pour la sélection pour la salinité, les variétés les plus résistantes au sel ayant les rendements les moins affectés. Les tableaux IV et V présentent les rendements et les réductions du rendement. En contre-saison (tableau IV), la comparaison des lignées avec la source IKP, premier témoin, montre que celle-ci a donné 5 lignées plus résistantes qu'elle (TS1, TS5, TS7, TS8 et TS12) et une plus

sensible (TS13). Les autres lignées se comportent comme elle. La comparaison des lignées avec les témoins IR 31785 sensible et IR 4630 résistante, montre que la lignée TS1 est résistante, tandis que la lignée TS13 est sensible. Quant aux autres lignées, elles présentent un comportement intermédiaire. En hivernage (tableau V), si on compare les lignées avec la source IKP, témoin, on constate que celle-ci a donné 5 lignées moins résistantes qu'elle (TS3, TS7, TS11, TS14 et TS15). Quant aux autres lignées, elles sont aussi résistantes qu'elle. Si on compare les lignées aux autres témoins, IR 31785 sensible et IR 4630 résistantes, elles sont toutes plus résistantes que IR 31785 et 10 d'entre elles (TS1, TS2, TS4, TS5, TS6, TS8, TS9, TS10, TS12 et TS13) sont aussi résistantes que IR 4630.

**Tableau IV : Rendements et réduction de rendement en contre saison**  
R = résistant ; MR = moyennement résistant ; MS = moyennement sensible, S = sensible

Entrées	Rendement ED (g m <sup>-2</sup> )	Rendement ES (g m <sup>-2</sup> )	Réduction de rendement 100 - ES/ED*100	Classement
TS1	809.40	482.17	40.43	R
TS2	604.01	282.41	53.24	MS
TS3	692.31	288.22	58.37	MS
TS4	737.57	331.83	55.01	MS
TS5	741.91	366.47	50.60	MR
TS6	755.37	334.96	55.66	MS
TS7	596.80	340.36	42.97	MR
TS8	845.46	423.94	49.86	MR
TS9	793.96	347.84	56.19	MS
TS10	722.83	316.86	56.16	MS
TS11	736.05	341.52	53.60	MS
TS12	719.50	364.82	49.30	MR
TS13	742.57	257.09	65.38	S
TS14	840.34	338.70	59.69	MS
TS15	750.41	358.59	52.21	MS
IKP	772.11	326.09	57.77	MS
IR 31785	557.52	123.53	77.84	S
IR 4630	655.10	470.19	28.23	R

**Tableau V : Rendements et réduction de rendement en hivernage**  
R = résistant ; MR = moyennement résistant ; MS = moyennement sensible ; S = sensible

Entrées	Rendement ED (g m <sup>-2</sup> )	Rendement ES (g m <sup>-2</sup> )	Réduction de rendement 100 - ES/ED*100	Classement
TS1	633.63	407.37	35.71	R
TS2	570.78	352.31	38.28	R
TS3	575.69	292.69	49.16	MR
TS4	585.09	402.10	31.28	R
TS5	576.10	422.27	26.70	R
TS6	564.50	360.38	36.16	R
TS7	688.89	400.93	41.80	MR
TS8	629.05	451.00	28.30	R
TS9	558.63	385.69	30.96	R
TS10	652.91	386.79	40.76	R
TS11	534.20	286.69	46.33	MR
TS12	654.68	397.96	39.21	R
TS13	577.46	505.69	12.43	R
TS14	604.71	349.86	42.14	MR
TS15	564.49	248.69	55.94	MS
IKP	630.21	398.40	36.78	R
IR 31785	486.37	181.96	62.59	S
IR 4630	483.09	319.23	33.92	R

#### 4. Discussion

Nos résultats montrent que le sel agit globalement dans le sens d'une diminution des valeurs de tous les caractères étudiés à l'exception du cycle qui augmente pour IR 4630 (en contre saison et en hivernage) et pour TS1 (en contre-saison). Pour chaque caractère, le sel affecte la plupart ou la totalité des "entrées", sauf pour le cycle en hivernage où seule IR 4630 présente une augmentation. La réduction de la biomasse est significativement corrélée à la baisse du rendement. Cependant, le rendement est affecté de façon plus marquée, ce qui indique une sensibilité particulière en phase reproductrice. Quand par exemple pour IR 31785 témoin sensible, la biomasse diminue de moitié en contre-saison, le rendement diminue de quatre fois plus. Ce résultat est en conformité avec les travaux de Fageria [14], Maas [15] et Asch [16] qui rapportent que le stade reproducteur (entre l'initiation paniculaire et la floraison) est extrêmement sensible au sel. Asch *et al.*, [17] notent que les panicules des plantes sensibles accumulent plus de sel ce qui entraîne une baisse du rendement. Ceci est vérifié dans nos résultats, puisque dans les deux saisons, les plantes les plus sensibles (TS13 et IR31785 en contre-saison, TS15 et IR31785 en hivernage) ont les rendements les plus faibles.

Le comportement des lignées issues de culture *in vitro* a été analysé en milieu salé par rapport à des témoins résistant ou sensible au sel. Ainsi, en prenant le cas du rendement, toutes les lignées à l'exception d'une (TS13) sont comparables au témoin IR 4630, bien adapté au delta pour la résistance à la salinité, mais à cycle long et à paille haute. Si nous considérons la taille de la plante et la longueur du cycle, les lignées se rapprochent du témoin IR 31785, bien adapté au delta pour sa petite taille et son cycle court, mais très sensible au sel. Par rapport à la source IKP, 5 lignées (TS2, TS3, TS4, TS5 et TS11) ont

une taille plus courte. Des variétés à paille courte et à cycle court ou moyen sont recherchées dans le delta. En effet, la fréquence de vents très forts provoque la verse des variétés à paille haute et les variétés à cycle long empêchent la réussite d'une double culture de riz (en contre-saison et en hivernage), recommandée aux paysans pour augmenter rapidement leur revenu. De ce point de vue, certaines lignées semblent améliorées puisqu'elles ont un rendement comparable à celui du témoin résistant IR4630, avec une taille moins haute et un cycle plus court.

Pour ce qui est de la réduction du rendement, les lignées présentent entre elles des niveaux de réduction différents en contre-saison. La variété source IKP a donné cinq lignées plus résistantes (TS1, TS5, TS7, TS8, et TS12) qu'elle et une plus sensible (TS13). Par contre, en hivernage, toutes les lignées sont moyennement résistantes ou résistantes, à l'exception d'une, TS15, sensible. L'effet du sel est donc plus marqué en contre-saison. Asch et Dingkuhn [12], Asch *et al.*, [18 et 17] et Diaw-Sow [19] ont abouti à cette même conclusion. Ce résultat s'explique tout d'abord parce qu'en contre-saison, la transpiration est plus importante qu'en hivernage. Diaw-Sow [19] a montré que tout facteur susceptible d'augmenter la transpiration (forte évaporation, vents forts) provoque une plus grande accumulation du sel dans les plantes. Ensuite, les lessivages sont plus fréquents en hivernage grâce aux pluies, et l'humidité de l'air y est plus importante. Asch *et al.*, [9 et 18] ont montré que l'humidité de l'air joue un rôle majeur dans la régulation de la transpiration.

Le traitement salé provoque une réduction de rendement quelle que soit la saison. Cependant, certaines lignées se sont révélées plus résistantes que la source IKP. Les différences de comportement des lignées entre elles et avec IKP s'expliquent par les modifications induites

par la culture *in vitro*. Beloualy et Bouharmont [20], Qureshi *et al.*, [21] et Lutts [22] notent dans leurs travaux des améliorations grâce à la variation somaclonale induite. Par rapport à IKP, cinq lignées semblent améliorées (TS1, TS5, TS7, TS8 et TS12). Nos résultats ne montrent pas quel type de sélection *in vitro* est meilleur, puisque ces cinq lignées bien que appartenant à deux lots (7 lignées du groupe 1 et 8 lignées du groupe 2) sélectionnés différemment en laboratoire n'ont pas montré de caractères distinctifs significatifs. Cependant, la recherche de variants somaclonaux, pour être utile à l'amélioration de la résistance au sel devrait conduire à des lignées plus performantes, non seulement par rapport à la source mais surtout par rapport aux témoins (Miller *et al.*, [23]). A cet égard, la lignée TS1 comparable au témoin résistant IR 4630 se révèle particulièrement intéressante.

Le travail réalisé lors de cette étude entre dans le cadre des programmes d'amélioration de l'adaptation du riz en milieu salé menés par l'ADRAO.

L'analyse des caractères exprimés par les lignées, a permis de constater que cinq parmi les quinze sont plus résistantes au sel que la source dans les conditions les plus difficiles. Des lignées sont améliorées pour certains caractères par rapport à la source (hauteur de la plante, réduction de rendement), mais si l'on considère les témoins de référence IR 4630 résistant et IR 31785 sensible, c'est la lignée TS1 qui semble présenter les meilleures capacités d'adaptation aux conditions de l'environnement dans le delta du fleuve Sénégal. Son potentiel de rendement et sa résistance au sel la rapprochent du témoin résistant IR 4630. Sa taille moins haute et son cycle plus court que ce même témoin sont aussi des caractères recherchés dans cette zone. Elle semble, de ce fait, très prometteuse pour les systèmes de

production dans le delta du fleuve Sénégal.

## 5. Références

1. Nyanteng V. K. Rice in West Africa consumption, imports and production with projections to the year 2000. 1987. WARDA, 40 pages.
2. C.P.S.P. 1992. Rapport annuel, Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix, Dakar, Sénégal.
3. Sally H. Performance assessment of rice irrigation In the Sahel major indicators and preliminary results from Burkina Faso and Niger. Irrigated rice in the Sahel. Prospects for sustainable development. 1995. 487 pages.
4. C.S.M.R. 2002. Cellule de Surveillance du Marché du Riz, Ministère du commerce, Dakar, Sénégal.
5. Ndiaye J. P. Fertilité et fertilisation des sols de rizières dans la vallée du fleuve Sénégal. 1987. .ISRA DRPV, St Louis, Sénégal.
6. Dingkuhn M., Asch F. et Miezian K. Salt tolerance of rice varieties under irrigated conditions in the Sahel. 1992. Rapport annuel ADRAO. 4-11.
7. Lutts S. Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez *Oryza sativa* L. Variation somaclonale et stratégies d'amélioration. Mémoire de confirmation de thèse, 1992. Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgique.
8. Chaleff R. S. Genetics of higher plants. Application of cell culture. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 1981. 184 pages.
9. Asch F., Dörfflink K and Dingkuhn M. Response of rice varieties to soil salinity and air humidity: a possible



- involvement of root-borne ABA. 1995. Plant and soil **177** : 11-19.
10. Le Brusq J. Y. Etude pédologique des cuvettes de la vallée du lampsar, (région du fleuve Sénégal). Rapport ORSTOM. Dakar, Sénégal. 1980. 114 pages.
  11. Wopereis M.C.S., Diack S. and Sène J. B. Stratégies de fertilisation paysanne et rendements correspondants ; un exemple dans le delta du fleuve Sénégal. 1995. Rapport annuel ADRAO, 134 pages.
  12. Asch F. and Dingkuhn M. Effects of season on varietal responses to soil salinity. 1994. Rapport annuel ADRAO. 88-89
  13. Gouet J. P. et Phillipeau O. Analyse de variance. Comment interpréter les résultats? Collection STAT-. ITCF. Institut Technique des Céréales et des Fourrages. 1992. 47 pages.
  14. Fageria N. K. Salt tolerance of rice cultivars. 1985. Plant and Soil, **88**:237-243.
  15. Maas E. V., 1993. Plant growth response to salt stress. H. LIETH and A. AL MASOOM (eds) : Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plant, vol **1** : 279-291.
  16. Asch F. Effets de l'humidité de l'air sur la transpiration chez des variétés de riz soumises à un stress de salinité. 1995. Rapport annuel ADRAO. 106-107.
  17. Asch F., Dingkuhn M., Wittstock C. and Dörffling K. Sodium and Potassium uptake of rice panicles as affected by salinity and season in relation to yield and yield components. 1999. Plant and soil **207** : 133-145.
  18. Asch F., Dingkuhn M. and Dörffling K. Physiological stresses of irrigated rice caused by soil salinity in the Sahel. In : Irrigated rice in the Sahel. Prospects for sustainable development. 1997. 487 pages.
  19. Diaw-Sow ND. T. Evaluation au champ et en conditions de salinité des performances agromorphologiques et physiologiques de lignées de riz *Oryza sativa* L. cultivar I KONG PAO (IKP) sélectionnées *in vitro* en présence de sel. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, 2000. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.
  20. Beloualy N. and Bouharmont J. NaCl tolerant plants of *Poncirus trifoliata* regenerated from tolerant cell lines. 1991. Theor. Appl. Genet. **83** : 509-515.
  21. Qureshi J. A., Hucl and Kartha K. K. Is somaclonal variation a reliable tool for spring wheat improvement ? 1992. Euphitica **60** : 221-228.
  22. Lutts S. Etude des mécanismes de résistance à la salinité chez le riz (*Oryza sativa* L.). Variation somaclonale et stratégie d'améliorations par utilisation des cultures *in vitro*. Thèse de doctorat, 1996. Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgique.
  23. Miller D. R., Waskom R.M., Brick M.A., and Chapman P.L., 1991. Transferring *in vitro* technology to the field Biotechnology, vol. **9** : 143-146.