

CR001202



Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration
de l'Adaptation à la Sécheresse

**ETUDE DE LA CROISSANCE RACINAIRE
DE 12 GENOTYPES DE SORGHO
EN RHIZOTRON**

G. Trouche¹, A. Bretaudeau et B. Traore
¹CNRA / Sénégal et IPR / Mali

C.E.R.A.A.S. 1991
Rapport Final

1) INTRODUCTION

Dans la région Centre-Nord du Sénégal le sorgho est la deuxième céréale cultivée après le mil.

Les principales contraintes agronomiques pour la production du sorgho dans cette région sont le faible niveau de fertilité des sols et l'irrégularité des pluies occasionnant des risques élevés de sécheresse.

Le sorgho présente certains mécanismes physiologiques de résistance à la sécheresse que l'on regroupe habituellement en 3 grandes catégories :

- l'esquive
- l'évitement
- la tolérance

L'esquive réunit les mécanismes qui permettent à la plante de ne pas subir la sécheresse tels que la précocité, la plasticité du développement ou la mobilisation des **ressources** des tiges. L'évitement est la mise en action de mécanismes permettant de conserver un potentiel hydrique élevé dans les tissus foliaires lorsque la plante est soumise à un déficit hydrique ; dans cette catégorie sont placés le mode de développement racinaire, l'ajustement de la surface foliaire et la présence d'une cuticule cireuse. Enfin la tolérance représente les mécanismes qui permettent à la plante la capacité de fonctionner avec des potentiels hydriques très bas.

Les programmes de sélection développés pour l'amélioration de la résistance à la sécheresse du sorgho se sont surtout attachés à cribler le matériel végétal par rapport aux effets d'un ou plusieurs types de sécheresse sur le rendement et ses composantes. Par contre peu de schémas de sélection ont été élaborés sur la **base** d'un **criblage** pour un ou plusieurs mécanismes intervenant dans la résistance à la sécheresse cela pour plusieurs raisons: connaissance insuffisante de ces mécanismes, surtout ceux impliqués dans la tolérance, existence d'interactions complexes entre les différents caractères, faible connaissance de l'hérédité des mécanismes de résistance.

Dans l'état actuel des connaissances, la dynamique du développement racinaire peut être considérée comme un des critères de sélection les plus efficaces pour l'amélioration de la résistance à la sécheresse chez le sorgho. Dans les conditions agroécologiques de la culture du sorgho dans la région Centre-Nord du Sénégal, une variété ayant une croissance racinaire rapide aboutissant à un système racinaire à la fois profond et dense en surface représenterait l'idéotype recherche.

Cette présente étude avait pour objectif de caractériser la croissance et le profil racinaires de 12 géotypes de sorgho cultivés en rhizotrons afin d'apprécier leur adaptation à la sécheresse.

II) MATERIEL ET METHODES

1/Traitements : 12 génotypes représentant les 3 principales races botaniques cultivées en Afrique de l'Ouest :

- race caudatum : 6 génotypes dont :
 - 1 lignée sélectionnée au Burkina-Faso (ICRISAT)
 - 5 lignées du Sénégal (dont 4 lignées sélectionnées à Bambey)
- race guinée : 4 génotypes ;
 - 2 écotypes du Mali et Sénégal :
 - 2 lignées sélectionnées issues d'un programme de mutagénèse (IPR Katibougou)
- race durra : 2 génotypes dont :
 - 1 écototype du Sénégal
 - 1 lignée sélectionnée issue d'un programme de mutagénèse (IPR Katibougou).

2/Rhizotrons

Les rhizotrons utilisés sont des tubes cylindriques en Chlorure de Polyvinyle (PVC) de 100 cm de long sur 15,5 cm de diamètre. Chaque tube possède sur toute sa longueur une face plane transparente de 13 cm de large pour permettre les observations et mesures du système racinaire. Le fond des tubes est **fermé** par une plaque PVC percée de 5 trous pour drainer l'eau en excès.

Dans le fond des tubes est déposée une couche de gravier puis les tubes étaient remplis d'un sol sablo-argileux dit "deck-dior". Chaque tube est incliné selon un angle de 45° et était recouvert par un sac polyéthylène noir facilement amovible pour protéger les racines de la lumière naturelle. Les rhizotrons sont irrigués depuis le semis jusqu'à la fin des mesures afin de les maintenir à la capacité au champ.

Trois graines sont semées par tube pour ensuite démarrier 5 jours après le semis à 1 plante par tube.

II) DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif était en blocs complets randomisés avec 4 répétitions et 5 plantes par répétition.

Les observations réalisées ont été les suivantes :

- observations sur la croissance racinaire faites toutes les semaines du 13^e au 48^e jour :
 - a- Longueur de la plus longue racine et longueur moyenne.
 - b- Densité racinaire dans le profil pour les différents horizons 0-20 à 80-100 cm (échelle de 1 à 5 : 1 = 1 seule racine dans l'horizon; 5 = racines très nombreuses dans l'horizon).
 - c- Nombre de racines par horizon.
 - d- Hauteur de plante du 20^e au 48^e jour.
- En fin d'essai (48^e jour) :
 - a- Poids secs racinaires par horizon.
 - b- Nombre de racines secondaires.
 - c- Poids secs de la partie aérienne : tiges et feuilles.
 - d- Hauteur de plante, nombre de feuilles et surface foliaire.
 - e- Volume racinaire (mesuré par déplacement volumique de l'eau).
 - f- Ratio poids sec de la partie racinaire sur la partie aérienne.

III) RESULTATS

L'effet génotype

Un effet génotype hautement significatif a été mis en évidence pour tous les caractères suivants :

- la longueur racinaire maximale aux 6^e, 13^e, 20^e, 27^e, 34^e jour,
- la densité racinaire du 13^e au 48^e jour,
- la vitesse d'élongation racinaire entre le 6^e et le 20^e jour.

En fin d'essai (48^e jour) :

- nombre de racines secondaires,
- poids secs racinaires par horizon (0-20 à **60-80**),
- poids sec racinaire total,
- volume racinaire total,
- poids sec partie aérienne (tige et feuille),
- ratio poids sec partie racinaire / partie aérienne,
- hauteur et surface foliaire.

Des corrélations hautement significatives ont été observées entre les notations de densité par horizon pour des dates bien définies et le poids sec racinaire par **horizon** à 48 jours.

Exemple :

- densité de l'horizon 0-20 cm du 20ème au **35ème** jour hautement **corrélée** avec le poids sec racinaire de l'horizon 0-20 à 48 jours.
- densité de l'horizon 20-40 du 25ème ou 40ème jour hautement corrélée avec le poids sec racinaire de l'horizon **20-40** à 48 jours:

Ainsi la notation visuelle de densité, d'utilisation très simple, montre une bonne précision pour l'estimation du poids racinaire et comme elle est non destructive elle pourrait être utilisée dans des tests de criblage de matériel en ségrégation (**F₂** ou **F₃**).

Caractérisation des différents génotypes (tableau 1) :

- meilleure longueur racinaire maximum au 20ème jour pour Mig Sor **86-20-10** qui possède aussi la meilleure vitesse d'élongation racinaire entre le **6ème** et le 20ème jour; à l'opposé pour ces 2 caractères les plus mauvaises valeurs sont observées pour CE 90, ICSV 1063 BF et Ngor Gatna. Les lignées CE **196-7** et CE 151-382, issues de CE 90, ne sont pas meilleures que leur parent (différence non significative),
- Fellah et Mig Sor 86-20-I 0 (les 2 génotypes durra) ont les poids racinaires et nombre de racines les plus élevés,
- ICSV 1063 se distingue en présentant la masse racinaire totale et le nombre de racines les plus faibles de tous les génotypes;
- **aucune** différence significative est observée entre les différentes' lignées caudatum du Sénégal qui pourtant ont des comportements de stabilité du rendement sensiblement différents, par rapport à une gamme élargie d'environnements climatiques,

- meilleur ratio poids sec partie racinaire / poids sec partie aérienne pour Fellah et plus mauvais pour ICSV 1063 **BF** et Ngor Gatna,
- la variété Mig-Sor 86-30-3 présente un comportement particulier : forte élongation racinaire jusqu'au 20ème jour mais faible poids sec racinaire total au 48ème jour,
- la représentation schématique du poids sec racinaire par horizon {diagramme 1) permet de distinguer 3 groupes de variétés:
 - * Groupe 1 : deux variétés (n°5 et 10) : fort poids sec racinaire total et notamment fort poids sec racinaire dans les horizons 60-80 et 80-100 cm,
 - * Groupe 2 : 5 variétés (n° 6, 7, 8, 9, 12) : poids sec racinaire total moyen avec une bonne représentation dans les horizons 0-20 et les horizons 60-80 et 80-100.
 - * Groupe 3: 5 variétés (n° 1, 2, 3, 4, 11) : poids sec racinaire total assez faible avec notamment une très faible masse racinaire dans l'horizon 80-100.

IV) CONCLUSION ET DISCUSSION

Dans cette étude nous avons mis en évidence l'existence d'une variabilité génétique pour la quasi totalité des caractères observés : longueur racinaire maximum 9 différentes dates, densité racinaire à différentes dates, vitesse de croissance racinaire, nombre de racines secondaires au 48ème jour, poids sec racinaires total et par horizon, volume racinaire, poids sec de partie aérienne et ratio poids sec (partie racinaire / partie aérienne).

Ces **résultats** confirmés par de nombreux auteurs (Jordan et *al.* , 1979 ; Nour and *al.*, 1978; Blum and *al.* , 1977).

Nous avons également montré que les notations de densité par horizon, à une date de développement appropriée, sont corrélées de manière hautement significative avec le poids sec racinaire du même horizon au 48ème jour. Cette notation de densité, simple et non destructive pour les plantes, pourrait ainsi être utilisée pour cribler des génotypes en générations précoces de sélection pour apprécier le profil de développement racinaire.

Dans la caractérisation des génotypes étudiés, on notera la **supériorité** des génotypes du groupe durra pour la vitesse de croissance racinaire, le nombre de racines et le poids sec racinaire total par rapport aux génotypes des groupes guinéa et caudatum.

Les **écotypes** durra d'Afrique de l'Ouest sont très bien adaptés aux conditions pluviométriques de la zone sub-sahélienne et sont connus des sélectionneurs pour leur excellent degré de résistance à la sécheresse, lié entre autre à leur système racinaire très développé (ex Gadiaba du Mali, Bagoba du Niger).

On notera également les mauvaises performances de la variété ICSV 1063 BF pour l'ensemble des caractères de croissance racinaire ; cette variété sélectionnée par l'ICRISAT au Burkina Faso, est pourtant considérée comme résistante à la sécheresse sur la base de sa stabilité de rendement dans des conditions pluviométriques "défavorables". Toutefois, d'après ces résultats, il semblerait que cette variété n'ai pas les capacités de supporter une sécheresse très prononcée, notamment quand la plante doit aller rapidement chercher l'eau en profondeur. Sa sensibilité à la verse serait également une conséquence du faible développement de son système racinaire.

Enfin les paramètres de développement racinaire étudiés ne permettent pas d'expliquer les différences de résistance à la sécheresse observées chez les variétés CE à travers leurs résultats de rendement dans des essais multiloaux et multi-annuels. Ainsi l'avantage adaptatif des variétés plus résistantes pourrait plutôt être lié à une meilleure distribution spatiale du système racinaire (non appréciée dans cette étude) ou à une meilleure efficacité physiologique dans l'absorption de l'eau.

BILIOGRAPHIE

1. **Blum, A., W.R., Jordan, G.F. Artin.** (1977). Sorghum Root morphogenesis and growth. Crop Science 17 : 149 -157.
2. **Jordan, W.R., F.R. Miller, D.E. Morus.** (1979). Genetic variation in root and shoot growth of sorghum in hydroponics. Crop Science 19 : 468-472.
3. **Jordan, W.R. and C.Y. Sullivan.** (1982). Reaction and resistance of Grain Sorghum to heat and Drought. ICRISAT Sorghum in the Eighties : Proceedings of the International Symposium on Sorghum, pp. 131-142.
4. **Nour, A.M., D.E. Weibel.** (1978). Evaluation of Root Characteristics in grain sorghum. Agronomy Journal 70 : 217-218.

Tableau 1 : Caractéristique du système racinaire de 12 variétés de sorgho

N°	Génotype	Type botanique	Origine	Longueur racinaire maximale au 20 ème jour (cm)	Vitesse d'élongation racinaire du 6 au 20 ème j jour (cm/j)	Nombre racines secondaires au 48 ème jour	Poids sec racinaire total (g)	Ratio Poids sec racin/ Poids sec partie aérienne	Volume racinaire (cm3)
1	ICSV 1063 BF	caudatum	Sel. ICRISAT BF	43,2	2,16	12	2,7	0,48	35,2
2	CE 90	caudatum	Sel. Sénégal	42,8	2,14	19	3,8	0,56	43,2
3	Mig-Sor 86-30-3	guinée	Sel. Mali	55,7	2,78	16	3,3	0,63	36,7
4	Mig-Sor 88-25-I 1	guinée	Sel. Mali	55,1	2,76	17	3,9	0,58	45,3
5	Mig-Sor 86-20-I 0	durra	Sel. Mali	69,9	3,45	23	6,3	0,60	70,2
6	CSM 219	guinée	Var. trad. Mali	54,3	2,71	16	5,7	0,58	67,3
7	CE 145-66	caudatum	Sel. Sénégal	51,6	2,58	20	5,5	0,59	61,7
8	CE 151-382	caudatum	Sel. Sénégal	53,3	2,66	20	5,0	0,62	58,7
9	CE 196-7-2-I	caudatum	Sel. Sénégal	55,3	2,76	23	5,2	0,60	49,7
10	Fellah	durra	Var. trad. Sénégal	58,9	2,94	23	7,6	0,69	81,7
11	Tigne	guinée	Var. trad. Sénégal	50,9	2,54	17	3,7	0,59	44,7
12	Ngor Gatna	caudatum	Sel. Sénégal	44,2	2,21	18	4,5	0,48	44,3
	Moyenne			52,9	2,6	18,6	4,8	0,58	53,2
	F Traitement			HS	HS	HS	HS	HS	HS
	CV%			11,2	14,9	12,0	24,1	10,6	17,4
	ETM (Ecart type de la moyenne)			3,0	0,2	1,1	0,6	0,1	5,3