

La culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre

Situation actuelle et définition d'un Plan d'Action Régional



Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture



Fundació Politècnica de Catalunya:
la formació continua



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



La culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre

**Situation actuelle et définition
d'un Plan d'Action Régional**

Edité par Jordi Comas et Helena Gómez MacPherson

Publié par l'Agence Espagnole de Coopération Internationale
Avec la collaboration de la FAO

Les opinions et les interprétations exprimées dans ce document sont celles des auteurs. Elles ne sont pas attribuables aux organisateurs de la première réunion internationale sur la culture du sorgho de décrue en Afrique du Centre et de l'Ouest.

ISBN 84-7232-898-8

© Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)

Sommaire

Prefacio	7
Préface.	9
Remerciements	11
Auteurs et participants	13
Carte des zones de culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre	19
Communications.	21
Le rôle du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire au Sahel	23
Stratégie concernant l'amélioration du sorgho en Afrique Centrale et de l'Ouest	31
Connaissance et utilisation de la diversité des sorghos de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre au Cirad	39
Considerations générales sur l'agronomie du sorgho de décrue. Disponibilité de l'eau et des éléments nutritif.	51
Les insectes ravageurs des sorghos repiqués ou cultivés en conditions de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre	65
La culture du sorgho de décrue en Mauritanie.	81
La recherche sur la culture du sorgho de décrue en Mauritanie	89
Caractérisation morpho-pédologique des sols du sorgho de décrue en Mauritanie	101
L'élevage et l'agriculture dans les oualos et diéris en Mauritanie	107
La culture du sorgho au Sénégal.	111
Variabilité génétique des sorghos de décrue au Mali	123
La culture du sorgho de décrue dans le Nord du Mali	143
La culture du sorgho de décrue dans la vallée du lac Tchad au Niger	149
Le sorgho repiqué au Nord-Cameroun: valoriser le savoir-faire des paysans et organiser la filière	161
Effet de la densité de plantation sur l'utilisation de l'eau, la croissance et le rendement de deux variétés de sorgho <i>masakwa</i> au Nigeria	181

Définition d'un Plan d'Action Régional pour l'amélioration de la culture du sorgho de décrue	197
Introduction	199
Rapports des groupes de travail	203
1. Importance du sorgho de décrue: superficie, production et rendement	205
2. La culture du sorgho de décrue, définition et harmonisation des terminologies existantes	209
3. Caractérisation et amélioration des sorghos de décrue.	219
4. Infrastructures traditionnelles de conservation et production des semences du sorgho de décrue	225
Objectifs stratégiques	229
 Reportage photographique	 243

Prefacio

Rafael Rodríguez Ponga
Secretario General
Agencia Española de Cooperación
Internacional

Jaume Pagès
Rector
Universidad Politécnica de Cataluña

En las áreas de climatología más adversa de la región saheliano-sudanesa del África Central y Occidental, el sorgo es el cultivo más importante en las zonas de recesión de inundaciones. Este cultivo tiene una importancia estratégica con relación a la seguridad alimentaria de la población con menos recursos. El ciclo de producción del sorgo en zonas de recesión de inundaciones se desarrolla fuera de la estación principal de los restantes cereales y se cosecha cuando se están agotando las reservas de alimentos y de forraje de los restantes cultivos.

Durante años, se han hecho diversos esfuerzos para mejorar la producción del sorgo cultivado en zonas de recesión de inundaciones en esta región africana. Si bien estos esfuerzos, tanto por parte de organismos nacionales como internacionales, han sido importantes, hay que reconocer que todavía son insuficientes. Además, la coordinación de los esfuerzos es clave para un uso eficiente de los limitados recursos dedicados a la investigación.

Para dar respuesta a esta situación, la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) han patrocinado una reunión internacional de trabajo con el objetivo de llevar a cabo una serie de acciones orientadas hacia la consolidación del papel del sorgo de inundación en la seguridad alimentaria en las zonas más pobres del África Central y Occidental. Dicha reunión tuvo lugar del 11 al 15 de marzo del 2001 en Nouakchott y Kaédi en Mauritania, y fue organizada por la Fundación Politécnica de Cataluña (UPC) en colaboración con el Servicio de Cultivos y Pastos (FAO), el Instituto Internacional de Investigación para Cultivos en Zonas Tropicales Semi-áridas (ICRISAT), la Red del África Central y Occidental de Investigación sobre el Sorgo (ROCARS) y el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Agrícola (CNRADA) en Mauritania.

A la reunión internacional se presentaron comunicaciones que describen la situación del cultivo del sorgo en zonas de recesión de inundaciones en el valle del río Senegal, el delta interior del río Níger y el lago Chad una región que administrativamente corresponde a Mauritania, Senegal, Malí, Níger, Nigeria y Camerún. Después de la presentación de las comunicaciones, los expertos de los distintos países, organizados en grupos de trabajo, examinaron y discutieron sobre la información aportada, con el objetivo de identificar las necesidades presentes y futuras en relación con la investigación y cooperación. Los resultados de los grupos de trabajo llevaron a la definición de un Plan de Acción Regional para la mejora del cultivo del sorgo de recesión de inundaciones en esta región africana.

El Plan de Acción Regional busca optimizar los recursos humanos y financieros disponibles, con el fin de generar sinergias y evitar duplicidades en la investigación y la transferencia de tecnología a los agricultores de la región considerada. Este plan, los resultados de los grupos de trabajo y las comunicaciones presentadas en la reunión internacional se han compilado en la presente publicación editada con el patrocinio de la FAO y de la AECI. Se espera que esta publicación se convierta en un documento de referencia que facilite la identificación de posibles proyectos de mejora del cultivo de sorgo en zonas de recesión de inundaciones y que estimule el apoyo necesario para desarrollarlos.

Préface

Rafael Rodriguez Ponga
Secrétaire Générale
Agence Espagnole de Coopération
Internationale

Jaume Pagès
Recteur
Université Polytechnique de Catalogne

Dans les zones au climat difficile de la région sahélienne-soudanaise de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, le sorgho de décrue est la culture la plus importante dans les zones de décrue. Cette culture est une production stratégique pour la sécurité alimentaire des populations les plus démunies. Le cycle cultural du sorgho de décrue se déroule essentiellement à contre-saison et la récolte se fait aux périodes de soudure, quand les grandes récoltes ne sont pas encore faites et les pâturages verts sont inexistants.

Pendant des années, des efforts ont été réalisés pour l'amélioration de la production du sorgho de décrue dans cette région africaine. Bien que l'action accomplie par les organismes nationaux et internationaux soit non négligeable, il faut reconnaître qu'elle est encore insuffisante. Une meilleure coordination serait souhaitable, car les moyens dédiés à la recherche sont de plus en plus limités.

Afin de répondre à cette situation, l'Agence Espagnole de Coopération Internationale (AECI) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) ont financé une réunion internationale de travail dans le but de mettre en oeuvre une série d'actions orientées vers la consolidation du rôle du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire dans les zones les plus pauvres de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Cette réunion s'est déroulée du 11 au 15 mars 2001 à Nouakchott et à Kaédi en Mauritanie. La responsabilité de l'organisation de cette réunion internationale a été assumée par la Fondation Polytechnique de Catalogne, avec l'appui du Service des Cultures et des Herbages de la FAO, l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT), le Réseau Ouest et Centrafricain

de Recherche sur le Sorgho (ROCARS) et le Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA) en Mauritanie.

Dans le cadre de la réunion internationale, différentes communications ont été présentées, décrivant la situation actuelle de la culture du sorgho de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal, la vallée du delta intérieur du fleuve Niger et la vallée du lac Tchad, zones administrées par la Mauritanie, le Sénégal, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Cameroun. Suite à la présentation de ces communications, les experts des différents pays, organisés en groupes de travail, ont examiné et discuté l'information apportée, dans le but d'identifier les besoins présents et à venir concernant la recherche et la coopération. Les résultats de ces travaux nous ont conduit à définir un Plan d'Action Régional pour l'amélioration de la culture du sorgho dans cette région de l'Afrique.

Le Plan d'Action Régional vise à mieux optimiser les ressources humaines et financières disponibles, en vue de générer des synergies et d'éviter des doublons d'activités de recherche et de transfert de technologie aux agriculteurs de cette zone. Ce Plan d'Action, les résultats des groupes de travail et les communications présentés lors de la réunion internationale sont compilés dans cette publication, financée par la FAO et la AECI. Nous espérons qu'elle deviendra un document de référence pour la conception de projets de développement sur la culture du sorgho de décrue et encouragera le financement de projets dans l'avenir.

Remerciements

Jordi Comas
Université Polytechnique de Catalogne

Helena Gómez MacPherson
Service des Cultures et des Herbages
(FAO)

En premier lieu, nous voulons remercier l'Agence Espagnole de Coopération Internationale (AECI) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) pour avoir financé la première réunion internationale de travail sur la culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre à Nouakchott et à Kaédi en Mauritanie, ainsi que la publication ultérieure sur cette culture. Nous voulons remercier aussi le Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA) du Ministère du Développement Rural et de l'Environnement (MDRE) de la République Islamique de Mauritanie de nous avoir accueillis à Kaédi.

Nous sommes reconnaissants à M. Enrique Ruíz Molero, ambassadeur d'Espagne en Mauritanie, pour son appui dans la réalisation de cette réunion. Nous aimerions aussi signaler Josep Ferre Gavarró, coordinateur général de la Coopération Espagnole en Mauritanie, pour s'être engagé dans le projet et nous avoir encouragé à poser les bases d'un nouveau projet concernant la sécurité alimentaire en Mauritanie, ainsi que pour son aide pendant le déroulement de la réunion.

Nous remercions spécialement Eva Weltzien-Rattunde de l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT) pour son rôle actif dans la sélection des spécialistes qui ont participé à la réunion. Une bonne partie du succès de la réunion est dû à cette sélection de personnes. Nous remercions aussi Brahim Kebe du Bureau Régional de la FAO pour l'Afrique.

Nous remercions Josep Villarreal qui, au nom de la Fondation Polytechnique de Catalogne, a fourni un appui considérable à l'organisation de la réunion, tant

en Espagne que sur le terrain en Mauritanie. Nous remercions Bartomeu Martí de l'ONG espagnole Mon 3 pour nous avoir donné son support lors de l'organisation de la réunion en Mauritanie. Nous remercions M. Mamoudou Yero Besse Bas du MDRE pour son soutien sur le terrain.

Nous remercions Alhousseïni Bretaudeau de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) du Mali, pour sa participation active dans la définition du Plan d'Action Régional. Nous lui sommes reconnaissants pour sa rigueur dans la systématisation des idées et initiatives apparues au cours de la réunion. Nous remercions Inussa Akintayo du Réseau Ouest et Centrafricain de Recherche sur le Sorgho (ROCARS) pour son offre de coordonner les projets sur le sorgho de décrué, qui devront suivre cette initiative.

Nous remercions également la contribution scientifique de Jacques Chantreau, Bertrand Mathieu et Alain Ratnadass du Cirad de Montpellier en France et Ndiaga Cissé de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) du Sénégal. De même, nous tenons à remercier les autres participants à cette publication pour leur coopération et leur effort à diffuser l'information existante.

N'oublions pas finalement de remercier les personnes qui ont révisé les différentes versions du texte de cette publication, Céline Dey, Evelyne Granier et Brita Killermann. Comme toujours toute activité requiert la participation discrète et efficace de personnes chargées de la gestion administrative imposée par les agences internationales. Teresa Pardo est la personne qui nous a le plus aidé dans cette tâche difficile.

Toute erreur et imprécision dans cette publication ne peut être attribuée qu'à nos limitations et à notre volonté de multiplier les activités, sans pour autant excéder les ressources disponibles.

Auteurs et participants

- **Wone Abderahmane**
ONG RACHAD
Noaukchott, République Islamique de Mauritanie
- **Berthé Adama**
Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA)
Katibougou Koulikoro, Mali
- **Ba Ousmane Afronone**
Consultant
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **O. Ajayi**
Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT)
International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
Kano, Nigeria
- **Bretaudeau Alhousseïni**
Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA)
Katibougou Koulikoro, Mali
- **Sy Aly**
Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie
- **Diallo Abou M'Berry**
Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie

- **Diago Amadou Ifra**
Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie
- **Mamoudou Yero Besse Ba**
Ministère du Développement Rurale et l'Environnement (MDRE)
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Traoré Bakary**
Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA)
Katibougou Koulikoro, Mali
- **Messouda Mint Baham**
Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie
- **Alhousseïni Bretaudeau**
Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliqué (IPR/IFRA) Katibougou Koulikoro, Mali
- **Jaches Chantereau**
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad-ca)
Montpellier, France
- **Ndiaga Cissé**
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)
Bambey, Sénégal
- **Nuria Cañameras**
Université Polytechnique de Catalogne
Barcelone, Espagne

- **Jordi Comas**
Université Polytechnique de Catalogne
Barcelone, Espagne
- **Dolors Danés**
MON 3
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Cheikh Ould Dih**
Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie
- **K. Djimadoumngar**
Faculté des sciences exactes et appliquées,
Université de N'Djamena, Tchad.
- **Moustapha Ould El Wavy**
Société Nationale de Développement Rural (SONADER)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie
- **D.J. Flower**
Condobolin, Australia
- **Camara Fodié**
Ministère du Développement Rural et l'Environnement (MDRE)
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Helena Gómez Macpherson**
Division de la Production Végétale et de la Protection des Plantes, FAO
Rome, Italie
- **Akintayo Inussa**
Réseau Ouest et Centreafricain de Recherche sur le Sorgho (ROCARS)
Bamako, Mali

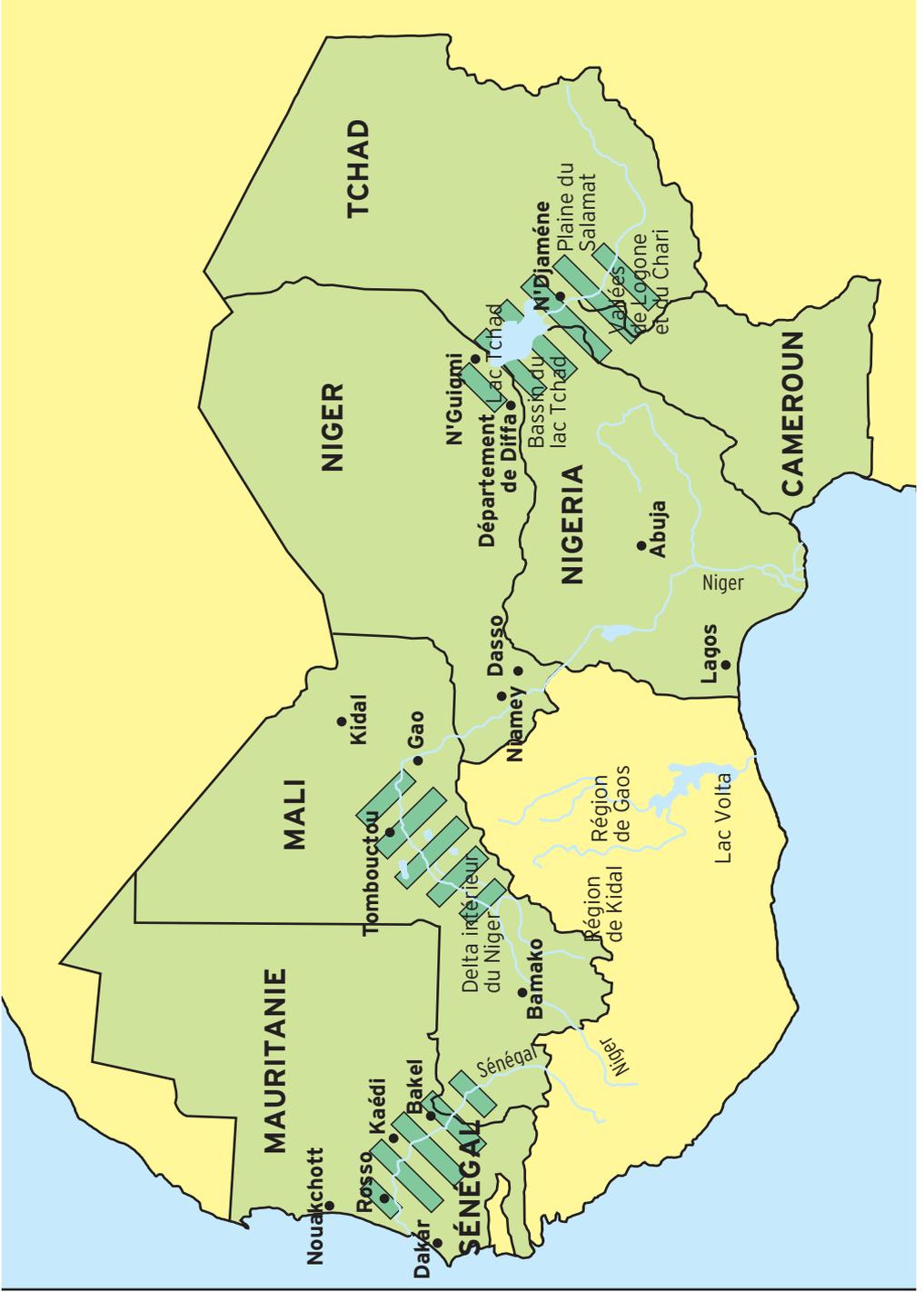
- **Eric Fradin**
Acción contra el hambre
Mali
- **Brahim Kebe**
Bureau Régional pour l'Afrique, FAO
Accra, Ghana
- **Hame Abdou Kadi**
Institut National de Agronomiques du Niger (INRAN)
Maradi, Niger
- **Issoufou Kapran**
Institut National des Agronomiques du Niger (INRAN)
Niamey, Niger
- **Abderrahmane O. Limane**
Université Nouakchott
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Bartomeu Martí**
MON 3
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Bertrand Mathieu**
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le
Développement (Cirad-TERA)
Montpellier, France
- **Mohamadou Mamoudou**
Consultant,
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Eby Ould Mohamadou**
Consultant,
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie

- **Bokar Moussa**
Institut National des Agronomiques du Niger (INRAN)
Maradi, Niger
- **O. G. Olabanji**
Lake Chad Research Institute (LCRI)
Maiduguri, Nigeria
- **Niangaly Ousmane**
Association des Conseillers Agricoles du Sahel (ACAS)
GAO, Mali
- **Yagoua Ndjekounsse Djool**
Institut Tchadien de RechercheAgronomique pour le Développement (ITRAD)
Tchad
- **Chérif Ari Oumarou**
Institut National des Agronomiques du Niger (INRAN)
Maradi, Tchad
- **Bâ Racineselly**
Consultant
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Alain Ratnadass**
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pot le Développement (Cirad-CA)
Montpellier, France
- **H.F.W. Rattunde**
Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT)
Bamako, Mali

- **Sidi Ould R'chid**
Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA)
Kaédi, République Islamique de Mauritanie
- **Dramane Sako**
Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA)
Katibougou Koulikoro, Mali
- **Ahmedou Ould Soulé**
École Normale Supérieure (ENS)
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **R. Tabo**
Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT)
Bamako, Mali
- **Meni Yahyaaly**
CO/PED/SAHEL
Nouakchott, République Islamique de Mauritanie
- **Josep Villarreal**
Université Polytechnique de Catalogne
Barcelone, Espagne
- **Eva Weltzien**
Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT)
Bamako, Mali

Carte des zones de culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre

Carte des zones de culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre



Communications

Le rôle du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire au Sahel

Brahim Kebe

Résumé

Le sorgho de décrue est cultivé traditionnellement dans de nombreuses localités isolées du Sahel. Les principales zones de culture de ce sorgho sont majoritairement situées dans les lits des fleuves Sénégal et Niger, les cuvettes et les barrages. L'irrigation introduite à la suite de la sécheresse des années 70 et 80 occupe aujourd'hui une bonne partie des lits des fleuves. L'expansion de la culture se fait en Mauritanie à travers l'aménagement de barrages et le contrôle des décrues. Ces superficies, comme celles d'autres zones de production du sorgho, restent cependant tributaires des volumes de précipitations. Ce facteur, les variations des lieux de production et le manque de statistiques fiables, constituent des difficultés pour une évaluation satisfaisante du rôle du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire au Sahel. Les statistiques disponibles en Mauritanie montrent néanmoins que le sorgho de décrue peut contribuer jusqu'à environ un quart de la production nationale de céréales en année favorable et fournit d'importantes ressources fourragères pour l'alimentation du bétail en saison chaude.

MOTS-CLÉS: sorgho de décrue, Sahel, Mauritanie, bassin du fleuve Sénégal, sécurité alimentaire, ressources fourragères.

Abstract

Post-rainy season sorghum is traditionally grown in many isolated locations of the Sahel. The main production areas of this kind of sorghum include the floodplains of the Senegal and Niger rivers, inland valley swamps and areas behind dams. The introduction of irrigated agriculture further to the drought periods during the 1970s and 1980s, has reduced post-rainy season sorghum production along the Senegal and Niger rivers floodplains. Expansion of post rainy-season sorghum production areas over the recent years has been achieved in Mauritania through the development of dams and the control of the Senegal floods. Flood recession cropping areas, as other cultivated areas, depends on the amount of precipitation. This factor, together with the diversity of production environments and the lack of reliable statistics, constitute the major obstacles in the evaluation of the role of post-rainy season sorghum in food security in the Sahel. Information available in Mauritania shows, however, that the post rainy-season sorghum in favourable years can contribute as much as one quarter of the national cereal production while still providing abundant crop residues for feeding livestock during the dry season.

KEYWORDS: Post-rainy season sorghum, Sahel, Mauritania, Senegal valley, food security, fodder value.

Introduction

La zone du Sahel est une bande géographique située à la limite méridionale du Sahara. Sa partie Nord en bordure du Sahara est caractérisée par une pluviométrie de l'ordre de 200 mm par an alors que la frontière sud au voisinage de la zone soudanaise reçoit de 600 à 700 mm.

Le mot Sahel d'origine arabe, ou "rive de salut", a été attribué à la région au Moyen Age à cause de l'abondance de sa végétation, de ses eaux et des peuplements par rapport au désert du Sahara. Aujourd'hui, malheureusement, le mot Sahel est associé à de nombreux problèmes de développement: la famine, la sécheresse, la forte croissance démographique, la dégradation de l'environnement et la raréfaction des ressources naturelles.

Une partie importante des problèmes sahéliens résulte des effets dévastateurs des sécheresses des années 70 et 80, lesquelles avaient causé des pertes humaines et animales importantes et provoqué de nombreux flux migratoires des populations rurales vers les zones urbaines ou parfois vers les pays limitrophes.

Pour limiter les effets néfastes de sécheresses futures, les autorités politiques dans bon nombre de pays sahéliens ont introduit ou encouragé l'agriculture irriguée dans les zones favorables, particulièrement pour la production du riz. Ces zones se trouvent pour la plupart aux abords de cours d'eau permanents (fleuve Sénégal, Niger, etc.) sur lesquels le sorgho est cultivé après le retrait des eaux d'inondation en saison pluviale.

Malgré l'importance reconnue de la consommation du riz (environ 50 kg/personne/an) et le support des décideurs politiques en faveur de la production de cette culture dans les zones inondables, le sorgho de décrue joue encore un rôle considérable dans la sécurité alimentaire des populations rurales pauvres des pays sahéliens. Il vient en appui aux productions d'hivernage pour réguler l'offre de sorgho pour les producteurs et consommateurs ruraux et pour fournir une source de revenus servant à la satisfaction des autres besoins des producteurs.

C'est la place du sorgho dans la sécurité alimentaire au Sahel qui sera présentée ici. On tentera en outre d'établir les liens de complémentarité entre le sorgho d'hivernage et celui de décrue afin de dégager les spécificités de ce dernier dans la sécurité alimentaire.

Place du sorgho dans l'alimentation au Sahel

Le sorgho occupe la 5e position parmi les céréales cultivées dans le monde en raison de son volume de production et de l'étendue des superficies de culture. En Afrique, il vient au 3e rang après le maïs et le riz. Au Sahel, il se trouve en tête avec le mil. Ces deux cultures occupent ensemble 50 à 70% des superficies cultivables.

La prédominance des cultures de sorgho s'explique en partie par la grande diversité variétale de la plante et son adaptabilité aux faibles précipitations (200-600 mm), aux sols marginaux et aux températures élevées observées au Sahel. Ces conditions de production sont défavorables pour des variétés de

céréales qui exigent des milieux humides et fertiles pour leur culture (maïs, riz etc.).

Le succès du sorgho est lié également à son utilisation parmi les denrées alimentaires de base des populations sahéliennes, contrairement aux pays développés comme par exemple les Etats Unis d'Amérique où il est principalement utilisé dans l'alimentation animale.

Le sorgho est consommé sous différentes formes, selon la région, le pays ou la situation dans la société. En général, il est utilisé sous forme de grain entier ou transformé en farine pour la préparation de la bouillie, du couscous, du pain et de boissons alcoolisées (non-vin).

Le sorgho a une teneur élevée en hydrates de carbone et sa consommation fournit des quantités importantes de calories ainsi que des apports appréciables en protéines et lipides.

Au Sahel, la consommation annuelle par personne du sorgho varie selon les pays producteurs. Elle va d'un minimum de 8,6 kg au Gambie à un maximum de 96,6 kg au Burkina Faso où il comble près du tiers des besoins calorifiques de 90% des consommateurs ruraux.

Tableau 1. Contribution du sorgho au bilan alimentaire journalier (calories, protéines et lipides) et moyenne annuelle de consommation par personne au Sahel

Pays	Total calories (no.)	Total protéines (g)	Total lipides (g)	Contribution du sorgho			Consommation annuelle de sorgho par personne (kg/an)
				calories (no.)	protéines(g)	lipides(g)	
Burkina Faso	2253	67,0	48,6	776	24,1	7,2	96,6
Gambie	2270	46,7	52,8	69	2,0	0,7	8,6
Guinée Bissau	2425	48,2	60,1	103	2,9	0,8	12,9
Mali	2090	61,2	45,7	491	14,5	4,7	61,5
Mauritanie	2631	78,1	65,0	398	11,7	3,0	47,1
Niger	2090	58,8	32,3	293	9,1	2,7	44,3
Sénégal	2391	66,6	73,7	93	2,7	0,9	11,7
Tchad	1902	54,4	50,9	419	22,3	4,0	52,5

Source: FAO Food Balance Sheets 1998

Rôle particulier du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire au Sahel

Le sorgho de décrue est cultivé traditionnellement sur les terres après le retrait des inondations, d'octobre à novembre dans le bassin du fleuve Sénégal.

Dans les bassins des fleuves Sénégal et Niger, ces terres correspondent aux lits majeurs des fleuves, soumis à des inondations annuelles, aux cuvettes, aux aménagements de décrue contrôlée et aux barrages aménagés dans les zones où les pluviométries se situent au-dessus de 200 mm/an.

Les terres inondables du fleuve Sénégal, ou oualo, se situent dans les vallées. L'irrigation a réduit les surfaces de ces terres qui sont actuellement estimées à quelques 70 000 à 100 000 hectares. Les terres de décrue du fleuve Sénégal sont plus importantes que les autres terres de décrue du point de vue de la surface. En Mauritanie, des efforts importants ont été déployés pour le développement des barrages et l'expansion des cultures de décrue dans des zones distantes du fleuve Sénégal. Ces efforts ont abouti à l'aménagement et à la réhabilitation de 45 000 ha à fin 1996 dans différentes régions du pays.

Les différences de milieu de production du sorgho de décrue, du niveau de précipitations annuelles affectant l'amplitude des crues et le remplissage des cuvettes, et des politiques d'appui pour la promotion du sorgho de décrue, ainsi que le manque de statistiques de production, sont autant de facteurs qui rendent difficile une évaluation des limitations du rôle du sorgho dans la sécurité alimentaire au Sahel. Cependant, une certaine appréciation de ce rôle peut être obtenue dans les pays où des informations sur les cultures sont disponibles. En Mauritanie, les cultures de décrue, dominées par le sorgho, fournissent en année favorable autant de récoltes que les cultures pluviales (29 000 t), soit 26,4% de céréales produites sur des surfaces respectives de 65 000 et 120 000 hectares.

Tableau 2. Répartition de la production de céréales par type d'agriculture en Mauritanie

Type d'agriculture	Superficie(ha)	Production(Tonnes)	% Contribution à la production céréalière
Irriguée	19.000	52 000	47,3
Décrue	65 000	29 000	26,4
Pluviale	120 000	29 000	26,3

L'arrivée tardive des récoltes de décrue, de février à mars dans le bassin du fleuve Sénégal, avec leurs apports considérables en céréales, permet le remplissage des greniers des paysans au moment où les stocks (récoltes d'octobre) ont considérablement baissé, du fait de la consommation des ménages. Cet appro-

visionnement a pour effet de prolonger la période d'autosuffisance alimentaire des producteurs au-delà de la moyenne de 6 mois observée dans d'autres pays du Sahel (Burkina Faso, Sénégal) et de permettre la génération de revenus non négligeables en cas de surplus de subsistance.

Du point de vue de la nutrition animale, les récoltes de décrue fournissent des ressources fourragères substantielles (résidus de récolte) pour le bétail. L'utilisation de ces résidus permet d'augmenter la productivité du bétail affaibli par le manque de pâturages suffisants et par conséquent améliorer la situation alimentaire et les revenus des producteurs (meilleure production de lait et de viande, prix attractifs des animaux sur pieds, etc.).

Défis et perspectives

La production stable des denrées alimentaires des cultures hivernales dans un environnement hostile du point de vue climatique (températures élevées), démographique (taux de natalité fort: 3%) et écologique (qualité et quantité des ressources naturelles limitées, sols pauvres et peu humides), est le défi colossal auquel fait face le sorgho de décrue. L'ampleur du défi appelle un partenariat étendu entre décideurs politiques, chercheurs, institutions de support, agents du développement et paysannat pour l'amplification de cette culture. Ce partenariat sera l'aboutissement de longues et difficiles consultations entre les différentes parties. En attendant de voir ce jour, il serait souhaitable d'envisager des solutions techniques pour stabiliser les productions de sorgho dans les zones naturelles de culture de décrue. Ces solutions comprendraient entre autres:

- Le contrôle des crues des fleuves pour limiter les fluctuations inter-annuelles des surfaces inondables. En Mauritanie, les surfaces de cultures de décrue peuvent varier de 3.000 ha à plus de 5 000 ha, selon l'amplitude des crues des différentes années observées.
- Le développement de variétés résistantes à la sécheresse, aux insectes, aux maladies et au striga (végétation parasite).
- La gestion des cultures pour une utilisation efficace des ressources et une meilleure productivité.

Conclusions

Le sorgho de décrue est produit traditionnellement aux abords des points d'eau permanents (lits des fleuves Sénégal, Niger etc.), des cuvettes inondées et des barrages aménagés dans les zones où les pluviométries sont au-dessus de 200 mm/an. La culture est généralement plus importante aux bords des cours d'eau permanents en raison de l'étendue des surfaces de ces zones en comparaison aux autres sites de production.

Les apports de sorgho de décrue sont variables selon les crues et peuvent être substantiels dans les années de bonnes inondations. Ils permettent le réapprovisionnement des greniers, la prolongation de la période d'autosuffisance alimentaire des paysans, la génération de revenus au travers de la vente de produits et la fourniture des ressources fourragères (résidus de récolte) pour un élevage extensif plus productif. L'importance économique du sorgho de décrue est considérable et sa culture mérite un support important pour servir pleinement son rôle de 'pont' alimentaire entre les récoltes d'hivernages généralement déficitaires au Sahel.

Références

- **Fall M. Ely, 1988.** Les obstacles au développement de la production agricole pour l'auto suffisance en Afrique; le cas du Sénégal. In Proceedings of pan-African Conference on Food and Agriculture in Africa, held 8-10 December 1996. (ed). Anoumou M. Adjangba. Fondation Publishing Company, Athens, Greece.
- **FAO year book (Volume 52) 1998.** FAO Statistics Series No. 148
- **FAO Food Balance Sheets 1998.**
- **FAO and ICRISAT, 1996** - The world sorghum and millet economics: Facts, trends and outlook. A joint study by the Basics Foodstuffs Service, Commodities and Trade Division, Rome, Italy and the Socioeconomic and Policy Division of the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India.
- **KUNZE D. 2000.** Evaluation économique des techniques CES: une démonstration des diverses méthodes. Dans: mesurer les effets des projets suivi d'impact et calcul de la rentabilité économique GTZ. 2000, département 45 développement rural. Quarterly Journal of International Agriculture 39 (2000), NO 1 : 67-89.
- **Marchés Tropicaux et Méditerranéens No. 1847. 1981.** La mise en valeur du fleuve Sénégal. Organisation pour la mise en valeur du Fleuve.
- **LEISINGER M. Klaus et K. SCHMITT, 1992.** Survivre au Sahel: un défi pour l'écologie et la politique de développement (ed). Klaus.M. Leisinger et Karin. Schimtt, Bâle, Boston, Birkhauser.

Stratégie concernant l'amélioration du Sorgho en Afrique Centrale et de l'Ouest

E. Weltzien
H.F.W. Rattunde

Résumé

La recherche de l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT) sur l'amélioration du sorgho a deux objectifs primordiaux : d'une part, améliorer la productivité et réduire le risque de perte de rendement afin d'assurer la sécurité alimentaire et les conditions de vie des populations rurales dans les régions tropicales semi-arides, et d'autre part, conserver la diversité des génotypes des cultures pour assurer l'accès des générations futures à la richesse génétique qui actuellement est assurée par les agriculteurs. Afin d'accomplir ces objectifs, le programme de l'ICRISAT sur l'amélioration du sorgho en Afrique de l'Ouest et du Centre se base sur les quatre fondements suivants: premièrement, compréhension des pratiques et des idées des agriculteurs comme base et point de départ pour envisager et expérimenter de nouvelles technologies et de nouvelles interventions ; deuxièmement, développement, expérimentation et perfectionnement des méthodologies pour obtenir la participation des agriculteurs dans le procédé d'amélioration du sorgho au Mali et en Afrique de l'Ouest et du Centre; troisièmement, amélioration de la compréhension de la base génétique et physiologique ainsi que du rendement en grain des races prédominantes de sorgho *guinéa*; quatrièmement, collaboration régionale au travers d'une participation dans le réseau de recherche sur le sorgho et partenariat avec des programmes et projets nationaux.

MOTS-CLÉS: amélioration du sorgho, ICRISAT, diversité génétique de la culture, participation des agriculteurs, race *guinéa*.

Abstract

The sorghum breeding research of ICRISAT has two overarching goals: (1) improve the productivity and reduce the risk of yield loss so as to enhance food security and livelihoods of the rural poor in the semi-arid tropics and (2) to conserve crop genetic diversity to assure that future generations will also have access to the rich genetic resources currently being maintained by farmers. To achieve these goals, the ICRISAT Sorghum Breeding program in West and Central Africa is based on the following four pillars: (1) understanding farmers' concepts and practices as a basis and starting point for designing and testing new technologies and interventions, (2) developing, testing and refining methodologies for farmer participation in the sorghum breeding process in Mali, and West and Central Africa, (3) improving the understanding of the genetic and physiological basis of grain yield productivity of the predominant *guinée* race of sorghum and (4) enhance regional collaboration through participation in the sorghum research network and partnerships with specific national programs and projects.

KEYWORDS: sorghum breeding, ICRISAT, crop genetic diversity, farmer participation, *guinea* race.

Introduction

En général la recherche de l'ICRISAT sur l'amélioration du sorgho a deux objectifs primordiaux:

1. Améliorer la productivité et réduire le risque de perte de rendement des cultures afin d'assurer la sécurité alimentaire et les conditions de vie des populations rurales dans les régions tropicales semi-arides.
2. Conserver la diversité des géotypes des cultures pour assurer l'accès des générations futures à la richesse génétique qui actuellement est maintenue par les agriculteurs.

La combinaison de ces deux objectifs très différents dans un programme requiert un changement dans les approches et les activités clés développées jusqu'à nos jours. Pour atteindre ces objectifs, le programme de l'ICRISAT sur l'amélioration du sorgho en Afrique de l'Ouest et du Centre se base sur les quatre fondements décrits ci-dessous. Pour chacun de ceux-ci, les approches utilisées et les activités en cours sont indiquées.

- **Compréhension des pratiques et des idées des agriculteurs comme base et point de départ pour envisager et expérimenter de nouvelles technologies et de nouvelles interventions.**

Le principal intérêt de nos activités réside dans la compréhension détaillée de la gestion des agriculteurs pour maintenir les ressources génétiques du sorgho. Notre intérêt porte sur des sujets tels que la compréhension des procédés et des raisons menant à un changement de variété, l'efficacité de la production des semences de la part des agriculteurs et les pratiques de sélection des variétés.

Ce genre d'informations nous amènera à développer l'expérimentation future. Un aspect important de notre travail sera de réaliser et d'encourager des stratégies de conservation in-situ.

De plus, l'information retenue tout au long de ce travail est essentielle pour définir de nouveaux systèmes plus rapides et efficaces qui permettront aux paysans la création de nouveau germoplasme.

- **Développement, expérimentation et perfectionnement des méthodologies pour obtenir la participation des agriculteurs dans le procédé d'amélioration de la culture du sorgho au Mali et en Afrique de l'Ouest et du Centre.**

Cette approche est indispensable pour comptabiliser les objectifs d'augmentation de la production et de la conservation génétique, de manière efficace et simultanée.

La diversité des conditions agro-écologiques et des stratégies des agriculteurs implique que leur participation est nécessaire à la définition des procédés d'amélioration de la culture du sorgho. Notre défi est de voir comment et dans quelle mesure le procédé pourrait être décentralisé.

Cette approche nous permettra d'obtenir des résultats dans le milieu paysan et d'obtenir un germoplasme local utilisé comme matériel paren-

tal, ainsi que de suivre les besoins et les préférences des agriculteurs. Nos activités en cours dans ce que nous pouvons appeler amélioration génétique participative, se concentrent sur les zones principales de culture du sorgho au Mali et dans les régions sahéliennes et soudaniennes du Soudan. Nous espérons étendre nos activités dans les zones plus pluvieuses où l'intensification de la culture est en rapide progression.

- **Amélioration de la compréhension de la base génétique et physiologique du rendement en grain des races prédominantes de sorgho *guinée*.** La race *guinée* est la race prédominante de sorgho cultivé en Afrique de l'Ouest et du Centre. Il est important d'améliorer la productivité en grain, tout en maintenant sa capacité d'adaptation et sa qualité. Nous travaillons en étroite collaboration avec un écophysiologiste afin d'améliorer la connaissance de la nature des caractéristiques d'adaptation comme la sensibilité à la photopériode. Nous recherchons l'utilité de l'hétérosis afin d'augmenter la productivité de cette race à travers le développement d'hybrides dérivés de la race *guinée*. Par une sélection récurrente, nous améliorons les populations locales vers une meilleure productivité et de nouvelles caractéristiques telles la petite taille, tout en maintenant la diversité quant aux caractéristiques critiques d'adaptation et de qualité.

- **Collaboration régionale au travers d'une participation dans le réseau de recherche sur le sorgho et partenariat avec des programmes et projets nationaux.**

Bien que nos activités sur le terrain soient basées au Mali, une collaboration efficace avec d'autres pays du réseau de recherche sur le sorgho est une priorité. Nous avons entamé des activités conjointes d'amélioration du sorgho et avons partagé le matériel d'amélioration avec quelques pays de la région. Nous avons mené des programmes de formation concernant l'application des techniques d'amélioration participative pour les chercheurs sur le sorgho dans la région. Une plus large collaboration implique des interactions avec le secteur du développement. L'engagement des chercheurs sur le sorgho dans les projets de développement orientés aux organisations non gouvernementales (ONG), les services de divulgation et les institutions gouvernementales locales serait essentielles pour cibler les besoins spécifiques des agriculteurs.

L'ICRISAT et la recherche sur les sorghos de décrue

Comme précédemment mentionné dans cette publication, la production de sorgho de décrue est très importante pour la sécurité alimentaire des communautés paysannes. Le sorgho de décrue est appréciable pour sa prédictibilité et sa stabilité de production due au fait qu'au moment du semis, la disponibilité en eau est connue. Un autre facteur clé de ces systèmes de production est le fait qu'ils produisent généralement un grain et un fourrage de qualité exceptionnelle car les plantes mûrissent dans des conditions sèches, prévenant ainsi l'incidence de maladies des feuilles et des grains.

Le sorgho de décrue n'est pas seulement important dans les pays sahéliens, mais aussi dans le sud de l'Inde où il est communément appelé sorgho Rabi. Ce système de production est important dans les Etats de Andhra Pradesh, Maharashtra, Karnataka et Tamil Nadu, où il représente presque la moitié de la superficie totale de culture en Inde. Il est principalement cultivé sur des vertisols, qui ont une bonne capacité de rétention d'eau. Dans ces régions, les pluies sont limitées à 500 à 800 mm par an, et leur distribution peut être irrégulière, spécialement en début de saison. Les vertisols qui ont un contenu élevé en argile sont capables de stocker l'eau de la saison des pluies.

Le sorgho est cultivé dès qu'il y a suffisamment d'eau disponible. Les sorghos Rabi sont remarquablement bien adaptés à survivre et à produire en ne comptant que sur l'eau résiduelle de ces sols. Les pluies complémentaires à la saison des pluies sont très profitables au développement et au rendement des cultures.

L'objectif principal de production est une bonne qualité du grain pour la consommation humaine ainsi que de fourrage, qui sert de nourriture aux ruminants. La valeur fourragère représente de 35 à 49% de la valeur économique totale du sorgho en Inde. Pour le sorgho Rabi, ces valeurs peuvent être encore plus élevées.

La recherche sur l'amélioration du sorgho à l'ICRISAT en Inde concernant le sorgho Rabi était concentrée sur la création de matériels tolérants à la mouche des pousses (*Atherigona soccata*), un insecte pouvant être dévastateur pour cette culture. Plus récemment, le programme a poursuivi l'utilisation de matériels locaux pour produire des variétés hybrides de meilleure productivité et bien adaptés à la culture de décrue en Inde. D'autres recherches concernant les sor-

ghos de décrue se basent sur l'amélioration du poids du grain et la qualité fourragère. Le Programme d'Amélioration Indien a initié une recherche participative avec les paysans dans l'évaluation de nouvelles variétés. Dans le cadre de cette recherche participative ils ont identifié de nouvelles variétés très performantes qui sont largement cultivées.

Options et défis pour une implication de l'ICRISAT dans la recherche sur le sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre

Suite à l'extension des systèmes de décrue améliorée qui rendent possible une meilleure captation de l'eau de pluie, cette technique de culture devient plus fiable. Dans ces conditions, il existe un plus grand intérêt pour l'obtention de génotypes adaptés, de même que pour l'expérimentation des variétés existantes. Les nouvelles variétés à expérimenter peuvent provenir de différentes sources. Un échange de germoplasme entre les régions et les pays aux conditions de production similaires doit être encouragé. Les collections de germoplasme gardées par l'ICRISAT en Inde pourraient offrir des matériels complémentaires non négligeables. A notre connaissance il n'y a pas eu d'expérimentation sur le sorgho de décrue d'origine indienne en systèmes de décrue ouest et centrafricains. D'autre part, il n'y a eu que des expérimentations limitées dans des systèmes de décrues, avec les lignées et variétés de la race *caudatum*, développées en Afrique de l'Ouest et du Centre. La plupart de ces matériels sont insensibles à la photopériode, mais répondent par contre bien à l'amélioration des conditions de culture; ils ont une bonne qualité fourragère et de grain en absence de pluie.

Conclusions

La compréhension détaillée de la gestion faite par les agriculteurs pour maintenir les ressources génétiques du sorgho est fondamentale. De plus, la diversité des conditions agro-écologiques et des stratégies des agriculteurs font que leur participation est nécessaire pour la définition des procédés d'amélioration de la culture du sorgho. La race *guinée* est la race prédominante de sorgho

cultivé en Afrique de l'Ouest et du Centre. Par une sélection récurrente, nous améliorons les populations locales pour une meilleure productivité et de nouvelles caractéristiques, telles la petite taille, tout en maintenant la diversité des caractéristiques critiques d'adaptation et de qualité. Une collaboration efficace avec d'autres pays producteurs de sorgho est une priorité. Un échange de germoplasme entre les régions et les pays dans des conditions de production similaires doit être encouragé.

Connaissance et utilisation de la diversité des sorghos de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre au Cirad

J. Chantereau

Résumé

De par son histoire, le Cirad apparaît comme un acteur de la caractérisation et de la sélection variétale des sorghos de décrue ouest et centre africains. Un rappel est fait des principaux résultats qu'il a obtenu et du matériel végétal qu'il maintient dans ses collections. Il en ressort que la diversité des sorghos de décrue ouest et centre africains n'a été que partiellement étudiée et valorisée. L'acquis ouvre cependant des perspectives intéressantes de recherche par une meilleure exploitation des potentialités génétiques de ces sorghos en terme d'adaptation au milieu (résistance à la sécheresse, réponse thermo-photopériodique, résistance aux ravageurs, stabilité de rendement) et au marché (qualité du grain et valeur fourragère de la paille).

MOTS-CLÉS: sorgho de décrue, Afrique de l'Ouest et du Centre, sélection variétale, résistance sécheresse, photosensibilité, qualité grain, valeur fourragère.

Abstract

Throughout its history, Cirad has been particularly active in the characterization and selection of post-rainy season sorghum varieties in Western and Central Africa. This paper summarizes the main results achieved by Cirad and its collection of plant material. Even if the diversity of post-rainy season sorghum in Western and Central Africa has only partially been studied and

enhanced, the knowledge acquired opens interesting research perspectives through a better use of the genetic potentialities of these sorghum varieties. These potentialities include adaptation to the environment (drought resistance, thermo-photoperiodic response, pest resistance and yield stability) and to the market (grain quality and fodder value of the straw).

KEYWORDS: Post-rainy season sorghum, Western and Central Africa, variety selection, drought resistance, photosensitivity, grain quality, fodder value.

Introduction

Le Cirad n'est pratiquement plus impliqué dans des travaux de génétique et d'amélioration des sorghos de décrue ouest et centre africains. Cependant, il a une bonne connaissance de ce matériel. En effet, il est "l'héritier" d'études dont les premières remontent au milieu du XXème siècle et dont les plus nombreuses ont été conduites par l'IRAT (Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières) dans les années 1960 et 1970 (à cette époque, l'originalité des sorghos de décrue et de leurs systèmes de cultures avaient stimulé les recherches). De plus, le Cirad détient dans ses ressources génétiques un certain nombre de variétés issues soit de prospections soit de travaux d'amélioration anciens concernant les sorghos de décrue. Notre contribution veut rappeler les principaux résultats obtenus alors en matière variétale. Elle veut également proposer des perspectives de recherche pour leur amélioration dans les années à venir.

Connaissance de la diversité du sorgho de décrue

Les sorghos traditionnels de décrue ont un cycle de culture qui n'empiète pas ou très peu sur la saison des pluies. Semés ou repiqués sur des vertisols ou des terres hydromorphes au moment où l'inondation se retire, c'est à dire au début ou en cours de saison sèche, ils se développent en utilisant les réserves hydriques accumulées dans ces sols argileux à forte capacité de rétention en eau. Sélectionnés depuis des siècles pour être cultivés dans des environnements

climatiques très hostiles, ils ont donc des particularités qui les différencient des sorghos cultivés en saison des pluies. Dans le même temps, ils présentent suffisamment de diversité pour qu'il soit utile de les classer.

Particularités du sorgho de décrue

Les sorghos de décrue appartiennent en grande majorité à la race *durra*. Lorsque c'est le cas, ils ont des traits morphologiques communs: une très grosse tige, un tallage réduit, une panicule dense et massue, un pédoncule souvent crossé sans doute sélectionné par les paysans car il facilite la protection contre les attaques d'oiseau. Leur grain est gros avec, parfois, un albumen vitreux. Cependant, en relation avec la pression parasitaire aviaire, il existe des sorghos de décrue qui ont des graines à albumen farineux avec une couche brune (Sapin, 1971).

Tous les sorghos de décrue sont vraisemblablement des plantes photopériodiques de jours courts. Ce point de vue est étayé par deux observations: d'une part, en situation de jours décroissants, un sorgho de décrue fleurit à peu près à la même période quelle que soit sa date de semis, laquelle varie selon l'importance de la crue et la période du retrait des eaux. D'autre part, son cycle est d'autant plus court que sa date de semis est tardive dans l'année (Viguié, 1947, Barrault et al., 1972).

Une autre originalité suspectée des sorghos de décrue est leur faible sensibilité aux basses températures nocturnes qui explique leur aptitude à croître et à fructifier en pleine saison sèche froide contrairement aux sorghos d'hivernage. Cette particularité a été récemment étudiée chez un sorgho de décrue sénégalais dénommé Fella rouge ou Ssm 993 dans nos collections (Chantereau et al. 1998).

En raison de leur capacité à se développer avec les seules réserves hydriques du sol, les sorghos de décrue ont une grande résistance à la sécheresse. Celle-ci est certainement liée à des particularités de leur système racinaire supposé important, profond et apte à extraire de l'eau dans des sols argileux. Ce système racinaire doit aussi jouer un rôle dans l'aptitude à la transplantation des sorghos repiqués de décrue.

Des observations font état de la fréquence du caractère sucré chez les sorghos de décrue. Cette particularité associée à la grande taille de leurs feuilles

contribuerait à leur succès notamment au Cameroun où leur paille est très utilisée pour l'alimentation animale.

Enfin, sur un plan génétique, le Cirad analyse depuis plusieurs années la diversité moléculaire des sorghos cultivés notamment par marqueurs RFLP (Deu et al., 1994, Deu et al. 1999). Les résultats déjà acquis et ceux en cours d'obtention indiquent que les sorghos Muskawri constitueraient un groupe génétique particulier se distinguant des autres sorghos cultivés et notamment des autres sorghos *durra* (Deu, communication personnelle).

Classification des sorghos de décrue

La diversité des sorghos de décrue autorise différentes classifications. Seules sont présentées ici, les classifications auxquelles se sont référés les travaux de l'IRAT.

Classification à caractère géographique et cultural

Sur la base de données historiques et géographiques, les sorghos traditionnels de décrue soudano-sahélienne ont trois origines différentes: le bassin du fleuve Sénégal, le delta intérieur du Niger et le bassin du lac Tchad. A chacune de ces origines, sont associés des systèmes particuliers de culture.

Les sorghos de décrue du bassin du Fleuve Sénégal

Considérés dans leur totalité comme des *durra* par Sapin et Reynard (1968), ces sorghos sont cultivés dans les terres limono-argileuses inondables de la vallée du Sénégal (terre de oualo) lorsque la décrue intervient. Cet événement est d'autant plus tardif que l'on est près de l'embouchure du fleuve. De l'amont vers l'aval, la décrue est lente et progressive avec des dates de semis de ces sorghos qui varient en conséquence. Traditionnellement, celles-ci se situent début octobre à Bakel, fin octobre à Kaédi et novembre à Dagana (Sapin, 1971). Les récoltes sont décalées dans le même sens: mars à Kaédi, avril à Dagana. D'une année à l'autre, il y a des variations selon l'importance de la saison des pluies et

donc selon la date de la décrue. Ces sorghos qui ne sont pas repiqués poussent avec les ressources hydriques d'une seule saison des pluies.

Les sorghos de décrue du delta intérieur du Fleuve Niger au Mali

Dans le delta intérieur du Niger, en bordure du Sahara dans la région de Goundam et Diré et autour du lac Faguibine est pratiquée une culture de décrue à base de sorgho mais aussi de mil. Selon Harlan et Pasquereau (1969), il existe deux types de sorghos de décrue: des sorghos *durra* et des sorghos *guinée*. Les sorghos de décrue *durra* sont semés sur les pentes des dépressions quand la lame d'eau se retire durant une période s'étirant sur plusieurs mois à partir de janvier (Viguié, 1947). Les sorghos de décrue *guinée* sont les derniers à être installés, par semis ou repiquage, dans le fond des dépressions (Harlan et Pasquereau, 1969). Durant la pleine saison sèche chaude, lorsque l'harmattan souffle, ces sorghos sont souvent broutés par les animaux ce qui va réduire leur demande évaporative. Quand les pluies reprennent, leur croissance redémarre et ils peuvent achever leur maturation dans des terres de nouveau inondées. C'est surtout le cas pour les sorghos de décrue *guinée*, en fond de dépression, qui sont parfois récoltés en pirogue (Harlan et Pasquereau, 1969). Ces sorghos qui sont soit semés soit repiqués exploitent les ressources hydriques de deux saisons des pluies. Viguié (1947) cite même le cas de sorghos bisannuels.

Les sorghos de décrue du bassin du lac Tchad

Dans le nord du Cameroun et au Tchad dans les grands secteurs inondés du lac Tchad (vallées du Logone et du Chari, plaine du Salamat), existe depuis fort longtemps une culture repiquée de sorghos de décrue. Compte tenu du type de sol que ceux-ci occupent et de leur cycle cultural, ils se divisent en deux groupes : les Muskwari et les Babouri. Les premiers sont repiqués sur vertisol à la fin de la saison des pluies, les seconds sont repiqués sur sol hydromorphe avant la fin de la saison des pluies (Barrault et al. 1972). Les Muskwari sont des *durra* ou des *durra-caudatum*, les Babouri des *durra-caudatum*. Ces sorghos tous repiqués réalisent leur cycle avec les réserves hydriques du sol constituées sur une saison des pluies.

Classification selon les types traditionnels

En fonction de leur grain, les sorghos de décrue du Sénégal sont classés en quatre grands types traditionnels (Sapin, 1971): Tableau 1.

— **Tableau 1.** Classification des sorghos de décrue de la vallée du fleuve Sénégal

Type Traditionnel	Type racial	Grosueur du grain	Couleur	Couche brune
Les Pourdi	<i>Durra</i>	Gros	Blanc laiteux	Présence
Les Samba Souki	<i>Durra</i>	Gros	Coloré: jaune, brun, rouge	Présence
Les Sévil	<i>Durra</i>	Petit	Blanc ivoire ou rouge	Absence
Les Diakhnate	<i>Durra</i>	Gros	Blanc ivoire	Absence

A notre connaissance, il n'a pas été rapporté de classification des sorghos traditionnels de décrue du delta intérieur du Niger au Mali. Harlan et Pasquereau (1969) signalent seulement l'existence de variétés locales aussi bien chez les *durra* (Sabba Korei Ber, Sabba Korei Tienda, Samaba Konno) que chez les *guinée* (Sabba Bibi).

Au Cameroun, sur la base de la forme du pédoncule, de la forme de la panicule et de caractéristiques de grain, il est reconnu, chez les Muskwari, 6 grands types traditionnels de sorgho et, chez les Babouri qui sont plus homogènes, 2 grands types (Barrault et al., 1972): Tableaux 2 et 3.

— **Tableau 2.** Classification des sorghos Muskwari au Cameroun

Type traditionnel	Race	Pédoncule	Couche brune	Couleur grain	Vitrosité grain
Safrari	<i>Durra</i>	Crossé ou droit	Absence	Jaune	Assez vitreux
Madjeri	<i>Durra</i>	Crossé ou droit	Absence	Blanc	Assez vitreux
Bourgouri	<i>Durra caudatum</i>	Droit	Présence	Divers	Farineux
Adjagamari	<i>Durra</i>	Crossé	Absence	Ivoire	Assez vitreux
Soukatari	<i>Durra</i>	Crossé	Absence	Rouge	Assez vitreux
Mandouweiri	<i>Durra</i>	Droit	Absence	Marron clair	Assez vitreux
Soulkeiri	<i>Durra</i>	Droit	Absence	Blanc ou rouge	Assez vitreux

— **Tableau 3.** Classification des sorghos Babouri au Cameroun

Type traditionnel	Race	Pédoncule	Couche brune	Couleur grain	Vitrosité grain
Wale-Mansan	<i>Durra caudatum</i>	Droit	Présence	Blanc	Farineux
Madesse	<i>Durra caudatum</i>	Droit	Présence	Rouge	Farineux

Exploitation de la diversité des sorghos de décrue

Ressources génétiques

L'IRAT a réalisé dans les années 1960 et 1970 des prospections de sorghos de décrue sénégalais et camerounais qui ont été suivies de l'évaluation de plus de centaines d'écotypes (Sapin, 1971; Barrault et al. 1972). Plus récemment, l'IRAT a été associé à des prospections en Mauritanie (Dobos, 1986).

Au Sénégal, les sorghos de décrue les plus intéressants pour le rendement ont été l'objet de sélections massales (Sapin 1971). Du travail alors réalisé, il est conservé, au Cirad, 11 variétés locales de décrue (une variété Diakhnate, 2 Pourdi, 4 Samba Souki et 3 Sevil). Parmi ce matériel, 6 variétés se trouvent avoir été proposées à la vulgarisation: RT 13, SD 3 et SD 6 (tous des Samba Souki), SD 10 (un Pourdi) et RT 44 (un Sévil) et RT 50 (un Diakhnate). Avec un apport limité d'urée (80 kg ha⁻¹) et à des densités de 20 000 plantes/ha, ces cultivars ont produit en essai de 1,5 à 2 t ha⁻¹ (Sapin, 1971).

Au Cameroun, l'exploitation des variétés repiquées de décrue a été plus poussée avec la réalisation, non seulement de sélections massales, mais aussi de sélections généalogiques dans le matériel local qui présentait le plus de variabilité (Barrault *et al.*, 1972; Monthe, 1977). Les critères de tri ont été le rendement, la compacité et l'exertion paniculaire, la grosseur et la vitrosité du grain. Il a été ainsi proposé à la vulgarisation des lignées ou des bulks de lignées regroupés par grand type traditionnel (Monthe, 1977). De ce travail, il ne reste, dans les collections du Cirad que des Muskwari (5 Safrari tous décrits dans nos collections comme étant des sorghos sucrés, 2 Madjeri, 5 Bourgouri, 2 Adjagamari, 1 Soukatari, 1 Mandouweiri, 1 Soulkeiri). En essais variétaux, dans des terroirs traditionnels de culture de décrue, avec une fumure azotée limitée et une densité de 20 000 plantes par ha, les meilleures sélections ont atteint des rendements de 1 t ha⁻¹. Testé dans les conditions identiques mais sur des sols ferrugineux tropicaux à tendance hydromorphe, le même matériel a produit jusqu'à 2,5 t ha⁻¹.

Par ailleurs, le Cirad a dans sa banque de germoplasme 84 écotypes camerounais donnés comme Muskwari pour lesquels nous avons peu de renseignements. Il a aussi un certain nombre de sorghos de décrue des autres pays sahéliens, où ils sont aussi cultivés: une dizaine pour la Mauritanie, vraisemblablement deux du Mali et 35 Berbère du Tchad.

Sélection

Le travail de sélection des sorghos de décrue, conduit en son temps au Sénégal et au Cameroun, qui a abouti aux obtentions variétales présentées plus haut, a fait valoir certaines difficultés. Ainsi les sélectionneurs ont été déçus du peu de résultats de la sélection pour le rendement. Plusieurs raisons ont été avancées:

- Les conditions de culture où l'eau, principal facteur limitant, ne permet pas l'extériorisation des potentialités de production (Monthe, 1977).
- Le caractère de population des écotypes qui les adapte à la variabilité de leur environnement et les rend globalement peu différents pour le rendement. En homogénéisant le matériel local, la sélection leur a fait perdre de la plasticité adaptative (Barrault et al., 1972).
- En liaison avec la variabilité de l'environnement, le manque de stabilité des essais variétaux d'une année à l'autre ou d'une localité à l'autre qui ne permet pas à un cultivar de se distinguer véritablement (Le Conte, 1967; Monthe et al., 1973).

En revanche, les sélections ont fait preuve, sans surprise, d'efficacité pour un certain nombre de caractères de grain (couche brune, couleur) et de panicule (compacité, exsertion) que l'on sait héritable. Les sélections faites sur l'appétitude de reprise au repiquage ont aussi mis en évidence l'existence de différences variétales pour ce caractère chez les Muskwari (Barrault et al., 1972).

Enfin, il ne semble pas que des sélections aient été menées pour la résistance à des parasites. Seul paraissait important à l'époque le charbon et les fontes de semis dont il était recommandé de se protéger par un traitement de semences avec un fongicide- insecticide (Sapin et Reynard, 1968).

Perspectives

Au terme de cet examen, nous pensons qu'une relance des programmes de sélection sur les sorghos de décrue devrait mettre l'accent sur certains points:

En amont:

- Des études génétiques pourraient vérifier le caractère de population des écotypes de décrue et établir si les schémas de sélection de type généalogique sont appropriés à l'amélioration variétale des sorghos de décrue.

- D'autres études devraient confirmer l'originalité génétique des sorghos Muskwari. Un tel résultat justifierait de les croiser avec les autres sorghos de décrue comme ceux du Mali ou du Sénégal pour l'obtention de recombinants originaux.

En aval:

- Comme les sorghos de décrue du delta intérieur du Mali paraissent avoir été peu prospectés et évalués en tant que tels, il conviendrait de les collecter et de les étudier en priorité.
- L'évaluation des sorghos de décrue faite par l'IRAT il y a plusieurs dizaines d'années, a été limitée à des caractères conventionnels. Cette évaluation devrait être reprise de façon plus approfondie en considérant tout un ensemble de caractères alors sous évalués: réponse thermo-photopériodique, résistance à la sécheresse et enracinement, teneur en sucre, qualité physico-chimique du grain, qualité fourragère des pailles. Si des études de terrain confirmaient des contraintes parasitaires particulières comme Ratnadass et al. (1992) en ont identifiées sur les sorghos de décrue du delta intérieur du Niger, il faudrait aussi considérer les résistances aux ravageurs incriminés. Une meilleure évaluation de la variabilité des sorghos de décrue pour ces caractères aboutirait à mieux tirer partie de toute leur originalité avec pour résultats immédiats de sélectionner de nouveaux écotypes intéressants à exploiter directement ou en croisements.
- Ayant montré ses limites, la sélection directe sur le rendement devrait être pensée différemment. Il est probable que l'instabilité des rendements des sélections antérieures (forte interaction génotype x environnement) soit liée à des différences variétales de réaction thermo-photopériodique. Un travail de sélection pour le rendement et ses composantes demanderait de faire des comparaisons par classes d'écotypes préalablement triés pour ce type de réaction. Si la prise en compte du facteur "réponse thermo-photopériodique" réduisait sensiblement l'interaction génotype x environnement, l'instabilité du rendement serait en partie comprise.
- Le travail de sélection devrait être mené avec les agriculteurs pour mieux répondre aux besoins des différents systèmes de culture et utilisations des sorghos de décrue. A l'époque de l'IRAT, peu d'informations ont été

acquises sur les questions de stockage et de transformation des sorghos de décrue alors que l'existence de types avec et sans couche brune implique une gestion paysanne différente des produits de récolte. De plus l'existence au Cameroun d'un marché pour les pailles de sorghos Muskvari signalé par Raimond (1999) mérite d'être mieux renseignée.

Les résultats attendus de ces études n'auront pas seulement des retombées pour la sélection propre des sorghos de décrue mais intéresseraient l'amélioration des autres types de sorghos. Nous pensons notamment à ce que l'on peut attendre de l'exploitation pour tous les programmes de sélection de particularités trouvées chez les sorghos de décrue en matière de comportement thermo-photopériodique, de résistance à la sécheresse ou de grosseur du grain associée à la vitrosité de l'albumen.

Conclusions

Dans le passé, les sorghos de décrue n'ont pas été suffisamment étudiés et exploités en sélection. Encore aujourd'hui, les travaux d'amélioration dont ils sont l'objet sont limités et l'information variétale obtenue est insuffisamment partagée. Il est donc justifié qu'un cadre de concertation se mette en place pour remédier à cette situation. Comme leur potentiel d'amélioration est réel et que leur intérêt pour la sélection du sorgho est grand, comme leur succès auprès des paysans dans le nord Cameroun et Tchad est important, il est aussi justifié qu'ils bénéficient d'une relance des activités de recherche. Le Cirad peut y contribuer en s'appuyant sur des travaux relativement anciens. Il reste qu'il convient de mobiliser d'autres acteurs dont l'efficacité sera d'autant plus grande que les tâches auront pu être discutées et coordonnées.

Références

- **BARRAULT, J., ECKEBIL, J.P. & VAILLE, J. 1972.** Point des travaux de l'IRAT sur les sorghos repiqués du Nord-Cameroun. *Agronomie tropicale* 27: 791-814.
- **CHANTEREAU, J., VAKSMANN, M., BAHMANI, I., AG HAMADA, M., CHARTIER, M., BONHOMME, M., 1998.** Caractérisation of different temperature and photoperiod responses in African sorghum landraces. *In*: A. Ratnadass, J. Chantereau & J. Gigou (Eds.), *Amélioration du Sorgho et de sa Culture en Afrique de l'Ouest et du Centre*, Cirad, Montpellier: p. 29-36.

- **DOBOS A., 1986.** Recherches sur l'amélioration de la production des cultures vivrières diverses en Mauritanie: 38 pp.
- **DEU M., GONZALES DE LEON D., GLASZMANN J.C., DEGREMONT I., CHANTEREAU J., LANAUD c. HAMON P., 1994.** RFLP diversity in wild and cultivated sorghum in relation to racial differentiation. *Theoretical and Applied Genetics*, 88: 838-844.
- **DEU M., HAMON P., BONNOT F., CHANTEREAU J., 1999.** Le sorgho. *In*: P. Hamon, M. Seguin, X. Perrier & J.C. Glaszmann (Eds), *Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*, Cirad, Montpellier: p. 351-381.
- **HARLAN J.R., PASQUEREAU J., 1969.** Décrue agriculture in Mali. *Economic Botany*, 23, 1: 70-74.
- **LE CONTE J., 1967.** Etat des sélections sur sorgho et maïs au Sénégal en 1967 - Compte rendu de mission (18-30 septembre 1967): 21 p.
- **MONTHÉ E., DARA M., TCHEYEGUE K., MAGADJI R., 1973.** Les sorghos repiqués muskwari. *In* Rapport analytique 1973 de l'IRAT au Cameroun, Tome 2: 127-135.
- **MONTHÉ E., 1977.** Point actuel des travaux de sélection sur les sorghos au nord-cameroun. *L'Agronomie Tropicale*, 23, 2: 280-287.
- **Sapin P., 1971.** La culture du sorgho de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal. *In* "Séminaire CSTR/OUA sur les facteurs du milieu qui influent le rendement des cultures tropicales" Dakar, 26-29 juillet 1971: 1-12.
- **Sapin P., Reynard A., 1968.** La culture de décrue du sorgho dans la vallée du fleuve Sénégal - quelques techniques culturales simples pour son amélioration. *L'Agronomie Tropicale*, 23, 8: 864-871.
- **Raimond C., 1999.** Terres inondées et sorgho repiqués. Evolution des espaces agricoles et pastoraux dans le bassin du lac Tchad. Thèse de doctorat de géographie, Université Paris I: 543 pp.
- **Ratnadass A., Dombia Y.O., Hamadoun A., 1992.** *Neolimnus aegypticus* Matsumara (*Hemiptera, Cixiidae*) et *Sesamia penniseti* Tams et Bowden (*Lepidoptera, Noctuidae*), deux nouveaux ravageurs du sorgho de décrue dans la zone des lacs au nord du Mali. *L'Agronomie Tropicale*, 46, 4: 321-326.
- **Viguié P., 1947.** Les sorghos et leur culture au Soudan français. Grande Imprimerie Africaine, Dakar: 80 pp.

Considérations générales sur l'agronomie du sorgho de décrue. Disponibilité de l'eau et des éléments nutritifs

J. Comas
H. Gómez MacPherson
N. Cañameras

Résumé

Dans la vallée du fleuve Sénégal, la vallée du delta intérieur du fleuve Niger et la vallée du lac Tchad, la mise en culture du sorgho de décrue se fait après la retraite des eaux de crues. Le sorgho doit se développer avec les seules réserves d'eau du sol. La sensibilité du sorgho à la sécheresse et au manque d'éléments nutritifs n'est pas constante au long de son développement. Nous avons simulé le bilan d'eau dans le sol pour une culture de sorgho de décrue réalisée dans le oualo de Bogol Dogo au Gorgol en Mauritanie, semé en novembre et récolté en mars. Selon les résultats de la simulation, pendant les phases de différenciation de l'inflorescence et de pollinisation, la manque d'eau dans le sol n'est pas la principale contrainte, alors que si durant la phase d'enrichissement du grain le potentiel de l'eau dans le sol est trop bas, cela se traduit par une diminution probable du poids potentiel des grains. En plus, il faudrait étudier de façon plus détaillée la fertilité des sols, notamment les possibles contraintes de la matière organique et de quelques éléments nutritifs dans le sol.

MOTS-CLÉS: Mauritanie, sorgho de décrue, bilan d'eau, cycle de développement, fertilisation, production de grain, production de fourrage, éléments nutritifs.

Abstract

In the Senegal river valley, the inland delta of the Niger river valley and the lake Chad valley, post-pluvial sorghum is grown after the water retreats. The sorghum must grow with the only reserves of the water kept in the soil. The sensitivity of sorghum to drought and the lack of nutrients is not constant throughout its development. We have simulated the soil water balance in a soil cultivated with post-pluvial sorghum sown in November and harvested in March in the oualo of Bogol dogo in the Gorgol region in Mauritania. According to the results of the simulation, during inflorescence differentiation and pollination, the lack of water in the soil is not the main constraint. However, during the enrichment of the grain the water potential in the soil is relatively low, this will result in a probable decrease of the potential weight of the grain. Furthermore, it would be necessary to study more accurately soil fertility, particularly organic matter and nutritive elements in the soil.

KEYWORDS: Mauritania, post rainy-sorghum, soil water balance, culture development, fertilisation, gain production, forage production, nutritive elements.

Introduction

Dans la vallée du fleuve Sénégal, la vallée du delta intérieur du fleuve Niger et la vallée du lac Tchad, la mise en culture du sorgho de décrue se fait après le retrait des eaux. Le sorgho de décrue doit se développer avec les seules réserves d'eau du sol. Souvent le sorgho de décrue est cultivé sur vertisols, caractérisés par une teneur élevée en argile gonflante. Lors de la saison sèche, l'argile se rétracte et des craquelures profondes s'ouvrent dans le sol. Par contre, à la saison des pluies, l'argile se dilate et le détrempeage superficiel devient un problème. La perméabilité des vertisols est faible lorsqu'ils sont humides, les rendant sensibles à l'érosion (Deckers, 1993). Du point de vue agronomique, quels sont les facteurs qui limitent le rendement du sorgho de décrue? Ci-dessous, nous ferons l'analyse de deux contraintes abiotiques : la disponibilité de l'eau et celle des éléments nutritifs.

La sensibilité du sorgho à la sécheresse et au manque d'éléments nutritifs, de même que sa sensibilité aux facteurs biotiques comme les mauvaises herbes, les ravageurs et les maladies, n'est pas constante tout au long du développement de la culture. De plus, les composantes qui définissent le rendement de la culture (nombre de plantes par hectare, nombre de grains par panicule, poids des grains) se déterminent à différents moments du développement de la culture. Pour cette raison, nous allons considérer premièrement le cycle de développement du sorgho.

Le cycle de développement du sorgho

En général l'implantation de la culture commence avec la germination. Celle-ci se produit après la semence, avec la croissance du coléoptile. La réalisation de cette phase dépend de la qualité biologique de la semence (capacité de germination), et de la température et de l'humidité du sol. La température optimale de germination se trouve entre 21 et 26 °C. Le zéro de germination du sorgho se situe en dessous d'environ 12,5 °C et en dessus environ 45 °C. Il existe un seuil critique d'humidité du sol, au-dessous duquel la levée est mauvaise. Les semences doivent se placer à une profondeur de 2,5 à 5 cm. Si les conditions sont favorables, la germination se produit dans les 5-10 jours suivant la semence.

Le nombre de feuilles différenciées varie de 7 à 18 ou plus selon la photopériode et la température. Toutes les feuilles sont différenciées pendant trois ou quatre semaines. A partir du stade 5-6 feuilles visibles, le sorgho développe un système racinaire puissant. La température optimale de croissance se situe entre 24 et 27 °C. Il peut cependant supporter des températures supérieures à 40 °C.

En général, le sorgho est une plante de jour court. Si la longueur du jour est supérieure à 16 h, il ne produit pas d'inflorescences. Une fois fournies les conditions requises de photopériode et de température et l'initiation de la dernière feuille accomplie, la différenciation de la panicule commence. Généralement elle se produit au stade de 4 feuilles. Au stade de 6 feuilles visibles les pièces florales sont complètement différenciées et la croissance de la tige débute. Au stade de 6 à 8 feuilles la panicule est déjà distinguable.

La floraison marque le début de la dernière période de croissance. Pendant cette période l'allongement de la tige ralentit tandis que les inflorescences et les

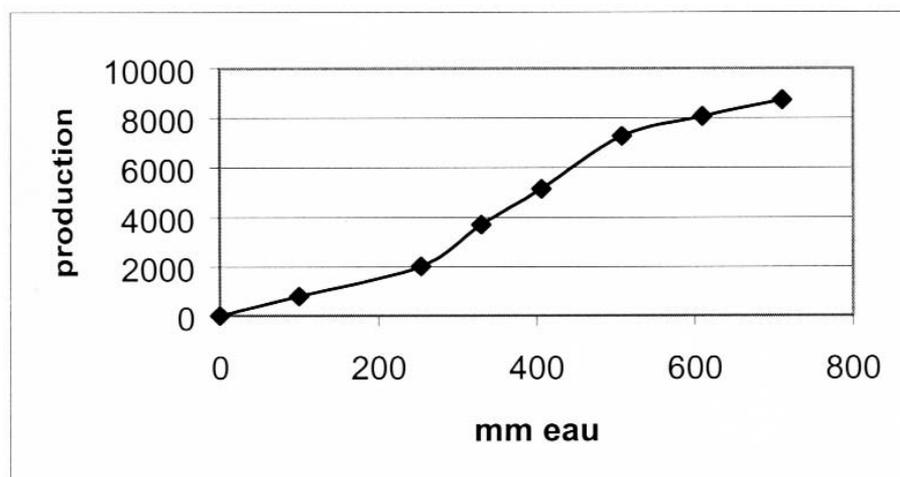
semences augmentent en poids. Pendant cette phase, le transfert des substances organiques des tiges vers les inflorescences est très important. Pour une panicule entière, la floraison peut s'étaler sur une semaine. Elle débute par les fleurs terminales et progresse vers le bas. Le pollen se dégrade rapidement si les conditions sont inadéquates. La pollinisation est autogame.

Après la fertilisation le grain commence à se développer. La fertilisation commence 6-12 heures après la pollinisation. La différenciation de l'embryon commence une semaine après la fécondation et dure à peu près une semaine. Pendant la multiplication cellulaire intense se produit un accroissement du poids d'eau et de matière sèche des grains. A la fin de cette phase, l'amande a pris sa forme définitive; l'albumen devient laiteux (*grain laiteux*). Ensuite, un enrichissement en glucides et protides se produit. Le poids de l'eau dans le grain diminue. La fin de cette phase s'appelle *grain pâteux*. Il marque la fin de la mobilisation des réserves de la plante. La teneur en eau est alors de l'ordre de 40% du poids frais. Cette phase finit 4 à 6 semaines après la pollinisation. Après se produit une diminution rapide du poids d'eau. Le grain devient mi-dur. Il s'assèche progressivement de haut en bas de la panicule. Le stockage du grain doit être effectué à moins de 13% d'humidité. Les vents secs provoquent particulièrement l'assèchement du grain.

Disponibilité d'eau dans le sol

Le sorgho est une des plantes cultivées les moins exigeantes en eau. Dans les systèmes de production intensive, les besoins en eau du sorgho pour un rendement maximal sont de 380 à 630 mm selon les variétés et le système agroécologique. Le sorgho bénéficie d'un système racinaire efficace, le potentiel de l'eau dans le sol peut atteindre des valeurs allant jusqu'à -130 Kpa sans significativement modifier le rendement de la culture (Doorembos et Pruit, 1976, Faci, J.M, communication personnelle). Le sorgho est une culture résistante à la sécheresse, mais pour obtenir des productions élevées, elle nécessite passablement d'eau. Nous n'avons pas de données sur la réponse des variétés de sorgho de décrue à la disponibilité d'eau pendant le développement de la culture. A titre d'orientation, la Figure 1 montre la réponse de la culture des sorghos cultivés aux Etats-Unis à la disponibilité d'eau (Bennett et al., 1990). Ainsi pour une disponibilité de 500 mm, la production peut être de plus de 6 000 kg/ha.

Figure 1. Production du sorgho et besoins d'eau. [Bennett et al., 1990]



En Mauritanie, lorsque se produit la semence de la culture, le sol est saturé d'eau. Les pertes d'eau dues à la transpiration de la culture et à l'évaporation d'eau du sol sont, durant la phase d'implantation de la culture, basses. D'une part, la consommation d'eau de la culture est minimale et d'autre part l'évaporation du sol est infime à cause du fait qu'il n'y a pas d'apports additionnels d'eau sous forme de pluie ou par irrigation. Cependant, l'évaporation du sol est majoritairement limitée par des facteurs hydriques qui rendent très difficile le mouvement ascendant de l'eau dans le sol (Snyder et al, 2001). La semence nécessite une quantité d'eau suffisante dans le sol pour que la germination puisse commencer. Au fur et à mesure que les feuilles se développent et recouvrent le sol, la transpiration augmente et l'évaporation diminue. Durant cette phase la plante peut résister au manque d'eau en ralentissant son métabolisme, et l'effet de ce manque sur le rendement est, à ce stade, négligeable (Doorenbos et Kassam, 1979). Pendant le développement des feuilles, le sorgho développe un système racinaire profond, à racines adventices fibreuses (le volume des racines du sorgho est le double de celui du maïs par rapport à l'aire foliaire). Le sorgho est capable d'extraire l'eau jusqu'à une profondeur de 125 à 180 cm. Pour une production maximale cependant, l'eau doit préférentiellement être présente dans les premiers 75 cm.

Les feuilles ont une cuticule recouverte d'une cire qui sert d'écran. Dans des conditions sèches les feuilles s'enroulent, réduisant la superficie exposée aux rayons solaires, et ainsi la transpiration. En plus, le contrôle stomatique du sorgho est très efficace (le sorgho a plus de stomates que le maïs mais ils sont plus petits). Si la disponibilité en eau est faible, la résistance à la sécheresse et donc la production seront étroitement fonction de la maîtrise du peuplement. Le contrôle du peuplement est primordial. La sensibilité au déficit hydrique est maximale entre le moment du gonflement et la fin de la phase de multiplication cellulaire intense du grain (*grain laiteux*); le nombre de grains par panicule est alors affecté. En dehors de cette période, un déficit d'eau a beaucoup moins de conséquences sur le rendement (Doorenbos et Kassam, 1979). Durant la phase de multiplication cellulaire intense du grain, le manque d'eau dans le sol et des conditions atmosphériques défavorables, par exemple les vents secs, peuvent réduire le poids des grains.

Simulation du bilan de l'eau dans le sol

A titre d'orientation, nous avons simulé le bilan d'eau dans le sol pour une culture de sorgho de décrue cultivée dans dans le oualo de Bogol dogo près de Kaédi, au Gorgol en Mauritanie, semée en novembre et récolté en mars. Le tableau 1 montre les coefficients de culture (K_c) utilisées par rapport aux phases de développement de la culture (Doorenbos et Kassam, 1979, Bennett, et al., 1990). Pour la simulation les coefficients de culture sont multipliés par un coefficient C_1 qui prend en considération la densité de semence dans les oualos en Mauritanie (très basse) et le fait que la culture a un développement foliaire relativement réduit. La valeur d'orientation a été considérée comme suit: $C_1=0,75$. Dans le tableau 2 sont présentés les valeurs d'évapotranspiration de référence (E_{to}) utilisés (donnés fournies par la SONADER en Mauritanie).

Pour la simulation on a considéré que la culture du sorgho de décrue peut extraire l'eau du sol jusqu'à une profondeur de 150 cm. Le tableau 4 montre la texture du sol du oualo de Bogol dogo, où le sorgho de décrue est cultivé. Pour un potentiel matriciel de -20 Kpa, un sol de granulométrie de 30% sable, 40% limon et 30% argile a une disponibilité en eau de 14% par rapport au volume total du sol (Doorenbos et Pruitt, 1976).

— **Tableau 1.** Modèle phenologique (semence au début de novembre et récolte en mars) et coefficients de culture du sorgho de décrue cultivée dans le oualo de Bogol dogo près de Kaédi en Mauritanie

Mois	Jours	Phase	Kc
Novembre	0-7	1. Implantation	0,53
	7-22	2. Différenciation des feuilles	0,75
Décembre	22-45	3. Différenciation de l'inflorescence 4. Montée	0,75
			0,85
Janvier	45-52	5. Floraison et pollinisation	0,85
	52-90	6. Fecondation. 7. Multiplication cellulaire	1,15
Février			1,15
			0,75
Mars	90-112	8. Enrichissement	0,75
			0,55
			0,55
	112-128	9. Dessiccation. Récolte	0,35
			0,35

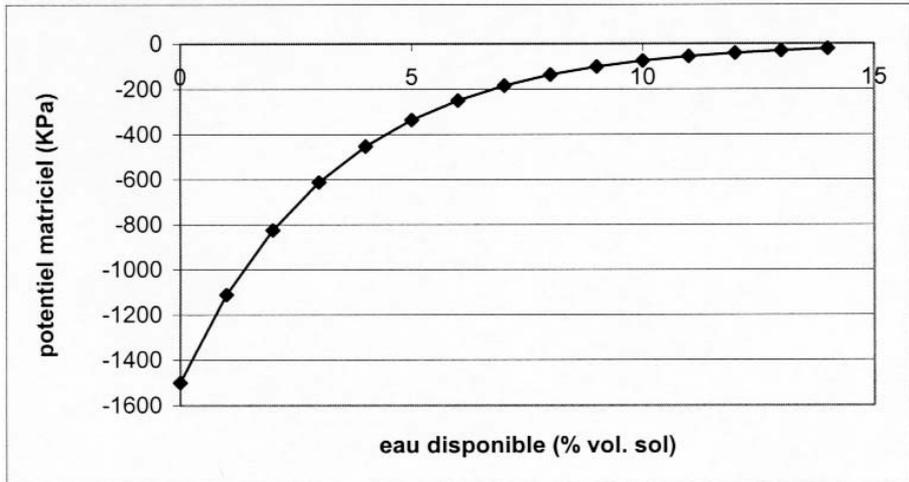
— **Tableau 2.** ETo (mm/jour) estimés pour le Sahel (SONADER, 1988)

Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
5,3	5,5	5,8	6,8	8,1

La figure 2 montre une estimation du potentiel matriciel de l'eau du sol par rapport à l'eau disponible (% volume du sol), au-dessus de -1 500 Kpa; les valeurs correspondent à l'équation: potentiel matriciel (Kpa) = 1 500 * 0,74^{%eau disponible}. Pour la simulation, on est parti de la supposition qu'au début de la culture le sol était à capacité de champ (-20 Kpa).

Une partie importante de la culture du sorgho de décrue doit se développer dans des conditions de manque d'eau. C'est pour cela que l'on a multiplié le coefficient de culture (Kc) par un facteur C2 qui prend en compte la tension de l'eau dans le sol. La formule utilisée est $C2 = 1,45 e^{0,01 \text{ Potentiel matriciel (Kpa)}}$. Pour des potentiels au-dessus de -50 Kpa, C2 vaut environ 1, pour des potentiels au-dessous de -300 Kpa, C2 est très faible, plus petit que 0,06. La figure 3 montre les valeurs de C2 considérées dans la simulation par rapport au potentiel matriciel de l'eau dans le sol.

Figure 2. Potentiel matriciel et eau disponible (% volume sol) pour un sol argilo-sableux (30% argile, 20% limon et 50% sable), potentiel matriciel (Kpa = 1 500 * 0,74^{eau disponible})



Pendant la simulation, on a calculé l'évapotranspiration de la culture sous stress pour des périodes de 7 jours, en utilisant la formule suivante:

$$ET_{\text{culture sous stress}} = ET_0 \times K_c \times C_1 \times C_2$$

Figure 3. C2 par rapport au potentiel matriciel (Kpa) dans le sol (C2 = 1,45 e^{0,01 Potentiel matriciel})

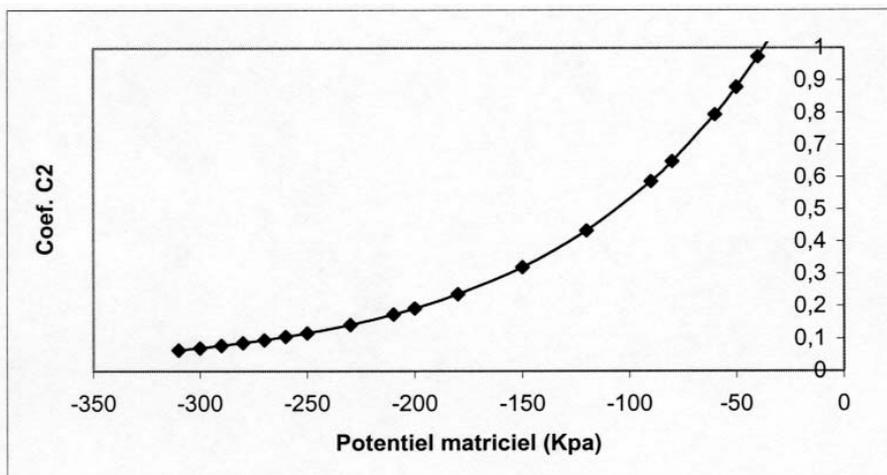
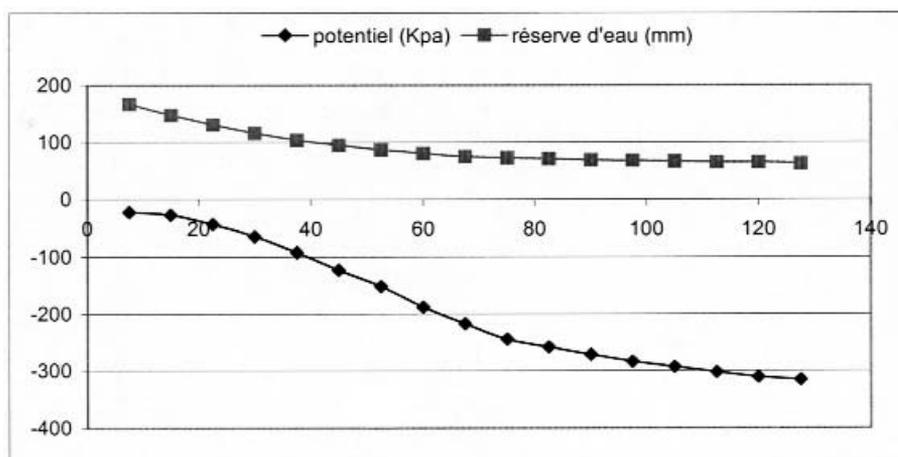


Figure 4. Résultats de la simulation de la réserve d'eau dans le sol (mm) et du potentiel matriciel (Kpa) du sorgho de décrue dans le oualo de Bogol dogo près de Kaédi en Mauritanie.



La Figure 4 montre les résultats de la simulation pour la culture du sorgho de décrue d'une durée de 125 jours, semée le premier novembre (avec un système racinaire allant jusqu'à 150 cm de profondeur). On ne connaît pas la réponse des variétés de sorgho de décrue au potentiel de l'eau dans le sol, cependant on a considéré qu'au-dessus de -130 Kpa, le rendement est presque égal au potentiel, et qu'au-delà de -250 Kpa, le stress hydrique peut être considérable. La phase la plus sensible du sorgho au manque d'eau se situe entre la différenciation de l'inflorescence et la pollinisation, c'est à dire de fin novembre à début janvier. Selon la simulation, à la fin de cette phase le potentiel de l'eau du sol n'est pas très bas, environ -200 Kpa. On peut donc considérer que le nombre de grains par panicule n'est pas trop affecté par le manque d'eau.

Cependant, durant la phase d'enrichissement du grain, en janvier, le potentiel estimé par la simulation se situe entre -250 et -300 Kpa. Pendant cette phase le manque d'eau disponible se traduira par une probable diminution du poids potentiel des grains. Pour soulever ce problème, l'on peut envisager deux stratégies: (1) la réduction de la durée de la culture sur le terrain ou (2) la réduction de leur consommation d'eau. Ainsi elle pourrait disposer de plus d'eau pendant la phase d'accroissement du poids des grains.

Pour mettre en pratique la première stratégie, on peut semer des variétés de cycle de culture plus court, utiliser des semences prégerminées ou repiquer au

lieu de semer. Ces pratiques culturales peuvent réduire la production de paille, laquelle est très importante pour les paysans parce qu'elle peut être utilisée comme aliment pour les animaux. On pourrait envisager la possibilité de cultiver deux types de variétés : des variétés orientées vers la production de grain et d'autres orientées vers la production de fourrage.

Si l'on veut réduire la consommation d'eau, d'avantage de recherches sont nécessaires pour mieux connaître l'écophysiologie de la culture et sélectionner des variétés plus adaptées à ces conditions.

Disponibilité des éléments nutritifs

La plupart des pays de l'Afrique Subsaharienne ont un budget négatif en éléments nutritifs (Smaling, 1993). Il est fort probable que la diminution de la fertilité des sols qu'on a constatée dans le Sahel contraigne les rendements, spécialement dans des zones où ni engrais ni beaucoup de légumineuses sont utilisées (Penning de Vries et M.A. Djitéye, 1991).

Pour une production durable il est essentiel que le bilan de nutriments ne soit pas négatif. Autour des villages la fumure apportée par les animaux aux cultures peut contribuer considérablement à maintenir la productivité des sols. Cependant, dans les systèmes extensifs du sorgho de décrue les apports principaux de nutriments se font par des processus naturels (sédimentation, fixation d'azote et dépôts atmosphériques). Dans les systèmes de culture avec crues les sédiments déposés peuvent apporter des éléments nutritifs. Les principales pertes en nutriments sont dues aux exportations des récoltes et à l'érosion. Un système de culture doit présenter un équilibre entre les exportations et les apports de nutriments. Lorsque les pertes et l'exportation des éléments nutritifs sont inhérents aux systèmes de culture, les nutriments extraits du sol doivent être remplacés. De plus, la teneur en matière organique des sols doit être maintenue à un niveau acceptable. Cependant, dans les zones marginales on peut pratiquer une agriculture à peu d'intrants.

Dans le tableau 3 nous présentons des estimations de la composition en nutriments du grain et de la paille du sorgho (Bennet et al., 1990). Nous avons calculé aussi les extractions unitaires. Ainsi, pour une production de 1 000 kg de grain par ha, on peut estimer les extractions de la partie aérienne de la plante d'environ 27 kg d'azote, 7 kg de P_2O_5 et 21 kg de K_2O . Pour des rendements

de seulement 1 000 kg de grain par hectare les extractions totales sont donc faibles. Cependant, une concentration suffisante en éléments nutritifs essentiels est nécessaire pour ne pas limiter le rendement des cultures.

Tableau 3. Composition du grain et de la paille du sorgho (Après Bennet et al., 1990)

Élément minéral	Composition du grain(%)	Composition de la paille(%)	Extractions unitaires(kg/1.000 kg grain)
N	1,85	1,03	27,5
P205	0,59 (P : 0,30)	0,18 (P : 0,1-0,2)	7,0
K2O	0,49 (K : 0,40)	1,47	20,8
S	0,15- 0,20	0,12	3,0
Ca	0,04- 0,06	0,22	3,0
Mg	0,15	0,19	3,3

Le tableau 4 montre les résultats de l'analyse de fertilité du oualo du village de Bogol dogo, près de Kaédi en Mauritanie. Les échantillons ont été obtenus après la récolte en avril. Les résultats du tableau sont les contenus moyens à 40 cm de profondeur. Pour caractériser la fertilité des sols où le sorgho de décrue est cultivé, l'analyse du sous-sol serait sans doute également pertinente.

Tableau 4. Analyse du sol du oualo de Bogol dogo, avril 2000

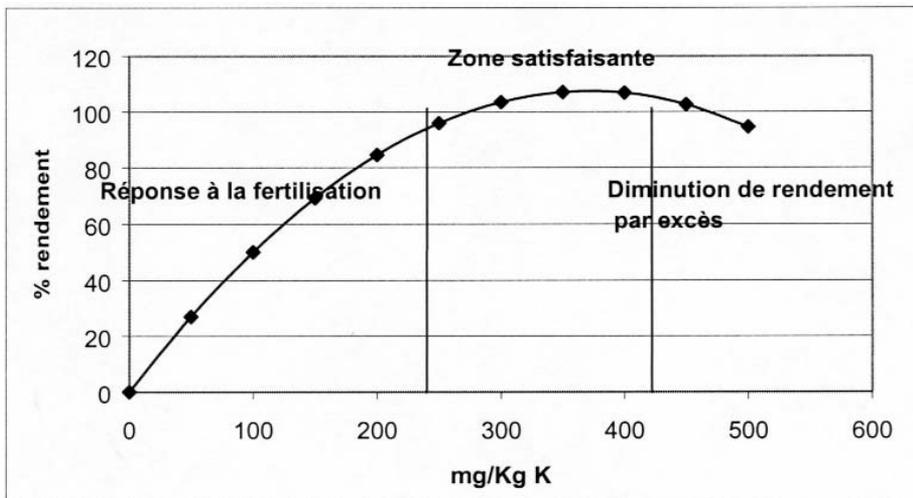
	Résultat	Interprétation
Matière organique	0,4 %	Très basse
PH (1/2,5 eau)	8,5	Légèrement alcaline
Conductivité électrique (1/5 eau)	0,81 dS/m	Légèrement élevée
Phosphore (Olsen)	13 mg P/kg	Normal
Potassium (acétate d'ammoniaque)	144 mg K/kg	Faible
Magnésium (acétate d'ammoniaque)	> 600 mg Mg/kg	très élevée
Carbonates	< 4 %	Très faible
Sable (0,05 <D<2 mm)	47,6%	Argilo-sableux
Limon grossier (0,02<D<0,05 mm)	10,0	
Limon fin (0,002 <D<0,02 mm)	10,0	
Argile (D<0,002 mm)	32,4	

Dans l'analyse du sol ici présenté, on constate que la teneur en matière organique est très faible. Une teneur en matière organique au-dessous de 0,6%

entraîne une détérioration physique rapide du sol et une érosion accélérée (Pieri, 1989). Chaque année une partie de la matière organique du sol disparaît, l'addition de matière organique fraîche est nécessaire pour compenser ces pertes. On peut considérer que le pH et la conductivité électrique sont des valeurs normales et non pas des contraintes pour le rendement.

La concentration de phosphore disponible calculée dans l'analyse peut être considérée comme non limitante pour la production; cependant, la concentration de potassium disponible est très faible et contraint probablement le rendement. La figure 5 présente la réponse générale des céréales à la concentration de K dans un sol de texture lourde. En général, une concentration de potassium inférieure à 250 mg/kg peut limiter le rendement de plus de 25%. Une fraction importante du potassium disponible est contenue dans les résidus de récolte; une utilisation adéquate des résidus de récolte peut donc contribuer à la conservation du potassium dans le sol. Dans l'analyse, on note aussi que la concentration de magnésium est extraordinairement élevée. Une concentration de magnésium si élevée peut interagir avec le potassium et rendre plus difficile son assimilation pour la culture.

Figure 5. Effets sur le rendement de la concentration du sol en éléments nutritifs



Conclusions

A partir de la floraison, la culture du sorgho de décrue se développe dans des conditions de stress hydrique. Des études supplémentaires seraient nécessaires afin d'identifier les caractères écophysologiques qui peuvent minimiser l'effet du stress hydrique sur le rendement. Une solution consisterait en l'adaptation de la phénologie de la culture au manque de disponibilité d'eau, en anticipant la phase d'enrichissement des grains. Parmi les stratégies les plus intéressantes permettant sa réalisation, on peut prendre en compte l'utilisation de variétés de cycle plus court, l'utilisation de semences prégerminés et le repiquage. Ces stratégies, cependant, peuvent limiter la production de paille. On pourrait imaginer la culture de deux variétés par les agriculteurs, une qui serve à la consommation humaine et l'autre destinée à la consommation animale.

Quant à la fertilisation, il faudrait étudier de façon plus détaillée la fertilité des sols et la possible limitation par le manque de quelques éléments, ainsi que la viabilité de l'utilisation de fertilisants.

Références

- **BENNETT, W.F.; TUCKER, B.B.; MAUNDER, A.B. 1990.** Modern grain sorghum production. Iowa State University Press.
- **BOYELDIEU, J. 1980.** Les cultures céréalières. Hachette. Paris.
- **DECKERS, J. 1993.** Fertilité du sol et problèmes d'environnement dans différentes zones écologiques des pays en développement de l'Afrique Sub-saharienne. Dans: van Reuler, H.; Prins, W.H. Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique Sub.saharienne. Dutch Association of Fertiliser Producers (VKP), Leidschendam, Pays-Bas.
- **DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. 1976.** Las necesidades de agua de los Cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje, Roma.
- **DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. 1979.** Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje, Roma,
- **MOULE, C. 1980.** Céréales. La Maison Rustique.
- **PAUL, C.L. 1990.** Sorghum agronomy. ICRISAT, Hyderabad, Indie.
- **SMALING, E.M.A. 1993.** Appauvrissement du sol en nutriments de l'Afrique Sub-saharienne. Dans: van Reuler, H.; Prins, W.H. (ed.) 1993. Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique Sub.saharienne. Dutch Association of Fertiliser Producers (VKP), Leidschendam, Pays-Bas.
- **PIERI, C. 1989.** Fertilité des terres de savannes. Bilain de trente ans de recherche et de développement agricole au sud Sahara. Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT
- **SNYDER, R.L.; BALI, K.; VENTURA, F.; GÓMEZ-MACPHERSON, H. 2000.** Estimating evaporation from bare or nearly bare soil. Journal of Irrigation and Drainage Engng. 126(6): 399-403.

Les insectes ravageurs des sorghos repiqués ou cultivés en conditions de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre

Alain Ratnadass
K. Djimadoumngar

Résumé

Cette communication fait le point sur les connaissances concernant les insectes ravageurs des sorghos repiqués ou cultivés en conditions de décrue en Mauritanie, au Sénégal, au Mali, au Nigeria, au Cameroun et au Tchad. Bien que constituant des contraintes importantes à ces cultures, ils ont été peu étudiés. Si les foreurs des tiges (essentiellement *Sesamia* spp.) et dans une moindre mesure les sauteriaux, occasionnent des dégâts importants sur toute l'aire d'extension de ces cultures en Afrique de l'Ouest et du Centre, certains groupes d'insectes revêtent une importance particulière à une échelle plus locale. C'est le cas de la cicadelle *Neolimnus aegypticus* dans la région des lacs au Mali, ainsi que des grillons, et dans une moindre mesure des termites et des pucerons dans la vallée du Fleuve Sénégal. Les informations disponibles concernant la lutte contre les ravageurs de ces cultures sont rares. Il s'agit essentiellement de méthodes de lutte chimique contre les sauteriaux, les grillons et les pucerons. Par ailleurs, l'importance de l'action des auxiliaires, particulièrement prédateurs de pucerons et parasitoïdes de foreurs des tiges, a été mise en évidence dans plusieurs pays, plaidant en faveur d'une limitation de l'utilisation d'insecticides de synthèse. Des éléments sont donnés ci-dessous sur les domaines de recherche et les approches à privilégier à l'avenir.

MOTS-CLÉS: insectes ravageurs, sorghos de décrue, sorghos repiqués, Afrique de l'Ouest et du Centre, auxiliaires, méthodes de lutte. Mauritanie, Sénégal, Mali, Nigeria, Cameroun, Tchad, foreurs des tiges, sauteriaux, grillons, cicadelles, pucerons.

Abstract

This paper takes stock of the existing knowledge on insect pests of transplanted or recession cropped sorghums in Mauritania, Senegal, Mali, Nigeria, Cameroon, and Chad. Although they are major constraints to these crops, they have been little studied. While stem borers (particularly *Sesamia* spp.), and, to a lesser extent, grasshoppers, cause important damage across all the area devoted to these crops in West and Central Africa, some other insect groups may locally assume a particular importance. This is notably the case for the leaf-hopper *Neolimnus aegypticus* in the Lakes region of northern Mali, and that of crickets, as well as, although to a lesser extent, termites and aphids along the Senegal river valley. Available information on methods for the control of the pests are scarce. Those are mainly chemical methods targeted at grasshoppers, crickets and aphids. On the other hand, the importance of beneficial insects, particularly predators of aphids and stem borer parasitoids, was highlighted in several countries, calling for reduced synthetic insecticide use. Research areas and approaches for the future are suggested.

KEYWORDS: insect pests, stem borers, grasshoppers, crickets, leaf-hoppers, aphids, recession cropped sorghums, transplanted sorghums, West and Central Africa, beneficial insects, control methods, Mauritania, Senegal, Mali, Nigeria, Cameroon, Chad.

Introduction

Il existe trois types principaux de cultures de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre: celle qui est pratiquée dans la vallée des grands fleuves du Sahel (particulièrement Sénégal et Niger: Sapin & Reynard 1968; Lericollais & Schmitz 1984); celle qui est pratiquée dans la zone des lacs au nord du Mali (Viguié 1947; Harlan & Pasquereau 1969); enfin la culture de sorghos repiqués au Cameroun, Tchad et Nigeria (*muskwari*, *berbéré* & *masakwa*) (Chantereau et Nicou 1990).

Bien que pouvant paraître négligeables au regard de la production totale de sorgho de la région, ces cultures constituent l'alimentation de base des popula-

tions concernées. La culture de décrue assure près de la moitié de la production sorghicole de la Mauritanie (R'Chid 1989), près d'un quart de la production nationale du Tchad, et près de la moitié de celle de l'extrême Nord du Cameroun (Dromard 1986, *in* Vernier et al. 1987).

La faible production des sorghos de décrue est liée à plusieurs facteurs, dont des variétés peu productives, la sécheresse, dans certains cas la compétition avec les adventices, les maladies (charbons), enfin les ravageurs animaux. Les zones consacrées à ces productions ont en effet une écologie particulière; les espaces cultivés alternant avec les espaces arides, ils sont le lieu d'attaques parfois très importantes: invasions (heureusement espacées) sur la plupart des céréales, dont le sorgho, du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskl) (Viguier 1947; Lericollais & Schmitz 1984; Goebel 1995) mais aussi pullulation d'oiseaux granivores (surtout *Quelea quelea*) (Harlan & Pasquereau 1969; Da Camara-Smeets 1977; Jamin 1983; Lericollais & Schmitz 1984; Luce 1990; Goebel 1995).

En dehors de ces attaques à grande échelle, qui ne seront pas traitées ici, les avis sur l'importance des problèmes entomologiques sur les sorghos de décrue sont très variés et parfois même contradictoires. Ainsi, pour Descamps (1954), au Cameroun, le sorgho (ou "gros mil") de décrue, parce qu'il se développe en saison sèche et élabore une abondante matière verte alors que toute autre végétation est desséchée, héberge un très grand nombre d'espèces, et pour Da Camara-Smeets (1977), la culture de sorgho de décrue au Tchad est fortement attaquée par les insectes prédateurs; Ratnadass et al. (1992) estimaient qu'au nord du Mali, le sorgho de décrue étant la seule plante cultivée sur de vastes surfaces de mars à juillet, était très attractif pour les ravageurs. Bezot (1963) considérait au contraire qu'aucun parasite important n'était à signaler sur *berbéré* au Tchad, et Goebel (1995), que les problèmes phytosanitaires en milieu sahélien (zone de culture de décrue du fleuve Sénégal) étaient moins importants et diversifiés que dans les zones pluviales.

Force est en fait de constater que les problèmes d'insectes spécifiques à ces cultures sont très mal connus pour avoir été très peu étudiés. La littérature sur le sujet consiste essentiellement en des documents anciens, les travaux récents étant rares (Marti 1990). Cela tient en partie à des difficultés d'accès à certaines zones de production, mais aussi et surtout, aux contraintes budgétaires auxquelles sont confrontés les programmes de recherche nationaux, lors des processus de priorisation des thèmes de recherche. Cette communication fait le

point sur les informations disponibles dans la bibliographie sur le sujet concernant la Mauritanie, le Sénégal, le Mali, le Nigeria, le Cameroun et le Tchad, et présente quelques résultats originaux du Tchad, en vue d'identifier les domaines de recherche et approches à privilégier dans l'avenir. Dans le cas du Sénégal, certains des insectes mentionnés ont été signalés plutôt sur sorgho irrigué que de décrue, mais ils sont vraisemblablement présents sur les deux cultures, du fait de leur coexistence temporelle.

Les principaux ravageurs: Bioécologie et dégâts occasionnés

Plusieurs insectes ravageurs ont été signalés sur sorghos repiqués et de décrue, et identifiés au genre ou à l'espèce (Tableau 1).

Les termites

En Mauritanie, Cantier (1960) signale que les termites n'attaquent les racines de sorgho que lorsque les pieds souffrent, là où la période d'immersion a été insuffisamment longue. Au Sénégal, Lericollais & Schmitz (1984) précisent que quand la crue a été faible les termites s'attaquent aux tiges de maïs et de sorgho. Pour Goebel (1995), des dégâts non négligeables de termites (*Microtermes* sp.) se traduisent, en cas de forte attaque, par une verse de plants. L'infestation a lieu entre deux irrigations gravitaires: le sol s'asséchant très rapidement, cela laisse le temps aux termites d'envahir les plants. En effet, en cas de sécheresse, les termites, notamment *Microtermes* sp. cherchent l'humidité et la nourriture directement dans les plantes, comme cela a été observé sur arachide (Umeh et al. 1999).

Au Cameroun, Barrault et al. (1972) signalent en revanche un effet bénéfique des termitières sur sorgho *muskwari*. Dans un essai, le poids moyen des panicules sur une termitière était quatre fois supérieur à celui de plantes de la même variété hors du rayon d'action de celle-ci. Cette différence de rendement est attribuée à la plus grande épaisseur de la tranche de sol humide dans le cas de la termitière.

Les grillons

En Mauritanie, pour Cantier (1960), l'action destructive des Gryllidae sur les plantules de sorgho de décrue au moment de la levée est connue des cultivateurs qui en tiennent traditionnellement compte pour fixer la date des semis. Mais ces dégâts peuvent aussi concerner des plantes déjà développées. Cela a été le cas au cours de la campagne 1959-60 dans la région de Kaédi, où dans certains champs, 50% des poquets avaient été ravagés (racines adventives rongées), soit que les plants touchés en cours de montaison soient morts, soit que, en cas d'attaque plus tardive, leurs panicules soient restées très petites et aient échaudé précocement.

D'après les cultivateurs, les grillons remonteraient la nuit vers la surface, attirés par la fraîcheur et l'humidité relative de l'atmosphère, afin de se nourrir des racines, et s'enfonceraient, dès que la chaleur les incommode dans les crevasse.

Au Sénégal, Sapin & Reynard (1968) signalent que certaines années, peu après l'exondation des terres, il apparaît beaucoup de grillons dans les champs de sorgho de décrue. Ces grillons coupent les jeunes tiges de sorgho. On n'a pas d'information sur la (ou les) espèce(s) impliquée(s).

La mouche des pousses

Atherigona soccata (Rondani) provoque des dégâts se traduisant par le symptôme de cœur mort (dessèchement du fouet foliaire central). Ce ravageur est cité sur sorgho de décrue du Mali (Harlan & Pasquereau 1969), de Mauritanie (Sy 1985) et du Cameroun (Ndikawa & Beyo 1994). Dans ce pays, il affecterait surtout les pépinières. Des pertes de plus de 50% de plants dues à cette mouche ont été rapportées.

Les sauteriaux

Dans la région du fleuve au Sénégal, Lericollais & Schmitz (1984) estiment que la lutte contre les criquets de la région -les sauteriaux- est plus difficile que contre les locustes, parce qu'ils vivent dispersés. Dans cette région, Goebel

(1995) signale avoir constaté régulièrement des attaques de sauteriaux en saison froide avec des dégâts parfois importants sur le feuillage des céréales (feuilles dévorées jusqu'à la nervure). Luce (1990) les signalait comme le seul problème entomologique sur sorgho de décrue dans le lac R'Kiz en Mauritanie. Ratnadass et al. (1992) ont signalé des attaques d'*Oedaleus senegalensis* (Krauss) sur sorgho de décrue au Mali. C'est une espèce à caractères phasaires intermédiaires, plus faiblement grégariapte que les locustes *stricto sensu* (Yonli 1992).

Concernant les autres espèces mentionnées par Goebel (1995), *Hieroglyphus daganensis* Krauss, ou criquet des rizières, est l'espèce la plus nuisible du complexe des zones à inondations saisonnières, correspondant aux bassins des fleuves Sénégal et Niger et du Lac Tchad. *Kraussaria angulifera* (Krauss) et *Cataloipus cymbiferus* (Krauss) appartiennent au complexe des savanes (Yonli 1992).

Pour Yonli (1992), *Aiolopus simulatrix* (Walker), ou criquet fouisseur, est associé aux plaines argileuses des bassins des principaux fleuves du Sahel (Sénégal, Niger, Chari), sujettes à des inondations saisonnières pluviales ou fluviales, et dont le sorgho de décrue est une culture caractéristique. Ce sont les ailés de seconde génération qui retournant au sud avec le retrait du front inter-tropical, peuvent parfois provoquer des dégâts importants sur les cultures de décrue. Après les pluies, les adultes s'ensevelissent sous le sable ou restent cachés dans les fentes de retrait des sols argileux.

Les chenilles défoliatrices

C'est *Mythimna loreyi* Duponchel qui est l'espèce la plus répandue en Mauritanie (Cantier 1960) et au Sénégal (Goebel 1993). Elle ronge les feuilles et s'installe dans le cornet. Au Cameroun, cette espèce se rencontre d'un bout à l'autre de l'année, mais est nettement plus abondante en saison sèche (Descamps 1954).

Les piqueurs-suceurs

Au Sénégal, *Melanaphis sacchari* Zethner (= *Aphis sorghi*) serait responsable de la maladie du N'Dioumane (envahissement des feuilles par un miellat abon-

dant), causant de graves dégâts dans la région du fleuve. La production de liquide mielleux serait provoquée par les piqûres d'insectes, mais secrétée par la plante elle-même (Risbec 1950).

Dans cette région, le puceron *Rhopalosiphum maidis* Fitch est bien présent en saison froide, pouvant constituer une menace notamment sur la station de Thiago (Richard-Toll), où les parcelles de sorgho de saison froide peuvent connaître un fort développement de colonies (Goebel 1993). Ces pucerons sont également des ravageurs importants du sorgho d'hivernage au Sénégal (Gahukar 1993).

Au Mali, des dégâts importants de la cicadelle *Neolimnus aegypticus* Matsumara ont été observés sur le sorgho de décrue, dans la zone des lacs en 1989 et 1990 (Ratnadass et al. 1992). Les attaques interviennent sur le sorgho au stade du tallage. Les dégâts dans les cornets et sur les feuilles sont dus à la fois aux piqûres d'alimentation des larves et des adultes et aux dépôts de miellat sur la face supérieure des feuilles. Ils se caractérisent par le jaunissement partiel ou total des feuilles, suivi de leur dessèchement selon l'intensité de l'attaque. En général, les attaques sont distribuées en plages à l'intérieur du champ.

Cet insecte avait été signalé au Sénégal sur sorgho pluvial, suçant la sève des jeunes feuilles, et comme ravageur potentiellement important dans certaines localités, particulièrement en cas de sécheresse (Gahukar 1984). Au Mali, malgré l'importance des infestations constatées, les observations n'ont pas permis une estimation des pertes de rendement occasionnées. Si les attaques des cicadelles peuvent s'estomper avec l'arrivée des pluies, la reprise des plants est vraisemblablement compromise en cas d'attaque sévère. La Direction de l'agriculture de Tombouctou a fait état en 1989 d'une perte de 1500 ha pour le seul lac Faguibine, du fait des attaques de cicadelles (Ratnadass et al. 1992).

Les foreurs des tiges

Au Sénégal, quand la crue est faible, outre les dégâts de termites, les tiges sont aussi ruinées par les foreurs (Lericollais & Schmitz 1984). *Sesamia calamistis* Hampson attaquerait les céréales en saison sèche froide (mais sa pression parasitaire serait plus faible qu'en hivernage), alors qu'*Eldana saccharina* Walker serait absente (Goebel 1993).

Lors des prospections effectuées au nord du Mali en 1989 et 1990, *Sesamia poephaga* Tams & Bowden était le seul foreur des tiges rencontré sur le sorgho au stade du tallage (Ratnadass et al. 1992; Ajayi et Ratnadass 1998). Le dégât observé était celui du "cœur mort" (dessèchement du fouet foliaire central). Tout comme pour les cicadelles, on a estimé que si la plante parvenait à compenser certains cœurs morts dus à des attaques précoces de foreurs, ce phénomène ne pouvait être que limité, étant donné l'état de stress dans lequel se trouve le sorgho en fin de saison sèche (Ratnadass et al. 1992).

Au Cameroun, *S. calamistis* sévit particulièrement sur le sorgho repiqué (*muskwari*) dans le Diamaré et le Mayo-Danay (Ndikawa & Beyo 1994). Descamps (1954) y a par ailleurs signalé *Sesamia cretica* Lederer et *Sesamia vuteria* Stoll. comme espèces franchement nuisibles. Toutefois, dans le cadre d'une prospection des sorghos de la Bénoué, Eckebil (1970) trouvait que l'attaque de foreurs était relativement importante, mais semblait peu dommageable, car les panicules n'avaient pas l'air d'en avoir souffert.

Pour Tabo et al. (1993) et Ajayi et al. (1996), les seuls ravageurs importants sur sorgho de contre-saison au Cameroun, Nigeria et Tchad sont les foreurs de tiges: *S. poephaga*, *S. calamistis*, *Sesamia sp.* & *E. saccharina*, avec une incidence variant de 10 à 100%.

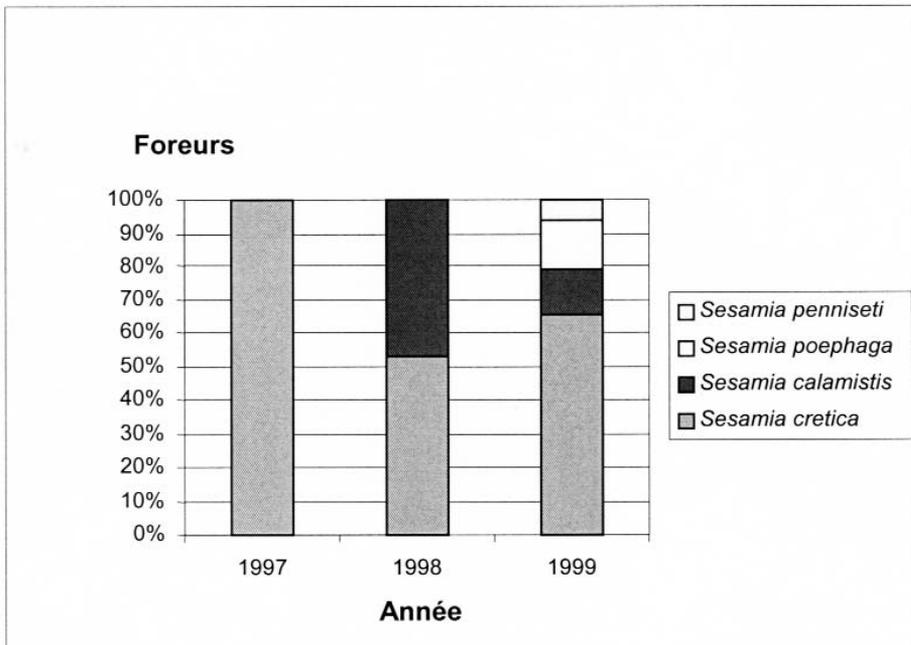
Au Tchad, on a procédé de 1997 à 1999 à des évaluations qualitatives et quantitatives des populations larvaires des foreurs de tiges du sorgho dans la région de N'Djamena. Elles ont révélé la présence de quatre espèces, *S. calamistis*, *S. cretica*, *Chilo partellus* (Swinhoe) et *Chilo agamemnon* Bleszynski sur le sorgho cultivé en régime pluvial et de cinq espèces de *Sesamia*: *S. calamistis*, *S. cretica*, *S. poephaga*, et *Sesamia penniseti* Tams & Bowden sur le sorgho de contre-saison. *Sesamia cretica* s'attaque au sorgho au cours de sa phase de croissance végétative. Son développement se poursuit jusqu'à la maturité des plantes. Les infestations les plus importantes s'observent vers la fin de la culture du sorgho pluvial et sur *berbéré*. La répartition spécifique des espèces de *Sesamia* colonisant le *berbéré* est donnée en Fig. 1.

Les chenilles paniculaires

Pour Nonveiller (1969) au Cameroun, *Eublemma gayneri* Rothschild est la seule espèce observée sur les sorghos *muskwari* repiqués de saison sèche.

L'intensité de l'attaque du matériel examiné était très faible ou nulle et les pertes correspondantes insignifiantes ou inexistantes. Les dégâts directs, causés par l'activité des chenilles, ne sont pas aggravés, comme chez les sorghos de la saison des pluies, par une moisissure qui se développe sur les graines rongées et les excréments. Ainsi, sur la variété Safrari, à panicules très compactes, à Maroua lors de la récolte en mi-février 1968, le pourcentage de graines attaquées était d'environ 5% en moyenne. Outre le Cameroun, cette espèce est importante sur sorgho d'hivernage au Sénégal (Gahukar 1993), Mali (Doumbia et Bonzi 1989) et Burkina Faso (Ajayi et al. sous presse).

Figure 1. Composition spécifique des populations préimaginales des *Sesamia* spp. foreurs des tiges de sorgho Berbéré (N'Djamena, Tchad)



Les punaises des panicules

Au Cameroun, Descamps (1954) signale que certaines des punaises très abondantes sur sorgho ("gros mil") de contre-saison et y commettant quelques

dégâts n'ont jamais été jamais observées sur la culture de saison des pluies. Il s'agit de *Homoeocerus pallens* Fabricius, *Homoeocerus ignotus* Schouteden, *Antestia* sp., *Stenozygum decoratum* Schouteden et *Nysius* sp.

Ajayi et Ajiboye (1997) signalent la présence d'*Eurystylus oldi* Poppius en contre-saison sur *muskwari* au Cameroun, *masakwa* au Nigeria et *berberé* au Tchad. Le sorgho de contre-saison y joue donc un rôle d'hôte alternatif pour cet important ravageur du sorgho d'hivernage (Ratnadass & Ajayi 1995 ; Ajayi et al. sous presse).

Les ravageurs des stocks

Au nord du Mali, les grosses graines farineuses des sorghos *durra* se conservent mal, car elles sont très sensibles aux attaques d'insectes (Harlan & Pasquereau 1969). Aucune précision n'est donnée quant aux espèces impliquées. Les inventaires établis par ailleurs concernent des régions plus méridionales du pays (Ratnadass et al. 1994; Ratnadass et al. 1999).

Les ravageurs des stocks identifiés sur maïs à Saint-Louis du Sénégal par Goebel (1995) se retrouvent vraisemblablement aussi sur sorgho de décrue dans la région du fleuve. Il s'agit de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) et *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).

Tableau 1. Insectes ravageurs des sorghos repiqués et de décrue

Insecte	Partie attaquée Pays		Références
ORTHOPTERA			
Acrididae			
Cyrcanthacridinae			
<i>Kraussaria angulifera</i>	feuilles	Sénégal	Goebel (1995)
<i>Schistocerca gregaria</i>	n.p.	Sénégal	Viguié (1947); Lericollais & Schmitz (1984) ; Goebel (1995)
Eyprepocnemidinae			
<i>Cataloipus cymbiferus</i>	feuilles	Sénégal	Goebel (1995)
Hemiacridinae			
<i>Hieroglyphus daganensis</i>	feuilles	Sénégal	Goebel (1995)
Oedipodinae			
<i>Aiolopus simulatrix</i>		n.p.	n.p. Yonli (1992)
<i>Ailopus thalassinus</i>		feuilles	Sénégal Goebel (1995)
<i>Oedaleus senegalensis</i>	feuilles	Sénégal	Goebel (1995)
" "	" "	Mali	Ratnadass et al. (1992)
Gryllidae			
n.p.	racines	Mauritanie	Cantier (1960)
n.p.	plantules	Sénégal	Sapin & Renard (1968)

Tableau 1 (suite). Insectes ravageurs des sorghos repiqués et de décrue

Insecte	Partie attaquée	Pays	Références
ISOPTERA			
n.p.	racines	Mauritanie	Cantier (1960)
n.p.	tiges	Sénégal	Lericollais & Schmitz (1984)
Termitidae			
<i>Microtermes</i> sp.	n.p.	Sénégal	Goebel (1995)
HEMIPERA: HOMOPTERA			
Aphididae			
<i>Melanaphis sacchari</i> (= <i>Aphis sorghi</i>)	feuilles	Sénégal	Risbec (1950)
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	feuilles	Sénégal	Goebel (1993)
Cicadellidae			
<i>Neolimnus aegypticus</i>	feuilles	Mali	Ratnadass et al. (1992)
HEMIPERA: HETEROPTERA			
Coreidae			
<i>Homoeocerus ignotus</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Homoeocerus pallens</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
Lygaeidae			
<i>Nysius</i> sp.	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Oxycarenus hyalinipennis</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Spilosthetus pandurus</i>	feuilles	Mali	Ratnadass et al. (1992)
<i>Spilosthetus</i> sp.	feuilles	Mali	Ratnadass et al. (1992)
Miridae			
<i>Eurystylus oldi</i>	panicules	Cameroun	Ajayi & Ajiboye (1997)
Pentatomidae			
<i>Agonoscelis erosa</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Agonoscelis versicolor</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Antestia</i> sp.	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Menida distante</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Stenozygum decoratum</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
Pyrrhocoridae			
<i>Scantius caraboides</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
Rhopalidae			
<i>Leptocoris griseiventris</i> (= <i>Serinetha griseicollis</i>)	panicules	Cameroun	Descamps (1954) ; Nonveiller (1984)
Scutelleridae			
<i>Calidea punctata</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
<i>Hotea subfasciata</i>	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
COLEOPTERA			
Chrysomelidae			
<i>Monolepta</i> sp.	panicules	Cameroun	Descamps (1954)
LEPIDOPTERA			
Noctuidae			
<i>Eublemma gayneri</i>	panicules	Cameroun	Nonveiller (1969)
<i>Mythimna (=Cirphis) loreyi</i>	feuilles	Cameroun	Descamps (1954)
" "	" "	Sénégal	Goebel (1993)
" "	" "	Mauritanie	Cantier (1960)
<i>Sesamia calamistis</i>	tiges	Cameroun	Ndikawa & Beyo (1994)
" "	" "	Cameroun/Nigeria/Tchad	Ajayi et al. (1996)
<i>Sesamia cretica</i>	tiges	Cameroun	Ndikawa & Beyo (1994)
<i>Sesamia poephaga</i>	tiges	Cameroun/Nigeria/Tchad	Ajayi et al. (1996)
" "	" "	Mali	Ajayi & Ratnadass (1998)
<i>Sesamia vuteria</i>	tiges	Cameroun	Ndikawa & Beyo (1994)
<i>Sesamia</i> sp.	tiges	Cameroun/Nigeria/Tchad	Ajayi et al. (1996)

Tableau 1 (suite). Insectes ravageurs des sorghos repiqués et de décrue

Insecte	Partie attaquée	Pays	Références
Pyralidae			
<i>Eidana saccharin</i>	tiges	Cameroun/Nigeria/Tchad	Ajayi et al. (1996)
DIPTERA			
Muscidae			
<i>Atherigona soccata</i>	plantules	Cameroun	Ndikawa & Beyo (1994)
" "	" "	Mali	Harlan & Pasquereau (1969)
" "	" "	Mauritanie	Sy (1985)
n.p. : non précisé			

Méthodes de lutte

Lutte chimique

Tout comme la lutte contre les locustes, la lutte contre les sautériaux est menée par les services nationaux de protection des végétaux, avec l'appui d'organisations internationales et de pays donateurs. La stratégie de lutte proposée pour *Aiolopus simulatrix* consiste en une lutte préventive par appât sur la population de fin de saison sèche, première lutte qui pourra être suivie d'une seconde lutte curative cette fois, en fin de saison des pluies (Yonli 1992).

Pour Sapin & Reynard (1968), il est facile de se protéger des grillons en mettant des appâts empoisonnés en petits tas à côté des trous de semis. Ils recommandaient pour la préparation de l'appât empoisonné de prendre 4 kg de son ou de farine de sorgho, d'y mélanger 160 g d'insecticide en poudre (HCH ou DDT) ou 100 cc d'insecticide liquide (tel que Dieldrine ou Aldrine), et d'y ajouter de l'eau de façon à faire une pâte très liquide.

Pour Jamin (1983), un traitement au Metasystemox® (m.a. oxydéméton-méthyl: organo-phosphoré systémique) peut être effectué en cas d'attaque de pucerons.

Lutte biologique

Les perspectives de lutte biologique "classique", i.e. par introduction ou par augmentation, sont aussi limitées sur sorgho de décrue que sur sorgho d'hivernage, d'une part parce que cette plante, tout comme ses ravageurs africains, est indigène, d'autre part parce qu'elle est cultivée de façon annuelle sur de peti-

tes surfaces dispersées. En revanche, la conservation de la faune d'arthropodes auxiliaires par la limitation de l'utilisation d'insecticides de synthèse doit rester une constante préoccupation.

Ainsi, au Sénégal, Goebel (1993) signale l'importance des auxiliaires surtout sur les pucerons (*R. maidis*), sur lesquels des prédateurs très actifs ont été remarqués, notamment *Ishiodon aegyptius* (Wiedemann) (Diptera: Syrphidae) et *Cheilomenes (propinqua) vicina* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). On rencontre également d'autres représentants de cette dernière famille, à savoir *Cheilomenes sulphurea* (Olivier), *Scymnus* sp. & *Chilocorus nigrita* (Fabricius).

Goebel (1993) signale aussi *Brachimeria feae* (Masi) (Hymenoptera: Chalcididae) parasitant les chrysalides de *M. loreyi* dans la région du fleuve au Sénégal. Le microhyménoptère *Pediobius furvus* (Gahan) (Eulophidae) est un endoparasite nymphal qui est trouvé régulièrement sur *S. calamistis* au Sénégal (Goebel 1993).

Les parasitoïdes identifiés par Ajayi et al. (1996) sur les foreurs des tiges des sorghos repiqués au Cameroun, Tchad et Nigeria étaient les microhyménoptères *Sturmiopsis inferens* Towns et *Pediobius amaurocoela* Waterston (Eulophidae), et *Apanteles sesamiae* Cameron (Braconidae). Un hyperparasitoïde de cette dernière espèce, *Nesolynx phaesoma* Waterston (Eulophidae), était également identifié.

Au Tchad, en 1998 et 1999, des adultes de *Paracentrobia semifumipennis* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) et *Telenomus busseolae* Gahan (Hymenoptera: Scelionidae, Telenoninae) ont émergé de pontes de *Sesamia* sp(p). déposées sur Berbéré. Plusieurs autres espèces d'hyménoptères parasitoïdes ont été capturées au piège lumineux, dont certaines pendant la période de culture du *berbéré*: *Enicospilus sesamiae* (Ichneumonidae); *Phanerotoma* sp. (Braconidae, Cheloninae).

Méthodes culturales

Dans la région des lacs au Mali, Harlan & Pasquereau (1969) signalent que si le repiquage est effectué avant tout là où la menace de crue précoce serait la plus dommageable, les cultivateurs trouvent aussi d'autres avantages à cette pratique, notamment un certain contrôle de la mouche des pousses et des maladies fongiques. Pour ces auteurs également, le stockage des graines sous forme de panicules permettrait de réduire les pertes dues aux insectes.

Résistance variétale

Pour Harlan & Pasquereau (1969) les variétés de sorgho de décrue de race guinée à grains durs et vitreux se conservent beaucoup mieux que les sorghos durra aux grosses graines farineuses, très sensibles aux attaques d'insectes, et peuvent même être conservées plus de deux ans sans subir de pertes.

Conclusions

La connaissance de la faune entomologique associée aux sorghos repiqués et de décrue est très incomplète, en raison de la diversité des conditions de culture et des problèmes rencontrés, et du faible nombre de travaux qui leur ont été consacrés. Un approfondissement de l'étude des complexes de ravageurs, de leurs évolutions saisonnières s'avèrent nécessaires, tenant compte des particularités locales.

Pour se placer dans une optique de protection intégrée des cultures, il est nécessaire de poursuivre les inventaires des auxiliaires en même temps que des ravageurs. Par ailleurs, partout où cela est possible, les dégâts occasionnés devront être évalués simultanément sur plusieurs génotypes.

Les recherches en cours au Tchad, qui ont pour thème "Inventaire et cycles biologiques des Lépidoptères foreurs des tiges du sorgho et de leurs principaux parasitoïdes dans la région de N'Djamena (Tchad)" sont un exemple de l'approche à privilégier. La compréhension de la dynamique des populations des ravageurs et des auxiliaires constitue en effet un préalable indispensable à la prise de décisions dans le cadre de la protection intégrée. Elle permet notamment de connaître les périodes de fluctuations des nuisibles et de situer leurs stades les plus vulnérables (par exemple ceux qui sont à l'extérieur des tiges), et de tenir compte de l'activité des auxiliaires avant d'envisager la mise en œuvre d'autres méthodes de protection.

Références

- **AJAYI, O. & AJIBOYE, T.O. 1997.** Non crop plant hosts of the sorghum head bug, *Eurystylus oldi* in West Africa. International Sorghum and Millets Newsletter 38: 81-82.
- **AJAYI, O. & RATNADASS, A. 1998.** Sorghum insect pest distribution and losses in West Africa. Pages 81-90 in Amélioration du sorgho et de sa culture en Afrique de l'Ouest et du Centre: actes de l'atelier de restitution du programme conjoint sur le sorgho Icrisat-Cirad (Ratnadass, A., Chantereau, J. & Gigou, J. eds.). 17-20 Mar 1997, Bamako, Mali. Collection Colloques, Montpellier, France: Cirad-ca.
- **AJAYI, O., SHARMA, H.C., TABO, R., RATNADASS, A. & DOUMBIA, Y.O.** (sous presse) Incidence and distribution of sorghum head bug, *Eurystylus oldi* (Heteroptera: Miridae) and other panicle pests of sorghum in West and Central Africa. Insect Science and its Application.
- **AJAYI, O., TABO, R. & ALI, D. 1996.** Incidence of stem borers on postrainy-season transplanted sorghum in Cameroon, Nigeria and Chad in 1995/96. International Sorghum and Millets Newsletter 37: 58-59.
- **BARRAULT, J., ECKEBIL, J.P. & VAILLE, J. 1972.** Point des travaux de l'IRAT sur les sorghos repiqués du Nord-Cameroun. Agronomie tropicale 27: 791-814.
- **BEZOT, P. 1963.** L'amélioration des sorghos au Tchad. Agronomie tropicale 18 : 985-1007.
- **CANTIER, J. 1960.** Observations et expérimentation sur les sorghos de décrue (campagne 1959-60). Kaédi, Mauritanie: Service de l'agriculture. 28 p. (document interne).
- **DA CAMARA-SMEETS, M. 1977.** Les dégâts d'oiseaux au berbéré au Tchad et au Nord Cameroun. A. - Enquête: détermination des espèces responsables, indication pour la lutte. B. - Etude des dégâts sur une parcelle choisie et détermination de la responsabilité relative des différentes espèces impliquées. Agronomie tropicale XXXII: 262-278.
- **DESCAMPS, M. 1954.** Insectes nuisibles aux cultures et insectes prédateurs récemment observés dans le Nord Cameroun. Agronomie tropicale IX: 174-182.
- **ECKEBIL, J.P. 1970.** Prospection des sorghos de la Bénoué. Guétalé, Cameroun: IRAT. 7 p. (document interne).
- **GAHUKAR, R.T. 1984.** Senegal: New insect pests of sorghum. FAO Plant Protection Bulletin 32: 31-33.
- **GAHUKAR, R.T. 1993.** Infestation levels of improved sorghum cultivars with *Rhopalosiphum maidis* and *Eublemma gayneri* Roths. in Senegal. Trop. Agric. (Trinidad) 70: 185-187.
- **GOEBEL, R. 1993.** Analyse du complexe parasitaire du maïs irrigué sur le fleuve Sénégal. Perspectives de lutte intégrée contre les principaux ravageurs. Pages 108-126 in Réunion de coordination des recherches phytosanitaires pour la sous-région Afrique de l'Ouest (Girardot, B. ed.) 26-28 Jan 1993, Cotonou, Bénin. Montpellier, France: Cirad.
- **GOEBEL, R. 1995.** Les recherches en entomologie sur le fleuve Sénégal: bilan et perspectives dans le contexte des cultures irriguées au Sahel. Pages 243-264 in Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal: Actes de l'Atelier ORSTOM-ISRA (Boivin, P., Dia, I., Lericollais, A., Poussin, J.C., Santoir, C. & Seck, S.M. eds). 19-21 Oct 1993, Saint-Louis, Sénégal. Paris, France, Colloques et Séminaires: Orstom.
- **HARLAN, J.R. & PASQUEREAU, J. 1969.** Décrue agriculture in Mali. Economic Botany, 23 (1): 70-74.
- **JAMIN, J.Y. 1983.** La culture du sorgho. Pages 8-9 in Bilan des acquis de la recherche agronomique dans la vallée du fleuve Sénégal. Saint-Louis, Sénégal: ISRA. (document interne).
- **LERICOLLAIS, A. & SCHMITZ, J. 1984.** "La calebasse et la houe". Techniques et outils des cultures de décrue dans la vallée du Sénégal. Cahiers ORSTOM, série Sciences Humaines XX: 427-452.
- **LUCE, C. 1990.** Compte rendu de mission en Mauritanie: Réunion CNRADA; Visite du Projet R'Kiz (du 22 au 29 novembre 1990). Bamako, Mali: CIRAD-IRAT. 7 p. (document interne).
- **MARTI, A. 1990.** Sorghos repiqués ou semés en condition de décrue - Références bibliographiques. Montpellier, France: Cirad. 56 p.
- **NDIKAWA, R. & BEYO, J. 1994.** Revue des problèmes phytosanitaires du sorgho et du mil au Nord-Cameroun. Pages 199-205 in Réunion phytosanitaire de coordination des cultures annuelles - Afrique centrale (Sigrist, J.C. ed.), 26-29 Jan 1994, Maroua, Cameroun. Montpellier, France: Cirad.
- **NONVEILLER, G. 1969.** Note sur les chenilles des panicules de sorgho au Cameroun et la corrélation entre l'intensité de l'attaque et la compacité des panicules. Agronomie tropicale 6: 610-633.
- **NONVEILLER, G. 1984.** Catalogue des insectes du Cameroun d'intérêt agricole pour la protection des plantes. Mémoires, 15, Beograd, Yougoslavie. 210 p.
- **RATNADASS, A. & AJAYI, O. 1995.** Panicle insect pests of sorghum in West Africa. Pages 29-38 in Panicle insect pests of sorghum and pearl millet: proceedings of an International Consultative Workshop (Nwanze, K.F. & Youm, O., eds). 4-7 Oct 1993, Centre sahélien de l'ICRISAT, Niamey, Niger. Patancheru, Andhra Pradesh, Inde: Icrisat.
- **RATNADASS, A., BERTÉ, S., DIARRA, D. & Cissé, B. 1994.** Insect losses on sorghum stored in selected Malian villages with particular emphasis on varietal differences in grain resistance. Pages 953-959 in Stored product protection: Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-product Protection (Highley, E., Wright, E.J. Banks, H. J. & Champ, B.R. eds.). 17-23 Avr 1994, Canberra, Australie. Oxon, Royaume-Uni: CAB International.

- **RATNADASS, A., CISSÉ, B., DIARRA, D., SIDIBÉ, B., SOGOBA, B. & THIÉRO, C.A.T. 1999.** Faune des stocks de sorgho dans deux régions du Mali et comparaison des pertes infligées aux variétés locales ou introduites pour améliorer le rendement. *Annales de la Société Entomologique de France* 35: 489-495.
- **RATNADASS, A., DOUMBIA, Y. O. & HAMADOUN, A. 1992.** *Neolimnus aegypticus* Matsumara (Hemiptera: Cicadellidae) et *Sesamia penniseti* Tams et Bowden (Lepidoptera: Noctuidae), deux nouveaux ravageurs du sorgho de décrue dans la zone des lacs au nord du Mali. *Agronomie tropicale* 46: 321-326.
- **R'CHID, S. 1989.** La recherche sur le sorgho en Mauritanie. Pages 141-151 in *Travaux du troisième atelier régional de sorgho, Réseau ouest et centre africain de recherche sur le sorgho*, 20-23 septembre 1988, Maroua, Cameroun. Ouagadougou, Burkina Faso: Safgrad.
- **RISBEC, J. 1950.** La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français. Dakar, Sénégal: Gouvernement général de l'Afrique occidentale française. 639 p.
- **SAPIN, P. & REYNARD, A. 1968.** La culture de décrue du sorgho dans la vallée du Fleuve Sénégal. Quelques techniques culturales simples pour son amélioration. *Agronomie tropicale* 23: 864-872.
- **Sy, H.A. 1985.** Production et amélioration du sorgho en Mauritanie. Pages 143-145 in *L'amélioration du sorgho en Afrique de l'Ouest: travaux de l'atelier régional organisé du 27 au 30 novembre 1984 à Ouagadougou* (ICRISAT ed.). Ouagadougou, Burkina Faso: ICRISAT.
- **TABO, R., OLABANJI, O.G., AJAYI, O., FLOWER, D.J. & KAIGAMA, B.K. 1993.** Performance of dry season sorghum at varying plant densities in northeastern Nigeria. *Agronomy Abstracts* 1993: 147.
- **UMEH, V.C., WALIYAR, F., TRAORÉ, S. & EGWURUBE, E. 1999.** Soil pests of groundnut in West Africa - Species diversity, damage and estimation of yield losses. *Insect Science and its Application* 19: 131-140.
- **VERNIER, P., ABOUBAKAR, Y. & TCHARI, B. 1987.** Le système de double culture riz pluvial-sorgho mouskwari au Cameroun. *Essais préliminaires. Agronomie tropicale* 42: 280-288.
- **VIGUIER, P. 1947.** Les sorghos et leur culture au Soudan français. Dakar, Sénégal: Grande imprimerie africaine. 80 p.
- **YONLI, O.T. 1992.** Les principaux acridiens nuisibles au Sahel: connaissances actuelles et perspectives de recherches. Pages 362-380 in *Deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel* (Institut du Sahel ed.), 4-9 Jan 1990, Bamako, Mali. Paris, France: John Libbey Eurotex.

La culture du sorgho de décrue en Mauritanie

Mamoudou Yéro Besse Ba

Résumé

Le sorgho de décrue occupe une place prépondérante dans les systèmes de production agricole en Mauritanie. Il est cultivé en bas-fonds et le long de la rive droite du fleuve Sénégal. L'importance des superficies emblavées fluctue fortement d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie et de la crue du fleuve ; le potentiel cultivable du seul oualo est supérieur à 150 000 ha. Le sorgho est cultivé pour son grain utilisé dans l'alimentation humaine mais il permet aussi de nombreuses autres utilisations: fourrages, diététique, pharmacopée notamment. Dans les conditions actuelles, les rendements du sorgho de décrue sont faibles (350 à 400 kg/ha) et très variables. Ils peuvent même atteindre plus de 1 000 kg/ha en conditions semi-contrôlées. La culture du sorgho de décrue présente au moins 5 avantages certains, de nature (a) stratégique (b) technique (c) sociale (d) économique (e) santé/diététique. Le développement de la culture du sorgho de décrue, très souhaité par les populations en particulier rurales, se heurte, malheureusement, à de nombreuses contraintes dont les principales, à relever en priorité par la recherche, appuyée par la formation et la vulgarisation participatives, sont: (a) insuffisance d'eau, (b) dégâts de sésamies, (c) oiseaux granivores, (d) utilisation de technologies peu performantes, (e) divagation des animaux (f) faiblesse des organisations paysannes. Offrir l'opportunité d'améliorer la productivité du sorgho de décrue en Mauritanie, c'est contribuer à réduire la dépendance alimentaire du pays, c'est aider les paysans à lutter contre la pauvreté rurale qui affecte les groupes les plus vulnérables que sont les femmes et les jeunes et c'est permettre à la recherche agronomique et

à ses partenaires privilégiés, la formation et la vulgarisation, de jouer leur véritable rôle de fer de lance du développement agricole au profit du plus grand nombre.

MOTS-CLÉS: Sorgho de décrue, Mauritanie, sécurité alimentaire, rendement, populations rurales, insuffisance d'eau, dégâts de sésamies, oiseaux granivores, technologies peu performantes, divagation des animaux, organisations paysannes.

Abstract

Post-rainy season sorghum occupies a predominant place among the different agricultural production systems of Mauritania. It is cultivated in the inland valley bottoms and along floodplains of the Senegal river. The size of the cultivated areas fluctuates strongly from one year to the other according to the rainfall and flooding of the river. The potential cropping area in the Oualo only is greater than 150,000 ha. Post-rainy season sorghum is cultivated for its grain, which is used for human consumption. It is used as forage, dietetic foods and pharmacopoeia as well. With the actual conditions, the yielding of post rainy-sorghum is weak (350 to 400 kg/ha) and very variable across years. The production can even reach over 1,000 kg/ha in half-controlled conditions. The culture of post rainy-sorghum presents at least 5 certain advantages of (a) strategic, (b) technical, (c) social, (d) economical and (e) health/dietetic kinds. The development of the culture of post-rainy sorghum - which is highly wished by rural populations - unfortunately, has to face many constraints and difficulties. Those to be addressed, on a priority basis, by research, supported by good training and extension are: (a) insufficiency of water, (b) damages caused by stem borers, (c) seed eating birds, (d) the use of low-performance technologies, (e) marauding livestock, (f) weakness of farmers' organizations. The possibility of increasing the productivity of post-rainy sorghum in Mauritania, means contributing to the food self-sufficiency of the country. It also means helping farmers to fight rural poverty, which affects the most vulnerable segments of population, namely women and young people and to enable agronomic research, as well as its main "partners": training and extension, to play their role as spearhead of agricultural development.

KEYWORDS: post-rainy sorghum, Mauritania, food security, yield, rural population, insufficiency of water, damage caused by stem borers, seed eating birds, weak technologies, marauding livestock, farmers' organisations.

Le sorgho de décrue et la sécurité alimentaire en Mauritanie

En Mauritanie, le sorgho est principalement cultivé pour son grain qui est utilisé dans l'alimentation de base d'une grande partie de la population des pays sahéliens. Essentielle dans la production vivrière actuelle en Mauritanie, la culture du sorgho de décrue est orientée vers la satisfaction des besoins alimentaires de la population rurale ainsi que d'une frange importante de la population citadine. Les besoins alimentaires de la population mauritanienne en céréales (sorgho, mil, maïs, riz, blé) sont estimés entre 390 000 et 400 000 tonnes en 2001 sur la base d'une consommation de 176 kg/habitant/an.

La production nationale - total des céréales- ne couvre qu'environ 20 à 30% de ces besoins. Elle est composée essentiellement de sorgho traditionnel, de l'ordre de 70 000 tonnes, dont plus de 45% en sorgho de décrue: bas-fonds, oualo, décrue améliorée.

De fait, il y a un déficit alimentaire devenu structurel résultant de la conjonction d'au moins 3 facteurs importants:

- Environnement physique (écosystème) et socio-économique.
- Taux de croissance démographique élevé (environ 2,9% par an).
- Usage de techniques et de technologies peu performantes.

En simplifiant, on pourrait dire: *la demande céréalière est forte parce qu'il y a beaucoup de bouches à nourrir et que la "charrue ne suit pas"*. Ce rapide diagnostic de la situation montre l'ampleur des efforts qui restent à fournir pour réduire les importations massives de céréales, dont le sorgho, pour combler le déficit alimentaire du pays et lutter efficacement contre la pauvreté rurale très répandue actuellement.

Dans cette optique, le sorgho de décrue peut contribuer de manière significative à réduire l'insécurité alimentaire actuelle, ce qui est d'une importance fondamentale quand on sait que l'autosuffisance alimentaire est un puissant

facteur de stabilité intérieure, d'indépendance économique et de souveraineté nationale.

Vu sous cet angle, le développement de la culture du sorgho de décrue, compte tenu de son importance sociale et de son rôle sensible dans la sécurité alimentaire des populations tant rurales que citadines, doit être une priorité du gouvernement.

La production totale de sorgho au cours de ces 15 dernières années en Mauritanie a été de 10 642 268 tonnes réparties en:

- Pluvial (diéri = 586 090 tonnes).
- Décrue (bas-fonds, oualo, décrue améliorée) = 478 178 tonnes, soit 45%.

Si une partie des contraintes à la production était supprimée, la culture du sorgho de décrue permettrait d'augmenter la production céréalière nationale dans une proportion considérable. Ainsi, une exploitation rationnelle des potentialités du sorgho de décrue pourrait contribuer de manière appréciable à la réduction du déficit alimentaire du pays en céréales. Il est clair aussi que tout accroissement de la production du sorgho se substitue à une quantité équivalente de céréales importées et allège ainsi la dépendance du pays vis à vis de l'extérieur, que cette dépendance soit évaluée en termes financiers (importations commerciales) ou dans un contexte plus large (aide alimentaire).

Systemes de culture en Mauritanie

L'ensemble du territoire mauritanien, couvrant une superficie de 1 030 700 km² (zone désertique exclue) peut être subdivisé en 4 grandes zones agro-écologiques : la vallée du fleuve Sénégal, la zone agricole du Sud-est, la zone pastorale et les oasis.

La vallée du fleuve Sénégal est formée de: (a) la rive droite du lit majeur alluvial, de largeur variable jusqu'à 15 km et inondée sur une fraction importante de sa superficie par les crues, et (b) les zones de décrue que constituent les dépressions (mares) où s'accumulent les eaux de ruissellement des massifs dominants.

La zone agricole du Sud-est est une aire de cultures pluviales strictes.

La zone pastorale a une pluviométrie inférieure à 200 mm et est située entre le fleuve et les régions désertiques septentrionales.

Les zones de palmeraies se trouvent dans les **oasis**.

La culture du sorgho de décrue en Mauritanie

Le sorgho de décrue occupe une place prépondérante dans les systèmes de production des cultures vivrières du pays, malgré le développement rapide des cultures irriguées à dominante rizicole depuis les années 80.

Il contribue, actuellement, pour plus de 45% de la production totale du sorgho du pays et constitue, avec le mil et plus récemment le riz, la céréale vivrière de base à l'échelle nationale. La grande majorité des sorghos de décrue cultivés en Mauritanie appartiennent à la race *durra* à panicule compacte, masquée, à pédoncule le plus souvent crossé, à grosse tige, à grosses graines blanches, jaunes, beiges ou rougeâtres.

Son aire de culture est constituée d'une part par la rive droite du lit majeur alluvial (sols hollandés, vertisols) qui représente le grand domaine des cultures de décrue de sorgho pratiquées en saison sèche froide (de novembre à mars) sur des superficies pouvant atteindre 80 000 ha les années de fortes crues, et d'autre part par les dépressions argileuses des oueds (mares) à l'écoulement temporaire plus ou moins concentré géographiquement.

Le système de culture qui y est pratiqué est la culture de décrue dans les mares naturelles ou créées derrière barrages. Pour développer ce type d'exploitation, un certain nombre de barrages ont été construits au travers des oueds (mares). Ce programme de construction, entrepris bien avant les années 60, a été réalisé au fur et à mesure du retrait des eaux (décrue).

L'agriculture de décrue est praticable partout où la mobilisation semi-contrôlée des ressources hydriques est possible, soit sur 200 000 à 280 000 ha (0,20% du pays). Cela correspond premièrement aux terres inondables (oualo) par les crues du fleuve Sénégal, qui tendent pourtant à régresser avec le fonctionnement des barrages de Diama et de Manantali, sur les rives du Gorgol, en amont des petits barrages (40 000 ha); deuxièmement aux bas-fonds et mini-bassins (60 000 ha) aménageables par diguettes et, d'une manière générale, à tous les sols ayant pu accumuler l'eau de pluie de manière artificielle ou natu-

relle. Les risques dus aux aléas climatiques sont moins importants qu'en culture pluviale.

C'est surtout le sorgho (95%) qui profite de ce système, mais parfois aussi le maïs, sur les berges des fleuves et marigots (falo) et le niébé (*Vigna sinensis*) en culture associée. Le rendement du sorgho de décrue est relativement faible. Il varie entre 450 et 500 kg/ha.

Le terrain reste inondé pendant un certain temps, la crue du fleuve Sénégal pouvant durer 2 mois et plus. La décrue découvre un sol gorgé d'eau qui s'assèche lentement. Quand le sol devient porteur, l'agriculteur creuse des trous de plantation d'environ 15 cm de profondeur à l'aide d'un pieu pointu, en bois, appelé luugal en pulaar. Cela se fait, en général, après l'opération de piochage qui consiste à effectuer une ouverture dans le sol à l'aide d'un outil (njindaangu = pioche) et sert à rapprocher les graines à semer de l'humidité. Après cela, quelques graines sont semées dans chaque trou et recouvertes de terre fine, de cendre quand cela est possible.

Ces semences germent assez facilement et le sorgho boucle son cycle végétatif grâce à la seule eau contenue dans le sol. En effet, toute décrue a toujours lieu en début de saison sèche.

Tableau 1. Rappel sur la culture du sorgho de décrue aux oualos

Nature des cultures	Sorgho (parfois associé au niébé)
Période de culture	Semis: novembre, récolte: avril
Equipement agricole	Inexistant (quasiment)
Intrants	Limité à l'apport de semences
Rendement moyen par hectare	450 à 500 kg/ha
Main-d'œuvre nécessaire (j/ha)(y compris gardiennage)	85

Contraintes à la production du sorgho de décrue en Mauritanie

D'une manière générale, les principales contraintes à la production du sorgho de décrue sont les ressources en eau. Elles constituent un facteur limitant de premier rang pour le maintien et le développement de la culture du sorgho de décrue. Pourtant, d'autres contraintes existent.

Contraintes d'ordre climatique à mentionner:

- Les crues irrégulières, de niveau et de durée variables.
- L'incidence du vent d'Est provoquant l'échaudage en phase de floraison-nouaison.

Contraintes d'ordre biologique à mentionner:

- Les mauvaises herbes.
- Les oiseaux granivores.
- Les grillons sur les jeunes plants.
- Les fortes infestations d'acridiens (criquets et sautereaux), rongeurs, etc.; *Sésamia calamistis* (foreuse de tige) et les charbons: allongé, couvert et paniculaire.

Contraintes d'ordre édaphique à mentionner:

- Les sols souvent lourds et peu adaptés.
- La salinité des sols dans le delta.
- Les sols carencés en P205 et pauvres en matière organique.

Contraintes socio-économiques à mentionner:

- La divagation d'animaux.
- La faiblesse des organisations paysannes et socioprofessionnelles.
- L'utilisation de technologies peu performantes.
- L'insuffisance d'encadrement et de formation des producteurs, hommes et femmes, et le non-respect du calendrier cultural (semi tardif).

Atouts à la production du sorgho de décrue en Mauritanie

Les atouts principaux à la production du sorgho de décrue en Mauritanie sont les suivants:

- L'existence d'importantes potentialités sous forme de terres encore non exploitées au niveau des 3 typologies: bas-fonds, oualo, décrue améliorée.
- L'existence du savoir-faire paysan et de stratégies paysannes à exploiter et à valoriser.
- La disponibilité des populations à rester sur leurs terroirs et à participer à tout effort visant à accroître leurs revenus et améliorer leurs conditions de vie.
- L'existence de quelques acquis intéressants de la recherche, à actualiser et à valoriser.
- Le maintien de l'emploi -total ou partiel- en milieu rural.
- L'avantage de subvenir directement à une part plus ou moins importante des besoins des producteurs eux-mêmes ou des autres consommateurs des zones de production en allégeant d'autant les difficultés inhérentes à la distribution et au transport de céréales importées.
- Le sorgho et le mil sont plus appréciés par la population que les céréales importées.

Amélioration de la production

Compte tenu de l'importance de ces atouts dont la liste n'est d'ailleurs pas exhaustive, on peut affirmer à juste titre que si les principales contraintes rencontrées par les producteurs du sorgho de décrue sont supprimées ou atténuées de manière sensible par la recherche agronomique, la production potentielle de cette culture aura un intérêt pratique considérable pour le pays.

Il s'agit là d'un défi que la recherche est en mesure de relever, sous réserve, bien entendu, que les conditions nécessaires soient réunies, notamment au plan humain et financier.

Dans la situation actuelle, en année "moyenne à normale" et sans grands efforts d'investissement, le système de culture de sorgho de décrue qui est moins aléatoire que le sorgho pluvial de diéri peut produire 50 000 tonnes de céréales par an en bas-fonds, et derrière barrage et 85 000 tonnes sur le oualo et les décrues améliorées, soit une production potentielle de 135 000 tonnes par an à laquelle s'ajouterait la production des cultures associées atteignant 45 000 à 50 000 tonnes de grains de niébé, riches en protéines.

En ce qui concerne les recommandations agronomiques, elles sont de plusieurs ordres. La crue n'étant plus naturelle du fait du barrage de Manantali, il convient de procéder à des mises en eau des cuvettes, susceptibles d'être utilisées à cette fin. Des ouvrages de contrôle doivent permettre de piéger l'eau dans les cuvettes et de limiter les volumes d'eau.

La plupart des auteurs et des agriculteurs considèrent que l'eau doit stagner plus d'un mois (40 jours) pour saturer le sol. Cependant, comme l'ont montré M. Maynard (1) et, plus tard, les travaux de M. Rijks après des mesures à la sonde à neutron in situ, la recharge hydrique du sol ne nécessite pas une durée de submersion aussi longue: les fissures permettant d'humidifier les horizons profonds. Par contre, une durée de submersion écourtée provoque un moins bon contrôle des plantes adventices. Les conditions de cultures sont explicitées dans le tableau ci-après:

Tableau 2. Recommandation pour la culture de décrue améliorée

Date des semis	15 oct-20 nov. (10 jours après la décrue)
Semis	10 000 poquets/ha avec semences traitées
Protection des cultures	Insecticides
Fumure	50 unités d'azote/ha

(1) Etude expérimentale des facteurs naturels influant les cultures de décrue - Bulletin 11

Conclusions

Les charges (inputs) du sorgho de décrue sont réduites et ses possibilités d'amélioration relativement importantes. Le principe de la culture du sorgho de décrue est simple, quel que soit l'endroit où elle est pratiquée: fleuve, barrage ou mare. Un premier constat qui peut être fait est que la culture de décrue dans le oualo est en régression du fait de la modicité des crues.

Dans les conditions naturelles, le rendement peut déjà être doublé par le traitement des semences aux fongicides-insecticides, les semis précoces, le respect du calendrier et de la conduite de la culture, notamment concernant la densité et le sarclage ainsi que la fumure minérale (50 unités/ha d'azote).

Références

- **AGERER, 1988.** Étude avant-barrage.
- **Sapin, 1985.** Rapport de mission en Mauritanie
- **MDRE, 1984.** Enquête agricole.
- **GILLET, 1985.** Rapport de mission sur la recherche agronomique en Mauritanie.

La recherche sur la culture du sorgho de décrue en Mauritanie

Mamoudou Yéro Besse Ba
Sy Aly
Sidi Ould R'chid
Diallo Abou M'Bery
Diago Anadou Ifra

Résumé

En Mauritanie, les contraintes à la production du sorgho de décrue, rencontrées par les paysans, doivent être supprimées par une recherche volontariste appuyée par une stratégie de formation et de vulgarisation participatives rapprochées. Au début des années 60, l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT) a accompli des recherches sur le sorgho de décrue. Les années de grande sécheresse ont concentré les travaux sur les cultures irriguées, mais ceux-ci ont cessé en 1980. Le Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA) a démarré en 1988 avec un programme d'épuration, de multiplication et de sélection des variétés locales du sorgho de décrue. La recherche agronomique doit pouvoir fournir le matériel végétal sélectionné que les services de développement agricole lui demandent. Il est aussi nécessaire de mettre au point des techniques culturales propres à améliorer la production en milieu réel. Ainsi, des variétés locales de sorgho de décrue peuvent atteindre des rendements de 1 100 à 1 800 kg/ha moyennant l'utilisation de 100 unités d'azote/ha. La définition d'une bonne politique et d'une stratégie appropriée de promotion et de transformation des produits du sorgho apporterait de bonnes perspectives de consommation et de commercialisation aux producteurs et aux acteurs économiques.

MOTS-CLÉS: sorgho de décrue, Mauritanie, recherche, CNRADA, IRAT, formation, vulgarisation.

Abstract

In Mauritania, the difficulties that farmers are facing to produce post-rainy season sorghum have to be addressed by a volunteer research, supported by a strategy combining participatory training and extension. At the beginning of the 1960s, IRAT carried out investigations on post-rainy season sorghum. Subsequently, years of severe drought made researches to concentrate on irrigated cultures, which however did stop in 1980. In 1988, the CNRADA started up a programme on the improvement, multiplication and selection of the local varieties of post-rainy season sorghum. The agricultural research has to provide the selected vegetal materials required by the agricultural development services. It is also necessary to improve cultural techniques in order to increase production in the real context. Local varieties of post-rainy season sorghum can reach yields from 1,100 to 1,800 kg/ha through the use of 100 units of nitrogen per hectare. The definition of good politics and an appropriate strategy for the promotion and processing of the products of post-rainy season sorghum will provide good perspectives to producers and other economic actors about consummation and commercialisation.

KEYWORDS: post-rainy season sorghum, Mauritania, research, CNRADA, IRAT, formation, vulgarisation.

Introduction

Afin d'améliorer la productivité et la production du sorgho de décrue, ceci dans le but que cette importante culture contribue à asseoir la sécurité alimentaire dans le pays et réduire la pauvreté, surtout rurale, le triptyque "recherche-formation-vulgarisation" doit fonctionner efficacement.

Au début des années 60, l'IRAT a acquis sur les 2 rives de la vallée du fleuve Sénégal des recherches sur le sorgho de décrue, le mil, le maïs et le niébé en cultures pluviales. Jusqu'en 1967, les recherches et les études agronomiques relatives aux cultures de décrue étaient conduites à partir du centre de Bambey (CNRA, Sénégal).

En Mauritanie, jusqu'en 1972, l'IRAT a réalisé des essais de recherche relatifs à cette culture à Kaédi, considérée comme une station régionale d'appui pour Bambey. Ces travaux ont été repris par la suite dans le cadre de l'OMVS (projet de recherche agronomique PNUD-FAO-OMVS).

Les années de grande sécheresse (1968-1973, notamment), ont amené à la suspension, dans le cadre de ce projet, des recherches en matière de cultures sèches (pluviales et décrue) pour se concentrer sur les cultures irriguées. Les recherches entreprises par l'OMVS cesseront en 1980, les programmes étant devenus nationaux, avec la création du CNRADA.

Le besoin de matériel végétal sélectionné

Dans une perspective d'amélioration globale de la culture du sorgho de décrue en Mauritanie, la recherche agronomique doit pouvoir répondre efficacement à l'une de ses missions, qui consiste à fournir le matériel végétal sélectionné et que les services de développement agricole lui demandent et attendent d'elle.

De plus, le système de décrue traditionnel mérite une étude particulière qui devrait commencer par une enquête agronomique approfondie avec utilisation d'outils appropriés (diagnostic participatif) permettant de mettre en évidence des relations entre rendement et hauteur d'eau, rendement et durée d'immersion, etc. en vue d'établir des paramètres pour la décrue maîtrisée.

Ceci pourrait faire l'objet d'une collaboration bénéfique avec les statistiques agricoles élargie à d'autres intervenants, par un échange continu et réciproque d'informations et d'enquêtes communes.

L'augmentation de la production du sorgho de décrue requiert, entre autres, la sélection de variétés performantes et la diffusion suffisante de semences de bonne qualité, ainsi que la sélection du sorgho, exploitant une base génétique très large et testant des matériels végétaux d'origines diversifiées afin d'identifier des cultivars performants parmi les populations locales par le biais de prospections, l'amélioration de ces cultivars par la sélection massale, l'introduction et le test de variétés exotiques.

Amélioration des techniques culturales

Il est aussi nécessaire de mettre au point des techniques culturales propres à améliorer la production en milieu réel. On peut mentionner:

- Économie de l'eau.
- Les soins à donner à la plante et à la culture, notamment protection des cultures et fertilisation.
- L'utilisation des cultures associées, la rotation culturale, avec possibilité d'utilisation du mil sur les terres de jeejegol (limite entre le diéri et le oualo). Ces terres sont les dernières à être inondées mais aussi les premières à voir se retirer l'eau de crue.

Des expériences réalisées par l'IRAT(1968-1971) ont montré qu'en station de recherche, des variétés locales de sorgho de décrue peuvent atteindre des rendements de 1 100 à 1 800 kg/ha moyennant l'utilisation de 100 unités d'azote/ha apportées sous forme de perlurée (2,2 kg de perlurée = 1 unité d'azote).

Dans d'autres conditions, des rendements de 1 000 à 2 100 kg/ha ont été atteints avec une fumure de 50 unités d'azote/ha. L'utilisation de la fumure minérale dans la pratique permettrait vraisemblablement d'augmenter les rendements d'au moins 50%. Ces pistes de travail pratique méritent d'être creusées.

Les travaux de recherche du CNRADA

Variétés traditionnelles

Le CNRADA a démarré en 1988 avec un programme d'épuration, multiplication et sélection conservatrice des variétés locales de sorgho de décrue (SAME, SEWIL), variétés très appréciées des paysans. Il a également entrepris des prospections variétales et des collectes de semences traditionnelles dans plusieurs régions de la Mauritanie (Achrann, derrière barrage, Gorgol et Braka) qui ont permis la constitution d'un gerplasm de 200 écotypes de sorgho pluvial et de décrue. De même qu'il a entrepris des prospections variétales et des collectes d'écotypes locaux dans plusieurs régions du pays: Achram, Assaba, Brakna, Gorgol.

Traditionnellement, les variétés utilisées sont caractérisées par l'adaptation aux conditions locales (pédo-climatique, technique et socio-économique), une faible réponse aux améliorations foncières, une grande rusticité, et un faible potentiel de rendement (700 à 1 200 kg par ha). Sélectionnées massivement par les paysans depuis des siècles, ces variétés sont de taille relativement grande (1,5 à 2 m), à panicules dressées et compactes et ont de gros grains.

Des prospections ont abouti à l'identification des meilleurs cultivars, lesquels sont classés en 4 grandes familles:

- Les "Pourdi": précoces (70 à 80 jours) gros grains blanc-laiteux.
- Les "Samba Souki": 120 à 140 jours, gros grains jaunâtres, brunâtres ou rougeâtres à couche brune.
- Les "Diakhnate": gros grains ivoire, sans couche brune.
- Les "Sevil": grains plutôt petits, ivoire, ou rouge sans couche brune.

Ces variétés de décrue testées en station, à la densité de 10 000 poquets/ha, et avec une légère fumure minérale, ont donné des rendements de l'ordre de 2 t/ha.

Tableau 1. Cultivars traditionaux de sorgho retenus pour leur performance en décrue au CNRADA

Identification	Famille	Origine
RT 13	Samba Souki	Kaédi
SD 36	Samba Souki	Galoya
SD 3	Samba Souki	Boghé
SD 6	Samba Souki	Sara N'dogou
RT 50	Diakhnate	Dagana
RT 35	Pourdi	Kaédi
SD 10	Pourdi	Aéré M'bar
SD 24	Sévil	Dolol
RT 42	Sévil	Guédé
RT 44	Sévil	Rosso

Matériel exotique

Du matériel exotique a été importé de pays à l'écologie similaire afin de mettre à la disposition des producteurs un matériel convenable à ces systèmes particuliers.

Le matériel mis en place, listé ci-après, a diverses origines :

- Collection sorgho du Yemen (Bulk) issue de plus de 2000 lignées.
- Population de sorgho ATP 4 R.
- Population de sorgho NP9BR.
- Sorgho du Yemen: 00G-4A, 00G-11, 00G-24, 00G-45, 00G-62.

La variabilité géographique et génétique de ce matériel constitue un grand avantage permettant aux sélectionneurs de procéder au choix des meilleures lignées dans un environnement donné. Le travail permettrait la mise au point de lignées aux conditions de culture de décrue.

Un premier criblage avait permis d'identifier 24 lignées assorties de certaines caractéristiques. Le critère de la précocité fut le plus déterminant étant donné que plus une variété est précoce, plus elle a de chance de croître normalement dans des conditions où l'eau s'avère être un facteur limitant. C'est ainsi que deux groupes ont été identifiés: G1, lignées ayant un cycle semis-floraison compris entre 50 et 60 jours, G2 avec un cycle de 60 à 70 jours. Les sorghos rouges prédominent, mais cela ne préjuge en rien de leur acceptabilité ou non par les agriculteurs.

Variétés sélectionnées

En ce qui concerne le sorgho intensif, la productivité cherche à être atteinte par le recours à des cultivars à haut potentiel de rendement, supportant des techniques intensives de culture (irrigation, fumure, forte densité, attaques, etc.), à paille courte, à encombrement végétatif limité mais bon rapport paille/grain, à panicule bien fournie, à bonne qualité organoleptique (sans couche brune). L'existence d'individus mâles stériles a permis aux sélectionneurs de créer des lignées stériles qui, croisées avec des lignes normales, ont donné des hybrides. C'est ainsi que l'ISRA Fanaye (Sénégal) a préconisé pour la vallée les variétés suivantes:

Tableau 2. Cultivars de sorgho de décrue sélectionnés au CNRADA

Type de variété	Hivernage	Contre saison sèche froide
Cultivars lignées	73-13rendement = 4 t/ha	75-14rendement = 4,8 t/ha
Hybrides	612 A x 68-29rendement = 4,7 t/ha	612-A x 75-14rendement = 5,6 t/ha

Collaboration CNRADA-SONADER

Le CNRADA a conduit en collaboration avec la Société Nationale de Développement Rural (SONADER) deux opérations de Recherche et développement sur la culture du sorgho de décrue. Il s'agissait de Achram (Tagant) en zone de barrages et Maghama dans les plaines inondables du fleuve Sénégal.

À Achram, les travaux qui ont été menés simultanément sur trois barrages (Zemmal, Lewel et Lekheit) concernaient l'application de la fumure azotée au mode de culture traditionnel. Dans les trois cas de figure, les traitements avec l'apport d'engrais ont triplé la productivité de la variété locale de sorgho. Les paysans ont tous apprécié cette pratique et souhaitent l'adopter lorsque l'engrais sera disponible sur place.

À Maghama les travaux sur la fertilisation (azote + phosphore) ont donné des résultats similaires : les mêmes tendances ont été obtenues par l'apport d'azote. Pour le phosphore par contre, la différence n'a pas été visible dans cette expérience.

Perspectives de recherche

- Réintroduction des anciennes variétés déjà sélectionnés par l'IRAT (RT 13, RT 35, RT 42, RT 44, RTB, SD6, SD10, S24, SD31, SD36).
- Actualisation des études sur la fumure.
- Collecte des écotypes locaux à des fins d'évaluation et de caractérisation.
- Recherche de variétés tolérantes à la sésamie et autres foreurs de tiges.
- Lutte intégrée sur les maladies du sorgho de décrue avec accent sur les charbons.
- Introduction de variétés exotiques à écologie similaire.
- Études pédologiques dans les oualos et derrière barrage.

Formation et vulgarisation

En plus des typologies de bas-fonds et de décrue améliorée, la régulation du débit du fleuve par le barrage de Manantali fera qu'à terme subsisteront seulement les crues contrôlées sur les terres de l'oualo. Pour cet ensemble de typo-

logies, il existe des possibilités d'intensification au niveau des moyens d'encadrement et de vulgarisation:

- Réduction des pertes sur pied et après récolte.
- Utilisation de semences de qualité traitées aux fongicides-insecticides.
- Développement de techniques culturales destinées à économiser l'eau.
- Installation de brise-vent adaptés.

Dans le même ordre d'idée, les directions de travail suivantes s'avèrent intéressantes:

- Renforcement des capacités des OSP dans leur fonction économique en touchant le plus grand nombre d'exploitants (hommes, femmes et jeunes).
- Contribution à l'amélioration de la productivité, du revenu et de la production de ces groupes.
- Renforcement de la formation des producteurs et de leurs conseillers (AVB),
- Renforcement des liens recherche-vulgarisation.

Conclusions

Le sorgho est la principale céréale traditionnelle alimentaire du pays. Par l'étendue de son aire de culture, les multiples typologies qu'il occupe, son accès facile aux paysans même les plus pauvres et dispersés à travers un vaste territoire, et par sa contribution à la demande vivrière d'une population à croissance rapide, il constitue une céréale hautement stratégique à promouvoir pour le rôle qu'elle joue dans la sécurité alimentaire des populations et dans l'économie du pays.

En définissant une bonne politique et une stratégie appropriée de promotion et de transformation des produits du sorgho, des perspectives de consommation et de commercialisation plus larges seraient données aux producteurs et aux acteurs économiques afin d'assurer un succès durable à cette culture.

Enfin, il s'agit d'une plante représentée en Mauritanie par une biodiversité importante presque inexploitée et qui, par conséquent, offre un vaste champ d'investigation profitable au pays mais aussi à l'ensemble de la région sahélienne.

Si le développement du sorgho de décrue en Mauritanie se heurte à un certain nombre de contraintes, ces contraintes sont clairement identifiées à l'heure actuelle. Elles peuvent être atténuées dans un premier temps puis progressivement supprimées par les services de recherche, de formation et de vulgarisation, à condition d'y mettre le prix.

Caractérisation morpho-pédologique des sols du sorgho de décrue en Mauritanie

Camara Fodié Gagny

Résumé

Sur la rive droite du fleuve Sénégal, on rencontre deux ensembles géomorphologiques : le modèle dunaire et la vallée alluviale. Dans le modèle dunaire on trouve les sols de diéri (texture grossière), dans la vallée alluviale on rencontre trois catégories principales de sols: les hollandés (argile 50-75%), les faux hollandés (40-60% d'argile) et les fondés (teneur en argile inférieure à 30%). On assiste à une disparition graduelle de la végétation due à un surpâturage et à la destruction des forêts par l'homme. L'utilisation des ressources de ces sols exige la protection de la fertilité des sols, et la durabilité de cette fertilité suppose la mise en place d'un ensemble de mesures.

MOTS-CLÉS: Mauritanie, sorgho de décrue, rive droite du fleuve Sénégal, diéri, hollandé, faux hollandé, fondé, oualo.

Abstract

Along the right bank of the Senegal river, we can find two geomorphologic models: the dune and the alluvial valley models. In the dune model the ground has a rough texture. In the alluvial valley, there are three main categories of soils: hollandés (50 - 75% of clay), faux hollandés (40 - 60 % of clay) and fondés (with less than 30 % of clay). There is a gradual disappearance of the vegetation due to an overgrazing and the human destruction of the forest.

The use of these soils requires that a certain number of measures for the protection of their fertility is taken.

KEYWORDS: Mauritania, post rainy-season sorghum, right bank of the Senegal river, diéri, hollandé, faux hollandé, fondé, oualo.

Introduction

La rive droite du fleuve Sénégal est un ensemble géomorphologique complexe dont le faciès actuel dérive d'une évolution géomorphologique commencée dès le quaternaire moyen. Les grandes étapes de cette évolution ont été précisées par P. Michel, j. Tricart, 1960. Au niveau de la vallée du fleuve Sénégal, on rencontre deux ensembles géomorphologiques: le modèle dunaire (sols de diéri) et la vallée alluviale (oualo).

On constate aussi que les sols du sorgho de décrue de la vallée du fleuve Sénégal subissent constamment l'influence de divers facteurs de dégradation. On assiste à une disparition graduelle de la végétation due à un surpâturage et à la destruction des forêts par l'homme. A cela s'ajoutent d'autres facteurs climatiques tels que les vents secs du harmattan, les érosions éolienne et hydrique, ce qui contribue à la baisse de la productivité des sols susmentionnés.

Ainsi l'utilisation des ressources de ces sols exige la protection de la fertilité des sols, et la durabilité de cette fertilité suppose la mise en place d'un ensemble de mesures intégrées (agro-techniques, organisationnelles, sylvo-amélioratives).

Les sols de la vallée alluviale

Dans la vallée alluviale on peut trouver diverses catégories de sols. Les **sols fondés** (hydromorphes et pseudogley) à taches et à concrussions, avec une perméabilité plus grande, le taux d'argile pouvant atteindre 40%. Les **sols hollandés** (vertisols et hydromorphes à gley) à taches et à concrussions, avec des teneurs en argile de plus de 50%. Les sols **faux hollandés** regroupent des sols qui constituent une sorte de transition entre sols fondés et sols hollandés. En

réalité les sols faux hollandés diffèrent des fondés par leur texture parfois fine, et des sols hallomorphes, qui sont constitués de sols salins et de sols alcalins.

Sols fondés

Les sols fondés sont les sols des bourrelets de berge du lit mineur du fleuve Sénégal. Ils sont composés de sols limono-argileux et correspondent à 35,9% des sols de la vallée. Ils sont développés sur des terrasses fluviales et sont rarement inondés. Ces sols se caractérisent par une teneur limono-argileuse avec une teneur en limon de 40 à 50%, des traces d'hydromorphie, une bonne capacité de rétention en eau, de l'ordre de 15 à 17%, une perméabilité faible (1,5 à 3 cm/h) et une faible teneur en matière organique. Traditionnellement ces sols étaient destinés à la culture du sorgho pluvial. Le sorgho de décrue y est rarement cultivé.

Sols hollandés

Les sols hollandés regroupent les sols hydromorphes à gley et les vertisols et représentent 36,1% des sols de la vallée. Ce sont des sols des dépressions temporairement inondées, nettement développés et formés par les argiles déposées par sédimentation ou décantation pendant les inondations. Ils sont caractérisés par les points suivants:

- L'horizon de texture est peu stable. La teneur en argile peut atteindre 50 à 75%.
- L'hydromorphie est partout présente.
- La teneur en matière organique est faible.
- La capacité de rétention d'eau est bonne. Elle est de l'ordre de 15 à 20% avec un pH neutre.
- La perméabilité des sols est très faible, de l'ordre de 0,5 à 1 cm/h.
- L'humidité au point de flétrissement est élevée.

Ces sols sont mieux adaptés à la culture du sorgho de décrue. Avec l'avènement des barrages, ce système de production a tendance à régresser en faveur de l'irrigation.

Faux hollandés

Les sols faux hollandés regroupent des sols qui constituent une sorte de transition entre les sols fondés et les sols hollandés. En réalité les faux hollandés diffèrent des fondés par leur texture parfois fine. Ces sols occupent 28% des sols de la vallée. Ce sont des sols à pseudogley de profondeur (Aubert, 1962), sols à taches et à concrussions sur matériaux fluviaux de décantation (Maynard, 1960). Ils sont intermédiaires entre sols fondés et sols hollandés et sont caractérisés ainsi:

- Le taux d'argile varie entre 40 à 60 %.
- La capacité de rétention d'eau est bonne, de l'ordre de 15 à 18%.
- Le pH est neutre.
- La structure du sol est instable.
- La perméabilité est faible, de l'ordre de 1 à 2 cm/h.

Le sorgho de décrue peut être cultivé sur ce type de sols.

Sols hallomorphes

Les sols hallomorphes regroupent des sols salins et alcalins. La mise en valeur de ces terres exige des drainages profonds et des apports calciques très importants. Ils sont en général localisés dans le delta du fleuve Sénégal.

Les sols de diéri

Les sols de diéri sont des sols qui représentent plus de 150 000 ha dans la vallée. Ils sont exondés et ne sont pas soumis à l'influence des crues du fleuve Sénégal. Ce sont des sols iso-humiques, des pseudo-steppes tropicales (sous-groupe des sols bruns rouges) et se caractérisent par une texture grossière, une couleur brune rougeâtre sur toute l'épaisseur du profil, une insuffisance de l'eau utile pour l'horizon 0-20cm. Celle-ci est de l'ordre de 1%; la perméabilité des sols est très élevée (3-10 cm/h) ; la teneur en matière organique est très faible et le pH tend vers le neutre. Les réserves minérales sont faibles, toutefois la teneur en phosphore est satisfaisante. Ces sols s'adaptent mieux aux cultures pluviales (mil, niébé, beref, etc.)

Conclusions

Les sols hydromorphes alluvionnaires et les vertisols du sorgho de décrue sont dominants dans la moyenne vallée de la rive droite du fleuve Sénégal. Ces sols augmentent en amont au fur et à mesure que l'on s'approche du champ d'inondation. De même, au fur et à mesure que l'on se déplace de l'amont vers l'aval, les sols hydromorphes alluvionnaires et les vertisols s'associent à d'autres formations:

- Association des vertisols avec des pseudogleys.
- Association des sols hydromorphes alluvionnaires avec des pseudogleys.
- Association avec des gleys d'influence saline.
- Sols alluvionnaires hydromorphes avec faible teneur en sels (basse vallée) etc.

On assiste à une disparition graduelle de la végétation due à un surpâturage et à la destruction des forêts par l'homme. L'utilisation des ressources de ces sols exige la protection de la fertilité des sols et la durabilité de cette fertilité suppose la mise en place d'un ensemble de mesures.

Références

- **AUBERT, G. 1965**: La classification pédologique utilisée en France. 3ième symposium inter. de classification des sols à GAND, 1965
- **DEBON, H. 1983**. Rapport de synthèse sur les cultures maraîchères en Mauritanie de 1977 à 1982, Kaédi, CNRADA.
- **DURBAND, J.H. 1964**. Étude pédologique de la plaine de Boghé.
- **MICHEL, P 1957**. Rapport préliminaire sur la géomorphologie de la vallée alluviale du Sénégal, MAS.
- **MICHEL, P.; TRICART, J. 1960**. L'évolution géomorphologique des Bassins du fleuve Sénégal et de la Gambie, 1960.
- **MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL ET DE L'ENVIRONNEMENT (Cellule de Planification) 1990**. Etudes d'application des schémas directeurs de la vallée et du Delta. Groupement SA Agrer, Scetagri, Haskoning, Africom.
- **MAR SAADA AMADOU, 1995**. Etat des connaissances sur la dégradation des sols irrigués. Cas de la rive droite, CNRADA, Kaédi

L'élevage et l'agriculture dans les oualos et diéris en Mauritanie

Bartomeu Martí

Résumé

En Mauritanie, dans les oualos, où l'eau résiduelle dans le sol après la crue est considérable, le sorgho est la culture de choix. Il était traditionnellement cultivé avec le niébé et la pastèque. Dans les diéris, où l'eau dans le sol est une contrainte plus importante, c'est le mil qui devient la culture de choix. L'élevage a un effet positif sur la fertilité du sol. Cependant, l'eau des crues peut réduire cet effet positif à cause du lavage du sol. En plus, les dégâts causés par les chameaux, les ânes et les chèvres peuvent être sérieux. Il faudrait résoudre les problèmes socioculturels qui surviennent entre agriculteurs et éleveurs.

MOTS-CLÉS: Mauritanie, oualo, diéri, fertilité, chameaux, ânes, chèvres, sorgho de décrue, petit mil, niébé, pastèque.

Abstract

In the oualos in Mauritania, where the amount of residual water in the ground after the tide is important, post rainy-season sorghum is the chosen culture. Traditionally it was cultivated with niébé and with watermelon. In the diéris, where the ground water is rather scarce, the millet is the preferred culture. In general, livestock herding has a positive effect on the fertility of the soil. However, the washing of the ground by floodwater may have a negative effect as well as the damages caused by the overgrazing of camels, donkeys and

goats. It is necessary to solve socio-cultural problems, which may occur between farmers and shepherds.

KEYWORDS: Mauritania, oualo, diéri, soil fertility, camels, donkeys, goats, post-rainy season, millet, cowpea, watermelon.

Introduction

Au Sud de la Mauritanie se concentre la plus grande partie des terres cultivables du pays, conséquence de la climatologie progressivement sahéenne et de l'existence de l'unique fleuve permanent, le Sénégal, avec ses affluents, le Gorgol et le Karakoro.

Profitant de l'accumulation naturelle d'eau après les pluies dans les zones les plus basses ou dans les zones derrière barrage, la culture de décrue est pratiquée.

Le oualo est une zone basse, parallèle au fleuve, qui est inondée par les crues de celui-ci ou par l'eau des oueds (fleuves même si en Mauritanie on entend par oueds les cours d'eau immédiats aux pluies). Quand la quantité d'eau dans le sol est importante, comme c'est le cas des oualos ou dans les zones de derrière barrages, le sorgho (*Sorghum bicolor*) est la culture de choix.

Traditionnellement, le sorgho était cultivé en association avec le niébé (*Vigna unguiculata*) et aussi avec la pastèque blanche (*Citrulus* sp). Ces dernières années, on observe une diminution de ces dites associations et une tendance progressive à la monoculture.

Là où la teneur en eau est limitée, on fait recours au mil (*Pennisetum thyphoides*), qui est la culture reine dans les *diéris* (terrains non irrigués sablonneux cultivés dans des parcelles de terre avec moins de rétention d'humidité).

Dans le diéri, l'association de cultures est habituelle - mil, pastèque, niébé. Cependant, dans les oualos, il est toujours plus fréquent de voir le sorgho comme espèce unique.

L'élevage et la fertilité des sols

L'élevage peut représenter une ressource qui augmente la fertilité du sol. Toutefois, cela se passe dans de très rares occasions de manière adéquate.

Dans les diéris et les oualos on peut espérer un effet positif de l'élevage extensif. A cause d'une tradition pastorale dans laquelle les animaux se déplacent et défèquent dans le terrain pâturé, l'homme utilise rarement le fumier. Plus les animaux passent de temps en pâture sur les terrains, plus l'apport de fumier est substantiel. Cet apport de fumier est bénéfique pour la flore spontanée. Néanmoins, le lavage du sol produit par les crues peut éliminer une partie non négligeable de la matière organique apportée par le bétail. Un lavage par les pluies, fréquemment torrentielles, et par là une destruction de matière organique, se produit, dont nous devons tenir compte.

Un élevage semi-intensif, récepteur d'un complément de fourrages durant la phase de stabulation produit plus de fumier, qui de plus a l'avantage d'être concentré dans l'étable.

En général, le bétail n'est pas conduit mais il va lui-même à la recherche d'aliments, ce qui fait que l'agriculteur doit veiller à ce que les récoltes ne soient pas dévastées. Les dégâts les plus sérieux sont ceux causés par les chameaux, nombreux lorsque l'herbe commence à se raréfier. Dans ces situations-là, il existe un conflit entre les agriculteurs et les éleveurs. Les chameaux montrent une préférence pour le niébé, ce qui fait pratiquement disparaître cette culture des oualos. Les ânes sont destructeurs surtout la nuit, quand les cultures ne sont pas surveillées. Les chèvres exigent une surveillance diurne et sont plus contrôlables à l'aide de simples clôtures.

En général, une fois le grain collecté, on laisse les animaux profiter de tout ce qu'il reste. Ce fait empêche les agriculteurs de tirer profit des tiges pour une alimentation postérieure et de recueillir ultérieurement les panicules plus tardives.

Conclusions

D'une part, pour augmenter la fertilité des sols des oualos et des diéris il serait bien de tirer profit des ressources disponibles et de réintroduire les associations de cultures utilisées traditionnellement. D'autre part, il est nécessaire de trouver des voies de complémentarité entre l'agriculture et l'élevage et de tenter de résoudre les problèmes socioculturels survenant entre agriculteurs et éleveurs. Finalement, il faudrait essayer de mieux gérer les avantages (apport de nutriments) et les inconvénients (érosion hydrique) de la crue sur la fertilité du sol.

La culture du sorgho au Sénégal

Ndiaga Cissé

Résumé

Le sorgho représente la deuxième céréale la plus cultivée au Sénégal après le mil, les zones principales de culture étant le centre-Sud, l'Est et la région du fleuve. La production est effectuée avec un matériel végétal constitué de populations locales, de lignées pures et dans une moindre mesure d'hybrides. La culture de décrue est pratiquée de novembre à avril, essentiellement dans la vallée du fleuve Sénégal. Les variétés locales de sorgho cultivées en décrue sont de type *durra* et sont parfaitement adaptées aux très sévères conditions climatiques et édaphiques de la vallée. Ces sorghos arrivent à boucler leur cycle uniquement en puisant dans les réserves d'eau du sol et résistent aux basses températures et aux vents desséchants. Une amélioration du système de culture avec apport d'urée permet de tripler les rendements par rapport à l'itinéraire traditionnel. Dans les périmètres irrigués du fleuve, la culture irriguée d'hivernage est semée en juillet et la culture de contre-saison est semée en octobre. Pour la production de sorgho irrigué dans les périmètres aménagés du fleuve Sénégal, les objectifs de sélection sont ceux d'une culture intensive bénéficiant d'une fertilisation élevée et d'apports d'eau contrôlés. La culture pluviale est la technique prédominante dans les autres régions. Les variétés locales *guinée* occupent l'essentiel des surfaces, elles sont peu productives et valorisent mal les techniques culturales d'intensification. Les variétés améliorées de type *caudatum* connaissent une diffusion limitée en partie à cause de leur insuffisante adaptation aux conditions paysannes, leur plus grande sensibilité aux moisissures et la qualité inférieure des grains.

MOTS-CLÉS: Sénégal, sorgho de décrue, variétés *durra*, urée, sorgho irrigué, sorgho pluvial, variétés *guinée*, variétés *caudatum*.

Abstract

Sorghum (*Sorghum bicolor*) is the second most cultivated crop in Senegal, after millet (*Pennisetum glaucum*) and is cultivated mainly in the central, eastern and river regions. Local varieties, pure lines and to a lesser extent hybrids, are used as planting materials. The systems of production are of three types: the 'flood recession' system, practised from November to April, is found essentially in the valley of the river, Senegal. Landraces, of the *durra* type, used as varieties, are very adapted to the harsh soil and climatic conditions, which prevail in that zone. These sorghum varieties can grow and mature using only the soil water reserve and can resist to low temperatures and drying winds. An improved production system with application of urea would result in a three-fold yield increase in comparison to the traditional practices. The irrigated system is practised during the rainy season with sowing in July and during the off-season with sowing in October. Varieties developed for this practice should be adapted to a cool environment, an intensive system with high fertilizer application and controlled water supply. Rainfed sorghum is mainly cultivated in all other regions of the country. Local *guinée* varieties are the most cultivated, however, they have not high yielding and do not perform well with intensive cultural practices. The employment of improved *caudatum* varieties is limited due to insufficient adaptation to local conditions, their high sensitiveness to mould and lower quality of their grains.

KEYWORDS: Senegal, post-rainy season sorghum, *durra* varieties, urea, irrigated sorghum, rainfed sorghum, *guinée* varieties, *caudatum* varieties.

Introduction

En termes de superficie, le sorgho représente la deuxième céréale la plus cultivée au Sénégal après le mil. Durant la campagne de production 1999/2000, le total des superficies emblavées en sorgho était de 230 000 ha, alors que celui

du mil était de 1 000 000 ha, celui du riz était de 130 000 ha et le maïs occupait 70 000 ha. Les zones principales de culture étaient le centre sud, l'est et la région du fleuve. La production nationale était estimée à 147 000 tonnes, pour un rendement relativement faible de 640 kg/ha. Les régions orientales de Kolda et Tambacounda obtenaient les rendements les plus élevés, avec 760 et 940 kg/ha. Cette production était obtenue à partir de matériel végétal constitué de populations locales, de lignées pures et dans une moindre mesure d'hybrides. Ce matériel végétal est utilisé dans différents systèmes de production dont la culture de décrue. L'objectif de cette contribution sera de passer en revue les systèmes de production du sorgho au Sénégal, avec une attention particulière accordée à la culture de décrue.

Systèmes de production du sorgho

Le sorgho constitue avec le mil la base de l'alimentation de la population du Sénégal. Il est cultivé sur différents systèmes de production (Luce, 1988):

- En culture de décrue de novembre à avril sur le fleuve Sénégal.
- En culture irriguée d'hivernage (semis en juillet) et de contre-saison (semis en octobre) dans les périmètres irrigués du fleuve.
- En culture pluviale dans les autres régions.

Dans les zones centrales, le sorgho est concurrencé par le mil et n'occupe que des surfaces réduites, souvent en bas-fonds et sur les sols plus argileux; au Sénégal oriental et en haute Casamance, il est produit de manière extensive sur de plus grandes surfaces; en basse Casamance, il représente une céréale secondaire après le riz et le maïs. Le sorgho est essentiellement destiné à l'autoconsommation et ne bénéficie d'aucun réseau de commercialisation. Cependant, avec le développement de l'élevage dans les zones périurbaines, le sorgho est de plus en plus utilisé dans l'alimentation de la volaille et des vaches laitières.

Matériel végétal

Il existe une grande diversité des sorghos cultivés, appartenant à trois types: *caudatum*, *durra* et *guinée*. Les variétés locales *guinée*, qui occupent l'essentiel

des surfaces, sont peu productives, généralement photosensibles et valorisent mal les techniques culturales d'intensification. Les variétés améliorées de type *caudatum* ont connu jusqu'à présent une diffusion limitée en partie à cause de leur insuffisante adaptation aux conditions paysannes, leur plus grande sensibilité aux moisissures et la qualité inférieure de leurs grains. Les variétés de types *durra* sont généralement utilisées en culture de décrue en début de saison sèche. Elles sont souvent photosensibles et assez résistantes au froid (Etasse, 1977).

Sorgho de décrue

Les terroirs de décrue de la vallée du Sénégal présentent une double originalité: la terre exploitable y est d'une étendue variable mais précisément délimitée par la crue; le cycle des cultures s'y déroule en saison sèche quand la décrue livre les terres à la sécheresse ambiante, dans un environnement soumis à l'aridité sahélo-soudanienne. Les terres cultivées en décrue s'étendent sur une centaine de milliers d'hectares en moyenne alors que l'ensemble de la vallée alluviale, le *oualo*, large de 10 à 30 km, long de quelque 600 km, a une superficie totale de l'ordre du million d'hectares. Les surfaces cultivables à la décrue varient considérablement en fonction principalement de la décrue du fleuve. Elles atteignent 150 000 à 200 000 ha et ont été réduites à moins de 10 000 ha les années des plus grandes sécheresses (Lericollais et Schmitz, 1984).

La crue du fleuve formée sur les pentes bien arrosées du Fuuta - Jallon, très à l'amont, n'atteint la vallée alluviale qu'à la fin juillet. Il lui faut environ un mois pour se répandre dans le oualo de Bakel à l'embouchure. La décrue s'amorce dès octobre à l'amont et s'achève pour l'essentiel de décembre à janvier. Les sols du oualo qui intéressent l'agriculture de décrue sont de 2 types: les sols des berges, limoneux ou sableux et les sols argileux des cuvettes. Les sols plus sableux des levées alluviales sont le lieu de cultures pluviales. L'eau stockée par le sol au moment de la crue est déterminante pour les cultures de décrue dont le cycle se déroule entièrement hors de la saison pluvieuse. La saison sèche est caractérisée par des jours courts et des températures nocturnes relativement basses avec des minima absolus inférieurs à 10°C. L'étendue des cultures est fonction du niveau de la crue.

Le sorgho est la culture de décrue principale; elle représente environ 85% des superficies en cultures de décrue. L'essentiel de la production de sorgho dans le fleuve est généré avec ce système (90 % des superficies). Les variétés locales de sorgho cultivées en décrue sont de type *durra* et sont parfaitement adaptées aux très sévères conditions agro-climatiques de la vallée. Elles arrivent à boucler leur cycle uniquement sur les réserves d'eau du sol et résistent aux basses températures et aux vents desséchants. Ces variétés de haute taille se caractérisent aussi par un feuillage vert, anthocyané, une tige grosse à entrenœuds longs, un tallage réduit et une panicule très dense à exsertion très bonne. Elles sont souvent photosensibles, de jours courts et avec un cycle végétatif de 130 à 140 jours, variant légèrement avec la date de semis. Elles peuvent être divisées en 4 groupes:

- Gros grain blanc laiteux, avec couche brune.
- Gros grain jaunâtre, brunâtre ou rougeâtre, avec couche brune.
- Petit grain ivoire ou rouge, sans couche brune.
- Gros grain ivoire, sans couche brune.

Le système de culture traditionnelle a été décrit par Sapin (1971). La superficie moyenne d'un champ est d'environ 2 ha et requiert une inondation minimale d'un mois pour pouvoir être cultivé en décrue. Quand les eaux se retirent à la décrue, elles libèrent le futur champ qui commence à s'assécher. Il se couvre rapidement de mauvaises herbes surtout si le propriétaire n'avait pas procédé au désherbage avant la crue. Il se trouve alors obligé de recourir au sarclo-binage avant les semis, retardant ainsi l'opération. On estime à 50 % le pourcentage de paysans qui sarclo-binent leur champ avant semis et l'autre moitié ceux qui sèment leur parcelle non désherbée. Le semis est effectué en décapant d'abord le sol pour le rafraîchir à l'endroit du futur poquet et un trou d'environ 15 cm de profondeur y est percé. Une pincée de graines de sorgho est déposée au fond de ce trou et est ensuite recouverte de sable humide. Les espacements entre les trous sont de 1 à 2,5 m et la densité est estimée à 5 000 poquets/ha. Les graines germent en quelques jours et les jeunes plantules sont exposées aux dégâts des oiseaux, des sauterelles et autres insectes.

Le démarriage à 2 ou 3 plantes par poquets est effectué après que celles-ci dépassent le niveau du sol. Un ou plusieurs sarclo-binages sont souvent effectués pendant la durée de la culture. Dans certaines zones les cultivateurs protègent les panicules contre les oiseaux en les emmaillant avec des herbes;

dans d'autres des gardiens les chassent à la fronde. Les récoltes sont transportées au village pour être conservées dans des silos en pisé. Le rendement moyen est estimé à 450 kg de grain par hectare.

Une amélioration du système de culture de décrue a été proposée par Sapin et Reynard (1968) et Sapin (1971) à la suite de recherches effectuées à Guédié, Richard Toll (Sénégal) et à Kaédi (Mauritanie). Un désherbage du champ de culture doit se faire avant l'inondation. La destruction des adventices est parachevée par l'inondation qui survient peu après; ainsi, le sol sera propre et prêt pour un semis précoce. A la décrue, le semis du sorgho est effectué à la méthode traditionnelle. Six à huit graines sont déposées à quelque 20 cm de profondeur et recouvertes de sable mouillé ou sec. La précocité du semis est primordiale, tout retard entraînant une baisse de vigueur, puisque les réserves d'eau du sol diminuent avec le temps. Les semences doivent être traitées auparavant avec un insecticide - fongicide contre les attaques d'insectes et de maladies. Le semis est effectué en ligne à des écartements de 1x1m, totalisant une densité de 10 000 poquets/ha. La levée intervient dans les 6 à 8 jours. Certaines années, peu après la décrue, des insectes apparaissent, qui coupent les jeunes tiges de sorgho. L'utilisation d'appâts empoisonnés en petits tas à côté des trous de semis permet de les contrôler.

La fertilisation azotée mise à la dose de 80 kg d'urée à l'ha (36 unités d'N) permet de doubler les rendements du sorgho. L'engrais est mis, juste après le semis, dans un trou fait à 30 cm du poquet et à une profondeur de 25 cm environ, ce qui le situe en dessous de la semence. Environ 8 g d'urée est appliquée par trou. L'urée ainsi placée dans le sol humide se dissout et se diffuse largement, alimentant ainsi le système racinaire de la plante. Un démariage à deux ou trois plants par poquet est à effectuer, dès que ceux-ci dépassent le niveau du sol. Le meilleur moment de faire le sarclo-binage se situe juste après le démariage, à 25-30 jours des semis. Il en résulte une réduction de l'inconvénient des mottes de terre qui gênent la levée des plantes, à la suite d'un sarclo-binage avant ou juste après le semis. Cependant si le champ a été soigneusement nettoyé avant la crue, le sarclo-binage peut ne plus être indispensable.

Un gardiennage systématique contre les oiseaux est nécessaire. Il peut être accompagné de l'emballotement de la panicule avec des herbes humides et résistantes qui, en se desséchant, protègent le jeune plant contre les attaques d'oiseaux. La maturité du grain est atteinte dans la haute ou moyenne vallée 110 à 120 jours après la levée; elle est retardée à 130 ou 140 jours dans la basse

vallée. Après récolte et séchage, la conservation peut s'effectuer en panicules ou grains secs dans des greniers. Les rendements de la culture traditionnelle de sorgho de décrue varient entre 0 et 400 kg/ha. Ce rendement atteint 600 à 800 kg/ha avec l'utilisation de méthodes culturales améliorées: sarclage avant et après la crue, désinfection des semences, semis précoce, lutte contre les insectes, démariage à deux plants réalisant une densité de 20 000 tiges par hectares. L'application d'engrais azoté (80 à 100 kg d'urée/ha) peut encore élever la production à 1 200 kg/ha.

La recherche agronomique à partir des collectes, la sélection massale ou l'épuration des populations sont suivies d'essais de performance, pour recommander certaines variétés pour la culture de décrue. Parmi celles-ci on peut citer 6 cultivars encore maintenus en collection; RT 13, RT 50, SD 6, SD 10 et SD 24. Ces variétés sont de type *durra* avec une hauteur de 250 cm en moyenne et un cycle variant entre 100 et 140 jours. Elles sont anthocyané, avec un grain de couleur variable, avec ou sans couche brune.

Sorgho irrigué

Pour la production de sorgho irrigué dans les périmètres aménagés du fleuve Sénégal, les objectifs de sélection sont ceux d'une culture intensive bénéficiant d'une fertilisation élevée et d'apports d'eau contrôlés (Trouche, 1992):

- Une productivité élevée et une stabilité des rendements.
- Une taille courte, inférieure à 160 cm afin de supporter une densité élevée (jusqu'à 330 000 plants/ha) et une fumure forte sans risque de verse.
- La précocité: cycle semis - maturité comprise entre 90 et 100 jours.
- Une bonne qualité de grain: couleur claire sans couche brune, vitrosité moyenne, bonne qualité gustative.
- Une faible interaction avec la saison: il s'agit de sélectionner des génotypes ayant un bon comportement autant en hivernage qu'en contre-saison.

Les variétés recommandées pour la culture irriguée dans la vallée du fleuve sont actuellement:

Variétés lignées:

- La CE 151 - 262 pour l'hivernage
- Et la 75 -14 pour la contre-saison froide

Variétés hybrides:

- La 612A x 68 - 29 pour l'hivernage et la contre-saison
- La 612A x 73 - 208 pour l'hivernage
- La 612A x 75 - 14 pour la contre-saison froide.

Après 3 années d'expérimentations extensives entre 1989 et 1992 dans le cadre d'un projet de collaboration avec l'université de Nebraska, la variété 75 - 14 est restée celle recommandée pour la vulgarisation. Cette variété est particulièrement adaptée aux conditions de la culture de contre-saison froide (jours courts et températures relativement fraîches). Son cycle est de 100 jours et son rendement moyen est de 4 200 kg/ha. Concernant les hybrides, la combinaison jusqu'alors proposée (612A x 75 - 14) a confirmé son bon comportement avec un rendement moyen de 5 t/ha et un maximum de 7,7 t/ha. Cependant, 5 hybrides expérimentaux se sont révélés plus productifs que la 612A x 75 - 14, avec un rendement moyen supérieur à 6 t/ha et un gain compris entre 15 et 3%. Parmi ceux-ci, l'hybride A155 x R8505 présente le double avantage d'être à la fois performant en hivernage et en contre-saison froide et d'être de couleur tan.

Le système de production de sorgho irrigué dans les périmètres aménagés du fleuve Sénégal est un système de culture intensive; il comprend:

- Un labour, un hersage et un planage correct pour une irrigation par gravité.
- Une fumure de fond de 150 kg / ha de 8 - 18 - 27, avec apport d'urée de 160 kg / ha scindée en deux applications, au démarrage et à la montaison.
- Un semis précoce (15 octobre), aux écartements de 60 cm entre ligne et 30 cm entre poquets; un démarrage à 3 plants par poquets pour réaliser une densité de peuplement de 166 000 pieds/hectare.
- Un buttage est réalisé environ un mois après les semis.
- Une irrigation par gravité avec en moyenne un apport d'eau tous les 8 - 10 jours; au total 10 à 12 irrigations des semis à la récolte.

- Une protection phytosanitaire, notamment contre les pucerons avec de l'endosulfan et un gardiennage contre les oiseaux.

Sorgho pluvial

Les principaux objectifs de sélection pour une intensification de la culture de ce système sont (Luce, 1988):

- Une haute productivité, une adaptation aux conditions locales et la stabilité des rendements.
- Une bonne vigueur à la levée.
- Une taille courte avec un maximum de 2 m, de façon à augmenter les densités sans favoriser une verse.
- La précocité; cycle court, de 90 à 100 jours pour le centre-nord et nord à pluviométrie inférieure à 600 mm et cycle intermédiaire de 110 à 120 jours pour le centre-sud et sud du Sénégal à pluviométrie supérieure à 600 mm.
- Une panicule semi-compacte, dressée et à bonne exsertion.
- Une tolérance aux moisissures.
- Un grain clair, sans couche brune (absence de tannin) et à bonne vitrosité.

Les variétés actuellement vulgarisées sont:

- La CE 145-66, qui a une bonne productivité (en moyenne 2,9 t/ha) et des rendements stables. Elle est résistante à la sécheresse et tolérante aux moisissures. Cependant, elle a une certaine sensibilité à la verse en cas de sécheresse et a une mauvaise qualité de grain, farineux avec une couche brune, donnant une couleur sombre à la farine. Elle est recommandée pour les zones centres et le nord du Sénégal oriental. Deux versions améliorées de la CE 145-66, sans couche brune, ont été sélectionnées (BC4/CE145-66)-2-1-1 et (BC4/CE145-66)-15-1-2.
- La CE 180 - 33, qui a un rendement moyen élevé et stable (2,8 t/ha). Elle a également une bonne vigueur à la levée, une tolérance à la sécheresse, aux moisissures et au charbon allongé. La qualité de son grain est médiocre, il est farineux avec couche brune. Sa zone de recommandation est le centre-nord.

- La CE 196-7-2, qui a un rendement moyen élevé et stable (2,8 t/ha). Elle est considérée résistante à la sécheresse et a une bonne qualité de grain (blanc ivoire, sans couche brune). Elle est néanmoins sensible aux moisissures et est recommandée dans la zone de Mbour (petite côte).
- La F 2-20, qui a un potentiel productif élevé (5,3 t/ha) avec une moyenne de 3 t/ha. Elle se caractérise également par un cycle moyen de 110 jours, une tolérance aux moisissures et une bonne qualité alimentaire. On note chez elle une vigueur à la levée insuffisante, une certaine diminution et irrégularité des rendements quand les conditions pluviométriques sont peu favorables. C'est pourquoi elle est recommandée pour les zones à pluviométrie supérieure à 600 mm (centre sud, Sénégal oriental - Haute Casamance).
- Plusieurs hybrides expérimentaux ont été développés et testés dans la zone. Cependant seul l'hybride Aralba importé d'Europe a connu un effort de vulgarisation par la société 'Senchim'. A cause de sa médiocre qualité de grain (inapte à la préparation du couscous), d'où des difficultés d'écoulement de sa production, sa diffusion a été très limitée.

Le potentiel productif et les rendements moyens élevés mentionnés pour les différentes variétés ont été obtenus avec des techniques culturales améliorées, qui comprennent entre autres une fumure de fond avec 100 kg/ha de 6-20-10, un semis aux écartements de 80 cm entre lignes et 40 cm entre poquets; un démariage à 3 plants pour réaliser une densité de 94 000 plants/ha; un apport d'urée de 50 kg/ha au démariage et autre 50 kg/ha à la montaison; des sarclages effectués selon les besoins. Les rendements obtenus sur les parcelles des paysans selon leur itinéraire de production, varient généralement entre 500 et 1 900 kg/ha avec une moyenne de 1 100 kg/ha. Il a été estimé qu'environ 20% des paysans utilisent un engrais complet N-P-K avant semis et un seul apport d'urée en début de végétation. Les densités de semis varient entre 40 000 et 85 000 plantes/ha avec une moyenne de 59 000 alors que les densités recommandées vont de 95 000 à 120 000 plantes/ha.

Conclusions

Au Sénégal, le sorgho est essentiellement utilisé dans l'alimentation humaine. La qualité du grain et surtout son aptitude à la préparation du couscous reste le critère le plus déterminant pour l'acceptation d'une nouvelle variété. La faible diffusion des variétés améliorées de type *caudatum* résulte de la qualité moindre du grain. Bien qu'elles soient moins productives, les variétés de type *durra* et *guinée* utilisées respectivement dans les systèmes de culture de décrue et pluvial, restent encore les plus adoptées parce qu'étant plus aptes à la préparation des plats locaux. L'augmentation de la population urbaine et la diversification des besoins en produits animaliers font que la demande totale en grain de sorgho reste insatisfaite. Dans cette perspective, le développement de variétés de plus en plus productives et l'amélioration des systèmes de cultures demeurent des préoccupations constantes de la recherche. Cependant la sélection de variétés améliorées de sorgho pour la culture de décrue n'a pas évolué depuis ses premiers pas. Les travaux se sont limités à la collecte et la purification des populations locales. Des actions pour une augmentation du potentiel productif de ces variétés vers un meilleur rapport grain/paille, et une utilisation plus efficace des réserves en eau, doivent être initiées. La pratique du système de culture de décrue reste encore essentiellement traditionnelle. Les améliorations qui ont été proposées concernent principalement l'augmentation des densités de semis, l'utilisation de l'engrais azoté et un meilleur contrôle des adventices. L'influence de la régularisation des eaux du fleuve par les barrages sur la pratique traditionnelle de la culture de décrue et les recommandations pour son amélioration doivent être évaluées.

Références

- ETASSE, C. 1977. Synthèse des travaux sur le sorgho. L'agronomie tropicale 32, no 3: 311-319.
- LERICOLLAIS, A., SCHMITZ, J. 1984. La Calebasse et la Houe; techniques et outils des cultures de décrue dans la vallée du Sénégal. Cahiers Orstom, série sciences humaines. Vol. 20, no 374: 427-452.
- LUCE, C. 1988. L'amélioration variétale du sorgho au Sénégal. Acquis (1950-1986) et perspectives de recherches. Unival-isra, études et documents. Vol. 1, no2. 22 p.
- SAPIN, P. et REYNARD, A. 1968. La culture de décrue du sorgho dans la vallée du fleuve Sénégal, quelques techniques culturales simples pour son amélioration. L'agronomie tropicale. Vol. 23, no 8: 864-871.
- SAPIN, P. 1971. La culture du sorgho de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal. Propositions de recherche agronomique pour son amélioration. Séminaire CSTR/OUA sur les facteurs du milieu qui influencent les rendements des cultures tropicales. Dakar 26-19 juillet 1971. 12 p.
- TROUCHE, G. 1992. Amélioration variétale du sorgho, région du fleuve Sénégal. Rapport Analytique, contre-saison 91-92. ISRA/CNRA, Bambey. Décembre 1992. 23 p.

Variabilité génétique des sorghos de décrue au Mali

Alhousseïni Bretaudeau
Traoré Bakary
Niangaly Ousmane
Berthé Adama
Dramane Sako

Résumé

Le sorgho, dont les cultures s'étendent sur plus de 750 000 ha, représente la deuxième céréale cultivée au Mali après le petit mil. Les variétés cultivées appartiennent essentiellement à deux grands groupes botaniques: les *guinéas*, majoritairement cultivés au Mali, et les *durra*, majoritairement cultivés dans le septentrion du Mali. La diversité écologique des zones de production implique l'existence d'une multitude de systèmes de culture et de variétés. Ainsi, les différents itinéraires techniques sont comparés et analysés dans notre article. Par ailleurs, la diversité génétique y est évaluée, au travers de l'étude de seize variétés prospectées dans la région Nord du Mali (Gao). Ces variétés sont décrites selon plus de 20 caractères majeurs dont les plus importants aux yeux des producteurs et des sélectionneurs sont : la taille des plantes, le cycle végétatif, les caractéristiques paniculaires, la productivité, le poids de 1 000 grains. Les résultats montrent que, comparés aux *guinéas*, les sorghos *durra* sont presque tous photosensibles. Les variétés *durra* ont un bon potentiel de productivité, illustré par un poids de 1 000 grains pouvant dépasser les 50 g, et un nombre de grains très important, ainsi qu'une taille moyenne permettant d'envisager l'utilisation de techniques intensives de production (utilisation d'engrais ou de la matière organique). Les résultats indiquent que les sorghos *durra* seraient de "bons géniteurs" pour améliorer les défauts des sorghos *guinéas*.

MOTS-CLÉS: Nord du Mali, Gao, sorgho de décrue, variété *guinée*, variété *durra*, système de culture, caractères majeurs des variétés, photosensibilité, poids de 1000 grains, nombre de grains, taille

Abstract

Post-rainy season sorghum is the second most cultivated cereal in Mali, after millet, on more than 750,000 hectares. The cultivated varieties belong essentially to two large botanical groups: *guinée* varieties, mostly cultivated in Mali, and *durra* varieties, which are mostly cultivated in the north of Mali. The ecological diversity of the production zones brings along the existence of many culture systems and varieties. Hereby the different itinerary techniques have been compared and analysed within our study. The genetic diversity of sixteen varieties found in the north of Mali (Gao) has been studied. Of those varieties, 20 major characters have been described. The characters that producers and selectors think are the most important are: size of the plant, vegetative cycle, panicle type, the productivity and weight of 1,000 grains. The results have shown that comparatively to *guinée* varieties most of *durra* varieties respond to photoperiod. *Durra* varieties have a good production potential, illustrated by the weight of 1,000 grains that can be greater than 50 g, the number of grains per panicle and a middle size, which allows the use of intensive production techniques (use of fertilizers and organic matter). The results indicate that the *durra* varieties are "good genitors" for improving *guinée* varieties.

KEYWORDS: North of Mali, Gao, post-rainy season sorghum, *guinée*, *durra*, culture system, varieties major characters, photoperiodism, weight of 1,000 grains, quantity of grains, size of plants.

Introduction

Le sorgho est une des principales céréales cultivées dans le monde. Il occupe la cinquième position après le blé, le riz, le maïs et l'orge. Le sorgho est cultivé au Mali entre les isohyètes 400 et 1 300 mm et en condition de décrue dans le Nord du pays. Les emblavures de sorgho sont estimées à plus de 750 000 ha et en 1996-1997, le rendement moyen était estimé à 999 kg/ha (Anonyme, 1997).

Les types variétaux sont surtout des *guinée* au centre et au Sud, et des *durra* au Nord. Ils sont soumis, entre autres, à la pression des changements clima-

tiques, qui se traduisent non seulement par la réduction de la durée des saisons des pluies mais aussi par un démarrage lent des pluies avec pour conséquence la disparition de nombreuses variétés. Atténuer les effets de ces changements nécessite la diversification du matériel végétal afin de mettre respectivement à la disposition des sélectionneurs et des producteurs une large gamme de géniteurs et de variétés améliorées. De nombreux travaux de recherches ont déjà été entrepris sur le sorgho au Mali. Plusieurs techniques et méthodes ont été utilisées pour la sélection et l'amélioration variétale: sélection massale, sélection généalogique, croisements, mutagenèse, etc. C'est pour consolider entre autres ces travaux de sélection que nous avons entrepris, avec l'appui du projet Conservation "in situ" et Utilisation des Ressources Génétiques des Plantes en Zone Pré-Désertique du Mali, la caractérisation de quatre-vingt variétés de sorgho.

Le sorgho de décrue au Mali

Le terme de sorgho de décrue est souvent confondu avec celui de la race *durra*. Ainsi, la terminologie sorgho de décrue est souvent très restrictive et laisse sous-entendre une culture pratiquée après le retrait de la crue. En effet, on regroupe de nos jours sous le terme de sorgho de décrue toutes les formes de culture pratiquées après ou au moment de l'arrêt des pluies de fin de saison. Au Mali, on rencontre principalement trois itinéraires techniques de production de décrue, et le sorgho pluvial.

Kobeye

La culture de décrue dénommée "**kobeye**" est pratiquée dans le lit mort des cours d'eau ou du fleuve au moment du retrait de la crue, ce qui coïncide généralement avec la fin de la saison des pluies. La dénivelée entre le lit mort et le lit vif est faible, permettant l'alimentation hydrique de la plante par remontée capillaire tout au long du cycle cultural. La mise en place de la culture se situe entre janvier et mars, et la récolte se fait à l'approche de la prochaine crue en début ou même en fin de saison pluvieuse (septembre). Le cycle cultural est très long avec une longue période où la plante "vit au ralenti". En raison des

contraintes climatiques, cette forme de culture a tendance à laisser la place au système dit "issa kobeye" plus sûr.

Issa kobeye

La culture de décrue modifiée dénommée "issa kobeye" est pratiquée comme la culture de décrue normale, mais en raison des périodes sèches de plus en plus prononcées et de la forte dénivelée du terrain (par rapport au lit vif), la remontée capillaire n'est pas suffisante pour assurer une bonne alimentation hydrique des plantes. Pour limiter l'assèchement des plantes, on procède au repiquage des plants dans les parties les plus basses du bas-fond au fur et à mesure que la crue se retire. Les semis et les récoltes sont effectués comme en culture de décrue normale. Cette forme de culture est prépondérante depuis les sécheresses récurrentes qu'a connu le septentrion du Mali.

Culture de mare

La culture de mare est pratiquée dans des dépressions avant les crues ou après le retrait de la crue qui précède l'assèchement du cours d'eau. L'alimentation en eau de la plante est assurée dans le premier cas par les eaux de pluies; dans le deuxième cas par la remontée capillaire et facilitée par les baisses de températures observées dans les zones de culture et qui réduisent la demande évaporative. La mise en place se situe en juin/juillet ou septembre/octobre et la récolte a lieu respectivement en octobre/novembre ou en janvier/février.

Culture pluviale

La culture pluviale est pratiquée dans des plaines argileuses à la faveur de l'accumulation des eaux de pluies. Les superficies cultivées sont nettement moins importantes que pour les autres formes de culture. Le semi est réalisé avec les eaux de pluies de début de saison pluvieuse de juin à juillet et la récolte est faite de septembre à octobre.

Variabilité génétique des sorghos *durra*

L'analyse de ces itinéraires techniques montre la grande diversité des systèmes de culture, qui nécessitent l'existence de plusieurs formes variétales. En effet, les conditions pluviométriques, hydriques, de températures et de longueur du jour (photopériodisme) sont très variables au cours de l'année. On peut penser qu'il faut avoir un groupe variétal pour chaque type de besoin climatique, car la même variété ne peut avoir que peu de chance de s'adapter à tous les systèmes de culture.

L'étude vise deux principaux objectifs:

- Décrire les caractéristiques morphologiques et agronomiques des variétés.
- Déterminer la réaction physiologique des variétés, notamment le photopériodisme.

Matériel et méthodes

Le matériel est constitué de 16 variétés en provenance de Gao dans le cadre d'une collaboration avec l'ONG Association des Conseillers Agricoles du Sahel ACAS. La liste des variétés étudiées est reportée au tableau 1.

Tableau 1. Liste du matériel végétal

Variété	Nom	Provenance
1	GS-14 Saba	Djébock
2	GS-8 Bargaloussa	Djébock
3	GS-10 Saba	Djébock
4	GS-13 Saba	Djébock
5	GS-15 Saba	Djébock
6	GS-12- Saba-Kara	Djébock
7	GS-9 -Saba	Djébock
8	GS-11 -Saba	Djébock
9	TS-1 -Saba-Thiray	Aljéba
10	GS-5 -Molia	Tassiga
11	GS-4 -Abouga	Tassiga
12	TS-5 -Saba-Karay	Minkiri
13	TS-6 -Saba-Karay	Minkiri
14	GS-6 -Abora-Tag-Né	Ménaka
15	GS-2 -Molia	Tacharane
16	GS-3 -Sogomba	Tacharane

Dispositif expérimental et critères d'observation

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc continu et sans répétition, avec les variétés comme traitements. Les variétés ont été semées à deux dates décalées de 21 jours. Ce décalage devrait permettre une assez bonne caractérisation morphophysiologique des différentes variétés.

Le semis est réalisé sur une parcelle de 32 m x 25 m soit 800 m², subdivisée en 4 bandes de 32m x 5,20m espacées d'une allée de 1,4m. Chaque variété occupe une ligne de 5,20m de long. Les lignes sont espacées de 0,80 m x 0,40 m.

Nous avons répandu 42 g/ligne de complexe céréalier (dose de 100 kg/ha) le 17 juillet et 10 août respectivement pour la 1^{ère} et la 2^{ème} date de semis, puis 21g/ligne de semis d'urée le 12 et 17 août pour les deux dates de semis (dose de 50 kg/ha). Le buttage a été réalisé le 21 août pour la première date et le 17 septembre pour la deuxième date.

Les observations du degré de fréquence des phénomènes se font selon la convention internationale, avec le système de notation s'échelonnant de 1 à 9. Les chiffres pairs tels que 2, 4, 6 et 8 peuvent être attribués pour noter des degrés intermédiaires. Seuls les chiffres entiers sont attribués. Toutes les observations et mesures sont faites sur les deux dates de semis.

Les caractéristiques étudiées et les méthodes utilisées sont:

Vigueur à la levée. C'est l'énergie physique suivant laquelle la plantule se dégage du sol. Elle est fonction de la qualité de la semence, de la profondeur du semis, de l'état d'humidité du sol, de l'aération et de l'énergie lumineuse. C'est un critère de choix pour la sélection et la base de tout bon rendement. Elle est évaluée 15 jours après la levée et cotée de 1 à 9 selon les critères: grosseur des tiges, épaisseur des feuilles et longueur des plantules. L'échelle est la suivante:

- 1 = mauvaise vigueur à la levée.
- 3 = vigueur à la levée faible ou passable.
- 5 = vigueur à la levée assez bonne.
- 7 = bonne vigueur à la levée.
- 9 = très bonne vigueur à la levée.

Taux de levée. Il permet de connaître la densité de levée et de prévoir les resemis éventuels. Il permet aussi de justifier les écarts de production entre les variétés. La levée est atteinte si 75% des plantes ont émergé du sol et si les lignes sont parfaitement visibles. Elle est notée 15 jours après semis.

Pour obtenir le taux de levée (T) un comptage des poquets levés est fait et, connaissant le nombre théorique de poquets, la formule suivante est appliquée:

$T = 100 \times \text{nombre de poquets levés par ligne} / \text{nombre de poquet théorique par ligne}.$

Tallage. C'est le phénomène qui consiste en l'apparition d'une ou plusieurs tiges secondaires à partir de la tige principale. L'échelle suivante est adoptée pour apprécier l'aptitude au tallage.

- 1 = aptitude au tallage nulle.
- 3 = aptitude au tallage faible.
- 5 = aptitude au tallage assez bonne.
- 7 = aptitude au tallage bonne.
- 9 = aptitude au tallage très bonne.

Délai semis 50% épiaison. Le jour et le mois où 50 % des plants d'une variété ont épié sont notés pour permettre de connaître le nombre de jours écoulés du semis à cette date et, par la suite, le cycle de la variété en question.

Forme de la panicule. Elle est notée par l'échelle suivante:

- 1 = compact.
- 3 = semi-compact.
- 5 = moyennement compact ou moyennement lâche (moyenne).
- 7 = semi-lâche.
- 9 = lâche.

Exsertion de la panicule. Elle est notée de 1 à 9 avec

- 1 = pédoncule entièrement recouvert par la feuille paniculaire.
- 3 = pédoncule rapproché de la feuille paniculaire.
- 5 = pédoncule moyennement dégagé de la feuille paniculaire ($5 > P > 2$ cm).
- 7 = pédoncule dégagé de la feuille paniculaire ($10 > P > 5$ cm).
- 9 = pédoncule très bien dégagé de la feuille paniculaire (plus de 10 cm).

Hauteur des plantes. C'est une caractéristique très importante, car jouant un rôle dans la sensibilité à la verse, la productivité de la plante et la possibilité de culture associée. Des mesures sont d'abord faites sur trois plants choisis par variété et par date de semis, tous les 15 jours à partir du 45ème jour et jusqu'à l'épiaison pour connaître l'effet de la date de semis sur le taux de croissance. A la maturation la hauteur définitive de la plante est obtenue en mesurant les trois plants choisis, de la base (au niveau du collet) jusqu'au sommet de la panicule et en effectuant leur moyenne.

Rythme d'émission des feuilles: Les feuilles émises (plus précisément les feuilles effectivement ligulées) sont comptées tous les 2 jours à partir du 30ème jour après semis. A cet effet trois plants représentatifs sont choisis par variété et par date de semis. A chaque jour de comptage, le numéro d'ordre de la dernière feuille ligulée est marqué sur celle-ci, sachant que les feuilles sont numérotées de 1 (de la base) à n (à la feuille paniculaire).

Couleur du grain. La couleur du grain est déterminée.

Couleur des glumes. Il s'agit de la détermination de la couleur des glumes de chaque variété par simple observation.

Couverture des grains. Elle est notée selon l'échelle suivante:

1 = grain nu.

3 = 1/4 du grain couvert par les glumes.

5 = 1/2 du grain couvert par les glumes.

7 = 3/4 du grain couvert par les glumes.

9 = grain complètement couvert par les glumes.

Evaluation de la surface foliaire. Elle permet de calculer l'indice de surface foliaire (LAI), qui représente la surface de feuilles développées par unité de surface de sol. La longueur et la largeur de toutes les feuilles ligulées des trois plants choisis sont mesurées tous les quinze jours à partir du 45ième jour après semis. La surface foliaire est obtenue par la formule suivante dite formule de Stickler:

$$S = L \times l \times 0,747$$

Où S = surface de la feuille en m^2 ; L = longueur de la feuille en m ; l = largeur de la feuille en m ; $0,747$ = coefficient correcteur.

La détermination de l'indice de surface foliaire (LAI) est réalisée en faisant la somme de toutes les surfaces foliaires d'une plante et en rapportant cette valeur à celle de la surface de terre couverte.

Nombre d'entre-nœuds. Un comptage des entre-nœuds des trois plants choisis est fait pour chaque variété et par date de semis. Une moyenne est ensuite calculée pour déterminer le nombre d'entre-nœuds de chaque variété et par date de semis en vue de voir la réaction de la plante à différentes dates.

Taille des entre-nœuds. Les entre-nœuds des tiges principales des trois plants choisis sont mesurés après récolte et la moyenne calculée pour chaque variété et par date de semis, en vue de voir les différences de réactions végétatives éventuelles.

Longueur de la panicule. La longueur de trois panicules par variété est mesurée, suivie du calcul de la moyenne. C'est une composante du rendement.

Nombre de grains par panicule. Après battage, le comptage de grain par panicule est effectué. Le comptage est fait sur trois panicules, suivi du calcul de la moyenne. C'est une composante du rendement.

Poids de 1 000 grains. Le comptage de 1 000 grains est effectué à l'aide d'un compteur automatique, suivi de la pesée à l'aide d'une balance très sensible (de précision). C'est une observation qui peut permettre d'estimer et de justifier la supériorité de rendement d'une variété en comparaison avec d'autres.

Degré d'attaque des maladies et des insectes. Le degré d'attaque des maladies et des insectes est noté selon l'échelle suivante:

1 = aucune attaque sur la ligne.

3 = attaque faible: la moitié environ des plantes montrent des symptômes de maladies ou des dégâts d'insectes de gravité moyenne, ou plus de la moitié des plantes est attaquée, mais à un degré moindre.

5 = attaque moyenne: toutes ou presque toutes les plantes montrent des symptômes de maladies ou des attaques de parasites de gravité moyenne.

7 = attaque sévère: toutes les plantes présentent des symptômes de maladies ou d'attaques d'insectes importantes. Sur l'ensemble de la parcelle, les plantes ou parties de plantes attaquées prédominent par rapport aux plantes saines. Des plantes individuelles ou des parties de plantes commencent éventuellement à flétrir.

9 = très forte attaque: cette attaque conduit dans une grande mesure à la nécrose d'une partie ou de l'ensemble des plantes attaquées (Rohrmoser, 1986).

Sensibilité à la verse. Elle est notée en comptant à la maturité le nombre de plants versés par ligne et en appliquant l'échelle suivante, cotée de 1 à 9:

1 = pas de verse.

3 = forte verse sur 1/4 de la ligne.

5 = forte verse sur la moitié de la ligne.

7 = verse totale sur les 3/4 de la ligne.

9 = verse totale sur toute la ligne.

Températures journalières cumulées du semis à l'épiaison. Elles sont obtenues à l'aide de données fournies par le service de la météorologie. Le cumul pour chaque variété est effectué du semis à l'épiaison.

Ces données permettront de trancher si c'est la photopériode ou la thermo-période qui a conduit à l'initiation paniculaire et à l'induction à la floraison.

Étude de la réaction à la photopériode. Elle se base sur la différence de la durée semis - feuille drapeau entre les deux dates de semis. Cette durée est notée par variété et par date de semis. Il est ainsi possible de calculer le coefficient de photopériodisme (K_p). Ce coefficient permet de classer les variétés en fonction de leur réaction à la photopériode.

Il est obtenu en faisant le rapport entre le raccourcissement du cycle entre les deux dates et le nombre de jours entre les deux semis:

$$K_p = \frac{(DpV1 - DpV2)}{\cap S}$$

Où $DpV1$ et $DpV2$ sont respectivement les durées semis-feuille drapeau des semis 1 et 2 et $\cap S$ le nombre de jours entre les 2 dates de semis. Le K_p d'une

variété insensible à la photopériode est égal à 0 et le Kp d'une variété très sensible dont la floraison a toujours lieu à la même date est égal à 1.

Les variétés sont classées selon leur Kp de la manière suivante:

- Variétés peu photosensibles = dont le Kp se situe entre 0 et 0,40.
- Variétés moyennement photopériodiques = dont le Kp se situe entre 0,40 et 0,80.
- Variétés nettement photopériodiques = dont le Kp se situe entre 0,80 et 1 (Traore, 1996).

Poids moyen d'une panicule. Il est obtenu en pesant trois panicules par variété et en effectuant la moyenne.

Poids moyen du grain paniculaire. Il est obtenu en pesant le grain produit par trois panicules par variété et en effectuant la moyenne.

Rapport grain / paille. Il s'agit de diviser le poids des grains obtenu par le poids de paille sèche ayant servi à sa production. Trois plants par variété sont choisis pour cette observation.

En ce qui concerne la longueur du jour, on constate que dans la localité de Katibougou du 12 avril au 2 septembre il y a égalité entre le jour et la nuit. Mais à partir du 15 octobre la nuit devient plus longue par rapport au jour. On retiendra aussi que les dominantes sont l'Harmatan et la mousson. La quantité annuelle des précipitations est de 1.109,3 mm en 99 jours.

Tableau 2. Relevés de la pluviométrie, de la température et de la longueur du jour en 1999 à Katibougou

		avril	mai	juin	juil	août	sept.	oct.	nov.
Pluviométrie	1-diz.	1,9	0,2	8,8	49,9	72,2	58	88	
	2-diz.	2,1	19,2	6,8	48,1	249,2	38,8	35	3,1
	3-diz.	18,6	17,8	103,1	104,8	92,9	64,3	24,3	
	total	22,6	37,2	118,7	202,8	414,3	161,1	147,3	3,1
Température	1-diz.			328,7	281,4	263,0	260,2	270,0	253,1
	2-diz.			319,5	281,5	257,2	270,1	276,5	261,9
	3-diz.			294,0	294,9	285,1	264,8	297,8	254,1
	Total			942,3	857,9	805,4	795,2	842,3	769,1
Evaporation: 1/10mm			5,5	2,5	1,2	1,4	2,0	5,5	
Vitesse du vent: m/s			1,8	1,8	1,5	1,1	1,0	1,8	
Durée d'insolation: 1/10h			8,0	7,14	5,16	7,47	7,79	8,0	

Résultats

Analyse des caractéristiques végétatives (tableau 3)

Analyse de la vigueur à la levée

D'une manière générale on constate que la vigueur à la levée des variétés du type *durra* est excellente. Elle est d'autant plus remarquable que les grains sont plus gros. D'une manière générale, la vigueur à la levée est comprise entre 7 et 9.

Analyse du taux de levée

Le taux de levée souvent très important est lié entre autre à la bonne conservation des grains. Toutefois on constate que pour certaines variétés le taux de germination reste faible (Guindo 1999, Sako 2000).

Analyse du tallage

Les variétés *durra* ont une faible aptitude au tallage comparativement aux variétés de type *guinée* (Guindo 1999, Sako 2000).

Analyse de la hauteur des plants

La taille des plants est assez moyenne et comprise en grande partie entre 2 et 2,5 m, ce qui en font de bons géniteurs pour améliorer la taille des *guinéas*, plus hauts.

Analyse du nombre et de la taille des entre-nœuds

Le nombre d'entre-nœuds est assez variable selon les variétés (9 à 17) et les dates de semis (8 à 17), alors que leur taille oscille faiblement entre 18 et 23 cm. La forte variabilité du nombre d'entre-nœuds en fonction de la date de semis laisse présager une réaction photopériodique.

Tableau 3. Caractéristiques végétatives des différentes variétés (D1 : semence précoce, D2 : semence tardive)

Variété	Vigueur de levée		Taux de levée %		Taillage		Hauteur des plantes (m)		Nombre d'entre-nœuds		Taille des entre-nœuds (cm)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
1	5	5	84,61	100	3	1	2,70	2,47	14	10	16	18
2	5	7	53,84	92,30	3	1	2,82	2,47	13	11	17	16
3	5	5	92,30	30,76	3	3	2,21	2,30	9	9	18	19
4	7	7	100	92,30	3	3	2,48	2,55	11	12	18	18
5	7	7	92,30	69,23	3	1	2,96	2,92	15	12	17	18
6	9	3	92,30	69,23	3	3	2,79	2,65	12	10	18	16
7	9	9	92,30	61,53	1	3	3,24	2,75	14	11	19	20
8	9	7	84,61	38,46	3	3	2,93	2,58	15	11	19	16
9	9	9	100	76,92	3	3	2,52	2,19	13	10	18	18
10	5	5	84,61	23,07	3	3	2,17	2,05	11	10	16	17
11	7	5	69,23	23,07	1	3	2,20	1,74	9	8	20	16
12	9	9	100	84,61	3	3	3,23	2,64	17	13	17	18
13	7	7	100	46,15	3	3	2,95	2,32	12	9	19	18
14	7	9	92,30	84,61	7	7	2,78	2,44	10	9	23	21
15	5	7	23,07	76,92	5	5	2,25	1,95	11	8	22	17
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analyse des caractéristiques des panicules et des grains (tableaux 4 et 5)

Analyse de la forme de la panicule

La forme des panicules est généralement compacte (notée de 1 à 3, avec une faible proportion de plantes notées 5). Ce caractère est une composante essentielle du rendement et peut être utilisé pour améliorer les sorghos guinéas à panicule très lâche.

Analyse de l'exsertion

On sait que généralement les *durras* ont des panicules inserts; toutefois les variétés caractérisées montrent une grande variabilité pour ce caractère déterminant dans l'infestation par les maladies. Ainsi, la proportion des variétés totalement exsertes dénote la richesse et la diversité de la race *durra*.

Couverture des grains

On note une faible variabilité de ce caractère. En effet, sur l'ensemble des variétés étudiées, une seule a le grain complètement nu et plus de 95% des variétés ont le grain couvert à au moins 50%.

Analyse de la couleur des grains et des glumes

La couleur des grains et des glumes montre une grande variabilité.

Analyse du rapport grain/paille

Le rapport grain/paille est assez fluctuant selon les variétés, avec des indices dépassant 0,70. Ceci dénote d'un très bon potentiel de productivité grainière. Il est nettement plus élevé en moyenne que chez les *guinéas* (Guindo 1999, Sako 2000).

Analyse de la longueur des panicules

La longueur de la panicule est assez modeste comparativement aux *guinéas* (Guindo 1999, Sako 2000).

Analyse du poids moyen paniculaire

Le poids moyen paniculaire est très important et nettement plus élevé que chez la race *guinée* (Guindo 1999, Sako 2000). La tige souvent plus grosse conforte ce poids paniculaire.

Analyse du poids moyen de grains par panicule

Le poids moyen paniculaire est assez variable et oscille entre 178 et 7,3g; toutefois, la majorité des variétés présentent un très bon poids moyen de grains par panicule.

Analyse du nombre de grains par panicule

Le nombre de grains par panicule dépasse pour certaines variétés les 4 000 grains, ce qui constitue un très bonne performance. Pour d'autres variétés, il reste modeste (autour de 1 000 grains).

Analyse du poids de 1 000 grains

Le poids de 1 000 grains dépasse pour une variété les 50 g alors que de nombreuses autres variétés ont un poids 1 000 grains supérieur à 20 g, chiffre qui constitue la moyenne chez les *guinéas*.

Le nombre de grains, qui est une composante essentielle du rendement avec le poids de 1 000 grains, est assez variable. Ainsi, de nombreuses variétés associent un nombre de grains élevé et un poids de 1 000 grains important.

Tableau 4. Caractéristiques des panicules et des grains des différentes variétés (D1 : semence précoce, D2 : semence tardive)

Variété	Forme paniculaire		Exsertion paniculaire		Couverture des grains		Couleur des grains		Couleur des glumes	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
1	5	5	3	3	7	7	R	R	R	R
2	3	3	9	9	7	7	B	B	B	B
3	3	3	1	1	9	9	R	R	B	B
4	3	3	9	9	1	1	R	R	B	B
5	5	5	9	9	5	5	R	R	B	B
6	3	3	3	3	5	5	R	R	B	B
7	3	3	9	9	7	7	B	B	B	B
8	5	5	9	9	7	7	B	B	N	N
9	3	3	3	3	7	7	R	R	N	N
10	1	1	3	3	7	7	B	B	B	B
11	3	3	1	1	7	7	R	R	B	B
12	3	3	9	9	7	7	B	B	R	R
13	5	5	9	9	7	7	B	B	B	B
14	5	5	9	9	7	7	R	R	B	B
15	1	1	9	9	7	7	R	R	B	B

NB: B = blanche T = translucide R = rouge N = noire

Tableau 5. Diverses caractéristiques paniculaires et agronomiques des variétés (D1 : semence précoce, D2 : semence tardive)

Variété	Rapport grain/paille		Longueur panicule (cm)		Poids des panicules (g)		Nombre grains/panicule		Poids 1000 grains (g)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
1	0,23	0,06	33	34	81	29	2366	334	17	21,8
2	0,40	0,53	29	20	113	74	2697	2143	36,4	38,8
3	0,48	0,55	28	31	36	71	1062	1819	22,1	33
4	0,14	0,68	30	20	75	98	1623	2090	13,5	40,3
5	0,77	0,48	30	30	110	70	3097	1361	28,4	38,2
6	0,33	0,39	33	35	53	55	1794	2695	20,4	31,7
7	0,41	0,78	32	34	123	200	2457	4628	31,2	42,5
8	0,65	0,61	28	28	116	100	2762	1495	28,5	50,5
9	0,44	0,57	22	26	100	104	2391	2252	27,9	37,9
10	0,14	0,37	13	15	32	51	2196	2493	7,0	11,3
11	0,31	0,66	20	21	25	34	1506	1888	6,8	12,8
12	0,27	0,74	25	28	63	132	1737	4002	25,6	32,4
13	0,24	0,67	29	32	30	67	1357	2085	16,2	24,8
14	0,61	0,62	26	31	25	56	1968	1931	23	26,3
15	0,24	0,57	13	15	18	25	1760	1784	6,5	11,7
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analyse des caractéristiques particulières (tableau 6)

Nombre de jours par feuilles

Le nombre de jours par feuilles est assez constant et varie peu quelle que soit la date de semis. Les dates de semis ne semblent donc pas avoir affecté le rythme d'apparition des feuilles.

Analyse de l'indice de surface foliaire

L'indice de surface foliaire est dans la plupart des cas supérieur à 0,3, ce qui constitue un bon rapport de productivité.

Nombre de jours semis-apparition de la feuille drapeau (ou paniculaire)

Ce nombre varie de 52 à 81 jours, exprimant une large diversité génétique pour le cycle cultural.

Analyse du coefficient photopériodique

Plus de la moitié des variétés expérimentées a un coefficient photopériodique supérieur à 0, ce qui fait dire que toutes les variétés sont photosensibles. Toutefois, cette photosensibilité est plus prononcée pour les variétés dont le coefficient tend vers 1. (Voir tableau 6)

Analyse de la somme des températures du semis à 50% épiaison

Aucune variété n'enregistre la même quantité de chaleur pour les deux dates de semis, on peut donc en conclure qu'aucune n'est strictement non photosensible.

Tableau 6. Caractéristiques particulières des différentes variétés (D1 : semence précoce, D2 : semence tardive)

Variété	Nombre jours/ feuilles		Indice surface foliaire		Nombre de jours semis- feuille drapeau		Coef. photop. Kp	Quantité de chaleur semis-épiaison		Autres caract.
	D1	D2	D1	D2	D1	D2		D1	D2	
1	3,22	3,03	3,44	2,83	76	62	0,53	2234	1850	- " -
2	3,66	3,84	3,76	3,87	75	62	0,50	2234	1876	péd-cross
3	3,10	3,71	3,37	3,03	69	57	0,46	1964	1746	rac-court
4	2,99	3,09	4,46	4,24	74	62	0,46	2126	1824	péd-cross
5	3,23	3,46	3,42	3,26	81	66	0,57	2340	1902	- " -
6	3,09	3,11	4,82	3,97	74	65	0,34	2180	1876	épi-aristé
7	3,12	3,18	4,13	4,10	78	61	0,65	2234	1798	péd-cross
8	3,04	3,73	3,95	3,36	71	61	0,38	2072	1798	- " -
9	3,06	3,51	3,99	3,36	68	55	0,50	1964	1632	péd-cross
10	3,11	3,36	1,68	1,74	62	56	0,23	1802	1772	- " -
11	3,23	3,69	2,12	1,73	57	48	0,34	1640	1616	rac-court
12	3,09	3,16	3,94	4,18	74	62	0,46	2153	1798	péd-cross
13	3,21	3,24	3,04	2,24	59	55	0,15	1721	1564	- " -
14	2,98	3,17	3,70	1,78	52	48	0,15	1586	1456	rac-court
15	3,25	3,72	1,94	1,45	58	48	0,38	1694	1456	- " -
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- " -

NB : épi-aristé = épillet aristé; péd-cross = pédoncule croisé; rac-court = rachis court

Analyse de la sensibilité aux maladies, aux insectes et à la verse et du nombre de jours semis-50% épiaison (tableau 7)

Analyse du degré d'attaque des maladies

Les principales maladies constatées sont la bande de suie (*Ramulispora sorghi*), l'antracnose (*Colletotrichum graminicola*) et la maladie des tâches ovales (*Ramulispora sorghicola*) sur les feuilles et le charbon couvert (*Sphacelotheca sorghi*) sur les panicules.

Presque toutes les variétés ont été attaquées par la bande de suie, mais à un degré faible.

L'antracnose n'a été constatée sur aucune variété et la maladie des tâches ovales a été notée sur les variétés n° 4 et 5 à des degrés moyens.

Le charbon couvert a été constaté principalement sur les variétés n° 10 (GS5 Molia) et 15 (GS-2 Molia) à degré faible.

Analyse du degré d'attaque des insectes

Cette observation concerne uniquement *Atherigona soccota*, et a permis de noter une faible attaque sur GS-6 (Abora-Tag-Né)

Analyse de la sensibilité à la verse

Des cas de verse de faible envergure ont été notés sur les variétés n° 3 (GS-10 Saba), 4 (GS-13 Saba), 10 (GS-5 Molia), 11 (GS-4 Abouga), 13 (TS-6 Saba-Karay), 14 (GS-6 Abora-Tag-Né) , 15 (GS-2 Molia).

Analyse du nombre de jours semis-50% épiaison (voir photopériodisme)

L'analyse de ce paramètre est analogue à celui de l'apparition de la feuille drapeau et confirme la photosensibilité de toutes les variétés.

- **Tableau 7.** Sensibilité aux maladies, aux insectes, à la verse et nombre de jours des semis à 50% de l'épiaison (D1 : semence précoce, D2 : semence tardive)

Variété	Degré attaques maladies		Degré attaques insectes		Sensibilité à la verse		Nombre jours semis-50% épiaison		Ecart semis-épiaison
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	
1	3	3	3	3	1	1	84	70	14
2	5	5	1	1	1	1	84	71	13
3	3	3	1	3	3	3	74	66	8
4	5	5	1	1	3	1	80	69	11
5	5	5	1	1	1	1	87	65	22
6	3	3	1	1	1	1	82	71	11
7	3	3	1	1	1	3	84	68	16
8	3	3	1	3	1	1	78	68	10
9	3	3	3	1	1	1	74	62	12
10	3	3	1	3	3	3	68	65	3
11	3	3	1	1	5	3	62	61	1
12	3	3	1	1	1	1	81	68	13
13	3	3	1	3	3	1	65	59	6
14	3	3	3	1	3	1	59	55	4
15	3	3	1	1	3	3	64	55	9
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Conclusions

A l'issue de cette étude, nous constatons que les variétés ont exprimé une grande variabilité génétique.

Les caractères les plus discriminants ou les plus importants pour l'amélioration des autres races de sorgho sont les suivants:

Longueur des panicules: la variété n°15, GS-2-Molia a la plus courte panicule avec 13 cm en première date de semis et 15 cm en deuxième date de semis. **Poids moyen des panicules:** c'est la variété n° 7, GS-9-Saba, qui a enregistré la panicule la plus lourde en deuxième date de semis avec 200 g. La variété n° 15, GS-2-Molia, a la panicule la plus légère avec un poids de 18 g en première date de semis. **Nombre de grains par panicule:** en deuxième date de semis, c'est le n° 7, GS-9-Saba, qui a le nombre de grains par panicule le plus élevé avec 4628 grains. **Poids 1 000 grains:** c'est la variété n° 8, GS-11-Saba, qui a enregistré le poids de 1 000 grains le plus élevé en deuxième date de semis avec 50,5 g, les poids 1 000 grains les plus bas sont celui de la variété n° 15, GS-2-Molia, avec 6,5 g en première date de semis et celui de la variété n° 10, GS-5-Molia, avec 11,3 g en deuxième date de semis; nous constatons ici une augmentation du poids de 1 000 grains pour les valeurs extrêmes en

deuxième date de semis. **Réaction des plantes à la photopériode:** la variété la plus sensible à la photopériode est la variété n° 7, GS-9-Saba.

Cette étude a révélé des différences entre les variétés et donc une variabilité des caractères étudiés qui, nous espérons, pourra être exploitée par les sélectionneurs selon les besoins et les objectifs du moment.

Références

- **Anonyme, 1994.** Campagne agricole 1993 - 1994, Synthèse des résultats des activités de Recherche, programme sorgho, Institut d'Economie Rural, Mali, 37 pages
- **Anonyme, 1997.** Rapport annuel, Direction Nationale de la statistique et de l'Informatique, 1996 - 1997.
- **BRÉTAUDEAU, A, COULOUBALY, F et TRAORÉ, KI, 1989.** Genetic analysis of M2 progenies derived from different doses of Gamma irradiation of Malian sorghum strains and an American variety. In: Improvement of crops in Africa through the use of Induced Mutations. IAEA-TECDOC 496, P38, Vienna.
- **BRÉTAUDEAU, A, COULOUBALY, F et TRAORÉ, KI, 1989.** Analyse génétique des descendances de M2 de trois races de sorgho Malien comparées à une variété américaine soumise à différentes doses de rayonnement Gamma. Bull. Amélior. Prod. Agr. Milieu Arid., 2, P117-124.
- **BRÉTAUDEAU, A et TRAORÉ, BM, 1989.** Augmentation de la variabilité génétique des sorghos locaux Ouest-africains par traitement aux rayonnements Gamma du Cobalt 60. Rev. Res. Amélior. Prod. Agr. Milieu Arid., 1, P181-186.
- **BRÉTAUDEAU, A, 1997.** Radiation induced mutations for breeding of sorghum. In "Improvement of basic food crops in Africa through plant breeding, including the use of induced mutations. Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting of a FAO/IAEA co-ordinated Research Programme, held in Naples, Italy, 30 October-3 November 1995. IAEA-TECDOC 951, Vienna, P25-29.
- **CHANTEREAU, J et BONHOMME, R, 1994.** Caractérisation des comportements photopériodiques d'écotypes de sorgho, dans l'Atelier de formation sur les variétés locales de sorgho du 10 -14 octobre 1994, Samanko (Mali), PP 79 - 87.
- **CHANTEREAU, J, AG HAMADA, M, BRETAUDEAU, A et TEMBÉLY, SO, 1998.** Etude de nouvelles variétés de sorgho en milieu paysan dans la zone cotonnière CMDT au Mali (1995-1996). Ratnaddas A., Chantereau J. et Gigou J. (éditeurs), Amélioration du sorgho et de sa culture en Afrique de l'Ouest et du Centre. Actes de l'atelier de restitution du programme conjoint sur le sorgho ICRISAT-CIRAD, 17-20 mars 1997 Bamako, Mali. Collection Colloques, Montpellier Cirad-ca, P315.
- **COULIBALY, H., 1996.** Etude de l'ontogénèse du sorgho, effet de la photopériode, Mémoire de fin d'études, IPR de Katibougou, P22.
- **GUINDO, A., 1999.** Caractérisation morpho- physiologique et agronomique de quatre vingt (80) variétés de sorgho". Mémoire IPR/IFRA Katibougou, Sciences Agro.
- **HOUSE, LR, 1987.** Manuel pour la sélection du sorgho, Patancheru, deuxième édition, Inde, ICRISAT P229.
- **KONATÉ, IM et SCHEURING, JF, 1985.** L'amélioration et la culture du sorgho au Mali, dans travaux du deuxième atelier Régional de sorgho du 21 au 24 octobre 1985 à Bamako (Mali), P 43 - 68
- **SHETTY, SV, BENINATY, NF et BECHERMAN, SR, 1991.** Le renforcement des travaux de recherches sur le sorgho et le mil au Mali, ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India P85.
- **SAKO, D, 2000.** Caractérisation morpho- physiologique et agronomique de quatre vingt (80) variétés de sorgho". Mémoire IPR/IFRA Katibougou, Sciences Agro.
- **VAKSMANN, M, TRAORÉ, S, NIANGADO, O, 1994.** Zonage Agro-climatique des potentialités des Sorghos Africains, dans Atelier de formation sur les variétés locales de sorgho du 10 - 14 octobre 1994, Samanko (Mali), P 88 - 98.

La culture du sorgho de décrue dans le Nord du Mali

Niangaly Ousmane

Résumé

Dans le Nord du Mali le potentiel de terres cultivables s'élève à 740 000 ha, et le sorgho est une des principales cultures. On distingue trois zones de culture. Le sorgho de décrue est cultivé dans la vallée du fleuve Niger sur les franges hautes qui ne sont inondées que lentement par la crue et dans les zones à remontée capillaire. Le sorgho de décrue résiste bien à la sécheresse. Le sorgho de mare est cultivé dans la frange pastorale, le long des oueds, dans la zone lacustre et autour des mares. Le sorgho pluvial est cultivé dans les zones où les précipitations sont suffisantes. Ces cultures sont pratiquées depuis plusieurs siècles par les paysans et occupent une place importante dans la sécurité alimentaire de cette région.

MOTS-CLÉS: Nord du Mali, Kidal, Gao, Tombouctou, sorgho de décrue, sorgho de mare, sorgho pluvial, sécurité alimentaire.

Abstract

In the north of Mali, the potential of cultivable areas comes to 740,000 hectares. Post-rainy season sorghum is one of the main cultures. We can distinguish three zones of culture. Post-rainy season sorghum cultivated in the valley of the Niger river, on the higher parts that are not directly inundated by the flood, and in the zones with enough capillary water. Post-rainy season sorghum

resists well to the drought. Post-rainy sorghum is also cultivated in the pastoral zone, along torrents and ponds. Pluvial sorghum is cultivated in areas where the rainfalls are sufficient. Those cultures are practised after many years by the farmers and play an important role in ensuring the food security of the region.

KEYWORDS: North of Mali, Kidal, Gao, Tombouctou, Post rainy-season sorghum, pluvial sorghum, food security.

Introduction

Les régions du Nord du Mali sont les régions de Kidal, Gao et Tombouctou. Elles occupent un vaste territoire de 819 922 km², soit 68% de la superficie du Mali. Elles sont situées entre 14°30 et 24°30 de latitude Nord, et 4 degrés de longitude Est et 6 degrés de longitude Ouest.

Ces régions sont limitées au nord par l'Algérie, au sud par Mopti, à l'est par l'Algérie, le Niger et le Burkina Faso et à l'ouest par la Mauritanie.

Le potentiel de terres cultivables s'élève à 740 000 ha. C'est la zone de culture du sorgho de décrue et de mare.

On y rencontre trois types de saisons inégalement réparties:

- Une saison sèche froide d'octobre à février; elle se caractérise par de basses températures, dont la moyenne minimale varie de 10°C à 15°C.
- Une saison sèche chaude: de mars à juin, caractérisée par un vent chaud et sec faisant monter la température au delà de 45°C.
- Une saison pluvieuse de juillet à septembre caractérisée par une pluviométrie très faible allant de 10 à 250 mm avec 5 à 20 jours de pluies.

La région recèle d'importantes ressources en eau de surface; elle est traversée par le fleuve Niger sur environ 900 km et possède de grandes mares, lacs permanents ou temporaires.

La culture du sorgho dans le Nord Mali

Le sorgho est la deuxième céréale la plus cultivée et consommée dans le Nord de pays après le riz. Il couvre près de 3/4 des superficies consacrées aux

cultures sèches. Son rendement moyen varie de 500 à 600 kg/ha. On distingue trois zones de culture de sorgho en fonction de l'écologie et de la période de culture.

Sorgho de décrue

Il est cultivé dans la vallée du fleuve Niger, sur les franges hautes qui ne sont inondées que lentement par la crue et dans les zones à remontée capillaire. Il est repiqué pendant la décrue au fur à mesure que le fleuve se retire, d'où son appellation de sorgho de décrue.

Les pépinières sont installées à partir de janvier; le repiquage se fait en février et la récolte en septembre - octobre. La récolte se fait à sec ou dans une lame d'eau de 20 à 100 cm lorsque la saison des pluies est bonne et la crue précocée. Souvent la récolte du sorgho de décrue est faite en pirogue.

En début de végétation le sorgho de décrue profite des réserves d'eau du sol; il traverse ensuite toute la saison sèche et chaude (de mars à mai), pendant laquelle ses feuilles tombent et sa croissance s'arrête pratiquement; il est alors souvent pâturé par les animaux. Il reprend son développement végétatif avec l'arrivée des pluies en juin - juillet et boucle son cycle grâce aux remontées capillaires provoquées par l'amorce de la crue.

Le sorgho de décrue résiste bien à la sécheresse et supporte une courte immersion de fin de cycle.

Sorgho de mare

Il est cultivé dans la frange pastorale, le long des oueds, dans la zone lacustre, et autour des mares. Ces zones de culture sont caractérisées par une température basse et une hygrométrie élevée. Le sorgho de mare est planté après la saison des pluies de septembre à octobre. Les semis sont effectués au fur et à mesure que le sol est ressuyé. La récolte se fait durant les mois de janvier et février. Ce sorgho arrive à boucler son cycle grâce à l'humidité résiduelle du sol et la saison froide qu'il traverse, réduisant ainsi ses besoins hydriques.

Sorgho pluvial

Il est cultivé dans les zones où les précipitations permettent aux plantes de boucler leur cycle. Il est installé dans les plaines sur les terres argileuses. Les semis sont effectués en juin - juillet et la récolte en septembre.

Pratiques culturelles traditionnelles

Préparation du sol

Aucun labour n'est effectué sur le sorgho de décrue et de mare, leur surface de culture ayant été submergée d'eau pendant plusieurs mois ne contient en général que peu d'adventices au retrait de l'eau. La préoccupation du paysan est de profiter au maximum des réserves en eau du sol, seul gage de réussite de sa culture. Il se hâte de semer d'abord, il procède au sarclo-binage quelques semaines plus tard.

Un labour de début de cycle est effectué uniquement sur le sorgho pluvial.

Semis

Sorgho de décrue et de mare

Il est effectué quand le sol est ressuyé, à l'aide d'un bâton au bout pointu qu'on enfonce dans le sol jusqu'à 25 à 30cm. Les graines sont ainsi déposées au fond du trou à raison de 4 à 8 graines par poquet.

Elles sont ensuite recouvertes d'une fine couche de sable. Cette profondeur de semis permet d'une part d'assurer la levée et d'autre part de protéger les jeunes pousses contre certains prédateurs.

Les écartements entre les poquets et sur la ligne varient de 1,2 à 1,5 mètres. Les époques de semis dépendent de l'amorce de retrait de la crue du fleuve chez le sorgho de décrue et de la fin de la saison d'hivernage chez le sorgho de mare.

Sorgho pluvial

Installé en juin - juillet, le semis est effectué à raison de 4-8 graines par poquet. La profondeur de semis varie de 3 à 5 cm avec un écartement de 1 m x 1,2 m.

Repiquage

Il est pratiqué en général sur le sorgho de décrue au moment du retrait de l'eau. Les époques de repiquage varient en fonction de la topo-séquence des champs. Il est effectué entre les mois de février et mars en raison de 2 à 4 plants par poquets. La durée de séjour des plants en pépinière varie de 1 à 2 mois.

Entretien

Il se résume en général à un seul sarclo-binage qui est exécuté quand les lignes de semis sont bien visibles avant que le sol ne se dessèche complètement.

Fertilisation

Aucune fumure n'est apportée par les paysans au cours du cycle de la plante. Cependant ces champs de sorgho bénéficient des dépôts d'alluvions des eaux de ruissellement et de la crue ainsi que de l'apport de fumier des animaux qui pâturent les champs après les récoltes.

Conservation de la récolte

Le paysan utilise plusieurs techniques de conservation. Il conserve le sorgho en panicule et/ou en grain. Le premier est généralement utilisé comme semence et le second pour la consommation.

Le sorgho est stocké en grenier (Boua, Sourou...) et en sacs à base de cuir (hawgora) ou d'essence locale (Soun). Le sorgho peut être conservé pendant 1 à 5 ans en fonction du matériel utilisé, sans détérioration de ses qualités. Souvent certains produits locaux sont utilisés comme insecticide à cause de leur pouvoir répulsif (crottins d'animaux, cendre...).

La culture du sorgho comme stratégie de survie

Le sorgho, malgré sa deuxième position après le riz reste la denrée la plus importante pour les paysans. Le sorgho est très rustique, il arrive à survivre dans des conditions climatiques très difficiles, et demande très peu d'entretien. Sa récolte coïncide avec les périodes de soudure les plus critiques dans la région.

La culture du sorgho contribue de façon significative à l'entretien des rizières et permet d'augmenter les superficies emblavées en riz. Elle met le paysan à l'abri de l'endettement et sécurise les stocks de riz.

Le système d'association sorgho de décrue et riz flottant local permet de réduire l'enherbement excessif des rizières et de sécuriser la production du paysan.

Par ailleurs la culture du sorgho a permis de sécuriser, de reconstituer le cheptel et de semi-sédentariser les nomades éleveurs. A cela s'ajoutent ses vertus thérapeutiques et l'utilisation des sous-produits (tige, graine) dans l'artisanat, l'habitat et la conservation des semences.

Conclusions

Les sorghos de décrue, pluvial et de mare sont des cultures pratiquées depuis plusieurs siècles par les paysans du Nord. Ils occupent une place importante dans la sécurité alimentaire des ces régions.

Cependant, malgré le savoir-faire local, cette culture connaît actuellement de sérieux handicaps liés:

- À l'irrégularité de la pluie.
- À la faiblesse de la crue du fleuve et à son retard.
- Aux insectes.
- Aux oiseaux.
- À la divagation des animaux.
- À la disparition de certains écotypes.

Une collaboration entre les différents acteurs du développement (paysans, ONG, chercheurs, partenaires financiers) s'avère nécessaire pour une pérennisation et une amélioration de cette culture.

La culture du sorgho de décrue dans la vallée du lac Tchad au Niger

Issoufou Kapran
Hame Abdou Kadi
Chérif Ari Oumarou
Bokar Moussa

Résumé

Le sorgho est une importante céréale vivrière au Niger, mais sa productivité est très faible. Ceci est dû aux différentes contraintes agrobioclimatiques et à une situation d'agriculture extensive. Les travaux de recherche pour l'amélioration du sorgho au Niger ont abouti à des résultats très intéressants mais ont surtout concerné la culture pluviale dans les régions relativement bien arrosées. Dans la zone du lac Tchad, la culture du sorgho de décrue par les paysans s'est affirmée comme une pratique unique et largement plus productive que ne l'est de manière générale la culture du sorgho dans le pays. Des variétés adaptées et un environnement particulièrement propice permettent d'obtenir des rendements satisfaisants. Cette pratique est tout de même confrontée à des contraintes souvent d'ordre technique, laissant supposer une amélioration potentielle par une intervention concertée. L'objectif serait principalement de contribuer à améliorer la sécurité alimentaire des populations de cette zone.

MOTS-CLÉS: Niger, vallée du lac Tchad, sorgho de décrue, sécurité alimentaire

Abstract

Post rainy-season sorghum is an important alimentary cereal in Niger. However its productivity is very weak. This is due to different agro bio-climatic constraints and to a situation of extensive culture. Research on sorghum in

Niger has come to very interesting results, but is mainly concerned on rainfed culture in regions with enough rain. In the Chad lake region, post-rainy season sorghum is an important crop with mean yields above the mean yield of the country. Adapted varieties and a particularly adequate environment permit satisfying yields. The culture is however often confronted with technical constraints, indicating that there is scope for improvement through coordinated actions. The main objective will be to contribute to the food security of the area.

KEYWORDS: Niger, the Chad lake valley, post-rainy sorghum, food security.

Introduction

La résolution des questions alimentaires par le biais d'une plus grande productivité agricole demeure prioritaire dans les zones tropicales semi-arides telles que la zone sahéenne. L'environnement sahéen dont le Niger est typique, se caractérise par des sols généralement pauvres et une pluviométrie erratique. C'est ici que les cultures du mil (*Pennisetum glaucaum* (L.) R. Br.) et du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench), plus que toutes autres, font preuve de leur adaptation aux conditions agricoles dites marginales. Ces deux espèces fournissent 95% de la production céréalière du Niger et constituent la base de l'alimentation des populations. La place du sorgho se reflète surtout dans une augmentation considérable des superficies emblavées qui sont passées de 440 000 ha en 1960 à plus de 2 100 000 ha en 1999 (MDR, 2 000). La production nationale dans la même période est passée de 222 000 t à 475 000 t. Malheureusement, la productivité du sorgho demeure très faible, comme indiqué par une moyenne nationale du rendement équivalente à 0,23 t /ha. Il apparaît qu'en une quarantaine d'années, la production et non la productivité du sorgho a augmenté, et ceci parce que les superficies ont augmenté. La population du Niger est quant à elle passée de 2,4 millions en 1950 à près de 10 millions aujourd'hui avec un taux de croissance de 3%, soit l'un des plus élevés au monde.

La faible productivité du sorgho au Niger peut être expliquée par un certain nombre de facteurs sociaux et agro-climatiques. La plupart des producteurs utilisent des variétés traditionnelles tardives dans un contexte de pluviométrie

insuffisante et mal répartie dans le temps. Parmi les ennemis des cultures qui limitent la production du sorgho on peut citer le striga (*striga hermonthica*), le charbon, les moisissures, la cécidomyie, les foreurs de tiges, le pachnoda, etc. La persistance dans l'utilisation des techniques culturales peu productives (houe, hilaire, semences inadaptées, calendrier de travail) freine aussi l'évolution des rendements. Dans le domaine de la fertilisation on peut noter que les engrais minéraux ou organiques ne sont pas ou peu utilisés. On remarque que seulement 8% des producteurs utilisent la matière organique et 34% l'engrais minéral.

A l'extrême est du Niger, il existe cependant une pratique agricole particulière, largement centrée autour de la culture du sorgho dans la vallée du lac Tchad. Il s'agit d'une exploitation traditionnelle de variétés adaptées à une production de décrue dont la contribution à la sécurité alimentaire des populations mérite une attention particulière.

Systemes de culture du sorgho de décrue

La zone du lac Tchad est localisée dans les arrondissements de N'Guigmi et Diffa dans le Département de Diffa (1 400 km à l'est de la capitale, Niamey). Elle couvre une superficie de 3 000 km² (2,1% de la superficie du département). Le lac est constitué de deux cuvettes alimentées pour 10% par les eaux de pluies, 90% par les apports fluviaux: Chari (85%), El Beid (4%) et Komadougou Yobé (1%) (Ali, 2000).

Les riverains du lac occupent les espaces libérés par les eaux pour pratiquer les cultures de décrue (maïs, sorgho, poivron, niébé, blé, riz, courge, gombo, tomate, manioc et patate douce). Parmi ces cultures, le sorgho occupe une place prépondérante. Les producteurs, dès le début du retrait des eaux du lac, procèdent au nettoyage des champs. Le semis se fait à la main, dès le mois de mai, et s'étale jusqu'au mois d'août suivant le recul des eaux du lac. La densité pratiquée varie de 8 000 à 10 000 poquets/ha. Cette pratique est différente de celle décrite par Chantereau et Nicou (1991) au Cameroun et au Sénégal. Au Niger, les eaux de pluies ne contribuant que très peu au développement et à la croissance de la culture (pluviométrie moyenne: 200 mm/an): on ne peut parler que de culture de décrue. Les travaux d'entretien (3 sarclages) des champs ont lieu au besoin et selon le cycle de la plante. Les récoltes commencent au mois de novembre et s'étalent jusqu'à la période décembre-janvier.

Parmi les variétés utilisées dans la zone de Bosso on peut citer:

- **Massarkoko** à panicule conique avec des gros grains rouge-pâles, tige moyenne et une hauteur d'environ 2m.
- **N'Gaouri boul** à panicule conique avec des gros grains blancs, tige moyenne et une hauteur d'environ 2m.
- **Paul N'Biya** provenant sans doute du Cameroun, à panicule conique avec des grains moyens et blancs, tige moyenne et une hauteur d'environ 1,5m.

Et comme variétés qui se rencontrent dans la zone de N'Guigmi, on peut citer:

- **Toukour** à panicule conique avec des gros grains rouges ou gros grains blancs.
- **Commanda Garwa** à panicule compacte avec des gros grains blancs.

Le cycle varie de 90 à 120 jours pour les trois premières variétés et de 120 à 150 jours pour les deux dernières.

La production de décrue se fait avec peu de moyens, il est à noter qu'aucun apport d'éléments fertilisants n'est effectué car les sols de type limoneux sont de bonne qualité et riches en nutriments. Les outils de production sont essentiellement de type traditionnel: houe, daba, coupe-coupe, râteau, pelle, seau, bottes, gants, etc. Aucun matériel de type moderne n'est utilisé dans la région. La non-disponibilité en semences se ressent au niveau des producteurs en raison de l'abandon de la culture ces dernières années. Compte tenu de l'importance des superficies disponibles, la main d'œuvre familiale semble être insuffisante pour une exploitation optimale des terres et il est fait recours à la main d'œuvre salariale.

Rôle de la culture du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire

Le sorgho, après le mil, est le principal produit d'alimentation de la grande majorité des populations rurales au Niger. Sa production est faite en grande partie en culture pluviale, mais ce système est caractérisé par une faible productivité à cause de la baisse de la fertilité des sols et des aléas climatiques (0,23t/ha).

Tableau 1: Bilan alimentaire du département de Diffa, 2000 (en tonnes)

Localité	Production disponible (Mil, Sorgho)	Besoins	Bilan	Déficit (%)
Diffa Arrondissement	12 939,07	17 908	- 4 968,9	28
Diffa Commune	877,6	3 100	- 2 222,39	72
N'guigmi	1 808,5	6 774	- 4 962,42	73
Mainé Soroa	19 493,34	22 958	- 3 464,65	15
Total Département	35 118,6	50 740	- 15 621,4	31

Source: Rapport de campagne 2000, DDA Diffa

La culture du sorgho de décrue quant à elle n'est pas pratiquée dans toutes les régions du Niger, elle est essentiellement, comme évoqué ci-dessus, pratiquée dans le lit du lac Tchad, dans le département de Diffa. Comme l'illustre le tableau 1, cette région du Niger est chroniquement déficitaire sur le plan alimentaire et la culture du sorgho en décrue, qui constitue presque la totalité de la production du sorgho de la zone, peut contribuer substantiellement à améliorer la situation alimentaire des populations de la zone.

Avant le retrait du lac du Niger qui permettait la culture de décrue, le sorgho était pratiquement le principal produit alimentaire, il est actuellement remplacé par le maïs qui semble bénéficier de conditions de production plus favorables et permet jusqu'à trois récoltes par campagne.

Avec le retour progressif des eaux du lac, les populations de la zone sont en train de renouer avec la tradition de la culture du sorgho de décrue et pensent redonner au sorgho sa place dans leur alimentation. En effet, ils se rappellent encore de la période d'avant le retrait des eaux du lac où toutes les campagnes étaient excédentaires et contribuaient à l'obtention des revenus monétaires substantiels. Ils affirment par exemple qu'à l'époque, certains producteurs pouvaient atteindre une production de 50 sacs de 100 kg dont la moitié leur suffisait pour couvrir leur besoin de consommation et le reste était vendu sur le marché pour faire face aux dépenses familiales. Le sorgho est de loin préféré au maïs, à cause de ses qualités nutritionnelles supérieures et de la diversité des mets qu'il permet d'obtenir: Barabousco ou couscous, pâte, boule (thourâa), galettes, etc.

Le retour progressif des eaux du lac offre des perspectives très favorables à une amélioration sensible de la production du sorgho dans la zone du lac, ce qui offrira comme par le passé la possibilité de couvrir largement les besoins en consommation et de contribuer à l'amélioration des revenus des populations.

Importance agricole et économique de la culture du sorgho de décrue

La vallée du lac Tchad, qui est la zone d'excellence de la production du sorgho de décrue au Niger, se caractérise par une bonne disponibilité en terres fertiles. Les exploitations agricoles sur ces terres sont relativement petites, la taille moyenne est de 5 personnes par exploitation (Ali, 2000). La superficie moyenne varie de 0,5 à 2,5 ha respectivement pour les petites et grandes exploitations.

Une enquête conduite dans la zone du lac Tchad en mars 2000 a pu fournir des données sur les superficies et productions dans 21 villages (tableau 2).

— **Tableau 2:** Superficies, productions et rendements du sorgho de décrue pour un échantillon de 21 villages riverains du lac Tchad

Village	Superficie (ha)	Rendement (kg/ha)	Production (tonnes)
Bosso	35,2	1 903	67
Fiéboulla	101,5	1 527	155
Mamouri	23,3	2 162	50
N'gléwa	11,8	2 152	25,4
Ari Koukouri	76,4	912	69,7
Tchougoundi	7,2	319	2,3
Fréwa	12,5	424	5,3
Bori	4,3	488	2,1
Kindilwa	2,5	360	0,9
Bougoa	85,1	435	37
Mourtchatchi	11,4	289	3,3
Adjiri	12,3	430	5,3
Kolo Manga	5,3	528	2,8
Tchéchéno	8,9	539	4,8
N'gui Boulwa	11,2	348	3,9
Blabrin	13,5	511	6,9
Bagaram	15,4	623	9,6
Dawaye	775	630	488,2
N'guigmi	8,2	548	4,5
Koutou	19,5	538	10,5
Lari Abdoul Garam	12,1	653	7,8
TOTAL	1 252,6	768	962,4

Source: Ali, D. 2000. Résultats de l'enquête spécifique de la vallée du lac. PROMEL/N'Guigmi. Diffa, Niger. pp. 22.

Une comparaison avec la production du sorgho en culture pluviale fait ressortir l'importance de la culture du sorgho en décrue au niveau du département de Diffa (tableau 3) et à l'échelle nationale (tableau 4). Comme on peut le constater la culture du sorgho de décrue, même si elle est pratiquée sur des superficies peu étendues, contribue pour une bonne part, grâce aux bons rendements qu'elle offre, à l'amélioration de la production du sorgho. En effet, on

remarque qu'avec moins de 9% de la superficie moyenne du département sur les cinq dernières années, la culture de décrue permet d'obtenir 52 % de la production totale du département.

Tableau 3: Productions et superficies du sorgho du département de Diffa (1996-2000)

Année	Superficie (ha)	Production (tonnes)	Rendement (kg/ha)
1996	31 159	5 208	167
1997	8 951	283	32
1998	14 013	2.161	154
1999	6 164	829	135
2000	11 163	738	63
Moyenne	14 290	1.837	129

Source: Rapport de campagne 2000, DDA, Diffa

Tableau 4: Productions et superficies du sorgho au Niger (1993-1997)

Année	Superficie (ha)	Production (tonnes)	Rendement (kg/ha)
1993	2 228 828	291 691	131
1994	2 003 119	393 030	196
1995	1 934 926	265 655	137
1996	2 115 355	408 256	193
1997	4 503 635	1 351 868	300
Moyenne	2 557 173	542 100	211

Source: MAG /EI, Annuaire Statistique 1996

Au niveau national aussi, la part de la production du sorgho de décrue n'est pas négligeable. Lorsqu'on considère l'échantillon de l'enquête précitée, on note que la superficie de sorgho de décrue représente 0,05% de la superficie totale du pays mais permet de réaliser 0,2% de la production nationale de sorgho.

Potentialités et contraintes de la production du sorgho en décrue

La vallée du lac regorge de potentialités à même de permettre une production soutenue et durable:

- Disponibilité de terres très fertiles.
- Faiblesse du coût de production car les producteurs engagent peu de

moyens pour produire le sorgho de décrue (non-utilisation de la fumure, minérale et organique, pour amender les sols).

- Sols de type hydromorphe permettant une bonne alimentation des plantes en eau.
- Présence de plus en plus intense des partenaires au développement: programme cadre de lutte contre la pauvreté, plusieurs ONGs œuvrant dans la région.

Malgré les potentialités qu'offre la zone du lac Tchad pour la culture de décrue, il existe des contraintes qui limitent la production agricole. Parmi les contraintes à la production du sorgho de décrue le long du lac, on peut citer:

- L'envahissement des terres par les prosopis.
- Les outils rudimentaires pour les travaux de préparation des terres et d'entretien des cultures.
- La méconnaissance des variétés améliorées de sorgho (précoces et productives) dans certains des sites riverains du lac.
- Les attaques des insectes nuisibles tels que le pachnoda (plus de 10 adultes par panicule ont pu être comptés), la cécidomyie, les foreurs des tiges.
- L'existence de plusieurs espèces de mauvaises herbes (roseaux, jonc, *cyperus* sp, lianes, "galey", "jaré", "kollia", etc.) qui freinent le développement des plantes.
- Les autres ravageurs: les oiseaux (perdrix et pintades) et les rats.

Malgré les multiples contraintes à la production du sorgho de décrue, les producteurs ont relevé qu'ils ne pratiquent aucune méthode de lutte contre les insectes, les oiseaux et les rats. Pour lutter contre les mauvaises herbes, la seule méthode de lutte utilisée est le sarclage.

Recherche, vulgarisation et formation: situation actuelle et besoins pour l'avenir

Depuis 1975, date de création de l'Institut National de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN), un programme d'amélioration variétale utilisant les croisements aussi bien pour les variétés fixées que pour la fabrication

des hybrides F1 a remplacé le programme de l'Institut de Recherche en Agriculture Tropicale (IRAT, France) qui a surtout contribué à épurer les variétés locales du centre et de l'Ouest du Niger.

Dans tous les cas l'amélioration est essentiellement orientée vers le sorgho pluvial. Les acquis disponibles se situent notamment dans le domaine de la création de variétés améliorées productives et des variétés et techniques pour la résistance ou tolérance à différents stress (tableau 5).

Tableau 5: variétés améliorées identifiées au Niger par l'INRAN en collaboration avec le programme INTSORMIL

Nom	Statut	Description	Remarques
SRN39	Vulgarisée 1989	Cycle précoce, rendement moyen, résistante au striga	Fiche technique disponible, plantes tan
SEPON82	Vulgarisée 1989	Cycle moyen et rendement élevé	Fiche technique disponible, plantes tan
NAD1 (hybride)	Vulgarisée 1990	Cycle moyen et rendement élevé	Fiche technique disponible, plantes rouges
90SN7	Essais en milieu paysan	Cycle précoce et rendement élevé	Plantes tan
F1-223 (hybride)	Essais avancés	Cycle moyen et rendement élevé	Plantes tan
P9401-P9407, Macia, OSN1- 6	Essais avancés et en milieu paysan	En évaluation	Série P94 résistantes au striga

Il existe des variétés tolérantes au striga et à bonne productivité, telle la SRN-39, qui sont très peu connues des producteurs. L'introduction des variétés résistantes, ICSV 88032 et ICSV 745 et les décalages dans les dates de semis permettent de lutter contre la cécidomie.

Les travaux sur les hybrides F1 ont particulièrement servi un double objectif (Kapran, 1988): d'une part, démontrer que l'hétérosis (vigueur hybride) est réelle même dans les conditions sahéniennes, et d'autre part contribuer à la productivité de l'agriculture nigérienne en proposant les meilleurs hybrides à la vulgarisation.

La meilleure illustration de cette activité est donnée à travers la variété hybride NAD1 (tableaux 6, 7). NAD1 est une variété de cycle moyen dont le rendement potentiel est estimé à 3 t/ha et qui se comporte mieux que la variété locale dans les conditions des producteurs.

Tableau 6: Performance agronomique de l'hybride de sorgho NAD1 en station de recherche au Niger

Année	Rendement grain(t/ha)	Floraison (nombre de jours)	Hauteur (m)	Source
1986	2,7	70	1,6	Kapran (1988)
1987	2,7	73	--	INRAN (1987)
1989	4,0	--	--	INRAN(1989)
1990	3,6	--	1,7	ROCARS (1990)
1991	2,6	67	1,7	ROCARS (1991)
Moyenne	3,0	69	1,7	

De très importants travaux ont aussi été menés sur les variétés locales, soit pour la conservation du germoplasme, soit pour les utiliser dans la création variétale. Mais, surtout, un certain nombre d'entre elles ont été épurées et rediffusées dans plusieurs zones agro-écologiques du Niger: Baba Dia Fara, Mota Galmi, Mota Maradi, Mace Da Kunya. Des variétés provenant du département de Diffa font aussi partie de la collection nationale, en particulier les variétés pluviales connues sous le nom N'Gabiri Kime et N'Gabiri Boul. Une équipe de recherche a également entrepris de collecter les informations et les échantillons sur les sorghos de décrue en vue de leur utilisation dans le programme d'amélioration variétale (INRAN 1989).

Tableau 7: Rendement de l'hybride NAD1 dans les essais en milieu paysan au Niger

Année	Cultivar	Rendement grain (kg/ha)	
		Moyenne	% de la locale
1995	MM (locale)	1 030	100
	NAD1	1 562	152
1997	Locale	1 411	100
	MM	1 252	89
	NAD1	2 721	193
	Locale	1 201	100
1998	MM	2 485	207
	NAD1	2 355	196
1999	Locale	1 215	100
	MM	1 399	115
	NAD1	1 503	124

Les variétés du lac pourraient potentiellement donner des gènes d'adaptation à la sécheresse. Les onze variétés obtenues de Diffa se sont malheureusement révélées inadaptées une fois sorties de leur zone spéciale (zone du lac Tchad) où leurs caractéristiques de productivité et qualité des grains étaient 'visibles'.

Les travaux de recherche menés par l'INRAN sont appuyés par les efforts des services de vulgarisation pour la diffusion variétale et pour la formation des producteurs lorsque des techniques particulières l'exigent. Au stade actuel beaucoup de résultats sont toujours méconnus par les producteurs, en particulier dans la zone agro-écologique particulière du lac Tchad. Des efforts supplémentaires en transfert de technologies sont donc nécessaires.

Conclusions

D'une manière générale, l'amélioration de la production du sorgho dans un pays sahélien comme le Niger ne devrait pas se faire par l'extension des superficies emblavées. Elle doit prendre en compte l'utilisation des techniques modernes de production et des paquets technologiques améliorés et/ou modernes, à même de pouvoir juguler la stagnation des rendements et partant de la productivité. La combinaison des connaissances modernes avec le potentiel réel des variétés de sorgho de décrue devrait être à même de contribuer significativement à la sécurité alimentaire du Niger en général et du département de Diffa en particulier.

Ce travail devrait être fait de façon méthodique en collaboration avec les producteurs et les services de développement existants dans la région, mais on peut d'ores et déjà apporter quelques suggestions de lignes d'action:

- La caractérisation des systèmes de production de décrue de la zone du lac.
- Les tests variétaux pour déterminer les meilleures variétés et en multiplier les semences en milieu paysan.
- Une meilleure implication des structures de développement dans l'encadrement des producteurs.
- La diminution de la forêt de prosopis par des méthodes modernes de coupes et d'éclaircissement.

Références

- ALI, D. 2000. Résultats de l'enquête spécifique de la vallée du lac. PROMEL/N'Guigmi. Diffa, Niger. pp. 22.
- CHANTEREAU, J. et R., NICOU. 1991. Le Sorgho. Le Technicien d'Agriculture Tropicale, Maisonneuve & Larose. pp. 159.
- DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE (DDA) Diffa. 2000. Rapport de campagne 2000. DDA, Diffa.
- INRAN. 1989. Rapport annuel de sélection du sorgho.
- KAPRAN, I. 1988. Evaluation of the agronomic performance and food quality characteristics of experimental sorghum hybrids in Niger, West Africa. M.S. thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana
- MAG/EL. 1998. Annuaire des statistiques de l'Agriculture et de l'élevage 1996. DEP/ MAG/EL. Niamey. Niger. pp.44.

Le sorgho repiqué au Nord-Cameroun: valoriser le savoir-faire des paysans et organiser la filière

B. Mathieu

Résumé

Au Nord-Cameroun, le *muskuwaari* désigne en fulfuldé, la langue des Peuls, des sorghos de saison sèche, repiqués sur les terres argileuses inondables. Avec l'introduction du coton et l'accroissement des besoins vivriers, cette culture a connu un essor considérable dans les agrosystèmes des plaines de l'Extrême-Nord. La caractérisation du système de culture montre l'adaptation des pratiques culturelles à des milieux très hétérogènes grâce au développement des savoir-faire paysans. A travers l'accompagnement technique des producteurs sur la maîtrise de l'enherbement et la promotion du stockage au village, les actions du projet DPGT (Développement Paysannal et Gestion de Terroirs) s'inscrivent dans une perspective d'organisation de la filière. Ces interventions sont progressivement transférées vers une organisation paysanne, susceptible de prendre en charge son propre service d'appui technique ainsi qu'une fonction de conseil à la gestion des exploitations, par le développement d'une formule de stockage autofinancé.

MOTS-CLÉS: sorgho repiqué; Nord-Cameroun; pratiques culturelles; système de culture; enherbement, appui technique; filière céréalière, organisation paysanne.

Abstract

In Northern Cameroon, *muskuwaari* in fulfuldé - the Peuls language - refers to dry-season sorghum transplanted on heavy clay soils flooded during rainy

season. The increasing needs for cereals and the development of cotton crops resulted in an important expansion of this type of sorghum in the production systems of the Far North plains. Farmers managed to adapt their cropping practices to different environments, thanks to the development of their knowledge. Interventions of the DPGT, as a technical support to the farmers on weed control and promotion of cereals stocking, are meant to initiate the organization of a network. These interventions will be progressively transferred to a farmers' organization, which will create its own technical support as well as farm management counselling program, thanks to development of a self-sustained stocking system.

KEYWORDS: transplanted sorghum; Northern-Cameroon; cropping practices; farming system; technical support; farmers' organization.

Introduction

Dans le Nord Cameroun, on estime à 150 000 ha les vertisols valorisés par la culture du sorgho de saison sèche (Brabant et Gavaud, 1985). Le *muskuwaari* désigne en fulfuldé, la langue des Peuls, l'ensemble des sorghos repiqués sur ces sols argileux, inexploitable en saison des pluies, appelés karal (pl. *kare*). La plante accomplit son cycle végétatif en saison sèche, à partir des réserves en eau accumulées dans ces sols. La mise en culture est pratiquée à une période du calendrier agricole relativement décalée et ce sorgho, très apprécié pour l'alimentation humaine, permet une seconde récolte céréalière en milieu de saison sèche. Autant de raisons qui expliquent le succès du sorgho repiqué dont la production représente plus de 40% des céréales produites dans l'Extrême-Nord du Cameroun (Fusillier *et al.*, 1997). A la manière du maïs qui s'est progressivement substitué au sorgho pluvial dans la région du Nord, le *muskuwaari* s'est imposé dans les agrosystèmes de l'Extrême-Nord pour faire face à l'augmentation des besoins vivriers. Cette céréale, à la fois vivrière et marchande, occupe désormais une place privilégiée sur les marchés locaux et dans les échanges régionaux.

Des changements importants ont été observés dans les pratiques culturelles et témoignent d'un perfectionnement endogène du système de culture considéré comme l'un des plus sophistiqué du bassin du lac Tchad (Raimond, 1999).

La recherche agronomique n'a jamais porté à cette culture l'attention qu'elle mérite. Les essais d'amélioration des techniques culturales menés dans les années 70 (Barrault *et al*, 1972) n'ont pas eu d'impact sur les pratiques, dans la mesure où ces expérimentations ont été conçues indépendamment des demandes et des savoir-faire paysans. L'importante diversité des pratiques culturales montre l'adaptabilité des producteurs à des milieux et des situations agricoles hétérogènes.

Le recours spontané à certains intrants diffusés dans le cadre de la culture cotonnière illustre la tendance actuelle à l'intensification de la culture, compte tenu du contexte de saturation foncière des plaines de l'Extrême-Nord. Là où le défrichage de nouveaux *kare* n'est plus possible, les producteurs sollicitent un appui technique pour lever certaines contraintes, notamment d'enherbement qui dépasse leur capacité de réponse. Le projet DPGT (Développement Paysannal et Gestion de Terroirs¹ a répondu à cette demande par un programme de recherche-développement portant sur l'appui à la production de *muskuwaari*. Cette opération est intégrée dans une intervention globale sur la filière qui concerne également la promotion du stockage de la production vivrière au village (essentiellement du *muskuwaari*), afin de favoriser une meilleure maîtrise du marché céréalier par les producteurs.

La dynamique d'extension du *muskuwaari* et ses déterminants

Le *muskuwaari* s'est répandu dans le Nord-Cameroun à partir de la fin du XIX^{ème} siècle, en accompagnement de la conquête peule. L'adoption de ce système de culture a favorisé la sédentarisation d'une partie des éleveurs qui ont largement contribué à la diffusion des sorghos désaisonnés auprès des populations autochtones.

A partir des années 50, l'apparition du coton, imposé par l'administration coloniale, a catalysé l'extension des surfaces cultivées en sorghos repiqués. De

¹ Projet financé par l'AFD (Agence de Développement) et le FAC (Fonds d'Aide à la Coopération), placé sous la maîtrise d'ouvrage du Ministère de l'Agriculture du Cameroun. La SODECOTON (Société de Développement du Coton du Cameroun) assure la maîtrise d'œuvre de ce projet qui intervient dans l'ensemble de la zone cotonnière du Nord-Cameroun.

nombreux vertisols sont mis en culture afin de compenser la diminution obligée des surfaces en cultures vivrières pluviales (Seignobos *et al.*, 1995). Le défrichage se fait au détriment des aires pastorales, mais les tiges de *muskuwaari* deviennent une importante ressource fourragère de saison sèche. L'accroissement démographique, à l'origine de l'augmentation des besoins vivriers, a également accéléré l'extension du *muskuwaari*. Ainsi, l'évolution d'un terroir fulbé à dominante de sorgho repiqué, montre que les surfaces en *kara* ont pratiquement doublé au cours des 20 dernières années (tableau 1).

L'évolution des surfaces et de la répartition des cultures à Balaza illustre l'orientation des plaines de l'Extrême-Nord vers la culture du sorgho de contre-saison. La structure du terroir est le reflet des agrosystèmes de la région: la sole à *muskuwaari*, s'est étendue sur l'ensemble des sols vertiques non cultivables en saison des pluies, et une rotation coton/sorgho pluvial est effectuée sur les terres exondées. La progression du *muskuwaari* est également mise en évidence à partir du traitement et de l'analyse d'images satellites (Fotsing, 2000). Cette dynamique s'accompagne d'un perfectionnement des itinéraires techniques. A travers l'adoption de nouvelles techniques culturales, les producteurs ont non seulement réussi à augmenter les rendements, mais aussi à installer la culture sur des sols apparemment peu propices au sorgho repiqué.

Tableau 1: Quelques indicateurs d'évolution du terroir de Balaza dans l'Extrême-Nord du Cameroun (Seignobos *et al.*, 1995)

	Habitants	Nombre exploitations	Surfaces cultivées	<i>muskuwaari</i>	sorgho pluvial	coton
1983	106	26	50 ha	20 ha	14 ha	11 ha
1995	180	38	102 ha	50 ha	21 ha	28 ha
Evolution (%)	70	46	104	150	50	154

L'adaptation du *muskuwaari* à la diversité des plaines de l'Extrême-Nord

Le *muskuwaari* est un terme générique regroupant l'ensemble des sorghos repiqués² en fin de saison des pluies, dont les équivalents au Tchad et au Nigeria sont connus sous les noms de *berbere* et *masakwa* (Ndembou, 1987).

² *Sorghum bicolor* (L.) Moench de types *durra* ou *durra-caudatum*.

Les sorghos *babouri* repiqués avant la fin de la saison des pluies intéressent les sols moins argileux à tendance hydromorphe (Barrault et al, 1972). Ce groupe reste marginal par rapport à l'extension des *muskuwaari*. A l'intérieur de ces grands groupes, il existe une grande diversité de variétés locales adaptées à l'hétérogénéité édaphique des milieux cultivés.

Une culture adaptée à différentes facettes écologiques

La région de l'Extrême-Nord du Cameroun est caractérisée par une juxtaposition de plaines sédimentaires et de massifs granitiques favorisant la formation de différents vertisols de type topomorphe ou lithomorphe, qui se présentent sous des formes plus ou moins dégradées, selon leur position topographique et leur durée d'exploitation (Brabant et Gavaud, 1985). Des phénomènes d'halomorphie³ sont observés sur certaines terres en position haute, ce qui entraîne une fermeture et un durcissement des horizons supérieurs aboutissant aux terres *hardé*, stade ultime de dégradation des vertisols.

Les terres à *muskuwaari* constituent de vastes plaines en apparence homogènes, sur lesquelles le sorgho repiqué est implanté de façon ininterrompue, parfois depuis plus d'un siècle (Donfack et Seignobos, 1996). La coupe et le déssouchage des arbres sont une condition nécessaire à l'établissement de la culture, afin de réduire la concurrence pour l'eau et de limiter la présence de perchoirs pour les oiseaux granivores. Les ligneux, accusés d'attirer d'autres ravageurs, sont éradiqués de ces espaces de façon quasi-systématique, ce qui renforce l'aspect linéaire du paysage.

Pourtant, selon l'aspect du sol (fentes, couleur, type de couvert herbacé...) ou la situation topographique, les Peuls utilisent une douzaine de termes pour désigner les différents types de *kare*.

En plus de critères de différenciation relatifs à l'aspect du *kara*, certains termes font référence à la situation topographique des terres. Les *yayre* situés dans la plaine d'inondation fluviale du Logone sont également aménagés en terres à *muskuwaari*. Ces étendues à engorgement prolongé ont d'abord une vocation de pâturage où transhument les troupeaux pendant la saison sèche. Les

³ Phénomène de remontée des solutions du sol en saison sèche aboutissant parfois à des concentrations importantes en sels sous forme de carbonates et de sulfates.

caractéristiques de ces sols s'apparentent à ceux du *balewal*, mais leur mise en culture, plus récente, est liée à la place toujours croissante du sorgho de contre-saison dans les productions vivrières de l'Extrême-Nord du Cameroun. D'autres kare, moins importants, sont liés à la proximité d'une mare (*karal lug-gere*) ou d'une rivière (*karal daande maayo*). Cette classification très précise témoigne d'une perception paysanne particulièrement fine des faciès écologiques et préfigure la variabilité des façons culturales et l'adaptabilité des producteurs à des situations agricoles très hétérogènes.

La richesse des pratiques et des savoir-faire

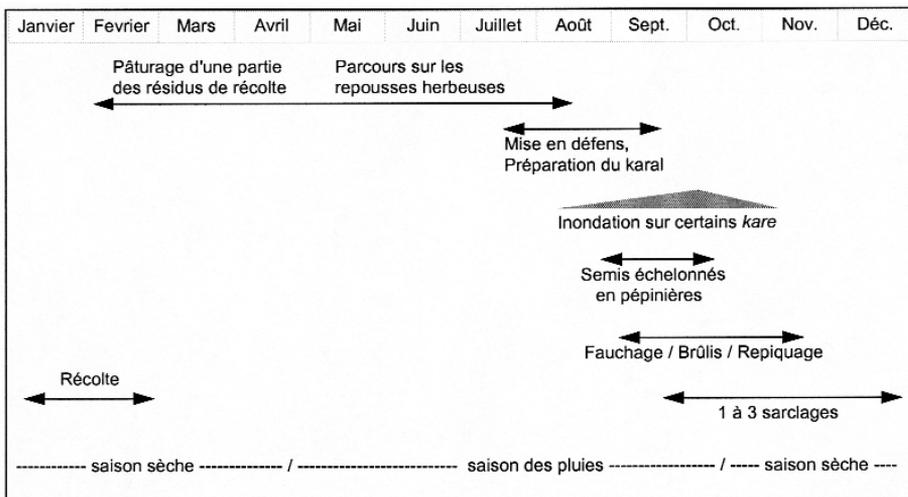
La première difficulté pour la conduite de la culture réside dans la maîtrise du calendrier agricole (figure 2). La réussite du *muskuwaari* suppose avant tout de bien coordonner la période de production des plants en pépinière et la date de repiquage, conditionnée par l'arrêt présumé des pluies ou le retrait des eaux des kare inondés (Barrault *et al.*, 1972). Les cultivateurs échelonnent les semis en pépinière tous les 5 à 10 jours afin de pouvoir disposer à tout moment de plants convenables pour le repiquage. Le nettoyage des parcelles et le repiquage constituent ensuite les travaux les plus importants, mais des interventions peuvent avoir lieu dès le milieu de la saison des pluies. L'objectif est de créer des conditions favorables à une bonne humectation du sol et de maîtriser l'enherbement. Ainsi, pour éviter le tassement du sol, le pâturage est interdit dès la fin du mois de juillet. Cette règle, mise en application par la chefferie, est scrupuleusement respectée. C'est à cette même période que débute la construction ou la réfection des diguettes dont le réseau est plus ou moins dense selon le régime hydrique du *karal*.

Un carroyage très serré de diguettes formant de véritables casiers permet l'installation progressive du *muskuwaari* sur des terres *hardé*. En quête d'espaces agricoles, les paysans du Diamare ont réussi à mettre au point des techniques de réhabilitation de ces sols réputés incultes. Une variété rustique est implantée les premières années. L'enracinement de la culture couplée à une meilleure infiltration de l'eau, favorise la décompaction de l'horizon supérieur. Ces parcelles entrent alors progressivement en phase productive en 10 à 15 ans.

Figure 1: Les principaux types de karal d'après la classification peule et position dans la toposéquence

Type de karal	<i>harde</i>	<i>sa'doore</i>	<i>mbuluuwol</i> ou <i>baleewal</i>	<i>daande maayo</i>
Indications pédologiques	vertisol dégradé	sol vertique intermédiaire	vertisol modal topomorphe ou lithomorphe	sol intermédiaire entre vertisol et fersiallitiques
Aspect	horizon supérieur compacté	horizons supérieurs argilo-sableux, peu de fentes de retrait	sol noir, très argileux, larges fentes de retrait	bord de rivière, horizon supérieur sableux
Régime hydrique	inondations temporaires d'origine pluviale (quelques jours)		inondations 1 à 2 mois (crues et pluies)	passage des crues de la rivière
Espèces herbacées dominantes	<i>Loudetia togoensis</i> , <i>Setaria</i> spp.	<i>Setaria</i> spp.	<i>Echinochloa</i> spp., <i>Oryza longisaminata</i> , <i>Cyperus</i> spp.	<i>Setaria</i> spp., faible recouvrement
Aménagement	réseau serré de diguettes	pas de diguettes (sol drainant)	réseau très lâche de diguettes	pas de diguettes

Figure 2: phases d'occupation du karal et itinéraire technique du *muskuwaari*



Les vertisols modaux de type *baleewal* sont aménagés avec un réseau lâche de diguettes suivant les courbes de niveau afin de barrer l'évacuation des eaux

vers les dépressions et de prolonger la période d'inondation. Cette intervention, en favorisant la recharge en eau des sols, contribue largement à l'amélioration de la productivité du *karal*, mais induit également des changements dans la flore qui s'installe pendant la saison pluvieuse (Mathieu et Marnotte, 2000).

Les diguettes sont généralement absentes des sols mieux drainés de type *sa'doore*, où elles ne sont d'aucune utilité. Le labour est parfois effectué en fin de saison pluvieuse afin de favoriser l'infiltration des dernières pluies et enfouir le couvert herbacé lorsque ce dernier n'est pas assez dense pour effectuer le fauchage-brûlis. Mais selon les cultivateurs, le travail du sol a tendance à épuiser le *karal* et à accélérer son évolution vers une forme dégradée. De plus, l'opération accentue parfois la prolifération d'espèces vivaces telles *Ipomoea aquatica* (*boore*), *Merremia emarginata* (*ar'dadel*), *Launoeae cornuta* (*kaatki*). Le passage de la charrue ou de la houe favorise la multiplication végétative de ces espèces qui se montrent très concurrentielles pendant le cycle cultural.

Pour la plupart des *kare*, la préparation consiste au fauchage du couvert herbacé installé pendant la saison des pluies, suivi d'un brûlis. A ce moment, les producteurs doivent mobiliser une main-d'œuvre importante sur un temps relativement court, pour ne pas retarder le repiquage. Ce dernier est à réaliser le plus tôt possible après le nettoyage de la parcelle. L'opération s'effectue à l'aide d'un plantoir. On dispose généralement deux plants par trou que l'on remplit d'eau. La densité de repiquage est volontairement faible (environ 10 000 plants / ha) pour limiter la concurrence hydrique. La récolte a lieu de mi-janvier à début mars selon la saison, le lieu et le type de sol, avec des rendements qui varient le plus souvent entre 500 et 1 500 kg/ha. Un maximum de 3 tonnes/ha a été enregistré dans un *karal* de type *yayre*, bénéficiant d'une inondation prolongée et de l'apport limoneux des crues. Cette production céréalière obtenue au cœur de la saison sèche est loin d'être négligeable pour des exploitations familiales pratiquant une agriculture manuelle.

Aux yeux des producteurs, le *karal* "idéal" est celui cultivé année après année, où le travail se limite au brûlis et au repiquage. Par l'affinement d'une des techniques agronomiques les plus archaïques qu'est le brûlis, les cultivateurs recherchent d'abord une amélioration de la productivité du travail (Seignobos et al, 1995). Tout en parvenant à des niveaux de production équivalant au sorgho pluvial, ils ont su comment économiser du temps en tirant parti de la végétation herbacée qui envahit le *karal* pendant la saison des pluies. Les graminées

annuelles qui fournissent les plus fortes densités sont sélectionnées pour un contrôle optimal des adventices par le feu.

La sécurisation des systèmes de culture à dominante *muskuwaari* passe par une meilleure maîtrise de l'enherbement. La concurrence des adventices pour l'eau pendant le cycle cultural représente le principal facteur limitant de la production, notamment dans les *kare* les plus humides. Dans certains cas, l'infestation du *karal* par certaines espèces est si dense que les techniques "traditionnelles" ne suffisent plus et les producteurs sont contraints d'abandonner leurs parcelles, même dans un contexte de saturation foncière.

Le contrôle de l'enherbement: un appui technique extérieur pour compléter les savoir-faire paysans

Différentes études de caractérisation de la flore des *kare* mettent en évidence la variation du couvert graminéen selon le type de *karal* et le mode de gestion de l'eau (Donfack et Seignobos, 1996; Mathieu et Marnotte, 2000). Ainsi, *Loudetia togoensis* (*mubaaraawal*) et *Setaria sphacelata* (*wicco waandu*) colonisent de préférence les sols en topographie haute ou intermédiaire, tels les harde ou les sa'doore. *Echinochloa obtusiflora* (*kayaari*) et *Echinochloa colona* (*pagguri*) sont liés aux sols plus argileux de bas de pente. L'importance de ces graminées dans les différents types de *kare* résulte de l'artificialisation du couvert herbacé par les producteurs, principale innovation de ces dernières décennies, adoptée et diffusée par des réseaux paysans. Ces graminées parviennent à maturité au moment du fauchage, ce qui permet leur régénération d'une année sur l'autre. Une fois coupées et séchées, les herbes sont épandues de façon homogène sur les parcelles et assurent un brûlis vif et rapide⁴, épargnant les graines tombées sur le sol.

Cette pratique ne dispense pas les producteurs de nombreux travaux de désherbage. Dès le milieu de la saison des pluies, une première intervention manuelle est parfois effectuée pour réduire les rejets ligneux (*Acacia seyal*, *Piliostigma reticulatum*, *Commiphora pedunculatum*) et certaines adventices

⁴ Lorsque ces espèces font défaut, les producteurs vont récolter et épandre *Loudetia togoensis* afin d'activer les brûlis. Cette graminée est présente sur certains vertisols dégradés qui ne sont pas mis en culture (Seignobos, 1993).

telles que *Ipomoea aquatica* ('boore), *Launoea cornuta* (kaatki), ou *Crinum* sp. (gaadal) accusées de réduire l'humectation du *karal* ou de gêner l'enracinement du *muskuwaari*.

Dans les parcelles les plus humides, *Cyperus rotundus* (goyal) ou *Oryza longistaminata* (naddere) posent de sérieux problèmes. Malgré la présence d'un couvert de graminées annuelles, ces mauvaises herbes colonisent peu à peu les parcelles par multiplication végétative.

L'intensification des *kare* à travers l'aménagement systématique de diguettes et la mise en culture plus récente de zones à inondation prolongée (*yayre*, bord de mare), expliquent l'extension des surfaces infestées et les récentes sollicitations des paysans pour résoudre ce problème. Aucune des techniques de lutte mécanique déployées par les cultivateurs (fauchage dans l'eau, inondation prolongée par de hautes diguettes...), témoignant une fois de plus de leur capacité d'innovation, n'ont apporté de réponse satisfaisante. Le traitement herbicide, mis au point et adopté récemment, permet la récupération de certaines parcelles, un gain de rendement substantiel et un allègement considérable de la charge de travail (tableau 2). Des tests simples où l'on compare un quart témoin (0,25 ha) et un quart traité, montrent qu'en moyenne la production est multipliée par deux et les temps de travaux réduits de plus de 50%.

Tableau 2: Résultats de tests herbicide dans des *kare* infestés par *Oryza l.* et *Cyperus*

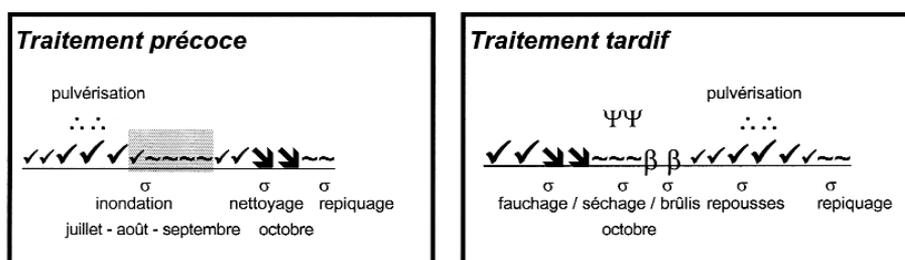
Type de karal	Durée moy. inondation	Parcelles	n	Production en kg/ha			Temps de travaux ⁵ (j/ha)
				moy.	mini	maxi	
yayre	78 j	traitées	7	1 830	1 650	2 040	32
		témoins	6	1 000	840	1 200	90
baleewal	53 j	traitées	5	1 320	700	1 810	12
		témoins	5	480	380	520	31

L'emploi d'un herbicide total systémique au glyphosate assure un bon contrôle des adventices vivaces ce qui permet la pleine expression du potentiel productif du sol. Dans les parcelles à inondation prolongée (*yayre*), la production atteint régulièrement 2 tonnes/ha. Le bon niveau de rendement obtenu

⁵ Le calcul des temps de travaux est basé sur une journée de 6 heures pour un manœuvre agricole, et comprend les trois principales opérations culturales: le fauchage-brûlis, le repiquage et le(s) sarclage(s).

dans ces *kare*, est également lié à un investissement plus important en temps de travail et en manœuvres au moment du sarclage, même sur les parcelles traitées où des repousses sont observées. Différents modes d'application sont proposés aux producteurs selon les conditions de pluviométrie et d'enherbement (figure 3).

Figure 3: Positionnement des traitements et dynamique de l'enherbement



Le traitement précoce s'avère intéressant s'il est effectué avant l'installation de l'inondation, sur un couvert herbacé en pleine croissance. Le dédoublement de l'application à 15 jours d'intervalle augmente sensiblement l'efficacité de l'herbicide. Si l'épandage est réalisé dans de bonnes conditions, la préparation du *kara* se limite ensuite à un simple nettoyage des quelques repousses herbeuses après le retrait de l'inondation (absence de fauchage-brûlis), ce qui explique la réduction importante des temps de travaux. Mais à cette période, les conditions ne sont pas toujours favorables à une application optimale: des pluies fréquentes et une arrivée précoce de l'inondation peuvent obliger les cultivateurs à reporter le traitement après le nettoyage des parcelles, sur les repousses des mauvaises herbes vivaces. Pour éviter de retarder le repiquage, ce mode d'épandage peut être avantageusement précédé d'un fauchage dans l'eau, afin de favoriser la reprise des mauvaises herbes après le retrait des eaux. Des applications réalisées dans de bonnes conditions et répétées deux années de suite assurent un assainissement de la parcelle. Cette régulation de la flore pourrait s'accompagner d'un réensemencement du *kara* avec des graminées annuelles favorisant la réalisation du brûlis, à la manière des pratiques d'anthropisation du couvert graminéen signalées précédemment. L'inversion de flore permettrait un retour aux façons culturales habituelles, afin d'éviter un

recours systématique à l'herbicide. La substitution de la préparation du sol par le traitement herbicide obtient également de bons résultats dans les *kare* où l'on pratique habituellement le labour.

Ainsi, cette innovation a été conçue, non pas comme une invention déconnectée des savoirs et des besoins des producteurs, mais de façon à renforcer les capacités d'adaptation des producteurs à la variabilité des conditions climatiques et à la diversité des situations agricoles. Cette opération de recherche-développement menée dans le cadre de contrats avec une organisation paysanne (APROSTOC⁶), débouche sur un conseil technique diversifié, dispensé par des conseillers paysans employés par cet organisme.

Dans les plaines de l'Extrême-Nord, le sorgho repiqué constitue souvent la base de la production vivrière tandis que le coton garantit un revenu monétaire régulier. L'enjeu économique croissant des *muskuwaari* dans la région, en fait une culture à la fois vivrière et marchande au centre des stratégies des producteurs.

Le sorgho repiqué dans les exploitations agricoles de l'Extrême-Nord

Si l'on exclut les zones de piémont/relief et la région du bec de canard où les vertisols sont peu fréquents, le *muskuwaari* représente plus du tiers des surfaces cultivées dans les exploitations. Les systèmes de culture des plaines du Diamaré et de Kaélé reposent sur la trilogie sorghos sous pluie/coton/sorghos repiqués, avec un avantage pour le *muskuwaari* qui assure plus de la moitié de la production vivrière.

Tableau 3: Assolements moyens et productions de sorgho en 2000 dans deux terroirs de référence

	Répartition des surfaces cultivées (en %)				Rendements moyens (kg/ha)	
	<i>muskuwaari</i>	coton	sorgho pluvial	autres	<i>muskuwaari</i>	sorgho pluvial
Balaza	39	29	24	8	1 140	1 230
Gadas	46	24	23	7	660	750

⁶ Association des Producteurs Stockeurs de Céréales, créée en décembre 1997 dans le département du Diamaré.

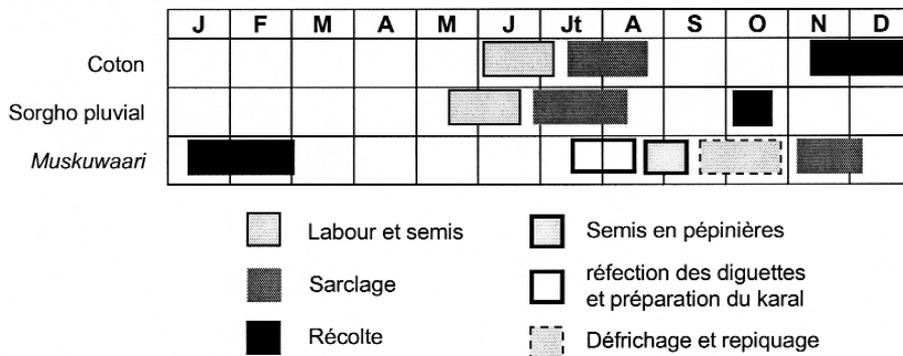
Un suivi des productions dans deux terroirs de références durant l'année 2000 montre que les récoltes de céréales sont nettement inférieures à Gadas, situé dans la plaine de Kaélé, par rapport à Balaza (Havard *et al*, 2000). Concernant le muskuwaari, les faibles rendements peuvent en partie s'expliquer par la nature des vertisols, essentiellement lithomorphes et généralement moins productifs que ceux d'origine alluviale qui dominent dans la plaine du Diamaré.

Avec la dégradation des conditions climatiques, le "*njigaari*", un sorgho rouge à cycle court, s'est affirmé comme la principale céréale pluviale, au détriment des autres "mils" de saison des pluies. Si ce sorgho pluvial demeure un élément essentiel des systèmes de culture actuels puisqu'il rentre en rotation avec le coton, l'extension récente du *muskuwaari* est apparu complémentaire à l'accroissement des surfaces en coton.

La complémentarité coton/*muskuwaari*

L'évolution des surfaces cultivées à Balaza montre une augmentation concomitante des cultures de sorgho repiqué et de coton (tableau 1). La mise en culture de nouveaux *kare* a permis de dégager des superficies pour la culture cotonnière. La stratégie dominante est de maximiser les surfaces en sorgho repiqué pour assurer l'autosuffisance alimentaire, et augmenter parallèlement la culture du coton qui garantit un revenu régulier.

Figure 4: Calendrier agricole des principales cultures de l'Extrême-Nord



Les principales interventions sur le *kara* se font en dehors du calendrier des cultures de saison des pluies, puisque l'essentiel des travaux d'entretien du coton et du sorgho pluvial est terminé vers la fin du mois d'août. L'implantation du sorgho repiqué peut interférer avec la période de récolte du sorgho pluvial. Par contre, la maturité du coton intervient bien après la période de repiquage du *muskuwaari*. Plus un producteur peut cultiver de *muskuwaari*, plus il cherchera à faire du coton au détriment des sorghos sous pluie. Ce comportement, accentué par les effets de la dévaluation en 1994, est entretenu depuis par un accroissement moyen de 25 % du prix d'achat du coton-graine. La hausse des prix a compensé l'augmentation des coûts de production, en particulier du prix des intrants, ce qui a limité la dégradation du revenu des planteurs (SODECOTON, 1999).

Les atouts du sorgho de contre-saison

Si la production est variable selon le type de *kara* et la pluviométrie totale de l'année, la réussite du sorgho repiqué est moins tributaire de la répartition des pluies que les cultures pluviales. Les sécheresses intercalaires en début de saison pluvieuse peuvent être fortement limitantes pour le *njigaari* et le coton, mais n'ont pas d'impact significatif sur les rendements de sorgho repiqué (Raimond, 1999). Par contre, les dernières pluies sont importantes pour la bonne recharge en eau des sols, et les épisodes de sécheresse en fin de saison des pluies peuvent gêner la production en particulier sur les parcelles en topographie haute.

Il en résulte des logiques d'implantation différentes en fonction des événements climatiques de l'année: si la pluviométrie a été globalement faible, le *kara* de type hardé peut être abandonné et les producteurs portent leurs efforts sur les *baleewal* en dépression ayant bénéficié d'une meilleure inondation. A l'inverse, en cas de forte pluviométrie, les *hardé* ou *sa'doore* vont être plus productifs, et l'inondation prolongée dans les parcelles de bas de pente induit un retard de repiquage qui perturbe l'accomplissement du cycle cultural⁷.

⁷ Un repiquage trop tardif limite la phase de reprise des plants avant la floraison. L'initiation florale intervient alors rapidement du fait de la sensibilité de ces variétés de sorgho à la baisse des températures et de la longueur du jour. La plante n'exprime donc pas pleinement son potentiel productif, en dépit des importantes réserves hydriques de ces sols.

Un des atouts majeur du sorgho repiqué est sa relative facilité de conduite. Les données d'enquêtes des exploitations de Balaza et le suivi de 18 tests paysans pour la diffusion du traitement herbicide, montrent que c'est le *muskuwaari* qui valorise le mieux la journée de travail (tableau 4). Le temps nécessaire pour cultiver un hectare de sorgho de saison sèche est en moyenne deux fois moins élevé que pour le sorgho pluvial. Concernant ce dernier, la culture est souvent manuelle, et le sarclage constitue la plus importante charge de travail. Les producteurs n'utilisent pas tous de la main d'œuvre car ils peuvent étaler leurs interventions. Cependant, les chantiers d'entretien des parcelles sont souvent difficiles à mener de front ce qui occasionne des retards dans les sarclages avec un effet dépressif sur les rendements.

Pour le *muskuwaari*, les faibles délais d'intervention lors du nettoyage et du repiquage obligent un recours presque systématique à des manœuvres saisonnières. La capacité des producteurs à disposer de suffisamment de main-d'œuvre est un facteur déterminant pour l'installation de la culture. La préparation à l'aide du traitement herbicide réduit les charges et augmente la marge de manœuvre des producteurs. La meilleure maîtrise de l'enherbement permet également un gain de rendement, ce qui explique l'adoption massive de cette innovation par les cultivateurs⁸. Cependant, le traitement est généralement

Tableau 4. Comparaison des temps de travaux et des comptes d'exploitation pour le sorgho pluvial et le muskuwaari dans la plaine du Diamaré (campagne 1999/2000)

	Sorgho njigaari	<i>muskuwaari</i>	<i>muskuwaari</i> (traitement herbicide de préparation)
Temps de travaux (jours/ha)			
- préparation - semis	24	34	23
- sarclages	77	16	8
- récolte	19	17	17
Total temps de travaux	120	67	48
Rendement moyen (kg/ha)	1 230	1 140	1,50
Prix moyen au kg (FCFA) ⁹	89	105	105
Produit brut (FCFA/ha)	109 470	119 700	152 250
Charges (FCFA/ha)			
- main d'œuvre	26 000	42 000	17 700
- intrants	6 000	-	20 400
Total Charges	32 000	42 000	39 100
Marge brute	77 470	77 700	114 150
Rémunération de la journée de travail	645	1 160	2,80

⁸ Dans la plaine du Diamaré, la consommation est passée de 0 l en 1997 à 8 000 l en 2000. L'herbicide est négocié par la SODECOTON à un prix très avantageux pour les producteurs (3 400 FCFA/l ou 1 700 FCFA/sachet de granulés dispersibles).

⁹ Le prix moyen par sac (95 kg) est fixé à 8 500 FCFA pour le *njigaari* et 10 000 FCFA pour le *muskuwaari*.

limité aux kare bien inondés où les adventices sont les plus présentes. Ces *kare* en dépression s'avèrent très productifs si l'on parvient à lever la concurrence des mauvaises herbes, ce qui explique une moyenne de rendement supérieure dans nos résultats

Si la culture du *muskuwaari* est jugée relativement sûre, elle est néanmoins passible d'échecs, notamment en cas de retard de repiquage. Les importants besoins en main-d'œuvre obligent parfois les producteurs à s'endetter pour pouvoir repiquer à temps. Pour rembourser les dettes, les cultivateurs sont souvent contraints de vendre leur sorgho dès la récolte, au plus bas prix. En cas de mauvaise récolte, les exploitants agricoles se voient ainsi privés d'une part importante de leur production et se trouvent dans des situations précaires. Afin de limiter ce mouvement de paupérisation des exploitations, l'intervention du projet DPGT cherche à renforcer la capacité des producteurs à orienter le marché en leur faveur.

Vers une organisation de la filière céréalière

La période de récolte du *muskuwaari* (février) est relativement faste; la mise en marché d'une partie des sacs de sorgho coïncide généralement avec le paiement du coton. C'est l'occasion de rembourser les dettes contractées au cours de l'année, d'agrandir le cheptel et d'engager des dépenses. Pour environ 40 % des exploitations, le volume vivrier produit suffirait à la consommation familiale, mais la gestion des céréales au cours de l'année, et notamment leur vente en période de récolte, condamne certaines exploitations à un cycle d'endettement.

Rares sont les cultivateurs à profiter de la variation saisonnière des cours des céréales qu'ils produisent. Peu d'entre eux disposent d'une trésorerie qui leur permettrait de stocker leur production en attendant un relèvement des prix. Ce constat a amené le projet DPGT à concevoir une intervention permettant le stockage au village d'une partie de la production céréalière avec pour objectifs l'accès permanent à un stock vivrier de sécurité, une meilleure rémunération du travail des producteurs et, de ce fait, un assainissement de la trésorerie des exploitations agricoles.

Le projet a ainsi initié la création de "Greniers Communs" dont le fonctionnement repose sur un financement octroyé par les groupements de producteurs

de coton. A la récolte, un groupe d'exploitants stocke une partie de sa production de sorgho dans un même local. Le groupement de producteurs de coton, dont sont membres ces exploitants, va jouer un rôle de banquier en achetant le sorgho stocké au cours du marché ou à un prix légèrement plus bas. Le sorgho est conservé en attendant que les prix augmentent. Le "Grenier Commun" est alors ouvert par le groupement, à la demande des stockeurs. Afin d'intéresser les différents types d'exploitation, deux options se présentent:

- Si le stockeur dispose d'un stock alimentaire suffisant pour sa propre consommation jusqu'à la prochaine récolte, il ordonne au groupement de vendre son stock sur le marché ou à un commerçant à des prix plus élevés. Le groupement se rembourse de l'avance qu'il a concédée en période de récolte et prélève un pourcentage correspondant à une participation aux frais généraux liés au stockage; il remet ensuite à chaque stockeur une somme correspondant au différentiel de prix;
- Si le producteur a épuisé son stock alimentaire, il a la possibilité de racheter le sorgho à prix coûtant¹⁰ pour sa consommation.

Ainsi, ce système contribue à limiter les effets nocifs de l'endettement en favorisant une épargne en nature qui permet un recours modéré aux crédits usuraires. L'essor de cette opération tend à devenir significatif. En 2000, la mobilisation de 99 millions de FCFA par les groupements de coton a permis le stockage de 17 000 sacs de céréales (tableau 5). La progression des greniers communs se confirme malgré deux années défavorables au stockage, ce qui prouve l'intérêt des producteurs à disposer d'un stockage vivrier de proximité. Le stockage du muskuwaari reste dominant, car sa faible teneur en eau facilite la conservation des graines.

Tableau 5: Bilan de l'opération "greniers communs" depuis 1996 (Teyssier, 2000)

Campagne	Nombre de greniers	Nombre de stockeurs	Financement stockage	Stocks(en tonne)	% ventes
1996	4	171	2 874 045 F	42	57%
1997	22	1 350	2 7 815 010 F	248	—
1998	43	1 954	40 335 050 F	339	27%
1999	171	6 822	134 112 700 F	1 505	
2000	206	9 440	99 136 000 F	1 707	

¹⁰Ce prix coûtant correspond à la somme du prix d'achat, des frais généraux et à une éventuelle commission pour le groupement.

Le développement de cette intervention est limité par l'absence de locaux de stockage et surtout par la capacité de financement relativement faible des groupements de producteurs de coton. 19% seulement des membres des groupements ont pu accéder à ce "crédit céréales". Le renforcement des capacités de stockage au village, par la construction de magasins de stockage et la recherche de financement pour la constitution de fonds de roulement autonomes, devrait permettre aux producteurs de peser sur les cours des céréales.

L'APROSTOC réunit l'ensemble des groupements de producteurs de coton disposant d'un "Grenier Commun". Les objectifs de l'association sont de développer des prestations de conseil à la gestion des greniers et de conseil technique aux producteurs, notamment pour l'application d'herbicides dans le *karal*. Actuellement, les ressources financières d'APROSTOC permettent de prendre en charge 4 à 5 Conseillers Paysans temporaires et de subvenir à un minimum de frais de fonctionnement.

Cette forme d'organisation de producteurs pourrait apparaître comme une alternative éventuelle à des services agricoles étatiques dont l'effet n'est pas toujours pleinement ressenti dans les zones rurales. Par son dispositif de stockage vivrier de proximité, l'association permet au producteur de ne plus compter sur l'Etat-providence pour assurer sa propre sécurité alimentaire. Grâce à son service d'appui technique autofinancé –encore embryonnaire–, cette fédération de producteurs tend à prendre elle-même en charge une fonction de vulgarisation agricole. La multiplication et le suivi d'expériences similaires à celle d'APROSTOC devraient fournir aux décideurs des données susceptibles de concevoir une politique de développement rural basée sur la responsabilisation des acteurs locaux et de la société civile.

Conclusions

D'abord considérée comme "la culture de la deuxième chance" destinée à compenser une production déficitaire en saison des pluies, le sorgho repiqué s'est imposé au centre des systèmes de production de la plaine de l'Extrême-Nord.

Les cultivateurs ont su étendre et perfectionner ce système de culture grâce à la souplesse et l'adaptation des pratiques à l'hétérogénéité du milieu. Les évolutions révèlent l'attachement des producteurs aux techniques culturelles exten-

sives en privilégiant la productivité du travail. A travers l'artificialisation du couvert graminéen destiné à améliorer le brûlis pour faciliter l'implantation et l'entretien de la culture, les agriculteurs recherchent un rapport optimal entre le temps de travail et le niveau de production. Le programme de recherche-développement portant sur la maîtrise des adventices du *muskuwaari* s'inscrit dans le sens des choix techniques des producteurs. Le traitement herbicide permet non seulement d'améliorer le contrôle de l'enherbement, mais aussi d'augmenter la marge de manœuvre des cultivateurs au moment de la période d'implantation, principal "goulot d'étranglement" dans la conduite du sorgho repiqué.

Participant activement à la gestion des risques climatiques et alimentaires, la culture du sorgho repiqué doit bénéficier d'appuis techniques et logistiques afin d'augmenter et de sécuriser la production du *karal*. Par ailleurs, la promotion du stockage au village contribue à une meilleure gestion de la production vivrière.

Ces interventions initiées par le projet DPGT en faveur des producteurs céréaliers connaissent désormais une extension rapide. L'avenir de la diffusion des innovations techniques sur le *muskuwaari* et la multiplication des lieux de stockage sont aujourd'hui conditionnés par le renforcement d'une organisation paysanne, susceptible de prendre en charge son propre service d'appui technique ainsi qu'une fonction de conseil à la gestion des exploitations, par le développement d'une formule de stockage autofinancé.

Cette expérience peut servir de référence à la conception d'une politique agricole, basée sur un transfert de certains services publics vers des structures mises en place et partiellement financées par la société civile.

Références

- BARRAULT, J., ECKBIL, J.P., VAILLE, J., 1972. Point des travaux de l'IRAT sur les sorghos repiqués du Nord-Cameroun. *L'Agronomie Tropicale*, vol 27, n°8, pp.791-814.
- BRABANT, P., GAUVAUD, M., 1985. Les sols et les ressources en terres du Nord-Cameroun. ORSTOM, MESRESIRA, 285 p.
- DONFACK, P., SEIGNOBOS, C., 1996. Des plantes indicatrices dans un agrosystème incluant la jachère: les exemples des Peuls et des Guiziga du Nord-Cameroun. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée*, vol.38, p.231-250
- FOTSING, E., 2000. Dynamique des paysages agraires de la plaine de Diamaré Kaélé dans l'Extrême-Nord du Cameroun. Rapport d'avancement de thèse, 17p.+annexes
- FUSILLIER, J.C., BOM KONDE, P.C., 1997. Eléments sur la filière céréalière au Nord-Cameroun. In *Agricultures des savanes du Nord-Cameroun: vers un développement solidaire des savanes d'Afrique Centrale*. Acte de l'atelier d'échange 25-29 novembre 1996, Garoua, CIRAD-CA, 528 p.
- MATHIEU, B., 2000. Le sorgho repiqué au Nord-Cameroun: de l'analyse des pratiques culturales à l'accompagnement technique des producteurs. Rapport de DEA, INAPG/DPGT/CIRAD Tera, 103 p.
- MATHIEU, B., MARNOTTE, P., 2000. L'enherbement des sols à *muskuwaari* au Nord-Cameroun. In XIème colloque international sur la biologie des mauvaises herbes, Dijon, 10p.

- **NDEMBOU, S., 1987.** La culture du *muskuwaari* en aval du barrage de Lagdo, in Revue de géographie du Cameroun, Vol. 7, pp.27 - 41
- **RAIMOND, C., 1999.** Terres inondées et sorgho repiqué. Evolution des espaces agricoles et pastoraux dans le bassin du lac Tchad. *Thèse de doctorat de géographie*, Université Paris I, 543 p.
- **SEIGNOBOS, C., 1993.** Hardé et karal du Nord-Cameroun, leur perception par les populations agro-pastorales du Diamare; in *Les terres harde*, cahiers scientifiques n°11, CIRAD, 121 p.
- **SEIGNOBOS, C., IYEBI-MANDJEK, O., NASSOUROU, A., 1995.** Terroir de Balaza-Domayo; saturation foncière et *muskuwaari*; ORSTOM, 62 p.
- **SODECOTON, 1999.** Note semestrielle d'information, campagne 98/99, DPA / SODECOTON.
- **TEYSSIER, A., 2000.** Pour un projet filières céréalières et sécurité alimentaire au Nord-Cameroun, une proposition d'interventions pour la maîtrise de la filière céréales par les producteurs, DPGT/SODECOTON, 22 p.
- **TOURNEUX, H., YAYA, D., 1998.** Dictionnaire peul de l'agriculture et de la nature. KARTHALA / CIRAD / CTA, 547 p.

Effet de la densité de plantation sur l'utilisation de l'eau, la croissance et le rendement de deux variétés de sorgho *Masakwa* au Nigeria

R. Tabo
I. Akintayo
O.G. Olabanji
O. Ajayi
D.J. Flower

Résumé

Le sorgho *masakwa* (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) est une importante culture, développée sur les vertisols du nord-est du Nigeria pendant la saison sèche. Comme la culture vit uniquement sur l'eau contenue dans le sol, elle est souvent exposée à la sécheresse en fin de saison. La densité des plantes entraîne une optimisation des ressources disponibles et donc du rendement. Des expériences sur le terrain ont donc été réalisées pour étudier l'effet de quatre densités de plantation, de 2 à 12,5 plantes par m², sur l'utilisation de l'eau et de la radiation, pour deux variétés de sorgho *masakwa* cultivées sur des vertisols avec les seules eaux résiduelles contenues dans le sol. Pour les densités les plus élevées, la variété nigérienne *Bulwalana*, adaptée aux conditions locales, démontre un rendement de grain supérieur à la variété sélectionnée originaire du Cameroun, *Bourgouri-28*. Elle présente une efficacité plus élevée en utilisation de l'eau et une meilleure interception de radiation. Par contre, pour les densités de plantation plus faibles, *Bourgouri-28* connaît un rendement plus élevé que *Bulwalana*. L'index de surface foliaire et l'interception de la radiation augmentent avec la densité de plantation, tandis que l'incidence des foreurs des tiges diminue. Chez la variété *Bulwalana*, il y a plus de trous dus aux foreurs des tiges et davantage de cavités dans les tiges que chez la variété *Bourgouri-28*. Le charbon [*Sporisorium sorghi* (Ehrenberg) Link] apparaît comme une possible maladie grave de la culture. Cette étude montre que le comportement de la culture peut être amélioré en utilisant une densité de semis adéquate et des variétés précoces.

MOTS-CLÉS: Nigeria, développement, densité de plantation, foreurs des tiges, sorgho de décrue, efficacité dans l'utilisation de l'eau, rendement.

Abstract

masakwa sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is an important crop grown on the vertisols of north-eastern Nigeria during the dry season. As the crop is grown entirely on residual moisture, it often suffers from terminal drought stress. Improvement of resource use efficiency and yields is possible through the use of appropriate plant densities. Field trials were therefore conducted to study the effects of four plant densities, varying from 2.0 to 12.5 plants/m² on water and radiation use and performance of two *masakwa* sorghum varieties grown on a vertisol under residual soil moisture conditions. At higher plant densities the locally adapted Nigerian variety, *Bulwalana* produced higher grain yield than the selection from Cameroon, *Bourgouri-28*. It also had more efficient water use and better light interception. At low plant densities, *Bourgouri-28* yielded higher than *Bulwalana*. Leaf area index and radiation interception increased with increasing plant density. Stem borer incidence decreased with increasing plant density. More stem borer holes and stem tunnelling were recorded in *Bulwalana* than in *Bourgouri-28*. Covered kernel smut [*Sporisorium sorghi* (Ehrenberg) Link] appeared to be a potentially serious disease of the crop. The study showed that the performance of the crop can be improved by manipulating plant population and by using early maturing adapted cultivars.

KEYWORDS: Nigeria, growth, plant density, stem borer, transplanted sorghum, water use efficiency, yield.

Introduction

Après la saison des pluies, le sorgho *masakwa* est la principale culture sur les vertisols du Nord-Est du Nigeria, alors que dans le Nord du Cameroun, cultivé pendant la saison sèche, il représente 25 à 30% de la production totale de sorgho (Djonnewa et Dangi, 1988). Au Tchad, c'est aussi une culture céréalière

importante, connue localement comme *Berberé*. La culture mûrit pendant la saison sèche et est ainsi pratiquement libre d'insectes ravageurs et maladies, contrairement à la culture de la saison des pluies. La qualité du grain est également bonne.

Les vertisols sur lesquels s'effectue cette culture ont un potentiel agroécologique pour la production vivrière bien au-dessus du niveau actuel d'utilisation (Kanwar et Virmani, 1978). Ces sols ont une importante capacité de rétention d'eau et d'échange cationique. Cependant, à cause de leur contenu élevé d'argile, leur drainage est limité et la conductivité hydrique est basse quand le sol est gonflé.

Les vertisols sont très durs quand ils sont secs et très collants et difficiles à travailler quand les pluies commencent (Swindale et Miranda, 1984). Ils sont donc largement sous-utilisés par les agriculteurs dans les tropiques et mis en jachère pendant la saison des pluies.

Le sorgho *masakwa* est repiqué et entièrement élevé grâce à l'humidité résiduelle du sol pendant la période sèche, de septembre à février. A la fin du cycle, la culture est souvent exposée à la sécheresse. Selon Barrault et al. (1972), la principale contrainte à l'augmentation de production de cette culture est la disponibilité d'eau dans le sol. Bien que l'humidité du sol soit adéquate dans les couches les plus profondes, la plante ne peut pas extraire l'eau du sol à cause de la faible densité racinaire dans ces couches-là (Russell, 1980). Traditionnellement, les agriculteurs élèvent la culture à faible densité (de 10 000 à 14 000 plantes ha⁻¹) afin de réduire le risque de manque d'eau (Rao et al. 1988, Njomaha et Kamuanga 1991, Carsky 1993). Les rendements sont en général faibles, de 300 et 800 kg par hectare selon la saison et la variété (Djonnewa et Dangi, 1988).

L'information sur les réponses physiologiques et morphologiques de la culture à son environnement et aux insectes ravageurs est limitée. Sur les vertisols, une meilleure compréhension des facteurs associés à l'utilisation des ressources et aux stress biotiques aiderait à l'amélioration génétique des variétés et à un perfectionnement des pratiques culturales. Cela permettrait une augmentation durable des rendements. Une étude du *masakwa* dans la zone productive du Nigeria et du Cameroun en 1989/90, 1990/91 et 1991/92 a montré que les foreurs de tiges (*Sesamia calamistis*) sont les plus importants ravageurs de la culture. La sesamie peut infester le *masakwa* parce que, contrairement à *Busseola fusca* Fuller, elle n'entre pas en diapause pendant la saison sèche.

L'objectif de cette étude était donc d'examiner les effets de la densité de plantation sur l'utilisation de l'eau et de la radiation, et par là sur la croissance et le rendement de deux variétés de sorgho *masakwa*.

Matériel et méthodes

Les expériences sur le terrain ont été conduites à l'Institut de Recherche du Lac Tchad à Ngala, à l'Etat de Borno au Nigeria (lat 12° 22', long 14° 12' E) après la saison des pluies de 1991 et 1992 sur vertisols. Le sol y est classifié comme très fin, argileux, montmorillonitique, calcaire, hyperthermique, appartenant à la famille des Pallusters (taxinomie USDA). La capacité de rétention d'eau dans les premiers 150 cm depuis le haut est de 200 mm. Ces vertisols se sont développés sur les argiles lagunaires du lac Tchad et sont entourés par des sables transportés par le vent. Leur contenu argileux élevé (plus de 40%) a des effets considérables, car il provoque des craquelures quand ils sont secs. Le dispositif expérimental était formé par blocs. Dans chaque bloc la disposition des parcelles était complètement aléatoire. Chaque traitement a été appliqué à trois répétitions. Il y avait huit parcelles de 12 x 9 m², et de chaque parcelle la part centrale de 9 x 3 m² (27 m²) était retenue, c'est à dire qu'une bordure d'1 mètre était rejetée de chaque parcelle.

Conduite de la culture

Le travail du sol a été effectué à la main. Les mauvaises herbes et les arbustes ont été éliminés en utilisant de grandes faucilles. Des jeunes plants de quarante jours, d'une variété locale du Nigeria (*Bulwalala*) et d'une variété améliorée du Cameroun (*Bourgouri-28*), ont été repiqués le 26 septembre 1991. Des mottes de terre ont été formées en utilisant des pelles. Les plantes ont été arrosées par inondation en pompant de l'eau d'un réservoir proche. L'eau d'arrosage a été utilisée pour assurer une correcte densité de plantation et pour amener le profil du sol à capacité de champ. Quatre densités de plantation ont été utilisées, notamment 2,0, 5,6, 8,0 et 12,5 plantes par m².

Absorption d'eau du sol

Dans chaque parcelle deux tubes ont été placés à une profondeur de 1,35 mètres. Le contenu volumétrique d'eau a été mesuré à intervalles de 0,15 m de profondeur de 0,3 à 1,35 m tous les 14 jours, 35 jours suivant le repiquage et jusqu'à 106 jours après le repiquage, en utilisant une sonde de neutrons Wallingford. Les mesures gravimétriques ont été faites sur les premiers 0,3 mètres de profondeur du sol au même moment que les mesures volumétriques. L'efficacité d'utilisation de l'eau (WUE, Water Use Efficiency) a été calculée comme le quotient entre le rendement (kg ha^{-1}) et l'utilisation totale d'eau (mm), qui a été déterminée à partir des mesures de l'eau volumétrique et gravimétrique dans le sol. L'évaporation et le drainage ont été considérés comme négligeables.

Analyse de la croissance

Entre 35 et 106 jours après le repiquage de la culture de sorgho, tous les 15 jours, des échantillons (formés au moins par 6 plantes) ont été récoltés dans chaque parcelle. Chaque plante a été séparée en feuilles, tige et panicule. La surface foliaire de neuf feuilles représentatives, trois de la partie supérieure des plantes, trois du milieu et trois de la base, a été mesurée en utilisant un lecteur de surface foliaire LI-COR(R), modèle 3 100. Tous les échantillons ont été des-séchés à 60° dans un four et leurs poids déterminés. La surface foliaire totale de chaque plante a été calculée comme la multiplication du poids sec total des feuilles par leur surface spécifique. La surface spécifique (SLA specific leaf area) est le quotient entre la surface foliaire et le poids sec des neuf feuilles de chaque sous-échantillon. L'indice d'aire foliaire (LAI, Leaf area index) a été calculé comme le quotient entre la surface totale des plantes de chaque échantillon et la surface de sol occupée par ces plantes.

Interception de la radiation

La radiation interceptée par la culture a été mesurée tous les 15 jours entre 11 et 13 heures en utilisant un ceptomètre, entre 35 et 106 jours après le repi-

quage de la culture de sorgho. Les mesures ont été faites entre deux rangées dans la partie centrale des parcelles, toujours aux mêmes endroits. A chaque endroit deux lectures ont été faites, une au-dessus et une autre au-dessous de la culture. Dans chaque parcelle il y avait cinq endroits, ce qui fait dix lectures. La différence entre la moyenne des cinq lectures au-dessus de la culture et celles au-dessous a été multipliée par 100 afin d'obtenir le pourcentage de radiation interceptée dans chaque parcelle.

Incidence d'insectes et maladies

Six semaines après le repiquage toutes les plantes de la partie centrale des parcelles ont été examinées pour déterminer l'incidence des foreurs des tiges, le dommage aux feuilles et les cœurs morts. Au moment de la récolte, le nombre de trous dus aux foreurs des tiges et l'importance des cavités dans les tiges ont été déterminés, ceci sur 20 plantes sélectionnées au hasard dans chaque parcelle. L'incidence des maladies sur les panicules et les feuilles ont également fait l'objet d'observations.

Rendement

A la maturité physiologique des grains, les panicules de la partie centrale des parcelles ont été collectées, séchées et battues afin de déterminer le rendement et le poids des grains.

Analyses des données

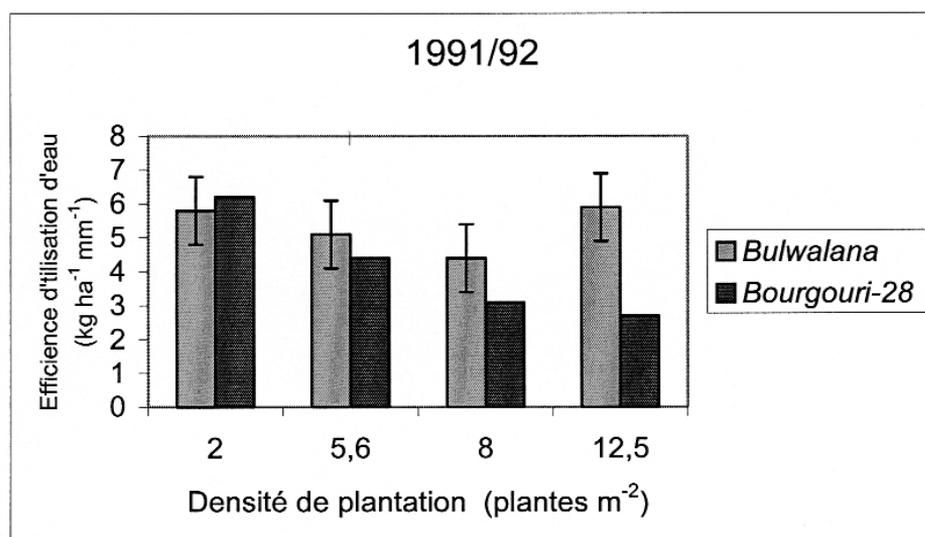
Pour faire l'analyse de la variance, les procédés du programme statistique Genstat (Genstat 5 Committee, 1993) ont été utilisés.

Résultats

Efficacité de l'utilisation d'eau (WUE)

Pour une densité élevée (de 8 à 12,5 plantes m^{-2}) le *Bulwalana* a tendance à montrer une plus grande efficacité d'utilisation d'eau que *Bourgouri-28*, alors que pour les densités faibles (de 2,0 à 5,6 plantes), on ne constate pas de différence notable dans l'efficacité d'utilisation d'eau d'une variété à l'autre. C'est à la densité la plus élevée de 12,5 plantes par m^2 que la différence d'efficacité d'utilisation d'eau entre les deux cultures est la plus grande (figure 1). L'efficacité d'utilisation d'eau des deux variétés diminue avec l'augmentation de la densité des plantes, avec pourtant une nouvelle hausse de celle du *Bulwalana* pour une densité de 12,5 plantes, ce qui fait que l'efficacité d'utilisation d'eau du *Bulwalana* est à son minimum pour 8 plantes m^{-2} .

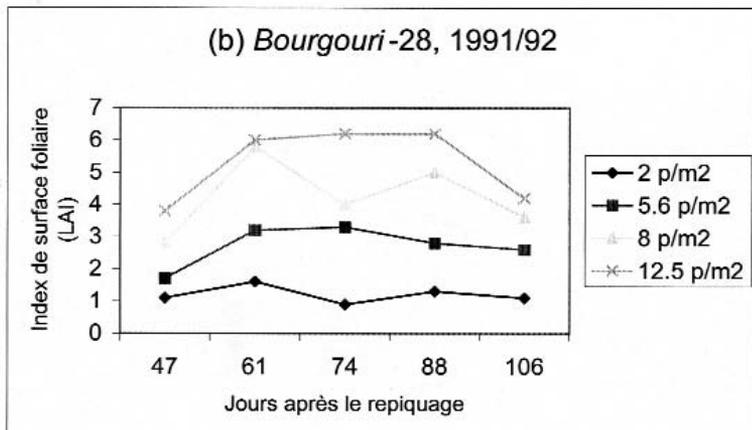
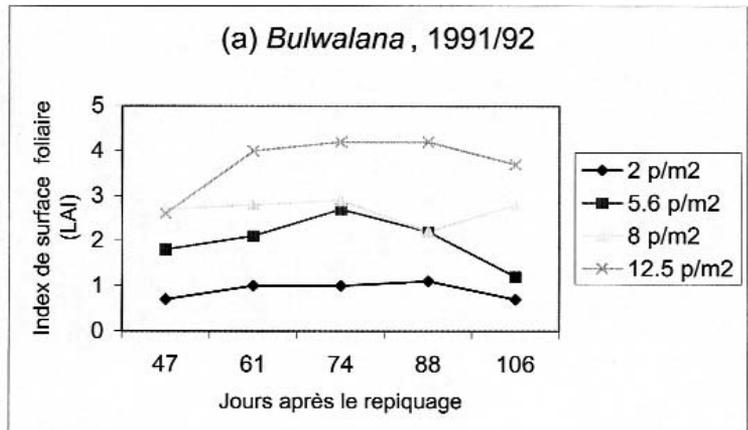
Figure 1. Efficacité d'utilisation d'eau des plantes de sorgho *Bulwalana* et *Bourgouri-28* pour quatre densités de plantation en 1991/92.



Index de surface foliaire (LAI)

Comme prévu, l'index de surface foliaire des deux cultures augmente avec une densité plus grande (figure 2). En général, pour les quatre densités de plantes, le *Bourgouri-28*, la variété la plus haute et aussi celle qui mûrit le plus tard, a un index de surface foliaire plus élevé que le *Bulwalana*. Pour la densité la plus faible, le *Bourgouri-28* maintient un index de surface foliaire plus élevé que le *Bulwalana* pendant la période végétative et reproductive, ce qui explique en partie les différences dans l'interception de la radiation entre les deux variétés.

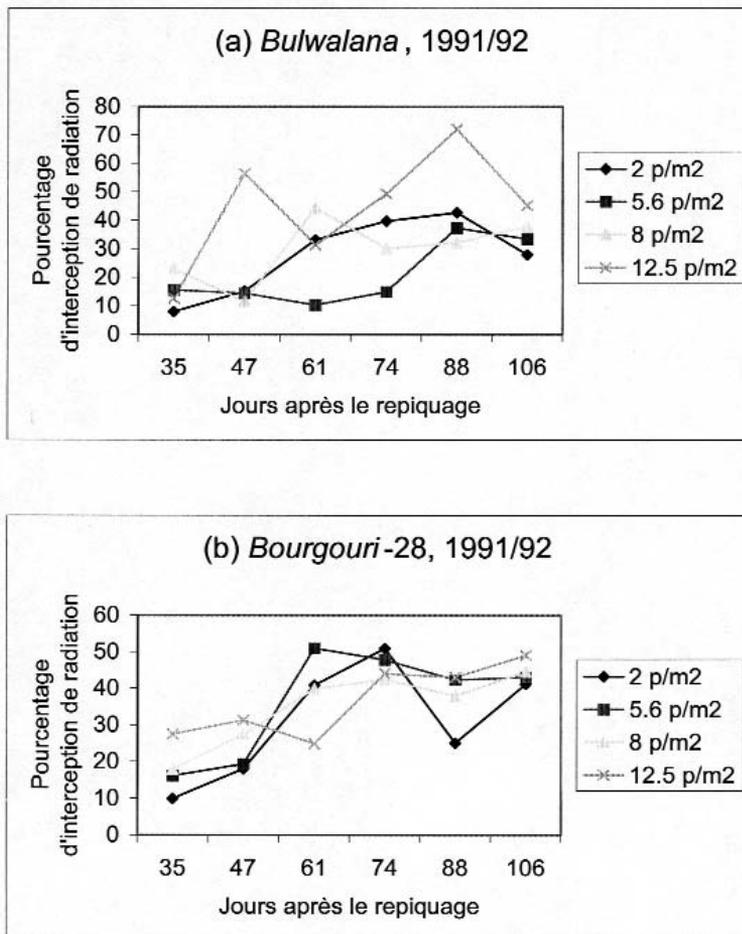
Figure 2. Changements de l'index de surface foliaire du *Bulwalana* (a) et du *Bourgouri-28* (b) en 1991/92.



Interception de radiation

L'interception de radiation des deux variétés est en général plus élevée pour la plus grande densité, bien que les tendances n'aient pas été probantes pendant le développement des cultures (Figure 3). Le *Bourgouri-28* intercepte plus de radiation que le *Bulwalana* pour les densités plus faibles, alors que ce dernier se comporte mieux dans le cas de densités plus élevées.

Figure 3. Changements dans le pourcentage d'interception de radiation du *Bulwalana* et du *Bourgouri-28* en 1991/92



Rendement du grain et production de matière sèche

La production totale de matière sèche des deux variétés augmente avec celle de la densité de 2 à 12,5 plantes m⁻² (Figure 4), le *Bourgouri-28*, variété la plus haute qui mûrit la dernière, produit plus de biomasse totale que le *Bulwalana*, la variété la plus basse qui mûrit plus tôt.

La variété locale nigérienne, le *Bulwalana* produit plus de grains que la sélection du Cameroun *Bourgouri-28* pour une densité élevée (12,5 plantes m²) (Tableau 1). Cependant, pour la densité la plus faible (2,0 plantes m⁻²), le *Bourgouri-28* surpasse le *Bulwalana*. Les deux variétés ont des rendements de grains similaires pour 5,6 plantes par m². En général, le rendement du grain du *Bulwalana* augmente avec une densité plus élevée alors que celui du *Bourgouri-28* diminue quand la densité des plantes augmente. Il n'y a pas de différences significatives du poids des grains entre les deux variétés, qui atteignent comme moyenne 4,4 g pour 100 grains.

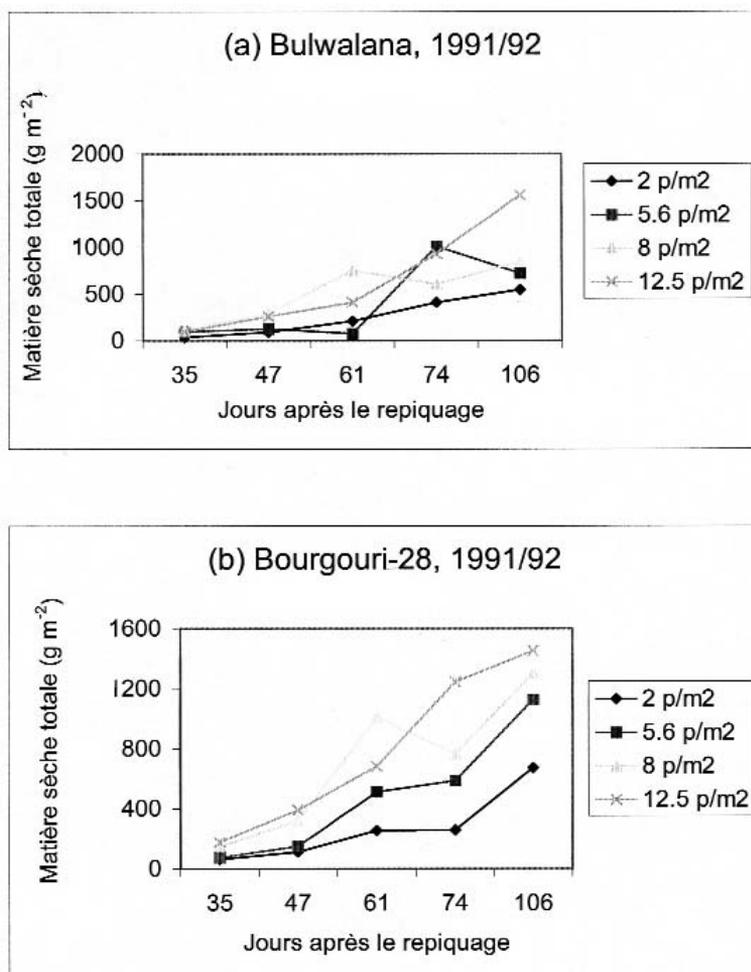
Tableau 1. Production de grain (t ha⁻¹) de deux variétés de sorgho *masakwa* pour quatre densités de plantation au Nigeria en 1991/92

Densité de plantation (plantes m ²)	Production de grain (t ha ⁻¹) 1991/1992	
	<i>Bulwalana</i>	<i>Bourgouri-28</i>
2,0	0,88	1,17
5,6	0,80	0,77
8,0	0,77	0,53
12,5	1,17	0,41
ES (±)	0,122	0,122

Insectes ravageurs et maladies

Le dommage sur les feuilles est plus élevé pour les faibles densités. De même, le nombre de plantes montrant des symptômes de cœur mort diminue en augmentant de densité, sauf pour 8,0 plantes par m², où davantage de trous dus aux foreurs des tiges (6,3 vs 2,3%) et davantage de cavités dans les tiges (30,1 vs 14,4%) ont été enregistrées. Le charbon (*Sporisorium sorghi* (Ehrenberg) Link) attache les panicules de sorgho et semble être une possible grave maladie de la culture. Les différences d'incidence du charbon et du dommage parmi les variétés et parmi les densités des plantes ne sont cependant pas signi-

Figure 4. Changements dans la production totale de matière sèche du *Bulwalana* et du *Bourgouri-28* en 1991/92



ficatives (données non fournies). Des plantes infectées par les virus ont aussi été observées mais le degré d'infection est faible et aucune différence n'a été détectée entre les variétés. Pande et al. (1993) montre l'incidence de trois virus –maize mosaic virus, maize stripe virus et un potyvirus– au Nigeria pendant la saison des pluies en 1990. Aucun échantillon n'a été obtenu pour confirmer l'identité des virus sur le sorgho *masakwa* pendant la saison sèche.

Discussion

Utilisation des ressources, croissance et rendement

L'aménagement de la culture, ajouté à la quantité de pluie pendant la saison de culture, qui influence la quantité d'eau dans le sol, est un important facteur dans la croissance de la culture sur vertisols. Selon Barrault et al. (1972), travailler tôt le sol favorise l'infiltration et la rétention de pluie, augmente la disponibilité d'eau dans le sol au moment du repiquage d'environ 10%, ayant pour résultat une augmentation de 30% du rendement de grain. Dans cette étude, la culture était irriguée et le sol était amené à capacité de champ pour assurer une humidité dans le sol suffisante à la croissance de la culture. Le comportement de la culture dans ces conditions n'était ainsi pas affectée par la disponibilité d'eau dans les premières étapes de la croissance de la culture, mais l'était quant à la durée de cette disponibilité et quant à l'efficacité avec laquelle la culture utilise cette eau.

Ainsi, la meilleure réponse du *Bulwalana* aux hautes densités peut être attribuée à une meilleure efficacité d'utilisation d'eau pour ces densités. Comme conséquence d'une plus grande compétition pour l'eau aux densités plus élevées, *Bulwalana* aura développé un système racinaire plus puissant, capable d'utiliser l'eau des couches les plus profondes du profil du sol. En plus, *Bulwalana* répond mieux que *Bourgouri-28* à une augmentation de la densité de plantation pour des plantes plus basses et de cycle plus court. Dans les densités de plantation plus faibles, quand le stress hydrique est réduit, *Bourgouri-28* utilise plus d'eau que *Bulwalana*. Cependant, ce fait ne se traduit pas par une efficacité d'utilisation d'eau et une production de grain significativement plus élevée.

Comme la disponibilité d'eau pour le sorgho de décrue est limitée, il est très important d'assurer un apport suffisant d'eau pendant la période de formation du grain (Passioura, 1983). Cependant, dans les sols plus profonds il est désirable que les plants extraient l'eau des couches supérieures tôt dans la saison afin d'assurer une productivité maximale (Seetharama *et al.* 1990). Cela implique qu'une densité de culture suffisamment élevée permette que les plantes extraient le plus possible d'eau du sol, tout en assurant une suffisance en eau pendant la période de formation du grain. Dans cette expérience la densité la

plus élevée de 12,5 plantes par m² semble appropriée, du moins pour *Bulwalana* et dans ces conditions puisque la formation du grain s'effectuait normalement.

Bulwalana avait un index moyen de surface foliaire de 4,0 qui était suffisant pour que les plantes interceptent plus de radiation avec une densité de plantes plus élevée: cela, ajouté à une meilleure absorption d'eau, a donné comme résultat un rendement de grain plus élevé. Par contre, l'index de surface foliaire d'environ 6 de *Bourgouri-28* avec une densité élevée de la culture entre 61 et 88 jours après le repiquage n'a pas donné une plus grande interception de la radiation, qui atteint son maximum avec un index de surface foliaire inférieur à 6.

Dans des expériences menées au Nord Cameroun on a observé qu'un retard dans le repiquage du *Muskwari* provoquait une certaine réduction du rendement (données non publiées). La perte de rendement a été attribuée à une réduction de la croissance de la culture due à un manque d'humidité dans le sol et à une réponse aux jours courts de ces sorghos de saison froide qui sont sensibles à la photopériode.

Dans ces expériences il a été montré que la culture est très souple dans sa capacité à s'adapter aux changements de densité de culture. Pour les densités plus faibles, la compensation des facteurs du rendement est due à un nombre plus élevé de plantes avec panicules et à la taille plus importante des panicules. Cette étude a donc démontré que la culture est capable de compenser le rendement pour les densités de culture plus faibles en produisant des panicules plus grandes et des grains plus lourds. Ces observations coïncident avec les résultats de Myequi et Foale (1981) qui ont montré qu'en modifiant la densité de la culture le poids des grains est également modifié et donc que la plante de sorgho est capable de compensation. Thomas *et al* (1981) indiquent que le facteur de rendement qui présente le plus de variation est le nombre de grains par panicule. Ils indiquent que le sorgho est capable de compenser une faible densité en augmentant le nombre de grains grâce à l'augmentation du nombre de fleurs viables par panicule et à la production de plus de talles fertiles.

Cette étude démontre que la productivité du sorgho peut être améliorée par une densité de plantes plus grande et par l'utilisation de variétés précoces comme le *Bulwalana*. En dépit d'être une variété introduite, le *Bourgouri-28* produit plus de biomasse que la variété locale *Bulwalana*. Ceci s'explique par le fait que *Bulwalana* distribue plus de matière sèche aux parties végétatives qu'aux parties reproductives, puisqu'elle est plus haute et plus tardive.

Maladies et insectes ravageurs

Le nombre de cœurs morts diminue avec l'augmentation de la densité de culture. A'Brook (1964, 1968), Farrell (1976) et Tukahirwa et Coaker (1982) notent également une réduction du nombre d'insectes ravageurs avec l'augmentation de la densité de plantation. Cet effet est attribué à une réponse visuelle au contraste entre la terre nue et les plantes, ce qui veut dire que les insectes adultes peuvent plus facilement identifier la plante hôte dans un espace ouvert que fermé. Cependant, lorsque les plantes de sorgho sont artificiellement infestées de larves de *Busseola fusca* Fuller l'incidence de ce ravageur et de symptômes de cœur mort est moindre parmi les densités plus basses (Van den Berg *et al.* 1991). Cela a été attribué à une dispersion plus élevée des larves pour densités élevées, ce qui mène à une réduction du nombre de larves par plantes pendant les premières étapes du développement de la culture (Van rensburg *et al.* 1988).

Augmenter la densité des plantes à un niveau optimal peut mener à une réduction de foreurs des tiges sur le sorgho *masakwa*. On peut aussi contrôler les foreurs des tiges en utilisant la résistance de la plante puisque les deux variétés subissent différents niveaux de dommage.

Besoins de recherche l'avenir

Comme l'eau dans le sol est le facteur limitant pour la production de sorgho de contre saison, des études plus poussées sur la relation entre la croissance du système racinaire et l'extraction d'eau serait utile. Ces résultats permettraient de simuler l'effet de la densité de la culture sur sa croissance et son rendement, et aussi de simuler la relation entre la quantité, la profondeur et l'extraction d'eau et la densité des racines. Comme la stabilité du rendement et la réduction du risque d'échec de la culture sont les principales préoccupations des agriculteurs des tropiques semi-arides, la simulation pourrait être utilisée pour examiner une multitude d'options sous différentes densités de plantation. Le but en serait l'amélioration et la durabilité de la production en diminuant les risques d'échec de la culture dû au stress hydrique.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ICRISAT pour le financement de cette étude, tout comme l'assistance technique de M. F. Ushie et M. Chris Akpotor. Les auteurs sont reconnaissants au Dr. B.R. Ntare pour ses précieux commentaires et discussions pendant la préparation de ce manuscrit.

Références

- **A'BROOK, J. 1964.** The effect of planting date and spacing on the incidence of groundnut rosette disease and of the vector, *Aphis craccivora* Koch at Mokwa, Northern Nigeria. *Annals of Applied Biology* 54: 199-208.
- **A'BROOK, J. 1968.** The effect of plant spacing on the number of aphids trapped over the groundnut crop. *Annals of Applied Biology* 61: 289-294.
- **BARRAULT, J., ECKEBIL, J. P., and VAILLE, T. 1972.** Point des travaux de l'IRAT sur les sorghos repiques du Nord Camerun. *L' Agronomie Tropicale* 27(8): 791-814.
- **CARSKY, R.J. 1993.** Survey of chemical characteristics of topsoil (0-30 cm) in dry season sorghum fields. *TLU Technical Note No 10*. National Cereals Research and Extension Project, Institute of Agronomic Research, Maroua, Cameroon.
- **DJONNEWA, A. and DANGI, O.P. 1988.** Improvement of transplanted sorghum. In: *Proceeding of the Third Regional Sorghum Workshop*, 20-23 September 1988, Maroua, Cameroon, pp. 48?52.
- **FARRELL, J.A.K. 1976.** Effects of groundnut crop density on the population dynamics of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera, Aphididae) in Malawi. *Bulletin of Entomological Research* 66:317-329.
- **GENSTAT 5 COMMITTEE, 1993.** *Genstat 5 release 3 Reference Manual*. Oxford: Science Publications.
- **KANWAR, J.S. and VIRMANI, S.M. 1987.** Management of Vertisols for improved crop production in the Semi-Arid Tropics: A plan for a technology transfer network in Africa. In: *Proceedings of the first regional seminar on Management of Vertisols under Semi-Arid conditions*, 1-6 December 1986, Nairobi, Kenya. IBSRAM, Bangkok, Thailand, pp. 157?172.
- **MYERS, R.J.K.M. and FOALE, M.A. 1981.** Row spacing and population density in grain sorghum. A simple analysis. *Field Crops Research* 4: 147-154.
- **NJOMAHA, C. and KAMUANGA, M. 1991.** Le sorgho de saison sèche en milieu paysan de l'Extrême Nord: Productivité et contraintes. *Working Paper TLU/MA No 3*. National Cereals Research and Extension Project, Institute of Agronomic Research, Maroua, Cameroon.
- **PANDE, S., HARIKRISHNAN, R., ALEGBEJO, M.D., MUGHOGHO, L.K., KARUNAKAR, R. I., and AJAYI, O. 1993.** Pre-valence of sorghum diseases in Nigeria. *International Journal of Pest Management* 39(3): 297-303.
- **PASSIOURA, J.B. 1983.** Roots and drought resistance. *Agricultural Water Management* 7: 265?280.
- **RAO, M. R., NDIKAWA, R. and SINGH, L. 1988.** Progress of sorghum agronomic research in Far-North Province of Cameroon. In: *Proceeding of the Third Regional Sorghum Workshop, 20-23 September, 1988*, Maroua, Cameroon, pp. 53-66.
- **RUSSELL, M.B. 1980.** Profile moisture dynamics of soil in Vertisols and Alfisols. In: *Agroclimatology Research Needs of the Semi Arid Tropics* (Patancheru: ICRISAT), pp. 75-87.
- **SEETHARAMA, N., SINGH, S. and REDDY, B.V.S. 1990.** Strategies for improving rabi sorghum productivity. In: *Proceedings of Indian National Science Academy*. B56 No. 5 & 6 , pp. 455-467.
- **SWINDALE, L.D. and MIRANDA, S.M. 1984.** The distribution and management in dryland agriculture of Vertisols in the Semi-Arid Tropics. In: *The Properties and Utilization of Cracking Clay Soils*. McGarity, J.W., Hoult, E.H. and So. H.B. (Eds.), *Reviews in Rural Science* 5, University of New England, Armidale, pp. 316-323.
- **THOMAS, G.A., MYERS, R.J.K.M., FRENCH, M.U., HALL, B., LAEWING, J.H., DOVE, A.A., TAYLOR, G.K., LEHROY, E., WYLLIE, P., STERLING, G.D. 1981.** Evaluation of row spacing and population density effects on grain sorghum over a range of Australian environments. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 21 :210-217.
- **TUKAHIRWA, E. M. and COAKER, T. H. 1982.** Effect of mixed cropping on some insect pests of brassicas; reduced *Brevicoryne brassicae* infestations and influences on epigeal predators and the disturbance of oviposition behaviour in *Delia brassicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 32: 129-140.
- **VAN DEN BERG, J., VAN RENSBURG, B. J. and GILLOMEE, J. H. 1991.** The effect of plant density on the injuriousness of *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae) in grain sorghum. *South African Journal of Plant and Soil* 8(2) 85-87.

- **VAN RENSBURG, B. J., WALTERS, M. C. and GILLOMEE, J. H. 1988.** Plant population and cultivar effects on yield losses caused by the maize stalk borer *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae) in grain sorghum. *South African Journal of Plant and Soil* 5:215-218.

Définition d'un Plan d'Action Régional pour l'amélioration de la culture du sorgho de décrue

Introduction

Avec près de 10 millions de tonnes en 1994 et plus de 14 millions attendus en 2001, le sorgho constitue la principale culture céréalière vivrière en Afrique de l'Ouest et du Centre. Le sorgho est principalement cultivé en saison pluviale, mais une partie non négligeable est produite en contre-saison et porte le nom de sorgho de décrue. La manière la plus simple de définir le sorgho de décrue est de le considérer comme toutes les cultures, sauf la culture pluviale stricte et la culture irriguée.

Le sorgho de décrue est une forme de culture pratiquée dans certains pays dont le Cameroun, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Nigeria, le Sénégal et le Tchad. Sur les 11 millions d'ha de cultures de sorgho on estime que le sorgho de décrue en représente environ 2 millions. Toutefois, dans les zones de culture du sorgho de décrue, celui-ci représente l'essentiel des superficies emblavées. Dans ces zones, le sorgho de décrue représente la principale céréale de consommation.

Les rendements de cette culture sont variables d'un pays à l'autre mais ils se situent en deçà de la tonne par ha, alors qu'ils atteignent souvent plus de 4 tonnes par ha dans les pays développés.

En Afrique de l'Ouest et du Centre le sorgho est cultivé surtout pour son grain, utilisé dans l'alimentation humaine. Néanmoins, de nos jours, les feuilles et les tiges sont de plus en plus utilisées dans l'alimentation du bétail et pour divers usages locaux (habitations, énergie, teinture, etc.). Les populations pensent que le sorgho donne la force alors que le mil est une source de graisse, ce qui justifie sans doute leur préférence pour le sorgho dès lors qu'il s'agit d'exécuter les travaux champêtres. La consommation de sorgho est en nette augmentation et atteint 100 kg/habitant/an dans de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest.

Les contraintes au développement de la culture du sorgho sont entre autres l'irrégularité et l'insuffisance de la pluviométrie, la pauvreté des sols, la forte pression des ennemis (striga, insectes et maladies). Pour les sorghos de décrue on peut ajouter l'irrégularité des crues et décrues des fleuves et bas-fonds.

Définition d'un Plan d'Action Régional

Après les communiqués présentés lors de la première réunion internationale sur la culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre, les participants se sont organisés en groupes de travail. Le but de ces groupes était de synthétiser l'information apportée dans les communiqués et de réfléchir aux possibilités d'amélioration de la culture du sorgho de décrue. Les groupes ont été formés d'après les thèmes suivants:

1. Importance du sorgho de décrue: superficie, production et rendement.
2. La culture du sorgho de décrue, définition et harmonisation des terminologies existantes.
3. Caractérisation et amélioration des sorghos de décrue.
4. Infrastructures traditionnelles de conservation et production des semences de décrue.

Suite au travail de ces groupes, quatre objectifs stratégiques prioritaires d'action ont été définis. Ces objectifs sont les suivants:

1. Caractérisation et amélioration variétale. Production et conservation de semences.
2. Gestion durable des ressources naturelles.
3. Mise au point de lutte intégrée.
4. Formation, vulgarisation et stratégies de coopération.
5. Diversification de l'utilisation du sorgho de décrue. Augmentation de la demande.

Pour chacun de ces objectifs nous avons défini des activités prioritaires et dégagé les résultats attendus.

Coordination régionale

Ce rapport a pour volonté de servir de document de base qui puisse être utilisé pour la conception de projets spécifiques dans toute cette région. Nous considérons qu'il est très important de ne pas perdre de vue le caractère régional pour optimiser les ressources existantes.

Le Réseau Ouest et Centre Africain de Recherche sur le Sorgho (ROCARS) a offert ses services pour **coordonner** toutes les activités futures sur le sorgho de décrue dans cette région africaine.

Jusqu'à aujourd'hui, les organismes intéressés à participer à cette initiative sont les suivants: l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-Arides (ICRISAT), le Réseau Ouest et Centre Africain de Recherche sur le Sorgho (ROCARS), l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) du Mali, le Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA) de Mauritanie, l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) du Sénégal, le Cirad, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Université Polytechnique de Catalogne (UPC) en Espagne.

Rapports des groupes de travail _____

1. Importance du sorgho de décrue: superficie, production et rendement

Brahim Kebe
Abderrahmane O. Limane
Cheikh O. Dih
Moustapha O. ElWavy

Termes de références

- Définition de l'importance des sorghos de décrue par rapport aux sorghos pluviaux en termes de surface, production, rendement en Afrique de l'Ouest et du Centre
 - Identification des besoins de recherche sur la filière sorgho de décrue.
-

Importance du sorgho de décrue

Le sorgho est une céréale extrêmement importante en Afrique de l'Ouest et du Centre tant au niveau de la consommation que de la production. Actuellement, en Afrique, 14 millions d'ha sont cultivés en sorgho pour une production estimée à 11 millions de tonnes.

Toutefois le sorgho de décrue représente une proportion encore assez limitée d'environ 2 millions d'ha. Le tableau 1 permet de situer l'importance du sorgho de décrue dans les différents pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Cette proportion varie beaucoup entre les différents pays. Elle est très importante au Mali et en Mauritanie et assez faible au Cameroun (150 000 ha). Les rendements sont encore plus bas que ceux de la culture pluviale de sorgho et se situent à environ 400-700 kg/ha.

Le sorgho fait vivre une grande partie de la population du Mali où il constitue la première céréale de production avec une consommation de l'ordre de

100 kg/hab./an, en Mauritanie elle est la première céréale de production avec une consommation de l'ordre de 47 kg/hab./an. Par contre, au Tchad, elle ne constitue que 10% de la production des céréales, pourcentage qui arrive à 20% dans la production de décrue. Il faut noter que les populations vivant de la culture du sorgho de décrue sont assez pauvres dans l'ensemble.

Les niveaux de production sont encore limités, étant donné que les rendements sont assez faibles, dans l'ensemble inférieurs à 1 000 kg/ha.

Tableau 1. Superficies potentielles et cultivées de sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre

Pays	Superficie potentielle en sorgho de décrue (ha)	Superficie cultivée en l'an 2000 (ha)	Rendement (kg/ha)
Mauritanie	250 000	76 000	350
Sénégal	120 000	20 400	650
Mali	800 000	200 000	600
Cameroun	800 000	150 000	1 000
Nigeria	1 025 640	1 025 640	-
Tchad	1 000 000	-	-
TOTAL	3 995 640	1 472 040	2 600

Besoins en recherche

Les statistiques montrent une mauvaise connaissance de la filière, il est donc indispensable de réaliser un certain nombre de travaux complémentaires. Ci-dessous sont décrits les besoins en recherche:

- Création d'une base de données fournie par un système d'informations spécifiques en sorgho de décrue.
- Création d'un réseau spécifique sur le sorgho de décrue pour permettre l'échange d'informations et d'expériences.
- Réalisation d'une enquête ciblée pour déterminer la place du sorgho de décrue, le nombre de personnes dépendant de cette céréale et le degré de dépendance.
- Etude des filières de sorgho de décrue en vue de déterminer les flux des produits, les aires de productions, les centres de consommation, le suivi de flux dans les différents pays. Dans la région de production du sorgho de décrue, il faudrait pouvoir donner des éléments de marchés fiables aux différents intervenants dans la filière.

- Réalisation d'une étude pour minimiser les risques de conflits entre éleveurs et agriculteurs à travers la détermination de couloirs pour les animaux pour accéder à l'eau et aux pâturages et la réalisation d'un calendrier consensuel entre des différents intervenants.
- Réalisation d'une étude sur la période de soudure couverte par le sorgho de décrue en vue d'en faire bénéficier les paysans.
- Etude sur l'impact des résidus de récolte (nombre UBT, apport économique, etc.).
- Étude de l'impact du sorgho de décrue sur la réduction de la pauvreté.

2. La culture du sorgho de décrue, définition et harmonisation des terminologies existantes

Alhousseïni Bretaudeau
 J. Comas
 Diago Anadou Ifra
 E. Fradin
 H. Gómez MacPherson
 B. Mathieu
 A. Ratnadass

Termes de référence

- Critères de définition des systèmes de cultures de décrue.
- Définition des systèmes de culture du sorgho de décrue.
- Identification des zones pour chaque système de culture.
- Description des pratiques et techniques culturelles par système.
- Identification des technologies éprouvées (avantages et inconvénients).
- Identification des contraintes à la production
- Identification des besoins en technologies à rechercher.

La culture du sorgho de décrue, définition

La notion de culture de décrue reste très difficile à préciser. Cette difficulté est liée, entre autres, à la grande variabilité des différents systèmes de culture de décrue. La notion de culture de décrue est souvent confondue avec la culture des variétés *durra* ou avec le semis des sorghos en dehors de la saison des pluies. Ainsi, certains auteurs privilégient comme critère les races cultivées, d'autres les cycles des variétés, les périodes de semis ou les conditions d'alimentation hydrique des plantes.

La définition la plus simple est de considérer comme culture de décrue toutes les cultures excluant la culture pluviale stricte et la culture irriguée. De tous les critères de caractérisation des systèmes de culture de décrue, le mode d'ali-

mentation hydrique de la plante reste sans doute le facteur d'harmonisation le plus consensuel.

En effet, la terminologie culture de décrue indique en elle-même que la culture est pratiquée pendant la décrue. Ainsi, on peut considérer comme système de culture de décrue, toute culture dont l'alimentation hydrique est assurée entièrement ou en partie par l'humidité résiduelle du sol provenant de la crue. Cette situation explique que la culture soit pratiquée dans des dépressions où la capacité de rétention de l'eau est importante.

Systèmes de culture du sorgho de décrue

En Afrique de l'Ouest et du Centre, on distingue trois zones de culture de décrue: le **bassin du fleuve Sénégal**, le **delta intérieur du Niger au Mali** et le **bassin du lac Tchad**. Ci-dessous nous décrivons les systèmes de culture dans chaque région.

Bassin du fleuve Sénégal

Ces sorghos sont cultivés sur les terres limono-argileuses inondables de la vallée du Sénégal lorsque la décrue intervient. Celle-ci est d'autant plus tardive que l'on est proche de l'embouchure du fleuve. Dans ce système de culture, les plantes assurent tout leur cycle cultural sur l'humidité résiduelle du sol.

Ce système de culture est pratiqué aussi dans les mares naturelles ou créées derrière-barrages. Pour développer ce type d'exploitation, un certain nombre de barrages ont été construits au travers des oueds (mares). Ces sorghos sont semés en fin de saison de pluies de septembre à octobre et récoltés vers la fin de la saison froide de janvier à mars.

Delta intérieur du Niger au Mali

Les sorghos du fleuve Niger et de ses lacs au Nord du Mali assurent leur cycle cultural sur l'humidité résiduelle du sol et les pluies de la saison suivante. Ils sont semés ou repiqués de janvier à mars et récoltés avec les premières pluies de l'année suivante.

Bassin du lac Tchad

Au nord du bassin du lac Tchad, où la pluie est très fiable, le semis se fait après le recul des eaux de mai à août, et la récolte de novembre à janvier.

Au sud du bassin au Nord Cameroun, Nigeria, et au Tchad, on trouve des sorghos repiqués. Le sorgho assure son cycle cultural sur les pluies de fin de saison et sur l'humidité résiduelle du sol. Ce sorgho est semé en pépinière d'août à septembre, repiqué en fin de saison des pluies de septembre à octobre. La récolte est faite de janvier à mars.

Description des systèmes de culture

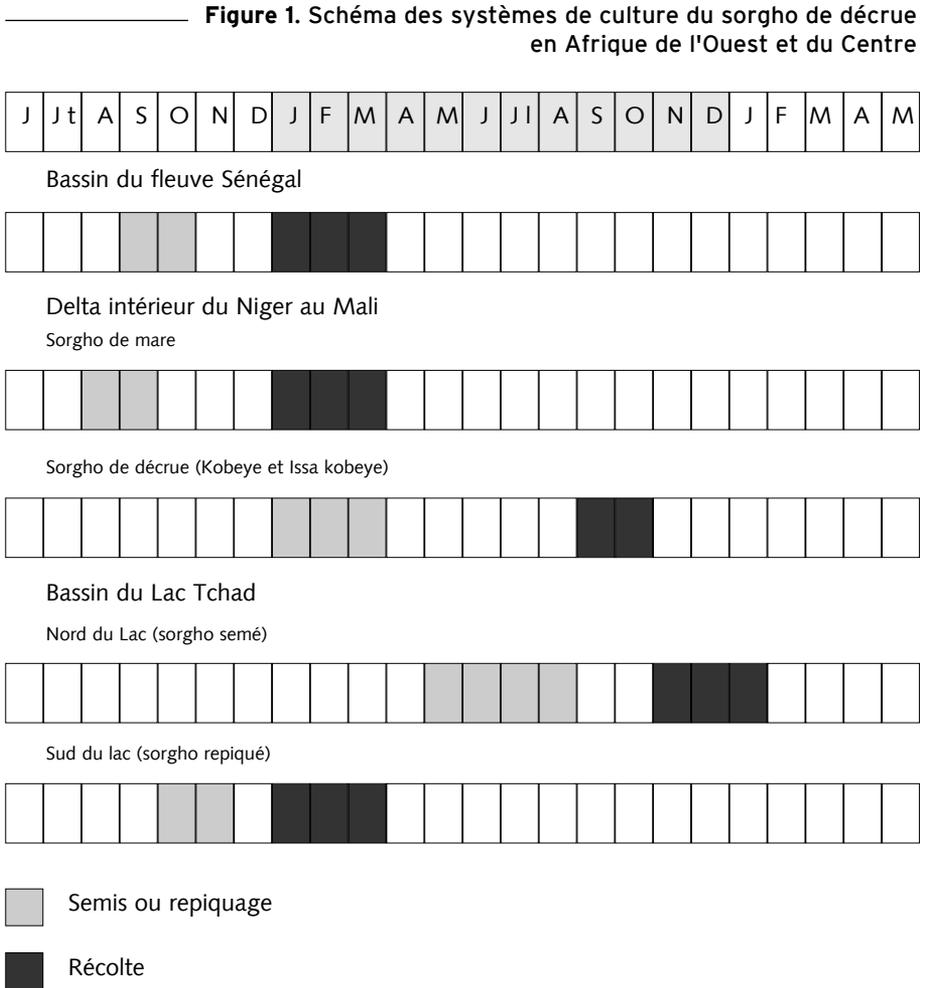
Bassin du fleuve Sénégal

Le semis est effectué d'octobre à novembre et la récolte a lieu de février à mars. Les semences sont traitées traditionnellement ou chimiquement. Le semis est direct, et se fait avec un bâton pointu (pieu) au Mali, alors qu'en Mauritanie on fait un trou dans lequel on referme le semis avec du sable ou de la terre fine.

Les variétés sont photopériodiques de cycle court. Il n'y pas de fertilisation. Le sol est travaillé à la main ou avec une charrue 24 à 48 heures avant le semis (en Mauritanie) même s'il n'y a pas d'adventices.

La culture est souvent pratiquée en association avec le niébé (en Mauritanie, semé dans le même poquet). Le sarclo-binage est pratiqué pour limiter la compétition des adventices. Les semis du sorgho et du niébé sont simultanés et réalisés aux écartements de 1,2 à 1,5m de part et d'autre des poquets, ce qui représente une densité de 5 à 7 000 poquets par ha. On ne fait pas de démariage et on laisse 2 à 5 plants de sorgho et 1 à 2 plants de niébé par poquet. En Mauritanie, il faut 4 personnes pour faire le semis: une personne décape le sol, une fait le trou, une sème et une referme le trou avec du sable ou de la terre fine.

Actuellement en Mauritanie on fauche les résidus de récolte qui sont vendus aux éleveurs. En Mauritanie, les panicules sont couramment emmaillotées pour les protéger contre les oiseaux en plus d'un gardiennage strict contre les animaux et oiseaux. Souvent, en Mauritanie, on coupe un plant par poquet en cours de végétation pour alimenter les animaux. Il existe un conflit entre les agriculteurs de décrue et les éleveurs.



Delta intérieur du Niger au Mali

On distingue deux zones de culture de sorgho de décrue :

- Le sorgho de décrue cultivé dans la vallée du fleuve Niger vite inondée par la crue et dans les zones à remontée capillaire.
- Le sorgho de mare cultivé dans la frange pastorale, le long des oueds, dans la zone lacustre et autour de mares.

Sorgho de décrue proprement dit (kobeye)

La culture est pratiquée au Nord Mali dans la vallée du fleuve Niger. Le semis est réalisé de janvier à février, toutefois, il est souvent repiqué. Dans ce dernier cas, la pépinière est installée en janvier.

Il n'y a pas de préparation du sol. Les écartements de semis sont de 1,2 à 1,5 m entre poquets de part et d'autre à raison de 3 à 4 plants par poquet. Après la reprise, un passage des animaux d'avril à juin dans le champ permet l'habillage des plants pour limiter la transpiration et assurer l'alimentation des animaux en ces périodes sèches. Un seul sarclo-binage est effectué après la reprise. Il n'y a pas de fertilisation mais, lors du broutage par les animaux, ceux-ci y déposent leurs déjections qui améliorent la fertilité du sol. La récolte se fait après la saison pluvieuse suivante, de septembre à octobre, en laissant les tiges de sorgho sur le terrain.

Sorgho de mare

Le sorgho de mare est installé après le retrait de la crue, de septembre à octobre. La récolte se fait durant les mois de janvier et février. Ce sorgho arrive à boucler son cycle grâce à l'humidité résiduelle du sol.

Bassin du lac Tchad

On distingue deux systèmes de culture: le sorgho semé et le sorgho repiqué.

Sorgho semé du bassin du lac Tchad

Le semis se fait à la main dès le mois de mai et s'étale jusqu'à mi-août suivant le recul des eaux du lac. La densité de semis est de 8 000 à 10 000 poquets/ha. Au Niger, les pluies ne contribuent que très peu au développement de la culture. Trois sarclages sont effectués. Les récoltes commencent en novembre et durent jusqu'à décembre-janvier.

La production de décrue se fait avec peu de moyens. Aucun apport d'éléments fertilisants n'est effectué car les sols de type limoneux sont riches en nutriments. Les outils de production sont de type traditionnel. La main d'œuv-

re familiale semble être insuffisante pour l'exploitation des terres et il est fait recours à la main d'œuvre salariale.

La récolte se fait de novembre à janvier.

Sorgho repiqué du bassin du lac Tchad

Cette culture est pratiquée au Tchad, au Nord Cameroun et au Nigeria. Les sorghos se divisent en deux groupes: le sorgho repiqué sur vertisols à la fin de la saison des pluies et qui s'appelle *masakwa* au Nigéria, *berberé* au Tchad et *muskwari* au Nord Cameroun; le sorgho repiqué sur sols hydromorphes avant la fin de la saison des pluies et qui s'appelle *babouri*.

Ce sorgho est systématiquement repiqué. La pépinière est faite de juillet à septembre, dès juillet pour le Babouri, un peu plus tard pour le *muskwari*. Le repiquage a lieu d'août à octobre. La récolte est effectuée de décembre à mars, de décembre à janvier pour les variétés *babouri* et de janvier à mars pour les variétés *muskwari*.

La pépinière se fait sur les sols ferrugineux-sableux ou sur les termitières, souvent enrichis avec apport de fumures minérales azotées ou NPK. Les semences sont traitées traditionnellement avec du purin de vache ou de façon plus moderne avec une poudre insecticide et fongicide. Les plants en pépinières doivent atteindre entre 20 et 40 jours; puis ils sont arrachés et placés dans de l'eau toute une nuit pour être repiqués le lendemain après avoir été habillés (feuilles et racines).

Auparavant, la parcelle est aménagée avec des diguettes et désherbée une première fois, de juillet à août en éliminant les herbes ou arbustes qui pompent l'eau (ligneux, ipomea, etc). Un fauchage, séchage et brûlis ou un labour est effectué de septembre à novembre.

Le repiquage se fait à 2 plants par poquet aux écartements de 1,2 à 1,5 m entre les poquets, de part et d'autre. Selon les cas, 0 à 3 sarclo-binages manuels sont effectués.

On récolte la plante entière qui est séchée puis séparée de la panicule. Le gardiennage est strict et la production est auto-consommée et vendue. Dans ce système il n'y a pas d'association de culture.

Technologies existantes pour la culture du sorgho de décrue

Ci-dessous sont décrites les principales techniques utilisées pour la culture du sorgho de décrue, ainsi que ses avantages et inconvénients.

- **Repiquage.** Le repiquage permet de limiter les attaques de sésamie, les dégâts des adventices et les contraintes hydriques.
- **Associations et rotations.** Les associations et les rotations permettent de limiter les attaques des insectes et d'atténuer les problèmes de pauvreté des sols.
- **Fertilisation localisée.** La fertilisation localisée permet de limiter la pauvreté des sols.
- **Broutage et démariage.** Le broutage et le démariage, réduisant la surface foliaire, permettent de limiter les effets de la sécheresse. Lors du broutage les animaux laissent sur le champ leurs déjections qui assurent une fertilisation des parcelles.
- **Date de semis.** Le respect du calendrier cultural permet de limiter les chutes de rendements consécutifs à la sécheresse.
- **Densité de semis.** L'augmentation de la densité de semis et le traitement chimique permettent de lutter contre la sésamie.
- **Lutte contre les adventices.** Le fauchage, le brûlis et la lutte chimique permettent de lutter contre les adventices.
- **Variétés adaptées.** Les variétés adaptées permettent de limiter les effets de la sécheresse, des ennemis et des fluctuations de crues. Les variétés hâtives limitent les effets d'une sécheresse de fin de cycle; certaines variétés *guinée* supportent les crues précoces dans la zone des lacs au Mali. Les variétés aristées et crossées permettent de lutter contre les oiseaux en facilitant l'emmailotement.
- **Traitement des semences.** Le traitement des semences permet de limiter les dégâts des ennemis des plantes (fonte de semis, charbon couvert, ravageurs de plantules).

Contraintes à la production du sorgho de décrue

Les contraintes au développement de la culture du sorgho de décrue peuvent être classées en trois groupes:

Contraintes abiotiques

Parmi les contraintes abiotiques, on peut retenir:

- La pauvreté des sols qui limite considérablement l'amélioration des rendements des variétés existantes.
- L'incertitude des périodes de décrue dont dépend la mise en place du semis.
- Les sécheresses en cours de végétation qui limitent l'activité photosynthétique et donc le rendement.

Contraintes biotiques

Les contraintes biotiques sont mises en exergue par l'insuffisance de variétés adaptées, combinant un haut potentiel de rendement, une bonne qualité technologique de grain et une tolérance aux stress hydrique, entomologique et physiopathologique. La pression des maladies mais surtout des insectes est liée au cycle cultural du sorgho de décrue au moment où il est le seul refuge possible restant pour les ennemis des cultures. Les principales contraintes biotiques sont :

- Le faible potentiel de productivité des variétés disponibles.
- Les insectes comme les foreurs des tiges, notamment la sésamie, et les insectes de la panicule.
- Les maladies, notamment les moisissures responsables de la mauvaise germination des graines, les charbons de la panicule et l'antracnose.
- Les mauvaises herbes.
- Les oiseaux granivores.

Autres contraintes

La divagation des animaux dans les champs de sorgho de décrue (qui sont à ces moments les seules parcelles couvertes de verdure) est source de conflits graves entre agriculteurs et éleveurs. La faible disponibilité des semences et la qualité farineuse des graines de la majorité des variétés de sorgho de décrue constituent autant de contraintes au développement de la culture.

L'inorganisation actuelle du marché du sorgho aura des conséquences certaines sur la relance de la production des sorghos de décrue. Aussi, la mise en œuvre du présent plan d'action doit s'accompagner d'une étude sur l'utilisation du sorgho en vue de valoriser davantage les augmentations de rendement attendues. Les aspects de transformation des graines de sorgho sous forme de produits agro-industriels de la régulation du marché doivent être considérés.

Besoins de recherche sur le plan des techniques culturales

Après avoir fait l'analyse des systèmes de culture du sorgho de décrue, des technologies existantes dans les différentes zones et de l'identification des contraintes, nous considérons que les besoins de recherche par rapport à la technologie de production sont:

- L'étude et la caractérisation agro-morpho-physiologique des écotypes de sorgho en contact avec les paysans pour une meilleure exploitation de ses potentialités.
- L'analyse des pratiques et de l'insertion de la culture du sorgho de décrue dans les systèmes de production (diagnostic des systèmes de culture).
- L'amélioration des techniques de protection du sorgho de décrue contre les ennemis (insectes, maladies et adventices).
- L'amélioration des techniques culturales (repiquage, fertilisation, maîtrise de l'enherbement, systèmes de couverture végétale morte, densité de semis, associations/rotations).
- L'amélioration des techniques de production et de conservation des semences de sorgho de décrue.
- L'appui aux organisations paysannes pour la production et la conservation des semences de sorgho.

- La coopération inter-régionale et internationale pour renforcer les moyens d'action sur les problématiques du sorgho de décru.

Activités proposées

- Identification et mise au point de variétés adaptées aux conditions de cultures.
- Identification et mise au point de techniques de protection contre les ennemis du sorgho de décru.
- Mise au point de techniques culturelles du sorgho de décru.
- Tests d'adaptation des technologies générées.
- Formation des paysans en matière de production et de conservation des semences.
- Formation/vulgarisation des technologies développées.
- Coordination des activités au niveau inter-régional.
- Valorisation des produits de sorgho de décru (transformation).
- Renforcement de la coopération Nord-Sud et Sud-Sud.

3. Caractérisation et amélioration des sorghos de décrue

S. Aly
M.Y. Ba
J. Chantereau
N. Cissé
I. Akintayo
D.A. M'Berry
S.O. R'Chid

Termes de références

- Définition des caractéristiques variétales des sorghos de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre.
 - Bilan des travaux d'amélioration déjà conduits sur ces sorghos.
 - Identification des besoins de recherche en matière d'amélioration variétale des sorghos de décrue.
 - Activités prioritaires.
-

Caractérisation du sorgho de décrue

Les sorghos de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre permettent le plus souvent d'assurer une production essentielle à la subsistance de populations dans des zones agricoles marginales où la possibilité de faire d'autres cultures est limitée. Les sorghos de décrue sont connus pour leur capacité de résistance à la sécheresse. D'une manière générale, ils sont capables de pousser dans des environnements climatiquement hostiles (absence prolongée de pluies, températures élevées, vents chauds et secs,...). Ils témoignent de facultés adaptatives remarquables insuffisamment étudiées.

Les sorghos de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre sont en grande majorité de race *durra*. Il existe cependant dans le delta intérieur du fleuve Niger au Mali des sorghos de décrue de type *guinée* et une partie des sorghos

repiqués du Cameroun et du Tchad sont des *durra* plus ou moins apparentés au *caudatum*.

La diversité des sorghos de décrue est grande en terme d'adaptation à des systèmes de cultures différents (cultures avec ou sans repiquage, cultures en saison sèche froide ou chaude, cultures en jours décroissants ou croissants, etc...). Elle est aussi importante en terme de forme de panicule et de type de grain (couleur, vitrosité, couverture par les glumes, etc...)

Travaux d'amélioration du sorgho de décrue

Les travaux d'amélioration des sorghos de décrue datent le plus souvent des années 60 et 70. Ils ont principalement consisté à faire des prospections puis des choix d'écotypes en privilégiant le rendement bien que ce critère se soit révélé peu effectif à la sélection. Aucun travail d'enquête auprès des paysans ne semble avoir été conduit alors pour mettre en relation la diversité des sorghos de décrue avec celle des systèmes de culture et celle de l'utilisation des récoltes aussi bien pour les hommes que les animaux.

Un certain nombre d'écotypes locaux sont en collection entre les mains de différentes structures de recherche, partenaires du développement ou ONG; il n'y a cependant pas de concertation pour savoir ce que chacun possède ou évalue. Il est suspecté que le matériel en collection est loin de représenter la diversité existante des sorghos de décrue chez les paysans.

Besoins en recherche

Des besoins en recherche variétale existent dans les domaines suivants :

- Inventaire des utilisateurs et des ressources génétiques concernant les sorghos de décrue.
- Caractérisation du matériel local en fonction des contraintes de production et d'utilisation.
- Constitution de base de données variétales.
- Evaluation et choix de matériel local.

- Amélioration d'écotypes.
- Pour chaque contribution nationale, évaluation des ressources existantes en terme d'utilisateurs et de ressources génétiques. Ce travail nécessite non seulement de rassembler le matériel déjà existant en collection mais aussi de faire des prospections.
- Caractérisation agro-morphologique approfondie du matériel rassemblé (collection + prospection). Il s'agit de décrire le matériel local pour des particularités définies en fonction des contraintes de production et d'utilisation. Ces contraintes discutées avec les paysans seront traduites en caractères à suivre de façon particulière. Le travail est à faire sur les lieux de l'utilisation des sorghos de décrue dans l'intérêt de construire une base multilocale et pluriannuelle.
- Rassemblement de l'information collectée et mise en forme de bases de données compatibles entre pays. Echange des bases de données entre pays.
- Conservation à un niveau local et international du matériel prospecté et caractérisé. Pour la conservation, prise en compte du caractère population des écotypes.
- Choix variétal opéré dans le matériel précédemment caractérisé en fonction des contraintes de production et utilisation. Association des paysans à ce travail de choix. Echange entre pays des variétés qui paraissent intéressantes pour les besoins nationaux propres. Expérimentation du matériel trié en interaction chercheur-paysan.
- Corrections des écotypes les plus intéressants pour un certain nombre de défauts (réduction de la taille, couverture du grain par des glumes longues, etc.).

Activités prioritaires

Une fois définis les besoins en recherche, on considère que les activités prioritaires sont les suivantes:

En matière d'inventaire:

- Inventaire et mobilisation des partenaires nationaux (instituts de recherche, ONG,...) et internationaux (Icrisat, Ipgri, Cirad, Réseau Sorgho,

etc.) déjà impliqués ou intéressés à la préservation ou l'utilisation des sorghos de décrue.

- Inventaire des ressources génétiques (RG) déjà en collection.
- Inventaire des RG existantes chez le paysan avec travail de prospection, collecte de variétés et demande d'informations variétales auprès de paysans.

En matière de caractérisation:

- Dans la vallée du fleuve Sénégal en Mauritanie et au Sénégal prévoir trois sites de caractérisation (haute, moyenne et basse vallée).

Identification des contraintes	Traduction en caractères
Faible disponibilité en eau	Précocité
	Enracinement
	Aptitude au repiquage
Attaque Sésamie	% attaque
	Teneur en sucre
	Caractéristique de la tige
Attaque oiseaux	Précocité
	Taille courte
	Aristation
	Couverture du grain par glumes
Aptitude à la transformation du grain	Grosseur du grain
	Vitrosité
	Couche brune
Aptitude à donner du fourrage	Biomasse végétative
	Teneur en sucre
	Caractère " stay green "
	Critère valeur fourragère

- Utilisation de l'aptitude des sorghos à s'adapter à leur environnement.

En matière de bases de données:

- Echange mutuel des bases de données après s'être entendu sur leur mode de constitution.
- Exploitation des bases pour l'identification de matériel répondant aux besoins exprimés.
- Classement du matériel en fonction de son aptitude à répondre aux variations naturelles des décrues.

En matière de conservation de matériel:

- Duplication des collections à l'Icrisat et assurance de leur conservation dans leur pays d'origine.

- Rénovation des collections et prospections dans des lieux sécurisés (clôture, irrigation d'appoint, etc.).
- Rénovation du matériel sur une base large (50 plantes par populations).

En matière d'évaluation variétale.

- Utilisation de la base de données pour le tri des écotypes.
- Travail avec les paysans sur le choix du matériel sur table.
- Mise en place des expérimentations en station du matériel retenu pour un suivi conjoint chercheurs et paysans. En plus, conduite de visites aux champs par des groupements paysans.
- Dans une seconde étape, test en milieu paysan du matériel répondant le mieux aux différentes contraintes de production et d'utilisation des paysans.

En matière d'amélioration.

- Choix des défauts et des écotypes à corriger en priorité.

4. Infrastructures traditionnelles de conservation et production des semences du sorgho de décrue

Niangaly Ousmane
A. Marti
A.O. Soulé

Termes de références

- Définition des méthodes traditionnelles de conservation des sorghos en Afrique de l'Ouest et du Centre.
- Définition des méthodes traditionnelles de production de semences.
- Identification des besoins de recherche sur la filière sorgho de décrue.

Infrastructures traditionnelles de conservation des semences

Types d'infrastructures

On rencontre 4 types d'infrastructures traditionnelles de conservation en fonction des zones agro-écologiques et de la durée de conservation.

On peut distinguer la **Djinna**, aussi connue comme Libsagh ou Kourkour, construite à base de tiges, de branches, de chaumes, d'arbustes, d'herbacés et de céréales (*Calotropis procera*, *Andropogon* spp, *Oryza barthii*, *Indigofera oblougifolia*, *Piliostigma rufescens*). La semence s'y conserve pendant une année. Ce type de grenier se rencontre dans les régions sèches.

Le **fawrou** ou Sourou, construit à base de banco, de bouses de vaches, de paille et de gravier. Le toit est fait en branches de *Calotropis* et de paille d'*Oryza barthii*. Il conserve la semence pendant plus de cinq ans. Ce type de grenier se rencontre dans la vallée et la zone humide.

Le **boua** ou elkata, construit à base de banco, de bouses de vaches, de paille et de gravier. Il se rencontre dans les zones humides et peut conserver la semence pendant un à deux ans.

Et finalement le **elghar**, c'est à dire la conservation en trou. Utilisé dans les zones sèches et sur les élévations, ce système conserve les semences pendant une année.

Outils de conservation

Comme outils de conservation on peut distinguer:

- Sac en cuir (haougara, miswid).
- Sac tissé en feuilles de palmier doum (Soun).
- Fûts métalliques.
- Petit grenier à l'intérieur de la maison.
- Sacs en polyéthylène et en jute.

Les produits de conservation

Comme produits de conservation on distingue:

- La cendre (ménagère ou de tiges de sorgho): traitement des semences.
- Les graines de *Boscia senegalensis*: traitement de grenier.
- Les graines des feuilles de neem: traitement de la culture.
- La bouse de vache: traitement de grenier.
- Les huiles et graisses animales: traitement des toits (de nos jours, à défaut d'huiles animales, on utilise des huiles de vidange).
- La tige de *Calotropis procera*: traitement du toit.
- La tige de tabac: traitement du sol.
- *Adenomum aubesum*: traitement des semences.

Techniques de conservation

Les principales techniques de conservation sont:

- Conservation de panicules suspendues à l'arbre ou dans la cuisine ou la case.

- Le brûlage des infrastructures de conservation à base de banco avant l'entreposage des graines.

Production de semences

Dans la plupart des pays, il existe un service officiel de production et de diffusion de semences sélectionnées certifiées. On constate de nos jours que ces services sont incapables d'assurer un approvisionnement en semences de toutes les espèces et en quantité suffisante, et que dans bien des cas ces structures étatiques ne sont plus fonctionnelles. Quand elles fonctionnaient, elles s'occupaient rarement de cultures marginales comme le sorgho de décrue. Ainsi, l'essentiel de la production et de la dissémination des espèces végétales est assurée par des paysans à travers des banques de semences ou même des marchés céréaliers et légumiers.

En effet, il existe dans les sociétés traditionnelles des familles ou des paysans chercheurs, producteurs et conservateurs qui ont une grande connaissance des cultures locales. La majorité des paysans s'approvisionnent en semences chez eux. Ces semences sont soit, de moins en moins, données gratuitement, soit troquées, soit, de plus en plus, vendues. Actuellement, cette fonction de paysan d'élite est menacée à cause de l'irrégularité climatique et de l'introduction de nouvelles variétés.

Besoins de recherche

En matière de conservation des semences

- Diagnostic participatif dans les grandes zones sorghicoles pour mieux connaître le savoir-faire traditionnel en matière d'outils, de matériels, de produits et techniques de conservation.
- Test au niveau des villages de l'efficacité de l'ensemble du savoir-faire traditionnel dans les conditions paysannes avec la participation effective des paysans.
- Amélioration des systèmes de conservation traditionnelle "in situ".
- Information large et diffusion des systèmes de conservation améliorés.

En matière de production de semences:

- Inventaire des systèmes locaux et classiques d'organisation et production de semences.
- Appui organisationnel et institutionnel aux groupements paysans.
- Mise en place d'un système amélioré et souple de production de semences qui prenne en compte le concept de semence chez le paysan.
- Formation des multiplicateurs locaux de semences.
- Appui à la mise en place de banques de semences et de gènes.
- Définition des modalités d'acquisition et de gestion des semences en fonction des réalités socioculturelles du milieu.
- Suivi des activités des banques de semences et de gènes.
- Organisation de foires de semences.
- Mise en place d'un système de prévision de décrue.

Objectifs stratégiques _____

Objectif stratégique 1:

Caractérisation et amélioration variétale. Production et conservation de semences

Activité 1: Caractérisation et développement de variétés productives et adaptées aux conditions éco-pédo-climatiques

Opérations envisagées:

- Collecte, évaluation, conservation et valorisation des ressources génétiques de sorgho de décrue.
- Identification des variétés locales performantes en vue de leur diffusion.
- Utilisation de méthodes conventionnelles et non conventionnelles pour mettre au point de nouvelles variétés productives et adaptées aux conditions environnementales et aux besoins des utilisateurs.
- Conduite des essais en stations et en milieu paysan.

Résultats attendus: Disponibilité de variétés performantes adaptées aux besoins des utilisateurs, aux conditions écologiques et de production.

Activité 2: Amélioration des échanges et tests régionaux de variétés

Opérations envisagées:

- Disponibilité des variétés prometteuses à tous les pays membres du réseau.
- Obtention des informations sur l'adaptabilité des variétés prometteuses sur l'ensemble de la région de culture.

Résultats attendus: Renforcement de la collaboration sud/sud et nord/sud.

Activité 3: Caractérisation et évaluation des variétés de sorgho de décru pour l'usage industriel

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes sont planifiées:

- Identification des qualités organoleptiques des grains de sorgho notamment pour le maltage, les pâtisseries et l'artisanat.
- Conduite de tests de diffusion des résultats auprès des industriels, des consommateurs et des restaurateurs de la place.

Résultats attendus: Développement de nouveaux produits pour les transformateurs et les consommateurs.

Activité 4: Caractérisation et évaluation des variétés de sorgho d'aptitude fourragère

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes sont planifiées:

- Inventaire des usages du sorgho dans l'alimentation animale.
- Identification des qualités organoleptiques des tiges, feuilles et grains de sorgho en vue d'une meilleure utilisation dans l'alimentation animale.

Résultats attendus: Développement de nouveaux produits pour l'alimentation animale.

Activité 5: Amélioration de l'approvisionnement des agriculteurs en semences

Les opérations suivantes permettront d'atteindre les objectifs de cette activité:

- Compréhension des mécanismes traditionnels de production, de conservation et de distribution de semences.

- Identification des outils et techniques traditionnels de conservation de semences.
- Approche paysanne en matière de ressources génétiques.
- Consolidation des méthodes et techniques traditionnelles de production des semences.
- Consolidation des outils et techniques traditionnels de conservation des semences.
- Développement d'un partenariat entre les paysans, les ONG, les Services de développement et la recherche en vue de consolider le circuit de semence.

Résultats attendus: Disponibilité de semences de qualité, préservation des ressources génétiques des sorghos de décrue.

Objectif stratégique 2:

Gestion durable des ressources naturelles

Activité 1: Amélioration de la participation des utilisateurs au processus de génération de technologie

Opérations envisagées:

- Amélioration de la communication entre les chercheurs et les utilisateurs y compris les partenaires au développement (ONG, etc.).
- Identification des besoins des utilisateurs concernant le sorgho de décrue.
- Développement de la recherche participative notamment dans le domaine de la création variétale.
- Conduite de tests en milieu paysan en étroite collaboration avec ces derniers.
- Disponibilité des variétés recherchées par les utilisateurs.

Résultats attendus: Augmentation du niveau de participation des utilisateurs des résultats de recherche dans le choix des pistes de solutions aux problèmes posés.

Activité 2: Mise au point de techniques de conservation, restauration et amélioration de la fertilité du sol

Opérations envisagées:

- Identification de fumures adaptées aux conditions de cultures de décrue.
- Identification des techniques d'application rationnelle de la fumure.
- Etude des possibilités d'utilisation des associations de cultures pour l'amélioration de la fertilité des sols.
- Tests en station et en milieu paysan des technologies existantes et développées.

Résultats attendus: Amélioration des conditions de culture du sorgho de décrue.

Activité 4: Mise au point de techniques de gestion des eaux en culture de décrue

Opérations envisagées:

- Détermination pour chaque zone de décrue des périodes optimales de mise en culture assurant une meilleure installation des cultures.
- Identification de pratiques culturales assurant un meilleur stockage de l'eau du sol.
- Identification de techniques de travail du sol assurant une meilleure valorisation des eaux disponibles.
- Tests en station et en milieu paysan des pratiques améliorées.

Résultats attendus: Meilleure utilisation des disponibilités en eau pour la culture du sorgho de décrue.

Objectif stratégique 3:

Mise au point de la lutte intégrée

Activité 1: Mise au point de techniques de lutte intégrée contre la sésamie et autres insectes nocifs au sorgho de décrue

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Identification des sources de résistance aux insectes, notamment à la sésamie, dans le germoplasme local de la région en vue de leur utilisation dans les schémas de sélection.
- Identification des techniques de lutte traditionnelles contre les insectes et vérification de leur efficacité.
- Identification d'extraits de plantes ou de molécules chimiques peu polluantes, de formules et de techniques de traitement efficaces (notamment des semences) contre la sésamie et les autres insectes nocifs au sorgho de décrue.
- Evaluation de l'impact sur les insectes ravageurs de pratiques culturales telles que l'augmentation de la densité de semis, le repiquage, le semis sur couverture végétale morte.
- Conduite de tests en station et en milieu paysan sur les technologies déjà disponibles et nouvellement générées.

Résultats attendus: Amélioration de la protection de la culture du sorgho de décrue contre les insectes.

Activité 2: Mise au point de techniques de lutte intégrée contre les maladies du sorgho de décrue (anthracnose et charbons)

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Identification des sources de résistance aux maladies notamment à l'anthracnose dans le germoplasme local en vue de leur utilisation dans les schémas de sélection.
- Identification des techniques de lutte traditionnelles contre les maladies et vérification de leur efficacité.
- Identification de molécules chimiques peu polluantes, de formules et de techniques de traitement efficaces (notamment de semences) contre les maladies du sorgho de décrue.
- Conduite de tests en station et en milieu paysan sur les technologies déjà disponibles et nouvellement générées.

Résultats attendus: Amélioration de la protection de la culture du sorgho de décrue contre les maladies.

Activité 3: Mise au point de techniques de lutte intégrée contre les adventices du sorgho de décrue

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Identification des techniques de lutte traditionnelles contre les mauvaises herbes et vérification de leur efficacité.
- Evaluation du fauchage, du brûlis activé par l'installation de graminées annuelles et de la lutte intégrée comme méthodes de lutte contre les adventices.
- Conduite de tests en station et en milieu paysan sur les technologies déjà disponibles et nouvellement générées.

Résultats attendus: Amélioration des conditions de culture du sorgho de décrue.

Objectif stratégique 4:

Formation, vulgarisation et stratégies de coopération

Activité 1: Formation des chercheurs, producteurs et vulgarisateurs

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Formation de courte durée des chercheurs et techniciens de recherche dans les Universités et Instituts de recherche.
- Formation continue des paysans et vulgarisateurs, y compris les agents des ONG, par les chercheurs.
- Organisation d'ateliers avec tous les partenaires.
- Organisation de visites inter-paysannes, de journées portes ouvertes, de conférences-débats.
- Organisation de tests de démonstration et de diffusion.
- Organisation d'échanges de variétés et d'expériences entre paysans.
- Publication des résultats de recherche et de développement.

Résultats attendus: La diffusion des résultats de la recherche et leur adoption par les utilisateurs sont améliorées.

Activité 2: Dynamisation du partenariat sud/sud et nord/sud

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Identification des domaines d'excellence des équipes de recherche du Nord et du Sud.
- Identification des centres d'intérêt des partenaires au développement et des industriels.
- Spécialisation des équipes de recherche selon leur centre d'intérêt pour les thèmes de recherche de développement.

- Développement des échanges de matériel végétal et d'expérience entre les partenaires.
- Développement d'activités conjointes entre les partenaires du Sud et du Nord, ainsi que de ceux du Sud entre eux.
- Développement des capacités humaines et matérielles des pays du Sud à maîtriser les biotechnologies nouvelles.

Résultats attendus: Meilleure organisation des efforts de recherche ; amélioration des capacités humaines dans les pays du sud.

Activité 3: Amélioration de l'utilisation du sorgho dans l'alimentation

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Diversification des plats à base de sorgho.
- Tests culinaires au niveau de tous les utilisateurs des résultats de recherche concernés par le sorgho.
- Diffusion de l'information avec tous les moyens disponibles.

Résultats attendus: Développement de nouvelles recettes culinaires et amélioration des recettes existantes chez les consommateurs.

Activité 4: Diversification des produits de transformation du sorgho pour l'alimentation humaine et animale

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Caractérisation des variétés de sorgho pour le maltage, la biscuiterie, les gâteaux.
- Evaluation la valeur fourragère des variétés de sorgho.
- Conduite de tests de diffusion des résultats auprès des industriels et des producteurs/éleveurs.

Résultats attendus: Développement de nouveaux produits et diffusion par les transformateurs.

Objectif stratégique 5:

Diversification de l'utilisation du sorgho de décrue. Augmentation de la demande

Activité 1: Documentation des utilisations actuelles du sorgho de décrue

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Inventaire des utilisations présentes du sorgho.
- Analyse des utilisations actuelles du sorgho dans l'alimentation.
- Diffusion des informations disponibles sur les utilisations actuelles du sorgho.
- Etude et analyse des vertus thérapeutiques du sorgho de décrue.

Résultats attendus: Valorisation des utilisations du sorgho de décrue.

Activité 2: Mise au point de nouveaux produits à base de sorgho, notamment de décrue

Pour atteindre les objectifs de cette activité, les actions suivantes seront planifiées:

- Amélioration des recettes culinaires existantes.
- Diversification des recettes culinaires du sorgho pour la restauration familiale et commerciale.
- Conduite de tests de diffusion des résultats auprès des consommateurs et des restaurateurs sur place.

Résultats attendus: Développement de nouveaux produits pour les consommateurs et les restaurateurs.

Reportage photographique



Acte d'inauguration de la première réunion internationale de travail sur la culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre. De gauche à droite: M. JOSEP FERRE, Directeur du Bureau Technique de Coopération de l'Agence Espagnole de Coopération Internationale en Mauritanie; M. ENRIQUE RUIZ MOLERO, Ambassadeur de l'Espagne en Mauritanie; M. ZEIDANE OULD SICI BOUBACAR, Secrétaire Général au Ministère de Développement Rural et de l'Environnement (MDRE); M. ADNAN AL FARES, Représentant de la FAO en Mauritanie et M. MAMA OUDOU YERO BESSE BA Directeur Adjoint de Recherche, Formation et Vulgarisation au MDRE (Nouakchott mars 2001).

Au premier plan, M. SY ALY du Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA) et M. BRAHIM KEBE du Bureau Régional pour l'Afrique de la FAO, lors de la réunion de travail à Nouakchott (Nouakchott mars 2001).





Au centre, M. JACQUES CHANTEREAU, du Cirad de Montpellier, et M. NDIAGA CISSÉ de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), spécialistes de l'amélioration de la culture du sorgho de décrue (Nouakchott mars 2001).

Au premier plan, M. AKINTAYO INUSSA du Réseau Ouest et Centrafricain de Recherche sur le Sorgho (ROCARS) et M. ALAIN RATNADASS du Cirad de Montpellier (Nouakchott mars 2001).



BERTRAND MATHIEU du Cirad de Montpellier et M. AHMEDOU OULD SOULÉ de l'École Normale Supérieure (ENS) de Nouakchott (Nouakchott mars 2001).



Au premier plan, M. ALHOUSSEINI BRETAUDEAU de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), travaillant à son ordinateur (Nouakchott mars 2001).

Réunion de travail au siège du Centre National de Recherche et Développement Agricole (CNRADA) à Kaédi. M. SY ALY est en train d'exposer les travaux de cette station expérimentale sur le sorgho de décrue aux autres membres de l'équipe de travail (Kaédi, mars 2001).



Les membres du groupe de travail sur la définition et harmonisation des terminologies existantes concernant le sorgho de décrue travaillant à Kaédi. Dans le sens des aiguilles d'une montre: M. ALAIN RATNADASS du Cirad de Montpellier; Mme HELENA GÓMEZ MAC PHERSON de la Division de la Production Végétale et de la Protection des Plantes de la FAO; M. JORDI COMAS de l'Université Polytechnique de Catalogne (UPC); M. ERIC FRADIN de la ONG Acción Contra el Hambre; M. ALHOUSSEINI BRETAUDEAU de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA); M. NGIAGA CISSÉ de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA); M AKINTAYO INUSSA du Réseau Ouest et Centre Africain de Recherche sur le Sorgho (ROCARS); et M. BERTRAND MATHIEU du Cirad à Montpellier (Kaédi mars 2001).



Agriculteurs dans un champs de sorgho de décrue dans un oualo près de Kaédi en Mauritanie.

Discussion entre les paysans et les chercheurs sur le terrain, à côté d'une plantation de sorgho de décrue dans un oualo près de Kaédi (mars 2001).





Un âne broutant dans un oualo cultivé de sorgho de décrue.

Une partie des participants à la réunion sur le terrain à côté du fleuve Sénégal lors de leur séjour dans le Gorgol (mars 2001).

