



## **Le sorgho en Afrique : opportunités et priorités de recherche.**

Eva Weltzien, Institut international de recherches sur les cultures des zones tropicales semi-arides, Mali.

Commandée par le CTA.

### **Introduction**

Originaire d'Afrique, le sorgho (*Sorghum bicolor*) demeure l'une des principales cultures vivrières pour des millions d'Africains, principalement des petits exploitants agricoles et leurs familles. Les blocs économiques régionaux et les grandes organisations continentales l'ont également identifié comme l'un des produits de base prioritaires pour le développement de la chaîne de valeur dans le cadre du processus de transformation agricole qui a lieu en Afrique et en vertu du Programme détaillé de développement de l'agriculture africaine (PDDAA). Le sorgho est cultivé dans diverses zones agroécologiques : que ce soit en haute altitude ou dans les basses terres sèches, dans la savane soudanienne ou dans les régimes d'humidité résiduelle aux confins du désert du Sahara, sur les sols acides dégradés présentant des niveaux toxiques d'aluminium ou dans les systèmes d'irrigation très intensifs. Il produit généralement des grains très durs (de type cristallin) qui facilitent le stockage et est utilisé sous diverses formes. Il est employé à des fins multiples, notamment pour l'alimentation animale, les matériaux de construction et la production d'énergie.

Le sorgho est une culture résistante à la sécheresse : il est adapté aux températures élevées, aux sols peu fertiles (notamment à faible teneur en phosphore), aux sols à faible pH ou aux niveaux toxiques d'aluminium, aux sols sableux profonds ou aux sols noirs argileux profonds (vertisols). De plus, il peut être cultivé tant sur des sols gorgés d'eau que sur sol exploitant uniquement l'humidité résiduelle stockée dans les profondeurs. Certaines variétés de sorgho arrivent à maturité 75 jours après semis, tandis que pour d'autres, cela peut prendre six mois ou plus. De même, les caractéristiques des grains de sorgho sont très diverses : certains peuvent être facilement stockés pendant plusieurs années avant d'être consommés. Ainsi, dans un avenir façonné par le changement climatique, le sorgho présente un fort potentiel pour le développement de l'Afrique, car ce dernier impose une utilisation plus efficace des ressources disponibles. En raison du peu d'intrants qu'il nécessite et de sa stabilité de rendement dans des conditions défavorables, le sorgho pourrait devenir une culture de choix dans certaines régions. Le sorgho commence également à être perçu comme une céréale d'avenir importante en dehors de l'Afrique.

Les types de sorgho cultivés sont classés en cinq grandes races, principalement en fonction de la forme des grains et des caractéristiques des fleurons. En Afrique, ces races sont réparties de façon relativement distincte. Les analyses de la diversité génétique (Morris *et al.*, 2013) utilisant des marqueurs génétiques confirment nettement l'importance des différences génétiques entre ces races. Bien que les cinq races et leurs formes intermédiaires continuent à être cultivées en Afrique, dans le

monde, la culture du sorgho se centre principalement sur deux races, le caudatum et le kafir, qui servent de base pour exploiter la vigueur hybride aux États-Unis, en Inde et en Australie.

### **Opportunités d'amélioration de la productivité du sorgho en Afrique**

Dans plusieurs pays, les producteurs de sorgho ont récemment réussi, par différents moyens, à améliorer et à stabiliser la productivité du sorgho dans certains contextes de production spécifiques à l'Afrique.

#### **1. Hybrides de sorgho de race guinea dans la savane soudanaise d'Afrique occidentale**

Les premiers hybrides de sorgho obtenus à partir de plantes mères de race guinea d'Afrique occidentale ont été créés en vue d'accroître la sécurité alimentaire et les revenus des agriculteurs grâce à l'amélioration des rendements. Huit hybrides, six variétés expérimentales à pollinisation libre et une race primitive de contrôle particulièrement adaptée ont été évalués dans le cadre de 27 expériences menées par des agriculteurs et de 2 essais de rendement sur le terrain au Mali, en Afrique occidentale (AO) (2009 à 2011). Les hybrides présentent la même sensibilité à la photopériode que la race primitive de contrôle guinea, particulièrement adaptée. Les différences de rendement en grains entre les races étaient très significatives et plus importantes que l'élément de variance interaction génotype-environnement. La supériorité de rendement des hybrides individuels, comparés à la race primitive de contrôle, variait entre 14 et 38 % en moyenne dans tous les environnements. Les trois hybrides présentant le plus fort rendement affichaient un rendement de 30 % supérieur pour les niveaux de productivité, avec des gains de productivité absolus équivalents, en moyenne, à 450 kg ha<sup>-1</sup> dans des conditions de faible productivité (1,0 à 1,5 t ha<sup>-1</sup>) et à 700 kg ha<sup>-1</sup> dans des conditions de forte productivité (2,0 à 3,5 t ha<sup>-1</sup>). Étant donné que ces hybrides impliquaient une sélection de faible intensité avec un nombre limité de plantes mères, une meilleure sélection des hybrides pourrait permettre d'obtenir des rendements encore supérieurs (Rattunde *et al.*, 2013).

#### **2. Transfert des QTL (locus à caractère quantitatif) de résistance au Striga dans les variétés sensibles les plus cultivées au Soudan**

Dernièrement, des scientifiques soudanais ont réussi à rendre certaines variétés locales de sorgho (Tabat et Wad Ahmed) et la souche généalogique AG8 résistantes au Striga, par introgression de 5 petites régions génomiques associées à une meilleure résistance au Striga et dérivées de la souche N13 – issue de la race de sorgho durra. Il s'agit des premiers produits de sélection assistée par marqueurs à être créés en Afrique et destinés aux agriculteurs africains (Abdallah H. Mohamed, Rasha Ali *et al.*, non publié).

#### **3. Stratégie de sélection pour l'adaptation aux sols à faible teneur en phosphore**

En Afrique occidentale, le sorgho est généralement cultivé sans engrais, ou avec une quantité limitée, sur des sols à faible teneur en phosphore. L'évaluation du rendement en grains de 70 génotypes de sorgho différents dans des conditions -P (sans apport de phosphore P) et +P à deux endroits au Mali sur une période de 5 ans a fourni des indications détaillées. La variation génétique du rendement en grains dans des conditions -P, la faisabilité et la nécessité des analyses variétales de sorgho en termes de rendement en grains dans des conditions -P ont été évaluées. Dans des

conditions de faible teneur en phosphore, les dates d'épiaison ont été retardées de 0 à 9,8 jours et des baisses de rendement en grains (de 2 à 59 %) et de hauteur de plantes (de 13 à 107 cm) ont été observées dans les essais -P comparés aux essais +P. De fortes estimations de variance génétique et d'héritabilité au sens large ont été trouvées pour le rendement en grains dans les deux environnements -P ( $h^2 = 0,93$ ) et +P ( $h^2 = 0,92$ ). La corrélation génétique des performances de rendement en grains entre les conditions -P et +P était élevée ( $r_G = 0,89$ ), ce qui suggère que les variétés de sorgho d'Afrique occidentale présentent généralement une bonne adaptation aux faibles teneurs en phosphore. Cependant, une interaction croisée génotype-phosphore a été observée entre certains des génotypes affichant les plus forts rendements issus des ensembles sélectionnés -P et +P, la variété IS 15401 présentant une adaptation toute particulière à -P. Le gain d'efficacité prévisionnel était de 12 % en cas de sélection directe pour le rendement en grains dans des conditions -P par rapport à la sélection indirecte dans des conditions +P. Ainsi, la sélection dans des conditions -P devrait s'avérer utile pour l'amélioration du sorgho en Afrique occidentale et devrait permettre de recommander aux agriculteurs des variétés de sorgho spécialement adaptées. En Afrique occidentale, les agricultrices ont tendance à cultiver les sols les moins fertiles (Leiser *et al.*, 2012).

#### **4. Sélection récurrente pour l'amélioration du peuplement**

Dans le cadre d'une tentative visant à conserver les différentes variétés de sorgho cultivées tout en créant une base pour le développement de nouvelles variétés améliorées, des équipes de scientifiques du Mali et du Burkina Faso ont créé plusieurs peuplements dits « à pollinisation au hasard », essentiellement constitués de variétés locales de sorgho originaires d'Afrique occidentale. Dans ces peuplements, le croisement extérieur est plus fréquent que la normale, car les plantes ont un gène unique qui rend les plantes homozygotes mâles stériles, entraînant la création de nouvelles combinaisons de caractéristiques à chaque cycle de croissance. Les agriculteurs ont aidé à choisir les lignées parentales et les variétés locales. Quatre peuplements ont été développés au Burkina Faso et deux au Mali, chacun issu de huit à quinze variétés locales et trois à quatre lignées améliorées de sorgho. Chaque peuplement a été semé pendant deux à trois générations successives dans la région cible. Les agriculteurs ont géré les peuplements dans leurs champs, identifié les plantes mâles stériles pendant la floraison et la récolte et réalisé une évaluation et une classification préférentielles des panicules mâles stériles (vom Brocke *et al.*, 2010).

#### **5. Réintroduction de variétés locales dans des zones où elles avaient été abandonnées**

Le sorgho est l'une des principales cultures vivrières au Burkina Faso, où les agriculteurs continuent à cultiver des variétés locales de guinea sensibles à la photopériode dans le cadre de la stratégie visant à atténuer les risques et à assurer la stabilité des rendements. Toutefois, dans la région de la Boucle du Mouhoun, les cultivateurs de sorgho semblent avoir un choix variétal insuffisant, car les systèmes de culture ont évolué vers une culture plus intensive du coton et du maïs et les précipitations ont diminué au cours de la dernière décennie. En quête de nouvelles options variétales pour ce contexte en pleine évolution, les chercheurs ont décidé d'offrir aux agriculteurs un accès aux collections nationales ex-situ ainsi que la possibilité d'évaluer les variétés récemment améliorées. De 2002 à 2007, les chercheurs et les agriculteurs ont travaillé en étroite collaboration en vue de mettre en place des essais sur le terrain, notamment des tests de sélection variétale, des

essais de gestion des cultures et des essais réalisés sur plusieurs sites. Les choix des agriculteurs variaient selon les groupes, les villages et les années, à l'exception de quatre variétés locales particulières : deux collectées dans la région du Mouhoun plus de 30 ans auparavant et deux provenant de zones agroécologiques différentes du Burkina Faso. Les critères de sélection des agriculteurs étaient axés sur l'adaptation aux conditions agroclimatiques, ainsi que sur des qualités spécifiques des grains destinés à la transformation et à la consommation. L'utilité potentielle de chaque variété a été contrôlée par des essais à différents endroits. La large diffusion des semences expérimentales à l'échelle nationale a en grande partie été rendue possible grâce à la collaboration avec une organisation paysanne puissante et à des programmes de formation des agriculteurs axés sur la production sur le terrain et la commercialisation des semences (vom Brocke *et al.*, 2013).

#### **6. Essai variétal participatif en faveur de l'adaptation locale et de la productivité**

Le développement variétal du sorgho nécessite de réaliser des essais à différents endroits afin de connaître la capacité d'adaptation et de rendement. En Afrique occidentale, l'adaptation à des zones spécifiques de répartition des précipitations est cruciale, mais la plupart des pays ne disposent pas des capacités suffisantes pour effectuer de tels essais, notamment en termes de stations de recherche. Nous avons élaboré un essai et l'avons mis en œuvre en expérimentant le partage des rôles et des responsabilités entre les agriculteurs, les ONG et les chercheurs, ce qui a permis de réaliser une différenciation variétale efficace dans l'environnement cible et dans tout un éventail de conditions de production au sein d'une zone. La participation des agriculteurs à un stade précoce a permis d'évaluer de nombreuses autres caractéristiques qui sont essentielles au succès d'une variété. Grâce à cette approche, plusieurs variétés et cinq hybrides ont été diffusés au Mali (Weltzien *et al.*, 2008).

#### **7. Exploiter la sensibilité à la photopériode pour accroître la stabilité des rendements**

En Afrique occidentale, les variétés locales de sorgho fleurissent entre 60 et 180 jours après semis. La durée de pousse varie en fonction de la longueur de la saison des pluies. La sensibilité à la photopériode détermine le déclenchement de la période de floraison et modifie les taux de développement. Sous la lumière naturelle, la photopériode influence à la fois le taux apical d'apparition de la feuille et le début du processus de floraison. Le taux apical stable d'apparition de la feuille – lors de l'émergence de la plante ou au début de la montaison en réponse aux conditions environnementales (notamment la lumière) – détermine également le taux de croissance de la panicule (Clerget *et al.*, 2007).

#### **8. Agriculteurs et diffusion de semences de variétés créées conjointement**

La tendance veut que la diffusion des semences des variétés améliorées soit réalisée par le secteur semencier formel. Autrement dit, ce sont généralement les producteurs de semences privés qui vendent aux agriculteurs, ou dans les cas où le secteur privé des semences n'est pas bien établi, ce sont les entreprises semi-publiques qui assurent cette fonction. Cependant, dans la plupart des pays africains, l'industrie semencière privée est peu développée et concentre ses activités sur les cultures commerciales adaptées à la sélection des hybrides.

Dans le monde, entre 80 à 90 % des semences sont soit produites par les agriculteurs eux-mêmes, soit acquises par le biais du secteur semencier informel (Almekinders & Louwaars, 2002). L'absence de semences de nouvelles variétés contribue aux faibles taux d'adoption de nouvelles variétés de sorgho dans de nombreux pays.

La participation des agriculteurs à la sélection peut également susciter des innovations en matière de stratégies de distribution et de diffusion des semences. Les expériences réalisées dans le cadre des programmes de sélection variétale participative suggèrent que la simple participation des agriculteurs à des essais de variétés n'est pas suffisante pour créer les conditions propices à une diffusion rapide des graines de ces variétés. La diffusion par des canaux informels a tendance à être relativement lente, surtout si elle s'accompagne d'une diffusion des informations sur les nouvelles variétés peu rapide.

Ainsi, les programmes de sélection végétale participative (SVP) prévoient souvent des activités spécifiques en faveur de la diffusion rapide des semences au groupe cible d'agriculteurs. Les programmes de SVP – dont certains aspects visent l'autonomisation des agriculteurs – peuvent avoir pour objectif la création d'institutions locales ou d'organisations capables de promouvoir ces activités, si possible sans apporter leur concours aux projets, par exemple par le biais de coopératives semencières d'agriculteurs ou d'entreprises semencières locales. Toutefois, pour une adoption rapide et un large impact de l'utilisation des variétés nouvellement identifiées, les programmes de SVP œuvrent souvent en partenariat avec des ONG, des organisations communautaires ou des services de vulgarisation en vue de diffuser rapidement et à grande échelle des petits paquets de semences parmi le groupe cible d'agriculteurs (Christinck *et al.*, 2005).

## **9. Lutter contre le Striga : série de vidéos d'agriculteurs à agriculteurs**

Le Striga est une mauvaise herbe parasite qui attaque la plupart des céréales, en particulier dans les champs où les sols sont peu fertiles. Cette herbe prolifère rapidement et produit des milliers de toutes petites graines qui survivent pendant de nombreuses années dans le sol et qui ne commencent à germer que lorsque des racines de céréales poussent à proximité. Les agriculteurs ont utilisé l'expérience du programme Farmer Field School en matière de développement intégré efficace et rentable de solutions de lutte contre le Striga pour créer dix vidéos de 10 à 12 minutes expliquant les avantages des techniques individuelles de lutte contre le Striga et les options permettant leur intégration, le tout du point de vue des cultivateurs de sorgho ou de millet perlé. Ces vidéos sont disponibles sur le site <http://www.accessagriculture.org/fr/> dans plusieurs langues africaines.

## ***Établir des priorités de recherche en faveur de l'amélioration du sorgho***

Les caractéristiques génétiques prioritaires pour la recherche et le développement futurs du sorgho sont essentielles à l'établissement de critères de sélection. Il est nécessaire de bien connaître et comprendre la base de germoplasmes et de sélectionner avec soin les variétés particulières, et ce en exploitant les connaissances dont disposent les partenaires au sujet des options possibles. Ce processus passe forcément par la consultation des parties prenantes locales, par des discussions appropriées avec les agriculteurs pour savoir quelles sont les

variétés les plus adaptées et par la prise en compte des connaissances locales pour guider la sélection finale. Le degré de diversité variétale est critique.

L'identification des principaux rôles et responsabilités des partenaires est souvent ignorée avant la planification des activités. Lorsque l'on envisage une approche participative de la sélection végétale, il convient de garder à l'esprit que les options de partage des responsabilités peuvent avoir des impacts majeurs sur les résultats et les objectifs. Le choix doit par exemple être dicté par la nécessité de renforcement des capacités ou de conservation de la diversité (Christinck *et al.*, 2005).

## Conclusions

Il est possible de développer de nouvelles variétés de sorgho répondant aux besoins spécifiques des exploitants – comme améliorer les rendements tout en conservant le type de grains préféré par les cultivateurs ou améliorer les rendements des sols peu fertiles. La demande future du marché, à la fois régional et international, devrait également orienter le programme de recherche et de développement du sorgho et les consultations ne devraient pas se limiter aux discussions avec les agriculteurs. Elles devraient également inclure les agrotransformateurs et autres agroentrepreneurs impliqués dans la chaîne de valeur du sorgho. Les autres facteurs qui devraient guider le programme de R&D comprennent la variabilité climatique, les besoins alimentaires et nutritionnels et la disponibilité des ressources. Les agriculteurs peuvent apporter leur contribution en travaillant avec des scientifiques sur l'identification précise des priorités d'amélioration et en exploitant leurs compétences pour la sélection des panicules et l'évaluation des différentes variétés. Les agriculteurs bien organisés et à même de collaborer pourraient également devenir des entrepreneurs semenciers et des acteurs plus importants dans d'autres segments de la chaîne de valeur du sorgho.

## Bibliographie

Almekinders, C.J.M. et Louwaars, N.P. 2002. « The importance of the farmers' seed systems in a functional national seed sector ». *Journal of New Seeds* 4 (1-2), 15-33.

Brocke, K. vom, Trouche, G., Weltzien, E., Barro-Kondombo, C.P., Gozé, E. et Chantereau, J. 2010. « Participatory variety development for sorghum in Burkina Faso: farmers' selection and farmers' criteria ». *Field Crops Research* 119 (1), 183-194.

Brocke, K. vom, Trouche, G., Weltzien, E., Kondombo-Barro, C.P., Sidibé, A., Zougmore, R. *et al.* 2013. « Helping farmers adapt to climate and cropping system change through increased access to sorghum genetic resources adapted to prevalent sorghum cropping systems in Burkina Faso ». *Experimental Agriculture* 50 (02), 284-305.

Christinck, A., Weltzien, E. et Hoffmann, V. 2005. *Setting breeding objectives and developing seed systems with farmers: a handbook for practical use in participatory plant breeding projects*. Margraf Verlag, Weikersheim, Allemagne.

Clerget, B., Rattunde, H.F.W., Dagnoko, S. and Chantereau, J. 2007. « An easy way to assess photoperiod sensitivity in sorghum: relationships of the vegetative-phase duration and photoperiod sensitivity ». *Journal of SAT Agricultural Research* 3 (1), 1-3.

Leiser, W.L., Rattunde, H.F.W., Piepho, H.P., Weltzien, E., Diallo, A. and Melchinger, A.E. 2012. « Selection strategy for sorghum targeting phosphorus-limited environments in West Africa: analysis of multi-environment experiments ». *Crop Science* 52 (6), 2517-2527.

Morris, G.P., Punna Ramu, Deshpande, S.P., Hash, C.T., Trushar Shah, Upadhyaya, H.D. *et al.* 2013. « Population genomic and genome-wide association studies of agroclimatic traits in sorghum ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110 (2), 453-458.

Rattunde, H.F.W., Weltzien, E., Diallo, B., Diallo, A.G., Sidibe, M., Touré, A.O. *et al.* 2013. « Yield of photoperiod-sensitive sorghum hybrids based on Guinea-race germplasm under farmers' field conditions in Mali ». *Crop Science* 53 (6), 2454-2461.

Weltzien, E., Kanouté, M., Toure, A., Rattunde, F., Diallo, B., Sissoko, I. *et al.* 2008. « Participatory identification of superior sorghum varieties using multi-location trials in two zones in Mali ». *Cahiers Agricultures* 17 (2), 134-139.

--

Publié par le CTA, <http://knowledge.cta.int/>  
Rédactrice en chef : J.A. Francis, CTA

Citation : CTA 2014. <http://knowledge.cta.int/fr>, "auteur" consulté le "date."

Copyright CTA 2014. Les articles et documents publiés sur Connaissances pour le développement <http://knowledge.cta.int/fr> peuvent être reproduits librement, à condition que le nom des auteurs et la source soient clairement indiqués.