

Deuxième article : Démarche d'intégration du changement climatique dans l'amélioration de la production céréalière des savanes sèches du Togo

Par : T. Gnon et O. Y. Azouma

Pages (pp.) 12-25.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)
Numéro Spécial Productions Agricoles & Technologies (PAT) – Décembre 2018

Le BRAB est en ligne (on line) sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Programme Information Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : brabinrab@yahoo.fr / craagonkanmey@yahoo.fr

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie deux (02) numéros par an mais aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)

01 BP: 884 Cotonou 01 Recette Principale– Tél.: (+229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59

E-mail: brabinrab@yahoo.fr, brabpisbinrab@gmail.com, craagonkanmey@yahoo.fr – République du Bénin

Editeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication :

Directeur de rédaction et de publication : Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, Directeur de Recherche (CAMES)

Secrétaire de rédaction et de publication : Dr. Ir. KPERA-MAMA SIKA Gnanki Nathalie, Chargé de Recherche (CAMES) et Dr Ir. Sèchéchè Charles Bertrand POMALEGNI, Assistant de recherche

Membres : Dr Ir. Adolphe ADJANOHOUN, Directeur de Recherche (CAMES), Dr DMV Olorounto Delphin KOUDANDE, Directeur de Recherche (CAMES) et Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche (CAMES)

Conseil Scientifique : Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Ecologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakaï Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Gauthier BIAOU (Economie, Bénin), Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Economie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Sénégal)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Démarche d'intégration du changement climatique dans l'amélioration de la production céréalière des savanes sèches du Togo

T. Gnon² et O. Y. Azouma³

Résumé

Les rendements du maïs, du sorgho et du riz sont en baisse constante et en dessous des moyennes nationales dans les champs des paysans en savanes sèches du Togo. L'objectif de l'étude était d'évaluer les potentialités des variétés plus productives en zone agroécologique des savanes sèches au Togo. La Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP) a permis le diagnostic des causes de bas rendements céréalières dans huit villages choisis à partir de critères raisonnés. Face aux causes, des essais multilocaux de variétés améliorées de maïs, sorgho et riz comparées aux locales ont été conduits en dispositif de blocs aléatoires complets au sein de six à treize villages. Les résultats ont montré que les anomalies climatiques et l'usage de semences inappropriées par plus de 90% des producteurs ont constitué 20% des facteurs causaux des bas rendements en céréaliculture paysanne. Ils ont été responsables de 81% des effets néfastes vécus par les ruraux en savanes sèches togolaises. Les principaux effets ont porté sur les pertes de cultures, la réduction de plus de 50% des rendements et l'allongement de la période de famine de plus de quatre mois. Les rendements moyens obtenus en tonnes/hectare de maïs, sorgho et riz paddy ont varié respectivement de $1,34 \pm 0,01$ à $2,88 \pm 0,24$, $0,74 \pm 0,01$ à $1,82 \pm 0,00$ et $3,12 \pm 0,84$ à $3,89 \pm 0,73$. Les rendements des variétés améliorées ont été supérieurs de 25 à 192% à ceux des témoins. Face aux variabilités climatiques, pour l'amélioration de la production céréalière dans les savanes sèches du Togo, les agriculteurs doivent utiliser prioritairement plus de variétés extra précoces et les précoces au nord et les moyennement précoces et tardives au sud dont les rendements sont identifiés plus stables en conditions de sécheresse. Une meilleure gestion d'adventices envahissant les champs céréalières peut garantir la supériorité des rendements des variétés améliorées. En revanche, l'étude des conditions de valorisation des adventices pouvant améliorer cette supériorité est nécessaire pour renforcer le continuum élaboré.

Mots clés : Togo, savanes sèches, changement climatique, céréales adaptées, sécurité alimentaire.

Climate change integration step in the improvement of the cereal production in dry savannas of Togo

Abstract

Yields of corn, sorghum and rice are in steady decline and below the national average in farms in dry savannas in Togo. The study aimed to measure the potential of varieties that are more productive in agroecological zone of the dry savannas in Togo. The Accelerated Participatory Research Method (APRM) enabled the diagnosis of the causes of low cereal yields in eight selected villages based on reasoned criteria. With regard to the causes, multilocal tests of improved varieties of corn, sorghum and rice compared to the local ones were conducted in device of complete random blocks within six to thirteen villages. The results showed that climate changes and the use of inappropriate seeds by more than 90% of producers formed 20% of the causal factors of low yields in peasant cereal farming. They were responsible for 81% of the adverse effects experienced by rural residents in Togolese dry savannas. The main effects were losses of crops, reduction of more than 50% of the returns and the extension of the period of starvation to more than 4 months. Average yields achieved in tons/ha of corn, sorghum and rice paddy ranged respectively from 1.34 ± 0.01 to 2.88 ± 0.24 , 0.74 ± 0.01 to 1.82 ± 0.00 and 3.12 ± 0.84 - 3.89 ± 0.73 . The yields of improved varieties were 25 to 192% higher than those of the control varieties. Considering the climate variability, to improve grain production in the dry savannas of Togo, the farmers are in due to take more the extra early and the early ones in the North and the moderately early and the late ones in the South varieties whose returns have been proved

² Ir. Tchein GON, ONG PARCADOP, B.P. 109, Bassar & Laboratoire de Recherche sur les Agroressources et la Santé Environnementale, École Supérieure d'Agronomie (ESA), Université de Lomé (UL), E-mail : tcheingnon@yahoo.fr, Tél. : (+228) 90108577, République du Togo

³ Dr Ir. Ouézou Yaovi AZOUMA, Maître de Conférences, Département de Génie Rural et Machinisme Agricole, ESA/UL, BP 1515 Lomé, E-mail : azouma@yahoo.com Tél. : (+228)22254197, République du Togo

more stable in drought conditions should be primarily used. A better management of weed invading the cereal fields is able to ensure the superiority of improved varieties. On the other hand, the studies of the conditions of valorization of the weeds necessary to improve this superiority are needed to reinforce the elaborated continuum.

Key words: Togo, dry savannas, climate change, adapted cereals, food security.

INTRODUCTION

Au Togo, la culture des céréales (maïs, sorgho, mil, riz et fonio) occupe plus de 842.000 ha soit environ 71 % des superficies cultivées (ITRA, 2003) et de ce fait, constitue des importantes sources alimentaires et de revenus. Cependant, au cours de ces dernières décennies, les rendements moyens dans les champs des paysans sont en baisse continue et inférieurs aux moyennes nationales : 0,8 t/ha pour le sorgho, 1,1 t/ha pour le maïs et 2 t/ha pour le riz paddy (Fakorede *et al.*, 2003 ; ITRA, 2003 et 2007b ; PAM, 2010). En conséquence, l'insécurité alimentaire est permanente d'une année à l'autre par suite des productions insuffisantes et irrégulières. Plus de 50% des ménages sont réduits à consommer un seul repas par jour durant 4 à 6 mois au cours de la période de soudure (PARCADOP, 2007).

D'autres analyses ont incriminé le changement climatique (Houndenou, 1999 ; Ben Slimane, 2008 ; Hountondji, 2008 ; Noufe, 2011). L'irrégularité des répartitions temporelles des précipitations et l'hétérogénéité de leur distribution spatiale constituent aujourd'hui les caractéristiques essentielles de la pluviométrie au Togo (Adéwi *et al.*, 2010). En plus, les débuts irréguliers de la saison pluvieuse et les fréquentes pauses de sécheresse affectent le calendrier cultural (Ouédraogo, 2007). Cependant, les rendements des céréales peuvent ils être améliorés dans les savanes sèches du Togo en tenant compte du changement climatique ?

Les objectifs spécifiques de l'étude ont été les suivants :

- évaluer les impacts du changement climatique sur la durée de la période de soudure et sur l'insuffisance alimentaire au sein des ménages des agriculteurs ;
- expérimenter les variétés améliorées de maïs, de sorgho et de riz plus précoces et productives capables de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques ;
- proposer une stratégie d'autosuffisance céréalière des ménages en prenant en compte le changement climatique.

CADRE GÉOGRAPHIQUE DES SAVANES SÈCHES : ZONE DE L'ÉTUDE

De la stratification des zones agro-écologiques réalisée par l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA, 2007a), les savanes sèches du Togo se situe entre les parallèles 9°25 et 11° de latitude Nord et les méridiens 0° et 1° de longitude Est (Figure 1). Elle est limitée au nord par le Burkina Faso, à l'Ouest par le Ghana, à l'Est par le Bénin et au Sud par la savane humide.

Elle a une superficie de 20.321 km² et une population de 1.317.000 habitants au sud avec une densité de 60 habitants au km², puis une densité 90 habitants au km² au nord (MERF, 2009 ; PNUD, 2012). La pluviométrie est de 1.300 à 1.000 mm/an du sud au nord (Atato *et al.*, 2012) avec un climat soudano-guinéen (sud) et tropical au nord. Les températures dans les savanes sèches du Togo varient de 39 à 17°C en saison sèche et de 34 à 22°C en saison de pluies (ITRA, 2007a).

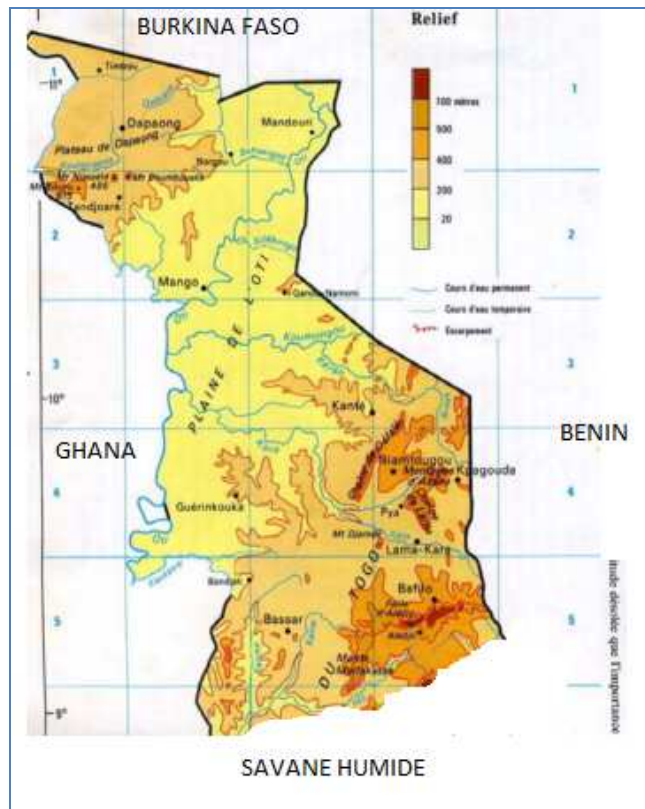


Figure 1. Carte des savanes sèches du Togo (ITRA, 2007a)

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Les matériels utilisés lors de l'étude ont concerné le matériel végétal expérimenté et un matériel de diagnostic participatif adapté aux entretiens avec les producteurs qui sont majoritairement analphabètes.

Le matériel Végétal était composé de semences des variétés améliorées et locales suivantes dont :

- pour le maïs, les quatre variétés Poza Rica 8443 SR, Ikenne 9449 SR, Pirsaback EV8430 SR, POOL 18 et Obatampa, puis la variété locale témoin était Bankan ;
- pour le sorgho, les trois variétés Sorvato 1, Sorvato 41 et Sorvato 28, puis la variété locale témoin était Idimane ;
- pour le riz, la variété améliorée de riz pluvial NERICA 8 et la variété locale témoin était Agona.

Le matériel de diagnostic participatif (DP) était constitué d'un tableau d'affichage, de papiers kaki, de petites fiches cartonnées, des marqueurs, de papiers de conférence et de petits cailloux devant servir à consigner les notes et donner les scores de classification des résultats.

Méthodologie

La Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP) ou Diagnostic Participatif (DP), a été identifiée et retenue pour sa particularité à être moins chère, rapide, flexible (Ellsworth *et al.*, 1992 ; Bonfoh *et al.*, 2013) et orientée vers un dialogue avec les paysans pour mieux prendre en compte leurs préoccupations (Ellsworth *et al.*, 1992). Elle a été mise en œuvre en six étapes essentielles suivantes : -i- l'organisation ; -ii- le choix des outils de collecte d'informations ; -iii- la formation des acteurs sur les outils ; -iv- la collecte des informations sur le terrain ; -v- la restitution des informations collectées ; -vi- l'analyse des résultats débouchant sur le choix de solutions à expérimenter.

Le traitement des informations collectées a été réalisé à l'aide du tableur Microsoft Office Excel 2007 et a permis de relever les innovations prioritaires devant faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Une expérimentation a été conduite avec les variétés de céréales plus adaptées. Ainsi, les essais multiloaux de comparaison variétale et d'appréciation de leur niveau d'adaptation aux sites ont été installés dans un dispositif en blocs aléatoires complets et en quatre répétitions dans six à treize villages selon les cas. Pour toutes les cultures, le facteur étudié a été la variété mais les interactions entre « les variétés et l'environnement » ont été appréciées par l'analyse combinée de la variance. Pour suivre les influences des pauses de sécheresse sur le rendement des quatre variétés du maïs, des essais d'adaptation variétale ont été installés le 02 mai et le 15 juin donc à deux différentes dates dans 13 villages au sud des savanes sèches. L'analyse statistique de tous les essais a été réalisée en utilisant le tableur Microsoft Excel 2007 et le logiciel GenStat version 4.0. Les résultats obtenus ont été soumis à l'analyse de la variance et les moyennes séparées selon le test T à la signification de 5%. Toutefois, P30% ont été exclus éventuellement des calculs (Steiner, 1986).

RESULTATS

Causes de la baisse des rendements céréaliers

Selon les perceptions des communautés des huit villages de l'étude, huit des causes les plus probantes de la baisse des rendements des céréales et les effets qu'elles pouvaient produire ont été retenues (Tableau 1). Leur séparation s'était faite sur la base d'une échelle de valeurs de 0 à 10 suivant la proportion des exploitants agricoles qui les ressentaient et la perception des impacts des causes dont ont été issus chacun des effets.

Tableau 1. Causes et effets des faibles rendements des céréales

Causes des faibles rendements	Effets produits par les causes	Scores de gravité affectés aux effets*
Variétés inadaptées	Persistance de la période de soudure : 4 à 5 mois	5
Anomalies pluviométriques	Maturité incomplète des plants aux champs	3,1
Pauvreté des sols	Augmentation du niveau d'enherbement des cultures	1
Manque d'argent	Pratiques traditionnelles	0,4
Fréquentes pauses de sécheresse	Accroissement des taux de reprise de semis	0,2
Manque de main d'œuvre	Faible surface cultivée	0,15
Pression foncière	Exode rural des jeunes	0,1
Absence de tracteur	Cas fréquents de morbidité (paludisme, asthénie physique, etc.)	0,05

*Les scores de chaque effet étaient obtenus en calculant les moyennes provenant des notes données sur l'échelle de valeur de 0 à 10 au niveau de l'ensemble des groupes de travail issus de huit villages.

Identification des effets produits par les causes

Les causes majeures responsables de la baisse continue des rendements ont été identifiées en se basant sur la loi de Pareto mise en évidence (Figure 2). La loi de Pareto faisait constater que l'utilisation de variétés inadaptées et les anomalies pluviométriques constituaient 20% des causes de baisse de rendements en culture de céréales. Elles produisaient des effets dont leur ampleur donne un score cumulé de 81%. Ainsi, conformément à la loi de Pareto, la production céréalienne pouvait être améliorée en agissant sur ces deux causes jugées statistiquement plus responsables des faibles rendements des céréales dans les savanes sèches du Togo. Le reste des effets nuisibles produits

étaient dus à six autres causes mineures. Néanmoins, la pauvreté des sols identifiés était une cause non négligeable.

Mise en évidence de 20% d'effets justifiant 80% de conséquences responsables de la baisse de production des céréales

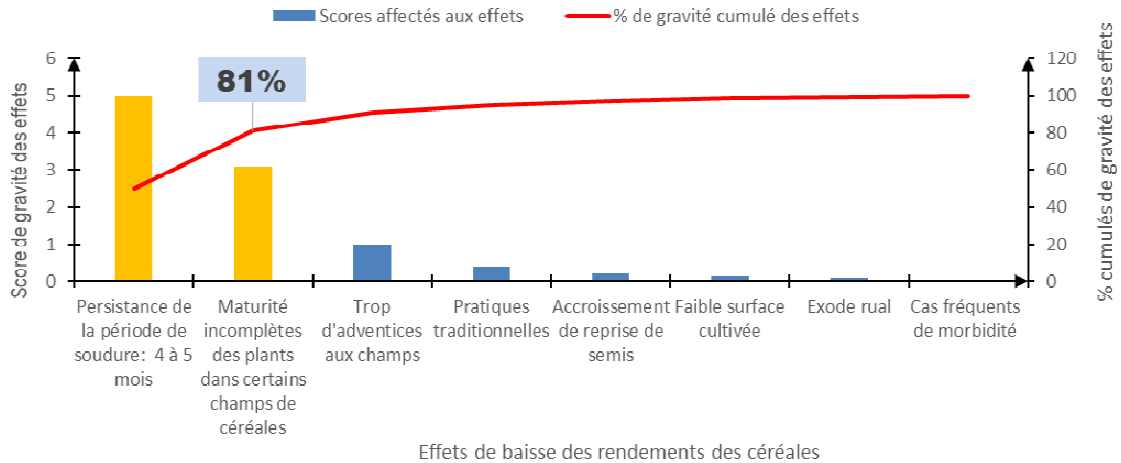


Figure 2. Diagramme de Pareto des effets de gravité des causes de la baisse de rendements en céréalculture

Essais de maïs au sud des savanes sèches

Sur les Figures 3 et 4 ont été indiqués les impacts des pauses de sécheresse de durées respectives de six à neuf jours et de huit à onze jours selon les villages sites des essais installés à partir du 02 mai. Ainsi, elles ont induit des niveaux de réduction de rendements de variétés testées de l'ordre de 35,4% pour la variété améliorée Poza Rica, 19,1% pour la variété améliorée Ikenne 9449 SR, 28,4% pour la variété améliorée Pirsaback EV8430 SR et 3,9% pour la variété locale témoin Bankan. L'analyse de la variance a indiqué que les traitements ont été significativement différents ($p < 0,05$). Les rendements moyens des variétés s'étaient discriminés dans l'ordre de classification décroissant suivant : Poza Rica 8443 SR > Ikenne 9449 SR > Pirsaback EV8430 SR > Bankan (Figure 3). L'étude visait à obtenir des variétés améliorées, aux rendements plus élevés que celui de la variété locale témoin.

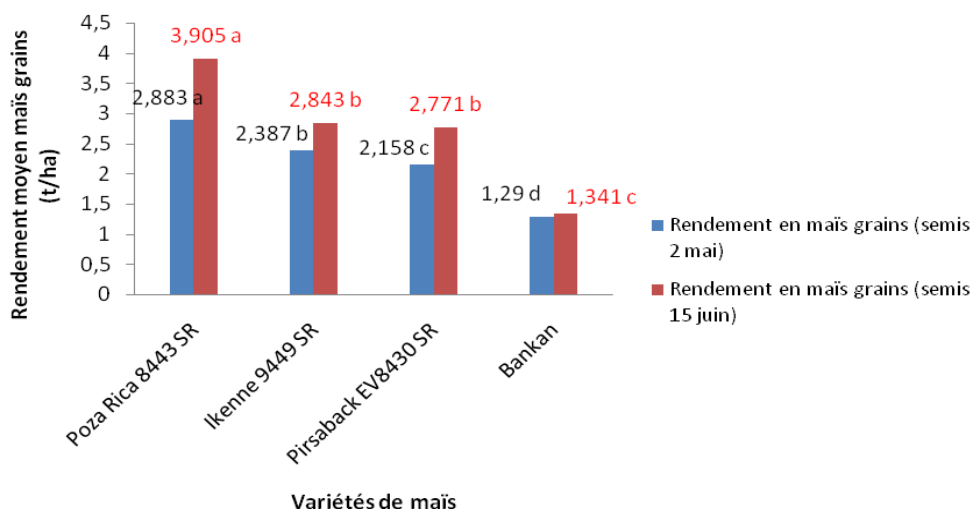


Figure 3. Effets réducteurs de rendements moyens de grains de maïs dus à 2 pauses de sécheresse au cours de la croissance végétative chez 3 variétés améliorées de maïs et une variété locale témoin

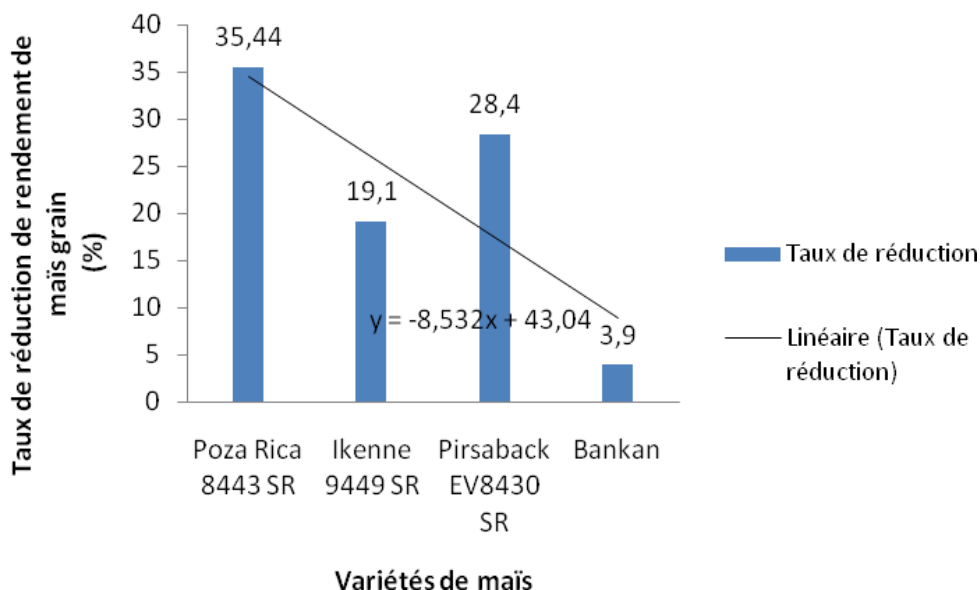


Figure 4. Taux de réduction des rendements de quatre variétés améliorées de maïs

Le test d'adaptation variétale des quatre variétés de maïs installé à deux différentes dates les 02 mai et 15 juin a permis de constater les effets de réduction de rendements en grains de maïs intervenus suite aux deux pauses de sécheresse lors de la période de croissance végétative des plants de maïs. Cependant, les écarts de rendements en tonne de maïs grains à l'hectare ont été très importants pour les variétés améliorées que pour la variété locale Bankan. Par conséquent, elles ont dû être plus sensibles aux pauses de sécheresse que la variété locale qui avait un rendement moyen faible mais quasi-stable.

Les niveaux de réduction de rendement de maïs grains observés (Figure 4), indiquaient que les variétés améliorées plus productives testées ont été également celles dont les taux de réduction des rendements ont été les plus élevés en situation de stress hydrique dû aux pauses de sécheresse. Cette perte pouvant atteindre 50%. Toutefois, avec ou sans des pauses de sécheresse, les rendements des variétés améliorées de maïs surpassaient celui de la variété témoin, Bankan, de 123,48 à 191,20% pour Poza Rica 8443SR, de 85,04 à 112% pour Ikenne 9449SR et de 67,28 à 106,63% pour Pirsaback EV8430SR.

Essais de sorgho au sud des savanes sèches

En dehors du maïs, quatre variétés de sorgho dont une variété locale considérée comme témoin, «Idimane», ont également été testées dans les mêmes localités de 13 villages. Sur la Figure 5 ont été illustrés les rendements en tonne par hectare de sorgho grain obtenus. L'analyse de la variance a montré que le facteur variété était hautement significatif ($p < 0,001$). La supériorité des potentialités en rendements de sorgho grain en tonne à l'hectare des variétés améliorées avec la plus petite différence significative (ppds), qui était de 0,018 t/ha imposait le classement décroissant suivant : Sorvato 1 > Sorvato 41 > Sorvato 28 > Idimane. Les rendements moyens en tonne par hectare de sorgho grain plafonnaient respectivement à 1,799 t/ha, 1,681 t/ha, 1,567 t/ha et 0,735 t/ha (Figure 5). En revanche, des disparités de rendement en sorgho grain existaient à l'hectare selon les sites d'essai (Figure 6).

Au niveau des influences dues à d'éventuelles interactions avec l'environnement, l'analyse combinée de la variance a montré que l'interaction « Paysan x variétés » n'était pas significative ($p > 0,05$). Les performances des variétés de sorgho testées n'ont pas été influencées par la qualité de conduite de l'essai. Ainsi, elles ont été homogènes de ce point de vue. Par contre, l'interaction « villages x variétés » était hautement significative ($p < 0,001$). Par conséquent, les rendements moyens (Figure 5) cachaient des disparités importantes au plan géographique et elles ont été révélées et illustrées sur la Figure 6. A Walalé le rendement en grains de sorgho de la variété Idimane a été de 0,645 t/ha

contre 0,83 t/ha à Kloukpon, tandis que celui de Sorvato 1 a été de 1,45 t/ha contre 2,25 t/ha à Ibobo, pour le Sorvato 28 de 1,24 t/ha à Walalé et à Sankpalé contre 1,99 t/ha à Ibobo et au niveau du Sorvato 41 de 1,31 t/ha à Sankpalé contre 2,07 tonnes à l'hectare à Ibobo. Toutefois, le classement au point de vue de la supériorité en rendement par ordre décroissant des variétés restait identique. Au nord des savanes sèches du Togo, un essai d'adaptation d'une variété améliorée de riz a été comparé à une variété locale dans six villages.

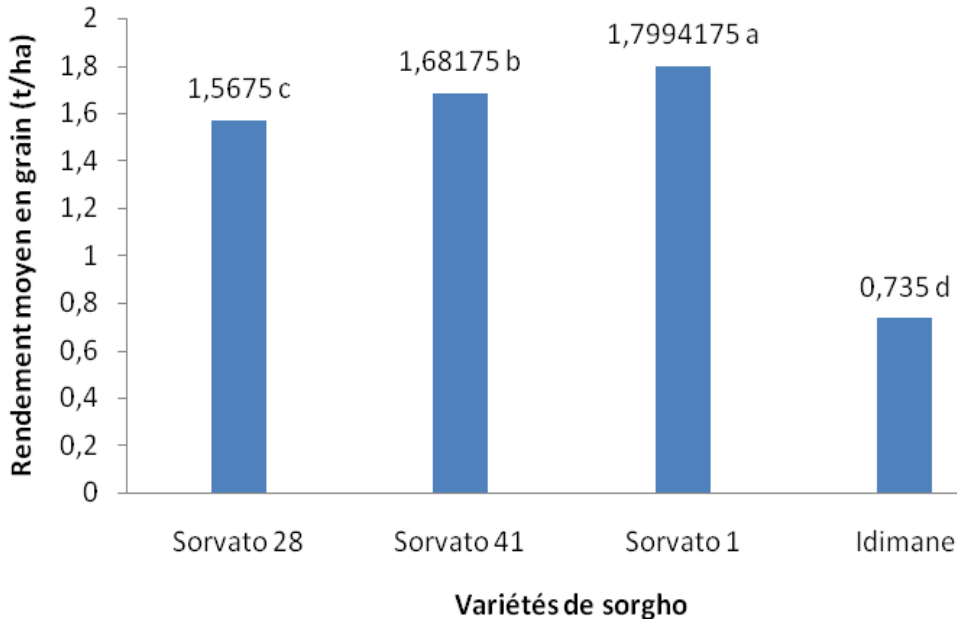


Figure 5. Rendements moyens de quatre variétés de sorgho testées dans 13 villages au sud des savanes sèches du Togo

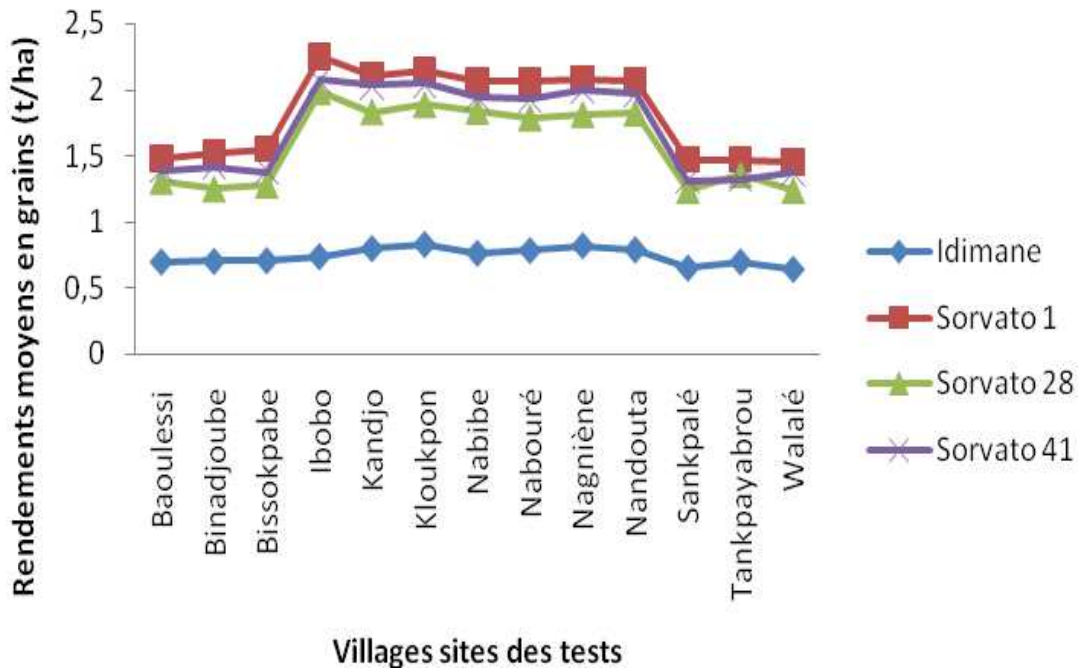


Figure 6. Instabilité du rendement des variétés de sorgho par rapport aux sites de culture

Essais d'adaptation variétale de riz au nord des savanes sèches

La variété améliorée de riz Nerica 8 a été plus productive que la variété locale Agona avec des valeurs respectives de 3,891 t/ha et 3,121 t/ha, soit une supériorité de rendement en riz paddy de 24,67% exprimée par NERICA 8 (Figure 7). L'analyse de la variance indique que les traitements ont été significatifs ($p < 0,001$). Le test T a permis de discriminer les moyennes et a confirmé que les deux traitements ont été différents. Les résultats de l'étude indiquaient une tendance à d'importantes disparités de rendement dans l'espace géographique de la zone de l'étude (Figure 8). Toutefois, dans le village de Gnoufoug les deux variétés ont été égales du point de vue de leur rendement en riz paddy de 3,82 t/ha et 3,84 t/ha respectivement pour Agona et NERICA 8. En prenant une même variété, Agona par exemple, elle présentait une stabilité de rendement au niveau des villages de Diléka et Nawakassou. Par contre, NERICA 8 a été statistiquement stable dans l'expression d'un niveau de rendement de riz paddy dans les villages de Gnagbandi, Diléka et Nawakassou. Dans les deux derniers villages, NERICA 8 demeurait plus productif que Agona mais les deux variétés de riz ont eu des rendements stables.

Les raisons pouvant expliquer les variations de rendements des deux variétés de riz testées (Figure 8), ont été complexes. Toutefois, le constat a été que les villages de Gnagbandi, Diléka et Nawakassou sont dans la préfecture de l'Oti et pouvaient avoir des conditions de variabilités agro climatiques proches. En somme, les rendements par village présentés indiquaient une influence des performances génétiques de chacune des deux variétés mais aussi par des facteurs autres que leur seul potentiel génétique. La nature de cette influence a été perçue à l'analyse combinée de la variance indiquant que l'interaction « villages x variétés » a été hautement significative ($p < 0,01$). Les préoccupations des producteurs étaient à considérer pour les adventices qui ont été de plus en plus envahissantes (Tableau 1 et Figure 2). Ces adventices pouvaient bien agir sur le rendement en tenant compte des interactions variétés état de l'enherbement.

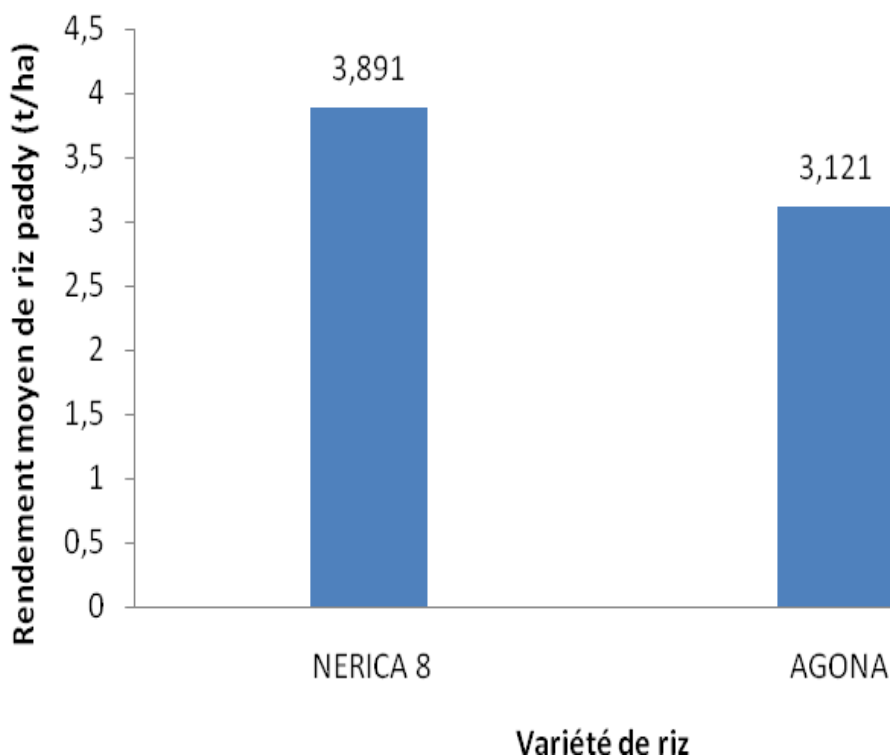


Figure 7. Rendements moyens en riz paddy de deux variétés testées dans 6 villages au nord des savanes sèches du Togo

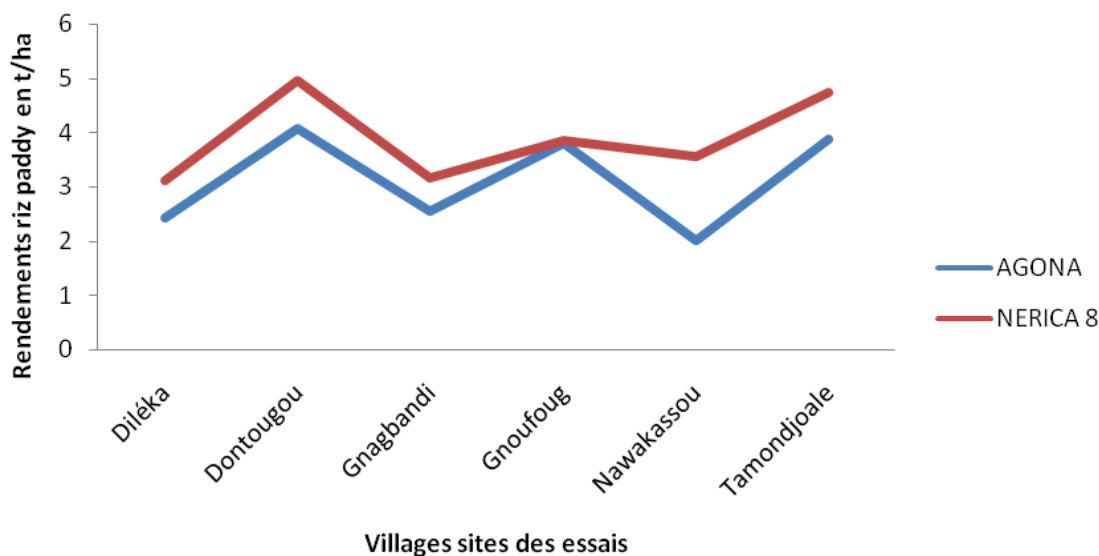


Figure 8. Instabilité du rendement de riz par rapport aux sites de culture

Démarche d'intégration du changement climatique en production céréalière dans les savanes sèches du Togo

La démarche a pris en compte les diverses contraintes liées aux variabilités climatiques et sources de risques de faibles production des technologies testées pour dégager des pistes d'actions à entreprendre en vue d'une production soutenue des céréales en savanes sèches au Togo. Spécifiquement à la nature des risques identifiés, une analyse de connaissances scientifiques actuelles pouvant apporter des solutions durables aux contraintes a permis l'élaboration d'un continuum d'amélioration de la production céréalière dans la zone de l'étude (Tableau 2).

En complément des informations du Tableau 2 suivant l'évolution des débuts de saison pluvieuse et leur fin, plus précoces du nord vers le sud des savanes sèches, les variétés extra précoces devaient être semées au nord et les variétés précoces vers le sud de la zone. Cependant, en tenant compte de la contrainte de survenues des inondations probables des champs de céréales en seconde moitié d'août, il devait convenir de semer au sud tout comme au nord des savanes sèches le plus tôt possible, dès les pluies consécutives qui permettaient le semi-levée.

Les périodes de dates exactes de semis devaient faire l'objet d'une expérimentation stratifiée en milieu réel de façon plus élaborée. Enfin, la prise en compte des variabilités et changements climatiques en production améliorée de céréales devait veiller à atténuer le stress hydrique et thermique (excès d'eau et de température, insuffisance d'eau, etc.).

En somme, l'étude a indiqué une application des principes de Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) visant la meilleure gestion des sols, des cultures, des ravageurs, des nutriments, de l'eau et des pesticides pour une protection et une amélioration suffisante de l'exploitation optimale des services fournis par les écosystèmes en production et en postproduction des céréales au Togo.

Tableau 2. Continuum d'amélioration de la production céréalière dans les savanes sèches du Togo

Typologie des risques	Nature du risque		Actions à entreprendre		
			Gestion	Génétique/ Mycologique	Environnementale et de Renforcer les capacités
Variabilité climatique	Anomalies climatiques	Incertitude de démarrage de saison des pluies	Établir un calendrier agricole précis	Maintenir la diversité génétique	1-Application de techniques d'identification de date de début et fin des pluies utiles 2-Déterminer la probabilité de survenue du risque : établir la relation entre les informations de survenue d'un facteur climatique et information sur l'exposition de la culture envisagée au facteur 3- Informer les agriculteurs par des émissions radio en zones rurales 4 -Protection et abandon temporaire suivi de restauration des terrains marginaux 5 -Application des principes de Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) : gestion des sols, des cultures, des ravageurs, des nutriments, de l'eau et des pesticides pour une protection et une amélioration maximale de l'exploitation optimale des services fournis par les écosystèmes
		Retard de la saison des pluies	Adoption de cultures moins risquées		
		Allongement de la saison des pluies	Envisager une culture normale et une culture de décrue		
		Régression des pluies utiles	Choisir des variétés extra précoces et précoces pour le nord ; Précoces et moyennement long cycle au sud (adaptation cycle des variétés aux zones agro écologiques)		
	Stress hydrique	Sécheresse	Semis sous couverture végétale	Variétés tolérantes et de hauts rendements	
			Pratiques d'économie d'eau	Champignons Mycorhiziens Arbusculaires (CMA)	
		Inondation	Drainage		
			Application de technique d'infiltration d'eau	Création de variétés tolérantes aux lames d'eau	
			Variétés précoces pour récolter avant période d'inondation des champs		
			Choix des terrains non inondables		

Typologie des risques	Nature du risque		Actions à entreprendre		
			Gestion	Génétique/ Mycologique	Environnementale et de Renforcer les capacités
	Stress thermique	Fortes chaleurs	Semis sous couverture végétale	CMA	
		Refroidissement	Variétés tolérantes		
Dégradation des sols	Perte de fertilité		Application de techniques appropriées de restauration des sols (zaï, Equilibrage des apports en fertilisants organiques et minéraux, bandes d'herbes perpendiculaires aux lignes de pente, etc.)		
Développement des parasites			Lutte intégrée ; utilisation responsable des pesticides		

DISCUSSION

Les résultats obtenus en terme de contraintes présentent que les facteurs causaux de la baisse continue des rendements du maïs, du sorgho et du riz peut être liée principalement à des semences inadaptées au milieu actuel de leur culture et aux anomalies climatiques. Ces dernières représentent 20% de huit principales causes inventoriés (Tableau 1, Figure 2). Ils sont similaires aux résultats de Gbéassor *et al.* (2006) au sujet des inondations cycliques sévissant comme une des anomalies pluviométriques. Les résultats obtenus et relatifs aux anomalies pluviométriques corroborent ceux des travaux de Brou *et al.* (2005) et de Adéwi *et al.* (2009 et 2010). De nombreux autres travaux scientifiques sont tous unanimes que la baisse de la pluviosité et la variabilité climatique ont beaucoup d'impacts négatifs sur les résultats de l'agriculture dont la réduction de la productivité végétale (Baco *et al.*, 2013 ; Hountondji, 2008).

En dehors des deux principales causes, le niveau de pauvreté des sols occupés par la céréaleculture présente une gravité de 1 sur l'échelle de 0 à 10. Une telle pauvreté des sols constatée par les villages à partir du diagnostic des problèmes en production des céréales avait également été identifiée par l'ITRA (2003) comme une des causes de faibles rendements des cultures. Mawussi (2008) avait également déjà affirmé que ces sols sont sableux et ont une faible capacité de rétention en eau et une susceptibilité à l'érosion hydrique. Généralement très exploités, leur teneur en matière organique est assez faible 0,8 à 1,5 % en surface. Le complexe argilo-humique est également faible 2 à 7 méq. En présence de telles caractéristiques, la pauvreté des sols perçue par l'étude en savanes sèches doit être prise en compte dans l'ensemble des efforts à déployer pour augmenter les rendements. Toutefois, les investigations auprès des producteurs locaux disent qu'elle est préoccupante et responsable d'un envahissement des cultures par les adventices.

Cette préoccupation des producteurs pour les adventices se justifie par les résultats de plusieurs travaux scientifiques (Melillo *et al.* 1990 ; ITRA, 2007) où les adventices qui sont des plantes en C3, vont croître plus rapidement que les plantes cultivées dont le riz, le maïs et le sorgho qui sont des plantes en C4, puis réduire les rendements de ces dernières de 25 à 100% pour le riz pluvial selon ITRA (2007). Ceci peut contribuer à expliquer la tendance de rendement de la variété Agona de 2,55 t/ha, 2,41 t/ha et 2 t/ha respectivement enregistrés sur les sites d'essai à Gnagbandi, Diléka et Nawakassou. De même, c'est là que NERICA a enregistré les faibles rendements (3,55 t, 3,17 t et 3,12 t de riz paddy par hectare).

Avec les pauses de sécheresse durant les périodes de culture signalées par l'étude, la faible teneur de matière organique des sols vont accroître les effets du stress hydrique des plants de céréales dans les champs. Les travaux de l'INAP-G (2003) et Gaufichon *et al.* (2010) ont d'ailleurs prouvé que le stress hydrique (en période de sécheresse) conduit aux baisses de rendements. Pour l'ensemble des producteurs, l'enherbement croissant et rapide engendrent l'augmentation du nombre de sarclage qui va contribuer à son tour à accroître les coûts de production des céréales. Les producteurs de 100% des villages du diagnostic participatif affirment que malgré de tels coûts, plus de 50% d'entre eux enregistrent par campagne agricole successif, de faibles gains de revenus financiers par suite de mévente de produits céréaliers comparés aux tubercules d'igname. C'est ce qui peut justifier le niveau élevé de pauvreté des céréaleculteurs pour investir dans leurs exploitations. Ainsi malgré tout, les observations sur le terrain, bien que les petits exploitants agricoles de la zone d'étude soient persuadés du niveau insuffisant de la fertilité des sols qu'ils cultivent, n'apportent généralement pas de fertilisants chimiques aux doses appropriées à leurs cultures céréalières. Cette pauvreté financière (manque d'argent) les oblige à ne pas investir dans leurs exploitations et à rester dans les pratiques traditionnelles de culture des céréales inventoriées (Tableau 1). Cet état de fait de non investissement avait déjà été signalé par les travaux de Koffi-Tessio (2011).

CONCLUSION

L'expérimentation des variétés de céréales plus adaptées aux variabilités climatiques dans les savanes sèches du Togo montre que les variétés de sorgho (Sovato 1, Sovato 41 et Sovato 28) comparées à l'accession locale Idimane donnent des rendements moyens de grains de sorgho respectivement de 1,59 t/ha, 1,72 t/ha, 1,82 t/ha, et 0,74 t/ha. En culture de riz, le test comparatif en rendement des variétés locale Agona et améliorée NERICA 8 permet d'avoir des rendements moyens respectifs de 3,12 t/ha et 3,89 t/ha de riz paddy. Au sud des savanes sèches, trois variétés améliorées de maïs Poza Rica, Ikenne 9449 SR et Pirsaback EV8430 SR comparées à la variété locale Bankan

donnent des rendements respectifs de 2,88 t/ha, 2,38 t/ha et 2,15 t/ha contre 1,34 t/ha pour la variété locale témoin Bankan. Au nord des savanes sèches, les variétés Pool 18, Obatampa et Pirsaback EV8430 SR donnent des rendements respectifs de 2,751 t/ha, 3,067 t/ha et 2,46 t/ha.

A partir de ces résultats, l'étude permet d'élaborer une démarche assurant des solutions aux contraintes des variabilités et changement climatiques en vue de garantir une amélioration de la production du maïs, du sorgho et du riz en savanes sèches du Togo. Elle va permettre d'améliorer (i) les connaissances paysannes d'atténuation des impacts du changement climatique, (ii) l'utilisation de variétés tolérantes aux conditions de sécheresse et ayant une stabilité de rendements, (iii) la culture des variétés extra précoces et précoces au nord des savanes sèches et celles moyennement précoces et tardives dans sa partie sud, et (iv) la combinaison des techniques d'économie d'eau et de restauration des sols. En revanche des études sur l'utilisation de techniques éprouvées de détection de démarrage effectif de la saison des pluies et les conditions de valorisation des adventices envahissant les champs sont nécessaires pour renforcer le continuum élaboré.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude aux agriculteurs des villages des savanes sèches du Togo qui ont participé activement à la réussite des travaux de l'étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adéwi, E., K. M. S Badameli, V. Dubreuil, 2009 : Influence de la péjoration pluviométrique sur les productions agricoles au Togo. *Geographia technica*, numéro spécial : 17-22.
- Adéwi, E., K. M. S Badameli, V. Dubreuil, 2010 : Evolution des saisons de pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000. *Climatologie*, vol.7 : 89-107.
- Atato, A., K. Wala, K. Batawila, A. Y. Woegan, K. Akpagana, 2012 : Diversité des fruitiers et ligneux spontanés du Togo. Diversity of edible wild fruit tree species of Togo. Correspondance et tirés-à-part ; Fruits, EDP Sciences, Vol 67 (5) : 353-368
- Ben Slimane, A., 2008 : Vulnérabilité de l'agriculture pluviale dans le bassin de la Volta. Volta Basin Focal Project Report No 13. IRD, Montpellier, France and CPWF, Colombo, Sri Lanka, 86 p.
- Bonfoh, B., G. Fokou, S.G. Traore, S.M. Kouame-Sina, J. Bechir, M. Zinsstag, D. Grace, D. Dao, 2013 : Valeur ajoutée de la participation à l'analyse des risques des produits d'origine animale vendus dans le secteur informel. *Rev. Afric. De Santé et de Prod Ani.* Vol.11 : 15 – 21.
- Brou, Y. T., F. Akindès, S. Bigot, 2005. La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles. *Cahiers Agricultures* vol. 14, n° 6. Pp 533- 540.
- CIRAD, 2009. Adaptation des plantes cultivées au changement climatique. Décembre 2009 – 1. Consulté, le 10/03/2012, sur : www.cirad.fr
- Fakorede, M. A. B., B. Badu-apraku, A. Y. Kamara, A. Menkir, S. O. Ajala, 2003: Maize revolution in West and Central Africa: An overview. *Proceedings of a Regional Maize Workshop*. IITA-Cotonou, May 2001 WECAMAN/IITA. Benin Republic : 14-18.
- Gaufichon L., J. L. Prioul, B. Bachelier, 2010 : Quelles sont les perspectives d'amélioration génétique des plantes cultivées tolérantes à la sécheresse ? *FARM* 61 p.
- Gbéassor M., W. Oladokoun, E. Kpatcha, 2006 : Etude sur la vulnérabilité du Togo aux situations d'urgence. Rapport définitif 88 p.
- Houndenou, C., 1999 : Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne (Dijon), France, 390 p.
- Hountondji, Y. C. H., 2008 : Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse de Doctorat, Université de Liège, France, 153 p.
- INAP-G (Institut National Agronomique Paris-Grignon), 2003 : Les céréales. Département AGER – 16/06/03. Paris-Grignon, 86 p.
- ITRA (Institut Togolais de Recherche Agronomique), 2003 : Rapport annuel. Lomé, 73 p.
- ITRA (Institut Togolais de Recherche Agronomique), 2007a : Stratification du Togo en zones homogènes pour la recherche agronomique. Lomé, 104 p.
- ITRA (Institut Togolais de Recherche Agronomique), 2007b : Situation de référence sur les principales céréales cultivées au Togo : maïs, riz, sorgho, mil. Lomé, 107 p.

- Koffi-Tessio, E. M., 2011 : Expériences positives autour des exploitations familiales : Cas de la filière maïs au Togo. Rapport d'études 68 p. pdf.
- Mawussi, G., 2008 : Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Thèse de Doctorat en sciences des agroressources, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 207 p.
- Melillo, J.M., T.V. Callaghan, F.I. Woodward, E. Salati, S.K. Sinha, 1990 : Effects on ecosystems. In: Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J. (Eds.), *Climate Change — The IPCC Scientific Assessment. Report Prepared for IPCC by Working Group I.* Cambridge University Press, Cambridge, pp. 283–310.
- MERF (Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières), 2009 : Plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques. Lomé, 112 p.
- Noufe, D., 2011 : Changements hydroclimatiques et transformations de l'agriculture : l'exemple des paysanneries de l'Est de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France, 375 p.
- Ouédraogo, K. E., 2007 : Les changements climatiques et leur impact sur les rendements du maïs. Mémoire d'ingénieur en agrométéorologie, Centre AGRHYMET, 47 p.
- PAM, 2010 : Enquête rapide sur la sécurité alimentaire des ménages dans les régions des savanes et de la Kara. Rapport d'enquête. 64p.
- PNUD, 2012 : Carte de potentialités d'emplois des jeunes et des femmes dans les préfectures et sous-préfectures du Togo. PNUD, Rapport, 132 p. <http://www.itranet.tg.refer.org/rap3.html>. Consulté, le 21/12/2018.
- Programme Alimentaire Mondiale (PAM), 2010 : Enquête rapide sur la sécurité alimentaire des ménages dans les régions des savanes et de la Kara. Rapport d'enquête, 64 p.
- PARCADOP (Programme d'Appui au Renforcement des Capacités d'Auto Développement des Organisations Paysannes), 2007 : Document de programme de projets des sinistrés dans la région des Savanes - Togo. Dapaong, 25 p.
- Steiner, K. G., 1986 : Rapport du séminaire de formation en recherche en milieu paysan. 22 juillet – 2 août 1985 à Sokodé / Togo. Heidelberg, mai 1986. 36 p.