

Available online at <http://www.ifg-dg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(5): 2520-2541, October 2015

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

---



---

**International Journal  
of Biological and  
Chemical Sciences**


---



---

**Original Paper**<http://ajol.info/index.php/ijbcs><http://indexmedicus.afro.who.int>

**Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l'impact des  
changements climatiques sur la production et la diversité du niébé  
(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.)  
au Bénin**

A. A. GBAGUIDI<sup>1\*</sup>, S. FAOUZIATH<sup>1</sup>, A. OROBIYI<sup>1</sup>, M. DANSI<sup>1</sup>,  
B. A. AKOUEGNINO<sup>2</sup> et A. DANSI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biotechnologies, Ressources Génétiques et Amélioration des Espèces Animales et Végétales (BIORAVE), Faculté des Sciences et Techniques de Dassa, Université Polytechnique d'Abomey, BP 14 Dassa, Benin.

<sup>2</sup>Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale (LaBEV) ; Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 4521 Cotonou, Benin.

\* Auteur correspondant ; E-mail : [gbaguidianicet@yahoo.fr](mailto:gbaguidianicet@yahoo.fr)

**REMERCIEMENTS**

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance à l'Etat béninois pour la bourse de thèse qui nous a été accordée.*

**RESUME**

L'existence d'impacts néfastes du changement climatique sur la production agricole en Afrique subsaharienne est maintenant solidement établie. Pour documenter les connaissances endogènes relatives au changement climatique, identifier les contraintes qui y sont associées et qui affectent la production et la diversité du niébé et du voandzou au Bénin et examiner les stratégies adaptatives localement utilisées, 40 villages sélectionnés dans différentes zones agroécologiques du Bénin ont été prospectés. Des méthodes d'analyses qualitatives et quantitatives ont permis de comprendre que les attaques des insectes aux champs et au cours de stockage restent les contraintes prioritaires. L'analyse du choix des méthodes d'adaptation face aux changements climatiques a montré que l'âge du producteur de niébé affecte de façon positive l'adoption des pratiques culturales ( $p < 0,05$ ) et des stratégies multiples ( $p < 0,1$ ) ; le sexe influence de façon significative ( $p < 0,001$ ) mais négative le choix des producteurs de voandzou à utiliser des variétés résistantes et de multiples stratégies. Le nombre de manœuvres utilisé par ces producteurs influence de façon significative le choix de multiples stratégies ( $p < 0,001$ ). Des programmes nationaux de lutte contre les effets liés aux changements climatiques sont à mettre en place afin de préserver les ressources génétiques de niébé et du voandzou au Bénin.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Bénin, contraintes, changement climatique, pratique culturale, niébé, voandzou.

## Endogenous knowledge and farmers' perceptions of the impact of the climatic changes on the production and the diversity of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) in Benin

### ABSTRACT

The existence of harmful impacts of climate change on the agricultural production in sub-Saharan Africa is now firmly established. To document endogenous knowledge relating to the climate change, to identify the constraints which are associated to it and which jeopardize the production and the diversity of cowpea and Bambara groundnut in Benin and to examine the adaptive strategies locally used, 40 villages selected in various agro ecological areas from Benin were surveyed. Methods of qualitative and quantitative analyses made it possible to understand that the attacks of insects to the fields and during storage remain the priority constraints. The analysis of the choice of the methods of adaptation as regards to the climate changes showed that the age of the producer of cowpea affects in a positive way the adoption of the cultivation methods ( $p < 0.05$ ) and multiple strategies ( $p < 0.1$ ); the sex influences to a significant degree ( $p < 0.001$ ) but negative the choice of the producers of Bambara groundnut to use resistant varieties and multiple strategies. The number of operations used by these producers influences to a significant degree the choice of multiple strategies ( $p < 0.001$ ). National programs to struggle against the effects related to the climatic changes are to be set up in order to preserve the genetic resources of cowpea and Bambara groundnut in Benin.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Benin, Bambara groundnut, constraints, climate change, cowpea, practical farming.

### INTRODUCTION

La sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté constituent une préoccupation de la plupart des pays du monde (Ondo, 2009). Dans plusieurs pays de l'Afrique subsaharienne, l'agriculture est un secteur majeur de l'économie et son intensification et diversification restent une priorité (Eromosele et al., 2008). Malheureusement, le Bénin connaît depuis plus de 40 ans, de fortes variabilités climatiques caractérisées par une fluctuation de la période et de la durée des précipitations, une variation de la pluviométrie annuelle, un climat de plus en plus chaud, la sécheresse, des inondations subites et imprévisibles, la dégradation des sols, des vents violents et la prolifération des maladies et ravageurs (Yabi et Afouda, 2012). Ce changement climatique, grande source d'inquiétude pour les agriculteurs (Luka et Yahaya, 2012), affecte négativement les rendements agricoles par leurs impacts sur la croissance, le développement des plantes et la diversité variétale (Rahman et al., 2015). La baisse des rendements agricoles en raison de mauvaises conditions pédoclimatiques conduit

à coup sûr à l'insécurité alimentaire croissante, à la vulnérabilité des communautés agricoles, à la réduction des revenus des ménages et à une augmentation de la pauvreté (Deressa et al., 2011 ; Srivastava et al., 2012). Pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle et la réduction de la pauvreté au Bénin dans ce contexte de changement climatique, les légumineuses à graines comme le niébé et le voandzou sont très importantes. Le niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) et le voandzou (*Vigna subterranea* Verdc) sont cultivés principalement en Asie et en Afrique tropicale (Stoilova et Pereira, 2013). Ce sont des plantes riches en protéines, en vitamines, en éléments minéraux et hautement caloriques qui occupent une place importante dans le régime alimentaire de nombreuses populations (Onwubiko et al., 2011; Adeyemi et al., 2012; Kudre et al., 2013). En plus de l'intérêt qu'ils présentent pour l'alimentation humaine, ces deux légumineuses sont par ailleurs utiles pour la fertilisation des sols grâce à la fixation symbiotique de l'azote (Basu et al. 2007 ; Do Rego et al., 2015). Le niébé peut constituer également un aliment de choix pour le bétail

du fait même de la qualité de son feuillage (Iqbal et al., 2015). Contrairement au niébé, le voandzou, plus adapté aux conditions climatiques difficiles (Ntundu et al., 2006) est considéré comme une plante négligée et sous utilisée au Bénin (Dansil et al., 2012) comme dans d'autres pays d'Afrique (Hammer, 2001; Chijioke et al., 2010) avec une production estimée à 11251 tonnes contre 81152 tonnes pour le niébé (MAEP, 2012). Les efforts de recherche scientifique devraient donc se concentrer maintenant sur l'identification et l'évaluation des légumineuses présentant de bonnes performances agronomiques et culinaires, bien adaptées aux conditions environnementales défavorables et résistantes aux maladies et aux ravageurs. Selon les producteurs, il existerait dans les ressources génétiques disponibles au niveau national, des variétés de niébé qui pourront répondre efficacement aux effets du changement climatique.

La présente étude qui s'inscrit dans un programme national de relance du secteur agricole et plus précisément de sélection, de conservation et de valorisation des ressources génétiques du niébé et du voandzou au Bénin a pour objectifs de:

- i) documenter les connaissances endogènes relatives à la production du niébé et du voandzou au Bénin ;
- ii) identifier les contraintes qui affectent la production et la diversité du niébé et du voandzou au Bénin et évaluer l'importance de celles liées aux variabilités climatiques ;
- iii) documenter les perceptions paysannes de l'impact du changement climatique sur ces deux cultures et les stratégies traditionnelles d'adaptation développées par les producteurs ;
- iv) identifier les méthodes traditionnelles de conservation et de gestion des semences.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Zone d'étude et choix des villages et des ménages**

L'étude a été conduite au Bénin situé en Afrique de l'Ouest entre les latitudes 6°10 N et 12°25 N et les longitudes 0°45 E et 3°55 E (Akoègninou et al., 2006) et couvrant une

superficie totale de 112622 km<sup>2</sup>. Il est subdivisé en 12 départements réparties en trois zones agroécologiques, à savoir le sud, le centre et le nord (Akoègninou et al., 2006). Le sud et le centre sont relativement humides avec deux saisons de pluies et des précipitations moyennes annuelles variant de 1100 à 1400 mm/an (Yabi et Afouda, 2012). Le nord est aride ou semi-aride et caractérisé par une seule saison de pluies imprévisibles et irrégulières oscillant entre 800 et 950 mm/an. Les températures moyennes annuelles varient de 26 °C à 28 °C et peuvent exceptionnellement atteindre 35 °C à 40 °C dans les localités de l'extrême nord (Akoègninou et al., 2006).

Les villages à prospecter (40 au total) ont été choisis au hasard dans chaque zone agro écologique à partir d'une liste initialement établie sur la base de l'accessibilité, du niveau de production du niébé et/ou du voandzou, de la nécessité de couverture de la zone d'étude, et de l'ethnie d'appartenance de ceux-ci (Figure 1). Dans les villages sélectionnés, au moins dix ménages ont été choisis au hasard selon la méthode de transect décrite par Adjatin et al. (2012). Dans chaque ménage, la personne interviewée est désignée de commun accord par le couple hôte. Au total 420, ménages producteurs de niébé et/ou de voandzou ont été interviewés dans les villages prospectés.

### **Documentation des connaissances endogènes et du rôle du genre**

Les données recueillies ont traités à la taxonomie locale (traits morphologiques de reconnaissance des variétés et fréquences d'utilisation), aux perceptions paysannes des changements climatiques pendant les 40 dernières années (Loko et al., 2013), à l'impact des changements climatiques sur les deux cultures et aux stratégies utilisées par les producteurs pour y faire face. Les caractéristiques sociodémographiques (âge, sexe, superficie emblavée, niveau d'instruction, taille du ménage, effectif de main d'œuvre, expérience dans la culture des deux espèces) des ménages ont été aussi recueillies afin d'examiner les relations entre celles-ci et les connaissances endogènes. Les

informations relatives au rôle du genre (répartition des activités selon le sexe) sont aussi collectées.

### **Identification et hiérarchisation des contraintes de production**

Pendant les discussions de groupe, il a été demandé aux producteurs dans un premier temps, de lister dans leur langue vernaculaire toutes les contraintes liées à la production du niébé et du voandzou dans leur village. Afin de faciliter aux producteurs l'identification des maladies et ravageurs, différentes photos ont été utilisées. Les contraintes identifiées ont été hiérarchisées en groupe par la méthode "d'identification et élimination progressive de la contrainte la plus importante" décrite par Dossou-Aminon et al., (2015). Dans cette approche, les producteurs sont amenés à identifier au sein des contraintes listées, celle qui est la plus importante et pour laquelle une solution urgente doit être trouvée. La contrainte la plus importante ainsi identifiée et classée en première position est éliminée de la liste. La procédure est répétée jusqu'à la classification de la dernière contrainte et les résultats sont immédiatement restitués aux producteurs pour approbation (Dansil et al. 2013)

### **Analyse statistique**

Les données ont été analysées par la statistique descriptive (moyenne, pourcentage, etc.) et les résultats présentés sous forme de tableaux et de figures. La hiérarchisation des contraintes a été faite selon Dossou-Aminon et al. (2015) sur la base de la moyenne (M) de trois paramètres clés que sont  $M = (NV+PCO+CMA)/3$  avec NV : le nombre total de villages dans lesquels la contrainte est citée; CMA : le nombre de villages dans lequel la contrainte est classée parmi les cinq premières (contrainte majeure) et PCO : le nombre de villages dans lesquels la contrainte est principale (classée première).

Les déterminants qui influent sur la perception paysanne des changements climatiques ont été analysés par la régression logique binaire (Loko et al., 2013) selon le modèle suivant:  $y_i = x_i \beta + \epsilon_i$  où  $y_i$  est la

variable latente indiquant si oui ou non le producteur perçoit les changements climatiques,  $x_i$  est l'ensemble des variables explicatives indiquant les facteurs qui influencent la perception paysanne des changements climatiques,  $\epsilon_i$  est l'erreur standard. Dans ce cas,  $y_i$  représente une variable dépendante dichotomique (la variable prend la valeur 1 si le producteur perçoit les changements climatiques et la valeur 0 dans le cas contraire) et  $x_i$  est l'ensemble des variables explicatives. La régression logique binaire a été aussi utilisée selon Loko et al. (2013) pour déterminer les facteurs qui influencent la décision des producteurs à développer des stratégies d'adaptation. Les facteurs influençant le choix des producteurs à utiliser une méthode particulière d'adaptation face aux changements climatiques ont été déterminés en utilisant le modèle logit multinomial selon Getachew et al. (2014). La spécification du modèle se présente comme suit:  $y_i = f(X_1, X_2, \dots, X_7)$  où  $y_i$ , variable dépendante polychotomique est la méthode d'adaptation choisie par le producteur de niébé ou du voandzou et  $X_1$  à  $X_7$  sont les variables explicatives. Sur la base des informations recueillies sur les stratégies d'adaptations développées par les producteurs dans la zone d'étude, la variable dépendante ( $y_i$ ) est codée 1 pour « aucune adaptation », 2 pour « exploitation de la diversité disponible », 3 pour « bonnes pratiques culturelles (confession de gros billons) », 4 pour « Changement de terrain », et 5 pour « multiples stratégies d'adaptation ». Les variables explicatives comprennent:  $X_1$  = âge,  $X_2$  = sexe,  $X_3$  = taille de ménage,  $X_4$  = main d'œuvre,  $X_5$  = expérience dans la production du niébé et/ou du voandzou,  $X_6$  = superficie emblavée et  $X_7$  = niveau d'éducation. L'estimation du modèle de la régression logique multinomiale a été faite par la normalisation d'une catégorie, définie comme «catégorie de base» ou «état de référence. Dans cette étude, la catégorie «aucune adaptation» a été utilisée comme catégorie de base (Loko et al. 2013).

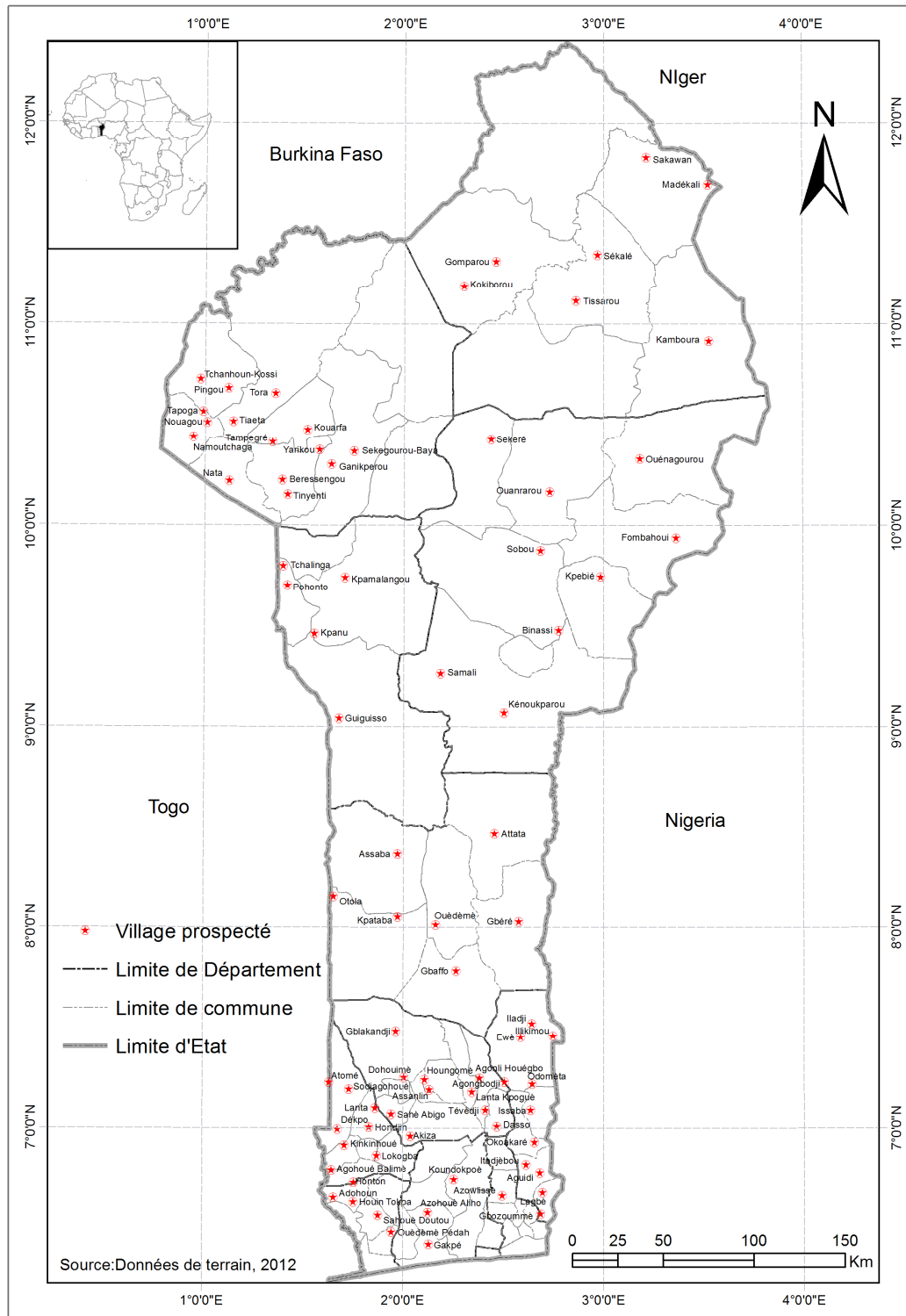


Figure 1: Carte géographique des villages prospectés.

## RESULTATS

### Caractéristiques des producteurs du niébé et du voandzou

Parmi les 420 producteurs enquêtés, 128 (30,47%) produisent du niébé et du voandzou ; 233 (55,48%) produisent uniquement du niébé et 59 (14,05%) constitués uniquement de femmes produisent seulement du voandzou. En termes d'âge, 16,17% des producteurs enquêtés ont moins de 30 ans ; 59,66% ont entre 30 ans et 49 ans et 24,17% ont plus de 50 ans. Le plus jeune producteur enquêté a 15 ans et le plus âgé a 79 ans. La majorité (89,42%) des producteurs du niébé et du voandzou enquêtés sont des analphabètes. La taille des ménages varie entre 1 et 18 personnes mais la majorité (52,89%) des ménages ont plus de 6 personnes. Presque tous les producteurs enquêtés (99%) utilisent de manœuvres au moins à une étape de production du niébé et du voandzou avec un nombre variant entre 1 et 10 personnes.

En ce qui concerne l'aspect genre dans la production du niébé et du voandzou, on observe une inégalité dans la répartition des tâches entre les hommes et les femmes. Pour le voandzou, 83% des activités sont réservées majoritairement aux femmes qui sont pour la plupart propriétaires des champs. Ces activités sont entre autres, le semis, le désherbage, la récolte, le stockage et la vente (Tableau 1). Au niveau du niébé, les activités sont assurées par les hommes et les femmes ; la vente est faite majoritairement (65%) par les femmes. Cependant, de nombreux hommes (45%) vont eux-mêmes vendre leur récolte, ce qui est loin d'être le cas pour le voandzou où la vente est une activité presque exclusivement féminine (95%). Pour les deux cultures, les activités comme le labour qui nécessitent beaucoup d'efforts physiques sont majoritairement réservées aux hommes tandis que les transformations sont exclusivement assurées par les femmes (Tableau 1).

### Pratiques culturales et importance du niébé et du voandzou

Au Bénin, le niébé est produit sur toute l'étendue du territoire sur des sols sableux, latéritiques et même argileux. C'est la deuxième légumineuse cultivée (4,63% des superficies) au Bénin (Figure 2). Par contre, le voandzou qui vient en 7<sup>e</sup> position avec 0,64% des superficies emblavées, n'est pas produit au sud Bénin principalement pour des raisons d'ordre culturel. Environ 65% des enquêtés ont indiqué que les ancêtres n'ont pas intégré cette culture dans leurs habitudes. Pour d'autres (35%), le sol trop humide provoque la pourriture des graines. Les pratiques culturales varient d'une région à une autre. La majorité (95%) des producteurs du sud ne font pas de billon avant de semer le niébé. Cette pratique est rencontrée chez quelques producteurs du centre (5% de réponses). Au centre et au nord du pays, la majorité (75%) des producteurs enquêtés font des billons et parfois des buttes pour la culture du niébé et du voandzou. Les producteurs (20% de réponses) qui font des buttes associent la culture du voandzou et parfois les variétés érigées de niébé avec d'autres cultures telles que l'igname et le manioc. La plupart des producteurs (80% de réponses) dissocient les cultures de niébé et de voandzou des autres. Ils préfèrent plutôt la rotation culturale. Selon ces producteurs (80% de réponses), cette pratique permet une augmentation du rendement des céréales (maïs, sorgho, mil, etc.) cultivées à la suite de ces deux légumineuses. Presque tous les producteurs (98,5%) n'utilisent pas d'engrais chimique dans les champs de niébé et de voandzou, par contre ils utilisent des pesticides pour pulvériser les champs. Les traitements phytosanitaires varient de 2 à 5 pour le niébé et de 1 à 3 pour le voandzou. Très peu de producteurs (5%), utilisent des méthodes biologiques telles que les extraits de plantes pour les traitements phytosanitaires.

Les périodes de semis du niébé et du voandzou varient d'une région à une autre. Pour le niébé, au sud et au centre Bénin, le

semis se fait entre fin mars et début du mois d'avril pendant la grande saison de pluies et entre fin septembre et début octobre pendant la petite saison de pluies. Généralement, les variétés de niébé semées pendant la petite saison de pluies sont des variétés très précoces. Au nord Bénin, le niébé et le voandzou sont semés une seule fois dans l'année respectivement en avril au début de la saison des pluies et entre juillet et août. Au centre, le voandzou est semé une seule fois dans l'année par la plupart des producteurs (80%) dans le mois d'août. Par contre, certains producteurs (20%) du centre sèment le voandzou deux fois dans l'année durant les mois d'avril et de septembre.

#### **Traits morphologiques de reconnaissance variétale**

Plusieurs critères permettent aux paysans d'identifier les variétés traditionnelles de niébé et de voandzou au champ et après récolte (Tableau 2). Pour le niébé, ces critères sont pour la plupart d'ordre qualitatif. Au champ, le port de la tige (rampant, semi rampant ou érigé) permet de reconnaître 27,05% des variétés recensées. La couleur des fleurs (blanc, violet, bleu, rose) est utilisée pour identifier 7,3% des variétés. 10,3% des variétés sont reconnues par l'aspect de leur feuille (large ou lancolé). La couleur de leurs gousses (crème, noir, rose, violette) et la longueur des gousses (long, moyen, court) sont utilisés pour reconnaître 15,15% des variétés. 42,2% des variétés sont reconnues par les caractères des graines que sont la couleur du tégument et des yeux, la forme, l'aspect et d'autres traits particuliers. La couleur de la graine contribue en grande partie (89% des variétés recensées) à la reconnaissance des variétés du voandzou. Il s'agit principalement des couleurs blanche, rose, rouge, noir et violette. Les aspects des feuilles, des gousses et la couleur des fleurs sont utilisés par les producteurs dans la

reconnaissance de 11% des variétés locales de voandzou (Tableau 2).

#### **Contraintes liées à la production du niébé et du voandzou au Bénin**

Dans les zones de production du niébé et du voandzou, onze contraintes ont été recensées pour chaque culture (Tableau 3). Leur hiérarchisation sur la base des trois paramètres indiqués ci-dessus (nombre de villages dans lesquels la contrainte est citée, nombre de villages dans lesquels il est premier et nombre de villages dans lesquels il est classé majeur) place en tête l'attaque des insectes au champ pour les deux cultures (Tableau 3). Pour le niébé, elle est suivie, par ordre d'importance, de l'attaque des insectes de stockage, de la pauvreté du sol et de l'excès de pluie; chez le voandzou, elle est suivie par contre de la pauvreté du sol, de l'excès de pluie et de la sécheresse. La faible productivité de certaines variétés et l'attaque des oiseaux apparaissent comme les contraintes de moindre importance respectivement pour le niébé et pour le voandzou (Tableau 3).

#### **Perceptions paysannes des manifestations du changement climatique**

La majorité (97,15%) des producteurs de niébé et de voandzou interrogés reconnaissent l'existence d'une variabilité du climat durant les 40 dernières années. Selon les producteurs, ce changement du climat se manifeste essentiellement par les variations de la pluviométrie et de la température (Figures 3 et 4).

En ce qui concerne la pluviométrie, la diminution de la quantité de pluie (24,38% de réponse) et la coupure précoce des pluies (18,84% de réponses) sont les principaux phénomènes observés par les producteurs du nord Bénin; contrairement aux producteurs du nord, ceux du sud notent les excès de pluies conduisant à des inondations (49,3%) et l'arrêt tardif des pluies (29,4%). Au centre, la

diminution de la quantité de pluie (35,2%), l'arrêt tardif des pluies (25,46%) et les excès de pluies (19,3%) ont été plus cités ; un début précoce (4,2% de producteurs au nord et 3,5% au sud) et une coupure précoce des pluies (4,85% de producteurs au centre) sont les phénomènes les moins perceptibles par les producteurs de niébé et du voandzou au Bénin (Figure 3).

Selon les producteurs, les variations de la température se manifestent surtout par la sécheresse (24,58% de réponses) et un début tardif de l'harmattan (23,64% de réponses) au nord, l'augmentation de la durée de l'insolation (31,38% de réponses) et de la réduction de la fraîcheur (20,6% de réponses) au centre, l'élévation de la température (3,5% de réponses) et l'augmentation de l'insolation (28% de réponses) au sud du Bénin (Figure 4).

L'analyse de régression logique binaire (Tableau 4) a indiqué que l'âge et la superficie emblavée influencent de façon significative les perceptions des producteurs de niébé sur les changements climatiques. Pour le voandzou, seul l'âge influence la bonne perception paysanne des changements climatiques (Tableau 4).

#### **Impact des changements climatiques sur la production du niébé et du voandzou**

Les inondations et la sécheresse sont les principales manifestations des changements climatiques qui affectent la production et la diversité du niébé et du voandzou au Bénin. Le premier impact signalé par les producteurs est la prolifération des insectes au champ et leurs dégâts (51,46% des réponses) ensuite la dégradation et la pauvreté des sols (36,8% réponses) qui provoque la baisse du rendement des deux cultures et la pourriture des graines au champ due à l'excès de pluie (11,74% de réponses). Plusieurs variétés sont abandonnées à cause du changement des conditions climatiques selon les producteurs. Le nombre de variétés locales de niébé en disparition varie de 1 à 6 par

village et le nombre de voandzou en disparition varie de 1 à 3 variétés par village. Sous réserve de synonymie, 55 variétés de niébé et 18 variétés de voandzou sont en cours de disparition à travers tout le Bénin.

#### **Stratégies utilisées par les producteurs de niébé et du voandzou pour faire face au changement climatique**

Les enquêtes ont révélé que parmi les producteurs de niébé et du voandzou interrogés et qui ont reconnu l'existence de variabilité climatique, seulement 45% ont mis en place des stratégies d'adaptation qui varient avec les effets majeurs des changements climatiques. Les inondations et la sécheresse sont les principaux effets du changement climatique qui affectent la production du niébé et du voandzou.

Par rapport à la sécheresse, cinq stratégies sont utilisées (Figure 5a) parmi lesquelles la culture des variétés locales résistantes (49,9% de réponses pour le niébé et 53,7% de réponses pour le voandzou), la réserve de semence après semis (32,25% de réponses pour le niébé et 29,4% de réponses pour le voandzou) et la culture des variétés locales à cycle court (18,2% de réponses pour le niébé et 12,9% de réponses pour le voandzou) sont les plus importantes (Figure 5a). Sous réserve de synonymie, 39 variétés locales (Abobo, Adologbo, Assoban'dé, Amatè, Atchaifonon, Ayicounvè, Azayu, Blagbinnin, Burkina, Carder blanc petit, Catchégonou, Dannoukoun, Délékinwa, Djagaou, Djii, Dougourikouaré, Ejè, Glétosseyi, Iyégué Doudou, Kpoglokoui, Mahunan, Viyèyèfokpa, carder rouge, Katché, Katoumondè, Koyan, Kplobè, Séwélévo, Tinforga, Tinperga, Togo grain, Tounbopessi, Towa, 2 couleurs, Yanbodo, Yangao, Yanguicorona, Yanguipora, Wlétchivé) de niébé sur les 188 variétés locales recensées à travers tout le Bénin ont été listées par les producteurs à travers la zone d'étude, comme résistants à la sécheresse. De même, 14



variétés locales de voandzou (Akompilé, Koumansowéti, Samboutourou babè, Samboutrougouana, Ticocouanpépiatou, Samboutourou pika, Souhésousoè, Soussèmoho, Tamapoika, Tincocoulésossa, Tinpoia) sur 68 variétés locales recensées sous réserve de synonymie, ont été citées comme résistantes à la sécheresse.

Pour faire face aux effets néfastes des inondations, quatre stratégies sont utilisées par les producteurs de niébé et de voandzou (Figure 5b). La confession de gros billons (36,47% de réponses pour le niébé et 45% de réponses pour le voandzou), la culture contre saison (25,5% de réponses pour le niébé ; 17,14% de réponses pour le voandzou) et l'utilisation des variétés tolérantes à l'excès de pluie (20,03% de réponses pour le niébé et 35,26% de réponses pour le voandzou). Malheureusement ces dernières sont rares dans la diversité variétale disponible.

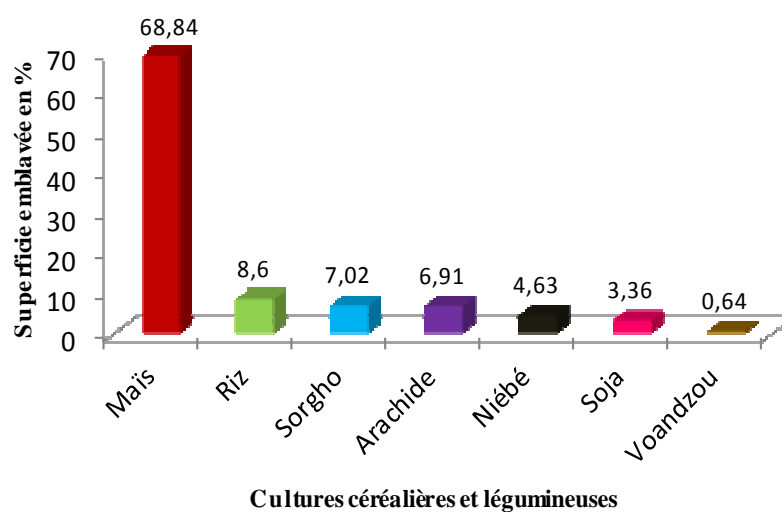
L'analyse de la régression logique multinomiale effectuée pour identifier les facteurs qui influencent le choix des méthodes d'adaptation face aux changements climatiques a montré que l'âge du producteur de niébé (Tableau 5) affecte de façon positive l'adoption des pratiques culturales ( $p < 0,05$ ) et des stratégies multiples ( $p < 0,1$ ) ; le sexe influence de façon significative ( $p < 0,001$ ) mais négative le choix des producteurs de voandzou à utiliser des variétés résistantes et de multiples stratégies (Tableau 5). Ce même facteur influence les producteurs de niébé dans la prise de décision de changer de terrain. Chez les producteurs de voandzou, le nombre de manœuvre utilisé influence de façon significative (Tableau 5) le choix de multiples stratégies ( $p < 0,001$ ), l'utilisation de la diversité disponible ( $p < 0,05$ ) et le changement de terre cultivable ( $p < 0,05$ ).

### **Système semencier traditionnel et conservation de semences**

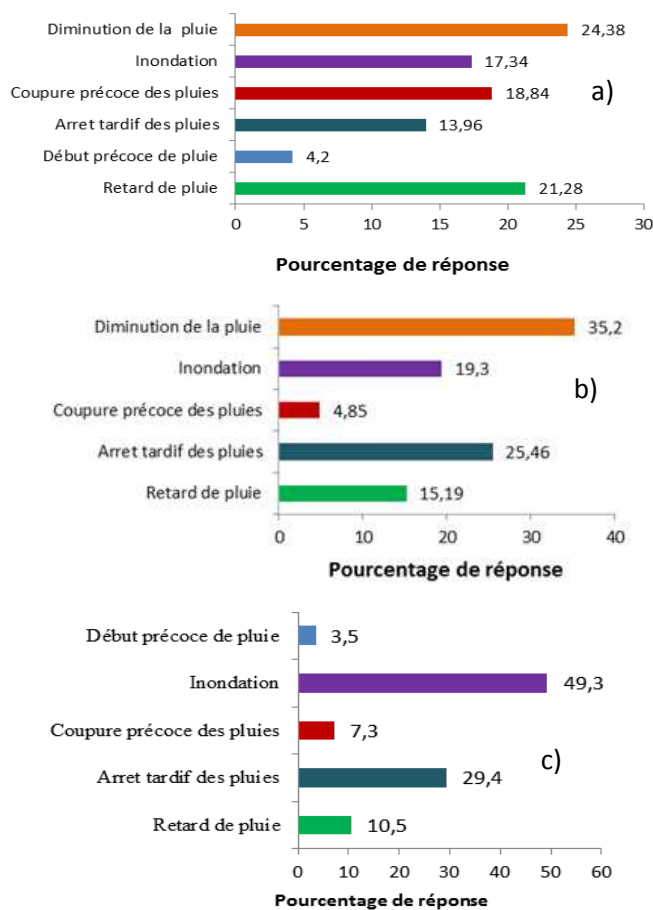
Selon les producteurs de niébé et du voandzou, la bonne qualité des semences détermine à plus de 30% la forte productivité de la culture. Pour s'assurer de cette bonne qualité, 8% des producteurs vont s'approvisionner au niveau des services agricoles (Carder et Centres de Recherche Agricole) ; 10% des producteurs achètent leurs semences chez les voisins et proches du village. La majorité des producteurs (52%) achètent leurs semences au marché. Certains producteurs (30%) réservent une partie de leur récolte pour s'assurer de sa bonne qualité.

Les méthodes de conservation des semences varient d'un paysan à un autre. Avant de conserver les semences, tous les paysans prennent soin de bien les sécher. Après cela, ils ont recours à différentes méthodes de conservation. La majorité des producteurs (75%) mettent les semences dans des bidons secs de 50 ou de 25 litres et prennent le soin de bien les remplir et de les fermer hermétiquement. Par contre, 15% des producteurs utilisent de petites bouteilles de 1L à 1,5L pour la conservation. Certains producteurs (10%) conservent les semences dans des sacs bien emballés et les stockent dans des greniers ou dans des magasins peu fréquentés et pas éclairés afin d'empêcher la multiplication des insectes de stockage.

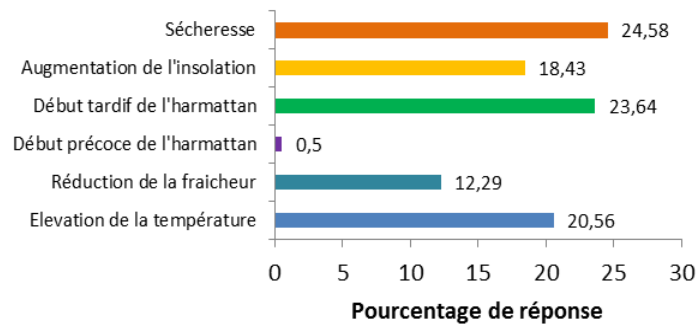
D'après les producteurs, la viabilité des semences ne dépend pas seulement de la structure de conservation mais également des traitements de pré-conservation. La grande majorité des producteurs (70%) se contentent simplement du séchage au soleil. Certains producteurs (18,56%) traitent les semences avec des produits chimiques achetés dans les services agricoles; d'autres (9,7%), avant le séchage, traitent les semences en les arrosant avec les produits tels que du pétrole avant de les sécher. Très peu de producteurs (1,68%) font du séchage avec la chaleur de la cuisine (Figure 6).



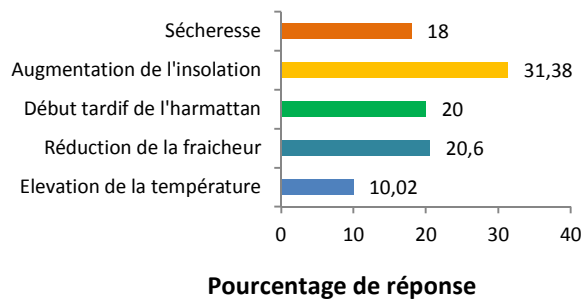
**Figure 2 :** Importance du niébé et du voandzou au Bénin.



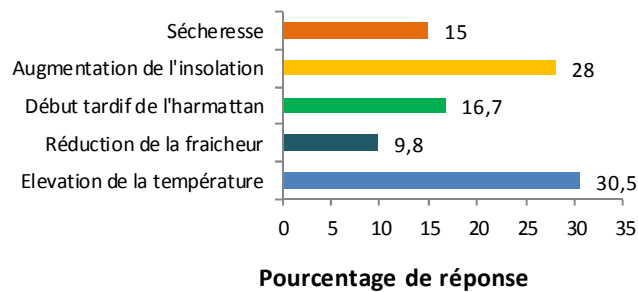
**Figure 3:** Perceptions paysannes des effets du changement climatique liés à la pluviométrie. a) au Nord ; b) au Centre ; c) au Sud.



a) Au Nord

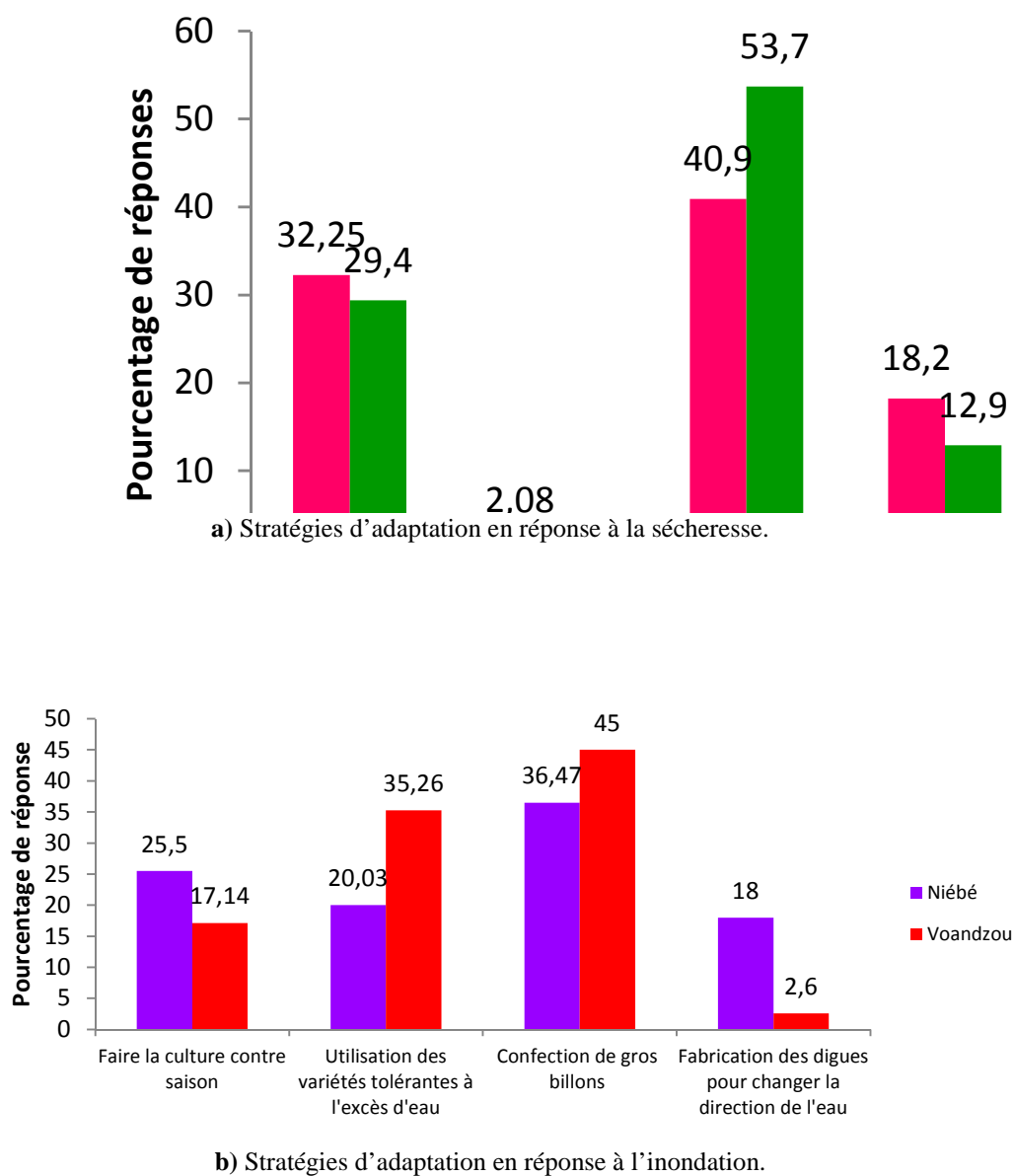


b) Au Centre



c) Au Sud

**Figure 4** : Perceptions paysannes des effets du changement climatique liés à la température.



**Figure 5 :** Stratégies paysannes d'adaptation utilisées par les producteurs de niébé et du voandzou pour face aux effets du changement climatique.

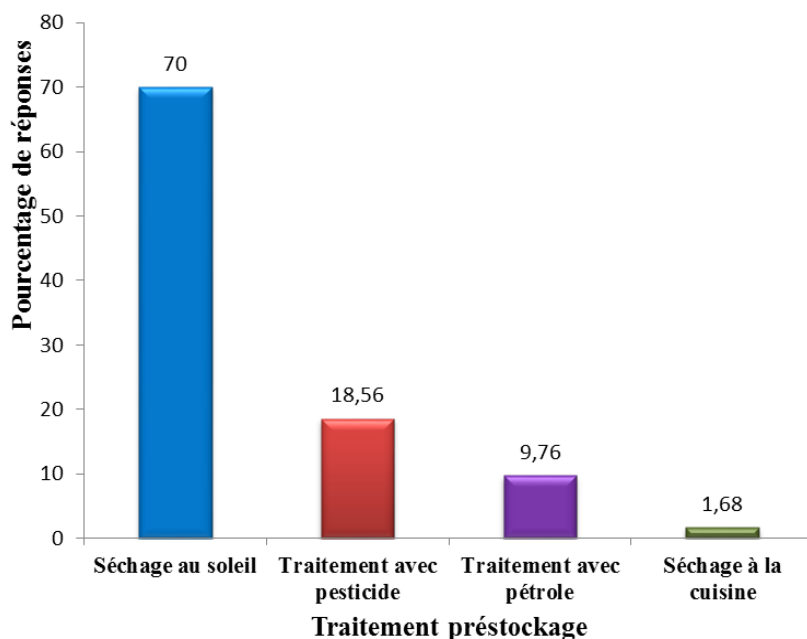


Figure 6 : Méthodes de traitement des graines destinées à la semence.

Tableau 1 : Rôle du genre dans les activités de la culture du niébé et du voandzou.

Activités liées aux cultures	Niébé (%)		Voandzou (%)	
	Homme	Femme	Homme	Femme
Sélection de semences	50	50	25	75
Labour	85	15	79	21
Ramassage et brulure des ordures	26	74	13	87
Piquage	45	55	17	83
Semis	40	60	11	89
Désherbage	50	50	35	65
Récolte	25	75	10	90
Transport vers le lieu d'égrenage	50	50	10	95
Egrenage	45	55	25	75
Stockage	45	55	25	75
Transformation	-	100	-	100
Vente	45	65	5	95

Tableau 2 : Traits morphologiques de reconnaissance variétale.

Traits morphologiques de reconnaissance	Pourcentage de variétés	
	Niébé	Voandzou
Couleur des graines	40,2	89
Port de la plante	27,05	-
Aspect des gousses	15,15	3,3
Aspect des feuilles	10,3	6,5
Couleur des fleurs	7,3	1,2

**Tableau 3:** Les contraintes liées à la production du niébé et du voandzou.

Contraintes	Nombre de villages		Principales contraintes		Contraintes majeures		Moyenne		Rang	
	Nb	Vd	Nb	Vd	Nb	Vd	Nb	Vd	Nb	Vd
Attaques des insectes au champ	37	27	26	3	37	23	33,33	17,66	1	1
Attaques des insectes de stockage	26	12	2	0	26	12	18	8	2	5
Pauvreté du sol	24	23	5	7	24	21	17,66	17	3	2
Excès de pluie	24	18	18	12	9	7	17	12,33	4	3
Sécheresse	23	19	14	10	8	5	15	11,33	5	4
Pourriture des graines au champ	16	9	0	1	16	7	10,66	5,66	6	7
Prolifération des mauvaises herbes	13	10	2	3	13	10	9,33	7,66	7	6
Attaques des rongeurs	7	5	0	1	7	0	10,66	2	8	8
Pourriture des graines après récolte	7	-	0		7		4,66		9	-
Virose	5	1	0	0	5	1	3,33	0,66	10	-
Chute des fleurs	2	-	2		0		1,66	-	11	
Faible productivité	2	1	0	0	2	1	1,33	0,66	12	10
Attaques des nématodes	-	3	-	0	-	3	-	3	-	9
Manque de bonnes semences/varieties	-	1	-	0	-	1	-	0,66	-	11
Attaque des oiseaux	-	1	-	0	-	1	-	0,66	-	12

Nb : niébé ; Vd : voandzou ; PCO : Nombre de village où la contrainte est classée premier ; CMA : Nombre de village où la contrainte est majeure.

**Tableau 4:** Relation entre les variables explicatives et les perceptions des paysans du niébé et du voandzou sur les changements climatiques.

<b>Variables explicatives</b>	<b>Coefficients</b>	<b>Erreurs standards</b>	<b>P. Value</b>
<b>Niébé</b>			
Superficie emblavée	<b>0,339*</b>	0,199	0,089
Age	<b>1,215***</b>	0,163	0,000
Niveau intellectuel	0,419	0,056	0,458
Taille ménage	-0,004	0,057	0,934
Main d'œuvre	-0,055	0,116	0,633
Constance	-47,346	6,433	0,000
LR chi Square (5)	564,02		
Pseudo	0,812		
<b>Voandzou</b>			
Age	<b>0,976***</b>	0,137	0,001
Niveau intellectuel	0,278	0,627	0,657
Superficie emblavée	0,279	0,280	0,319
Taille de ménage	0,002	0,061	0,971
Constance	-38,07	5,456	0,000
LR Chi Square (4)	390,78		
Pseudo	0,7682		

\*\*\*, \*= significatif à 1% et 10% de niveau de probabilité respectivement.

**Tableau 5:** Facteurs influençant l'adoption d'une méthode spécifique d'adaptation au changement climatique.

Variables explicatives	Diversité variétale		Pratiques culturelles		Changement de terrain		Multiples stratégies	
	Niébé	Voandzou	Niébé	Voandzou	Niébé	Voandzou	Niébé	Voandzou
Age	0,028	-0,02	<b>0,029**</b>	-0,007	0,010	0,016	<b>0,012*</b>	-0,337
Sexe	-0,285	<b>-1,139***</b>	0,051	0,043	<b>-0,802**</b>	-0,533	-2,522	<b>-1,119***</b>
Superficie emblavée	0,065	0,231	-0,031	0,215	0,096	0,031	0,318	0,176
Niveau intellectuel	-0,187	0,134	0,074	0,133	-0,217	0,373	1,077	-0,070
Taille de ménage	<b>-0,081**</b>	0,039	-0,054	-0,010	-0,045	0,010	-0,038	0,059
Main d'œuvre	-0,028	<b>-0,199**</b>	-0,080	-0,079	0,005	<b>-0,126**</b>	-0,515	<b>0,201***</b>
Constante	0,181	-0,390	-0,042	<b>-2,328**</b>	0,454	<b>-1,609***</b>	-0,572	0,196
Catégorie de base	Aucune	Aucune						
Nombre d'observation	501	367						
LR chi2	27,15	29,32						
Pseudo R <sup>2</sup>	0,01	0,028						

\*\*\*, \*\*, \* = significatif à 1%, 5% et 10% de niveau de probabilité respectivement.



## DISCUSSION

Le niébé et le voandzou sont cultivées aussi bien par les jeunes que les personnes âgées. Au Bénin, les femmes s'intéressent beaucoup plus au voandzou comme en Côte d'Ivoire (Yao et al., 2015) et au Malawi (Kamanga et al., 2015). Néanmoins, les activités liées à chaque culture sont inégalement réparties et varient d'une culture à une autre. Les travaux qui ne nécessitent pas beaucoup d'efforts physiques mais plus de patiences sont réservés aux femmes. Par contre, les activités comme le labour sont réservées aux hommes comme chez plusieurs d'autres cultures telles que le fonio (Adoukonou et al., 2006) et l'igname (Dansi et al., 2013). La production du niébé et du voandzou évoluent en dents de scies au Bénin. Le voandzou qui est qualifié de culture négligée et sous utilisée (Dansi et al., 2012), n'est pas produit au Sud Bénin et la superficie emblavée pour cette culture reste faible par rapport au niébé et à d'autres cultures telles que le maïs, le riz et le sorgho. Selon les producteurs, le voandzou n'est pas produit au sud parce que les parents n'ont pas intégré cette culture dans leur habitude et aussi les conditions climatiques ne s'y prêtent pas quand bien même beaucoup estiment que le voandzou s'adapte plus facilement aux conditions difficiles surtout à la sécheresse et au sol pauvre (Obagwu, 2003 ; Basu et al., 2007). Une tendance similaire est observée au Ghana (Berchie et al., 2012) et en Tanzanie (Ntundu et al., 2006). Le niébé est aujourd'hui la deuxième légumineuse après l'arachide selon les producteurs. En 2003, le niébé était la légumineuse la plus cultivée au Bénin (MAEP et al., 2012). On peut donc affirmer qu'en dix ans, la production de niébé au Bénin a baissé au profit de celle de l'arachide.

Plusieurs pratiques culturelles sont utilisées dans la production du niébé et du voandzou. Cependant, la rotation culturale est plus utilisée dans toutes les régions du pays pour les deux cultures. Les paysans sont donc conscients du rôle joué par les légumineuses dans la fertilisation des sols par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique

(Laurette et al., 2015 ; Do Rego et al., 2015). Ils préfèrent alors faire bénéficier ces éléments nutritifs à d'autres cultures notamment les céréales qui en ont besoin. Il est donc important de promouvoir cette pratique qui permet d'augmenter le rendement des céréales.

Des contraintes d'ordres biotique et abiotique sont responsables de la baisse du rendement de niébé et du voandzou au Bénin. Les insectes sont les principaux facteurs biotiques influençant la production du niébé et du voandzou. Ces insectes sont: des coléoptères, des hétéroptères, des lépidoptères et des thysanoptères (Niba, 2011). On distingue ainsi les insectes qui détruisent le système racinaire, ceux qui sont inféodés aux inflorescences, les insectes des gousses et ceux de stockage qui peuvent entraîner 100% de perte (Niba, 2011). Les principales contraintes d'ordre abiotiques sont la pauvreté du sol, l'irrégularité des pluies et la sécheresse (Loko et al., 2013).

Les producteurs de niébé et de voandzou enquêtés ont prouvé dans cette étude, qu'ils sont conscients des changements des conditions climatiques comme ceux au Nord-Ouest du Bénin pour la culture d'igname (Loko et al., 2013), et ceux d'autres pays d'Afrique (Gourdji et al., 2015). Selon les producteurs, les variations de la pluviométrie et de la température sont les principales manifestations de ces changements du climat. Ces mêmes manifestations ont été évoquées en Zambie (Nyanga et al., 2011) au Nigéria (Ugwoke et al., 2012) et même dans une région du Nord Benin (Loko et al., 2013). Selon Yabi et Afouda (2012), la perception des changements climatiques varie au sein des populations selon leurs caractéristiques sociodémographiques. Ainsi, au Bénin en général, l'âge des producteurs de niébé et du voandzou est le facteur qui détermine la bonne perception de la variabilité climatique. Ceci n'est pas surprenant car selon Deressa et al. (2009), avec l'âge, la capacité de percevoir les changements climatiques augmentait. Il est donc important de tenir compte de ce facteur

pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques.

Selon les producteurs, les inondations et la sécheresse sont les principaux effets des changements climatiques qui affectent la production et la diversité du niébé et du voandzou au Bénin. Ce résultat était prévisible puisque la pluviométrie est le facteur climatique le plus important qui influence les activités agricoles (Nhemachena et al., 2014). L'importance de la pluviométrie a été déjà évoquée dans d'autres cultures telles que l'igname (Loko et al. 2013), le riz (Nwalieji et Uzuegbunam, 2012) et même le niébé (Hall, 2011). La prolifération des insectes au champ et leurs dégâts, la pauvreté des sols et la pourriture des graines sont les principales conséquences liées aux changements climatiques. Tous ces facteurs contribuent à une perte importante de la diversité variétale de niébé et du voandzou et la réduction des superficies emblavées par les producteurs. Des stratégies d'adaptation et de conservation *in situ* et *ex situ* sont nécessaires pour faire face à ces problèmes (Loko et al., 2013).

L'ampleur des changements climatiques amène certains producteurs (45% de réponses) à recourir à de nouvelles méthodes préventives et même curatives. D'après les résultats, pour faire face à la sécheresse, les producteurs ont recours aux variétés résistantes, au re-semi et aux variétés précoces. L'utilisation des variétés à cycle court (2 mois) et/ou résistantes permet de pallier à la sécheresse car ces variétés n'ont pas besoins d'assez d'eau pour produire. Ces variétés existent et ont été déjà identifiées dans la diversité béninoise. Cette stratégie est aussi utilisée par les producteurs d'autres cultures telles que l'igname (Loko et al., 2013). Pour lutter contre l'inondation, les producteurs de niébé et de voandzou utilisent comme stratégies la confession de gros billons, la culture contre saison et l'utilisation des variétés tolérantes. La confession de gros billons est beaucoup plus utilisée chez les producteurs de voandzou. Selon ces derniers, cette pratique permet d'éviter la pourriture des graines causée par l'excès d'eau. Chez les

producteurs d'igname par contre les grosses buttes sont utilisées pendant la sécheresse pour assurer une bonne fraîcheur aux tubercules semences et les préserver contre la pourriture (Srivastava et al., 2012). Malgré toutes ces méthodes et selon Dansi et al. (2013), dans le cas de l'igname, l'utilisation des variétés résistantes à la sécheresse et / ou à l'excès d'humidité du sol semble être la stratégie la plus adaptée dans le contexte des changements climatiques. Très peu de variétés de niébé résistantes ou tolérantes aux facteurs biotiques et abiotiques sont disponibles chez les producteurs. Il serait donc important de renforcer la diversité variétale dans la zone d'étude par des introductions variétales en tenant compte des critères paysans de préférences variétale identifiés et hiérarchisés.

La mise en œuvre des stratégies d'adaptation est influencée par les facteurs comme l'âge, le sexe et le nombre de manœuvres. L'âge du producteur de niébé influence positivement et de façon significative l'adoption des pratiques culturelles et des stratégies multiples. Au niveau du voandzou, l'utilisation des variétés résistantes et de multiples stratégies est influencée négativement par le sexe. Les femmes sont donc plus impliquées dans l'utilisation des variétés résistantes et de multiples stratégies. Ceci confirme encore une fois que la culture de voandzou est particulièrement réservée aux femmes comme en Côte d'Ivoire (Yao et al., 2015). Par ailleurs, la disponibilité de mains d'œuvre permet aux producteurs de voandzou d'utiliser de multiples stratégies, la diversité disponibles et parfois de changer de terrain pour lutter contre les effets néfastes des changements climatiques.

Dans les villages du Bénin prospectés, la plupart des semences de niébé et du voandzou utilisées par les paysans sont des variétés locales qui sont conservées dans des matériaux traditionnels. Les structures de recherche et de vulgarisation devront contribuer à inverser la tendance pour promouvoir les variétés améliorées.

## Conclusion

Cette étude a montré que le niébé et le voandzou sont produits par les hommes et les femmes de différents âges. Néanmoins, la production du voandzou est plutôt réservée aux femmes bien que les activités nécessitant des efforts physiques soient destinées aux hommes pour les deux cultures. Cependant, le niébé est la 2<sup>e</sup> légumineuse après l'arachide alors que le voandzou est considéré comme une culture négligée et sous utilisée au Bénin. Malheureusement, la production et la diversité de ces deux légumineuses sont sérieusement menacées par des contraintes liées aux changements climatiques ou autres. Selon les producteurs, les changements climatiques se manifestent essentiellement par les inondations et la sécheresse qui ont des impacts sur le rendement des variétés de niébé et du voandzou. Les stratégies développées par les producteurs pour faire face aux effets de la variabilité climatique varient selon l'âge, le sexe et la disponibilité en main d'œuvre. Il serait donc urgent d'identifier dans les ressources de niébé et de voandzou disponibles ou de créer des variétés performantes qui peuvent répondre aux nouvelles conditions liées aux changements climatiques.

## CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'aucun intérêt n'est en compétition dans cet article.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les auteurs ci-dessous ont participé de diverses manières à la conception de cet article. AAG est l'investigateur principal ; SF a apporté un appui technique et a corrigé le manuscrit, AO et MD ont corrigé le manuscrit ; AA et AD ont dirigé et supervisé le travail.

## REMERCIEMENTS

Nous exprimons toutes nos gratitude, aux Docteurs Arlette ADJATIN et Laura LOKO pour les corrections apportées à cet article. Nous adressons également nos remerciements à tous nos collègues en

particulier Angelot AGRE et Innocent DOSSOU-AMINON pour leur assistance technique et soutiens de tous ordres. A tous les chefs des villages visités au cours des prospections, nous disons merci pour l'accueil chaleureux qu'ils nous ont réservé.

## REFERENCES

- Adeyemi SA, Lewu FB, Adebola PO, Bradley G, Okoh AI. 2012. Protein content variation in cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in the Eastern Cape province of South Africa as affected by mineralized goat manure. *African Journal of Agricultural Research*, **7**(35), 4943-4947. DOI: 10.5897/AJAR11.1680
- Adjatin A, Dansi A, Eze CS, Assogba P, Dossou-Aminon I, Akpagana K, Akoégninou A, Sanni A. 2012. Ethnobotanical investigation and diversity of Gbolo (*Crassocephalum rubens* (Juss. ex Jacq.) S. Moore and *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore), a traditional leafy vegetable under domestication in Benin. *Genet. Resour. Crop Evol.*, **59**(8): 1867-1881. DOI 10.1007/s10722-012-9901-z.
- Adoukonou-Sagbadja H, Dansi A, Vodouhé R, Akpagana K. 2006. Indigenous knowledge and traditional conservation of fonio millet (*Digitaria exilis*, *Digitaria iburua*) in Togo. *Biodiversity & Conservation*, **15**(8) 2379-239. DOI 10.1007/s10531-004-2938-3
- Akoégninou A, van der Burg WJ, van der Maesen LJG. 2006. *Flore analytique de Bénin*. Backhuys Publishers, Leiden, 1034 p.
- Basu S, Mayes S, Davey M, Jeremy A, Roberts Sayed N, Azam-Ali Richard Mithen, Remy S. Pasquet. 2007. Inheritance of 'domestication' traits in Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc). *Euphytica*, **157**: 59-68. DOI 10.1007/s10681-007-9396-4
- Berchie JN, Opoku M, Adu-Dapaah H, Agyemang A, Sarkodie-Addo J, Asare E, Addo J, Akuffo H. 2012. Evaluation

- of five bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces to heat and drought stress at Tono-Navrongo, Upper East Region of Ghana. *African Journal of Agricultural Research*, **7**(2): 250-256. DOI: 10.5897/AJAR11.817.
- Chijioke OB, Ifeanyi UM, Blessing AC. 2010. Comparative study on growth and development of some accessions of local Germplasm of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) of Nigeria in two cropping seasons. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, **13**: 21-27. DOI No. 10.1007/s12892-009-0126-4.
- Dansi A, Vodouhè R, Azokpota P, Yedomonhan H, Assogba P, Adjatin A, Loko YL, Dossou-Aminon I, Akpagana K. 2012. Diversity of the Neglected and Underutilized Crop Species of Importance in Benin. *The Scientific World Journal*, 932-947. DOI:10.1100/2012/932947
- Dansi A, Dantsey-Barry H, Dossou-Aminon I, N'Kpenu EK, Agré AP, Sunu YD, Kombaté K, Loko YL, Dansi M, Assogba P, Vodouhè R. 2013. Varietal diversity and genetic erosion of cultivated yams (*Dioscorea cayenensis* Poir-D. *rotundata* Lam complex and *D. alata* L.) in Togo. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **5**(4): 223-239. DOI: 10.5897/IJBC12.131
- Deressa TT, Hassan RM, Ringler C. 2011. Perception and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, **149**: 23-31. DOI:10.1017/S0021859610000687.
- Deressa TT, Hassan RM, Ringler C, Alemu T, Yusuf M. 2009. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environ. Change*, **8** doi:10.1016/j.gloenvcha.2009.01.002
- Do Rego AF, Diop I, Sadio O, Da Sylva MC, Agbangba CE, Touré O, Kane I, Ndoeye AMN, Wade TK. 2015. Response of Cowpea to Symbiotic Microorganisms Inoculation (Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobium) in Cultivated Soils in Senegal. *Universal Journal of Plant Science* **3**(2): 32-42. DOI: 10.13189/ujps.2015.030204
- Dossou-Aminon I, Dansi A, Ahissou H, Cissé, N, Vodouhè R, Sanni A. 2015. Climate variability and status of the production and diversity of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the arid zone of northwest Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-21. DOI: 10.1007/s10722-015-0310-y
- Eromosele CO, Arogundade LA, Eromosele IC, Ademuyiwa O. 2008. Extractability of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) protein in acid, salt and alkaline aqueous media. *Food Hydrocolloids* **22**: 1622-1628. DOI:10.1016/j.foodhyd.2007.11.003
- Getachew S, Tilahun T, Teshager M. 2014. Determinants of Agro-pastoralist climate change Adaptation Strategies: Case of Rayitu Woredas, Oromiya Region, Ethiopia. *Res. J. Environ. Sci.* 2014. 1-18. DOI: 10.3923/rjes.2014
- Gourdji S, Läderach P, Valle AM, Martinez CZ, Lobell DB. 2015. Historical climate trends, deforestation, and maize and bean yields in Nicaragua. *Agricultural and Forest Meteorology* 200(2015): 270-281. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.10.002>.
- Hall AE. 2011. Breeding cowpea for future climates. *Crop Adaptation to Climate Change*, 340-355. DOI: 10.1002/9780470960929.ch24
- Hammer K, Heller J, Engels J. 2001. Monographs on underutilized and neglected crops. *Genet. Res. Crop Evol.* **48**: 3-5. DOI: 10.1023/A:1011253924058
- Iqbal MA. 2015. Evaluation of Forage Cowpea and Hey as a Feed Resource for Ruminant Production: A Mini-Review *Global Veterinaria*, **14**(5): 747-751 DOI: 10.5829/idosi.gv.2015.14.05.937.

- Kamanga BCG, Kanyama-Phiri GY, Waddington SR, Almekinders C M, Giller KE. 2014. The evaluation and adoption of annual legumes by smallholder maize farmers for soil fertility maintenance and food diversity in central Malawi. *Food Sec.*, **6**: 45–59. DOI 10.1007/s12571-013-0315-3
- Kudre TG, Benjakul S, Kishimura H. 2013. Comparative study on chemical compositions and properties of protein isolates from mung bean, black bean and bambara groundnut. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **93**(10): 2429-2436. DOI: 10.1002/jsfa.6052
- Laurette NN, Maxémilienne NB, Henri F, Souleymanou A, Kamdem K, Albert N, Nwaga Dieudonné, François-Xavier E. 2015. Isolation and Screening of Indigenous Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea*) Nodulating Bacteria for their Tolerance to Some Environmental Stresses. *American Journal of Microbiological Research*, **3**(2), 65-75. DOI:10.12691/ajmr-3-2-5
- Loko YL, Dansi A, Agre AP, Akpa N, Dossou-Aminon I, Assogba P, Dansi M, Akpagana K, Sanni A. 2013. Perceptions paysannes et impacts des changements climatiques sur la production et la diversité variétale de l'igname dans la zone aride du Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(2): 672-695. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.23>
- Luka EG, Yahaya H. 2012. Sources of awareness and perception of the effects of climate change among sesame producers in the southern agricultural zone of Nasarawa State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, **16**(2): 134-143. DOI: <http://dx.org/10.4314/jae.v16i2.11>.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche). 2012. Données statistiques des spéculations au Bénin.
- Nhemachena C, Hassan R, Chakwizira J. 2014. Analysis of determinants of farm-level adaptation measures to climate change in Southern Africa. *Journal of Development and Agricultural Economics*. **6**(5): 232-241. DOI: 10.5897/JDAE12.0441
- Niba SA. 2011. Arthropod assemblage dynamics on cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a subtropical agro-ecosystem, South Africa. *African Journal Research* **6**(4): 1009-1015. DOI:10.5897/AJAR 10. 751
- Ntundu WH, Shillah SA, Marandu WYF, Christiansen JL. 2006. Morphological diversity of Bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] landraces in Tanzania. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **53**: 367–378. DOI: 10.1007/s10722-004-0580-2.
- Nwalieji HU, Uzuegbunam CO. 2012. Effect of Climate Change on Rice Production in Anambra State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension.*, **16**(2): 81-91. <http://dx.doi.org/10.4314/jae.v16i2.7>.
- Nyanga H, Johnsen FH, Aune JB. 2011. Smallholder Farmers' Perceptions of Climate Change and Conservation Agriculture: Evidence from Zambia. *Journal of Sustainable Development*, **4**(4): 73-85. DOI:10.5539/jsd.v4n4p73.
- Obagwu J. 2003. Control of Brown Blotch of Bambara Groundnut with Garlic Extract and Benomyl. *Phytoparasitica* **31**(2): 207-209. DOI: 10.1007/BF02980792.
- Ondo Ovono P, Kevers C, Dommes J. 2009. Effect of reducing sugar concentration on in vitro tuber formation and sprouting in yam (*Dioscorea cayenensis* D. rotundata complex). *Plant Cell Tissue Organ Culture*, **99**: 55-59. DOI: 10.1007/s11240-009-9575-1
- Onwubiko NIC, Odum OB, Utazi CO, Poly-Mbah PC. 2011. Studies on the Adaptation of Bambara Groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] in Owerri Southeastern Nigeria. *New York*

- Science Journal*, **4**: 60-67. DOI: 10.3923/aj.2011.60.65.
- Rahman MdZ. 2015. An 'innovation-cycle framework' of integrated agricultural knowledge system and innovation for improving farmers' climate change adaptation and risk mitigation capacities: A case of Bangladesh. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*. **7**(7). 213-220. DOI: 10.5897/JAERD2014.0653
- Srivastava AK, Gaisera T, Paethb H, Ewert F. 2012. The impact of climate change on Yam (*Dioscorea alata*) yield in the savanna zone of West Africa. *Agriculture Ecosystems & Environment*, **153**: 57-64. DOI: 10.1016/j.agee.2012.03.004.
- Stoilova T, Pereira G. 2013. Assessment of the genetic diversity in a germplasm Collection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) using morphological traits, *African Journal of Agricultural Research*, **8**(2): 208-215. DOI: 10.5897/AJAR12.1633.
- Ugwoke FO, Nnadi FN, Anaeto CF, Aja, OO, Nwakwasi RN. 2012. Crop Farmers' Perception of and Adaptation to Climate Change in Orlu Agricultural Zone of Imo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension.*, **16**(2): 212-224. DOI: <http://dx.org/10.4314/jae.v16i2.16>.
- Yabi I, Afouda F. 2012. Extreme rainfall years in Benin (West Africa). *Quaternary International*, **262**(7): 39-43. DOI : 10.1016/j.quaint.2010.12.010
- Yao DN, Kouassi KN, Erba D, Scazzino F., Pellegrini N, Casiraghi MC. 2015. Nutritive Evaluation of the Bambara Groundnut Ci12 Landrace [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] Produced in Côte d'Ivoire. *Int. J. Mol. Sci.*, **16**: 21428-21441. doi:10.3390/ijms160921428.