

Science **et** technique

Revue burkinabè de la recherche

Sciences naturelles et appliquées

Spécial hors-série n° 6 — Janvier 2022 — ISSN 1011-6028

Symposium International sur la Science et la Technologie
15 au 19 novembre 2021, Ouagadougou



Centre national de la recherche scientifique et technologique
03 B.P. 7047 Ouagadougou 03 – Burkina Faso

Science **et** technique

Revue burkinabè de la recherche

Sciences naturelles et appliquées

Spécial hors-série n° 6 — Janvier 2022 — ISSN 1011- 6028

**Symposium International sur la Science et la Technologie
15 au 19 novembre 2019, Ouagadougou**

Science et technique

Revue semestrielle de la recherche
du Centre National de la Recherche
Scientifique et Technologique (CNRST)

Série Sciences Naturelles et Appliquées

Spécial hors-série n° 6 – Janvier 2022

Prix : 3 000 F CFA



Directeur de publication

DRABO Koiné Maxime, Délégué général du CNRST

Directeurs adjoints de publication

Hamidou TRAORE

Emmanuel NANEMA

Comité de publication

- *Président* : Adama KABORE
- *Editeur scientifique* : Noufou OUEDRAOGO
- *Maquette et mise en forme* : Elie ZABRE
- *Secrétaire de rédaction* : Moustapha KABORE

Comité de rédaction

- *Coordonnateurs* : Hadja Oumou SANON
Charles PARKOUDA
- *Rédacteurs en Chef* : Djibril YONLI
Serges IGO
- *Rédacteurs en Chef adjoints* : Mariam Myriam DAMA
Rayim Wendé Alice NARE

Comité Scientifique du Symposium International sur la Science et la Technologie (SIST 2021)

1. ASSOGBA Lucien	Assistant	Droit public
2. AZOUMA Ouézou	Professeur Titulaire	Génie Industriel et Machinisme Agricole
3. BARRO Nicolas	Professeur Titulaire	Biochimie-Microbiologie/Virologie
4. BASSOLE Imaël Henri Nestor	Professeur Titulaire	Biochimie
5. BATIONO Babou André	Directeur de Recherche	Biologie et Ecologie végétales
6. BATIONO Jean-Claude	Professeur Titulaire	Didactique des langues et des cultures
7. BAYALA Balé	Professeur Titulaire	Physiologie animale
8. COMPAORE Ella	Maître de conférences	Nutrition
9. COMPAORE Halidou	Maître de recherche	Ecologie/Management des ressources naturelles
10. COMPAORE Maxime	Directeur de recherche	Histoire de l'éducation
11. COURTIN Fabrice	Chargé de recherche	Géographe
12. DABIRE Rock	Directeur de recherche	Entomologie médicale
13. DAKOURE Evariste	Maître de conférences	Sciences de l'Information de la communication
14. DEME El hadji Yoro	Assistant	Economie
15. DRABO Maxime	Directeur de recherche	Santé Publique
16. GLITOH A. Isabelle	Professeur Titulaire	Entomologie
17. GOMGNIMBOU Mustapha	Directeur de Recherche	Histoire
18. GOUDJO Mathieu Red Durde Traouré	Assistant	Droit public
19. GUIGMA Léandre	Maître-Assistant	Architecture

20.	HALPOUGDOU Martial	Chargé de recherche	Histoire
21.	HOUNHOUGAN Djidjoho Joseph	Professeur Titulaire	sciences et technologie des aliments
22.	IGO Serge	Directeur de recherche	Physique / Thermique
23.	KABORE Adama	Directeur de Recherche	Biologie et Santé animales
24.	KABORE Oumar	Maître de recherche	Géographie physique
25.	KABORE/SAWADOGO Séraphine	Chargée de recherche	Téledétection
26.	KIBORA Ludovic	Maître de recherche	Anthropologie, Ethnologie
27.	KINI Félix	Directeur de recherche	Chimie organique
28.	KOSSI-TITRIKOU Komi	Professeur Titulaire	Anthropologie
29.	KOUANDA Séni	Directeur de recherche	Epidémiologie, Santé Publique
30.	KOUHOUNDE Serge	Assistant	Biotechnologie/Microbiologie Alimentaire
31.	KOULIDIATI Jean	Professeur Titulaire	Physique
32.	LOMPO Marius	Directeur de recherche	Pharmacologie
33.	MAKAYA Joseph	Maître-Assistant	Biochimie/ Microbiologie
34.	METCHEBON TAKOUGANG Stéphane Aimé	Maître de conférences	Mathématiques appliquées
35.	NAKOULMA Goama	Maître de recherche	Géographie
36.	NANEMA Emmanuel	Directeur de Recherche	Energie solaire
37.	NEBIE Roger Ch. H.	Directeur de Recherche	Chimie organique
38.	NEYA Bouma James	Maître de recherche	Phytopathologie
39.	NEYA Oblé	Maître de Recherche	Biologie et physiologie végétales
40.	NIANGADO Oumar	Directeur de Recherche	Génétique
41.	OUEDRAOGO Idrissa	Professeur Titulaire	Economie
42.	OUEDRAOGO Jean Bosco	Directeur de Recherche	Parasitologie médicale
43.	OUEDRAOGO Mahamadou Lamine	Maître de conférences	Sciences du langage
44.	OUEDRAOGO Mahamadou	Assistant	Communication
45.	OUEDRAOGO Moussa	Docteur	Génétique Forestière
46.	OUEDRAOGO Noufou	Directeur de recherche	Biochimie/Pharmacologie
47.	OUEDRAOGO Souleymane	Maître de recherche	Economie agricole
48.	OUEDRAOGO Sylvain	Directeur de recherche	Pharmacologie
49.	OUBA Youmanli	Maître de conférences agrégé	Economie de l'environnement
50.	SANKARA Philippe	Professeur Titulaire	Phytopathologie
51.	SANOOGO Mamadou Lamine	Directeur de recherche	Socio-linguistique
52.	SANOOGO Oumar	Directeur de Recherche	Physique
53.	SANON Hadja Oumou	Maître de Recherche	Productions animales
54.	SAWADOGO Louis	Directeur de recherche	Biologie et Ecologie végétale
55.	SAWADOGO/LINGANI Hagrétou	Directrice de recherche	Biochimie-Microbiologie/Technologie Alimentaire
56.	SEDOGO P. Michel	Directeur de Recherche	Agropédologie
57.	SEMDE Rasmané	Professeur Titulaire	Pharmacie galénique
58.	SEREME Drissa	Maître de Recherche	Virologie
59.	SEREME Paco	Directeur de Recherche	Phytopathologie
60.	SIE Oumarou	Professeur Titulaire	Informatique
61.	SIRPE Gnanderman	Maître de conférences	Economie
62.	SOMDA Irénée	Professeur Titulaire	Phytopathologie
63.	TINTO Halidou	Directeur de recherche	Parasitologie
64.	TRAORE Alfred	Professeur Titulaire	Biochimie
65.	TRAORE Hamidou	Directeur de Recherche	Malherbologie
66.	TRAORE Mamoudou	Maître de recherche	Sciences du sol
67.	YAMBA Kassoum	Chargé de Recherche	Physique appliquée
68.	YAMEOGO Georges	Maître de recherche	Agroforesterie
69.	YAMEOGO Urbain	Assistant	Environnement
70.	YE Georges Siédouba	Maître de recherche	Mécanique Appliquée/ Machinisme Agricole
71.	YONLI Djibril	Maître de recherche	Malherbologie
72.	ZEBE Augustin	Chargé de recherche	Nutrition
73.	ZERBO Roger	Maître de recherche	Sociologie, Anthropologie de la santé
74.	ZIDA Didier	Maître de Recherche	Ecologie /Aménagement forestier
75.	ZIDA Elisabeth	Maître de recherche	Phytopathologie
76.	ZOUGMORE Robert Bellarmin	Directeur de recherche	Science du sol

Comité scientifique de la série

Dr SEREME Paco,	Directeur de recherche	Phytopathologie, INERA, Burkina Faso
Dr LOMPO François	Directeur de recherche	Agronomie/Science du Sol, INERA, Burkina Faso
Dr TAMBOURA H. Hamidou	Directeur de recherche	Génétique animale, INERA, Burkina Faso
Pr OUEDRAOGO Amadé	Professeur Titulaire,	Biologie et Ecologie végétales, UJKZ, Burkina Faso
Pr SANON Antoine	Professeur titulaire	Entomologie, UJKZ, Burkina Faso
Dr TRAORE Amadou	Directeur de recherche	Génétique animale, INERA, Burkina Faso
Dr SOME Koussao	Maître de recherche	Génétique, Amélioration des plantes, INERA, Burkina Faso
Pr BIELDERS Charles,	Professeur titulaire	Science des sols, Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgique
Dr BRUGIDOU Christophe,	Directeur de recherche	Inter action Plantes-Parasites, Institut de Recherche pour le Développement, Montpellier, France
Pr DIOUF Diaga,	Professeur titulaire	Technologie/Végétale, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal
Dr. SEREME Abdoulaye	Maître de recherche	Agronomie/Botanique, IRSAT, Burkina Faso
Dr. KONATE Yacouba,	Maître de conférences	Assainissement, 2iE, Burkina Faso
Dr PARKOUDA Charles,	Maître de recherche	Science des aliments/Biochimie, Burkina Faso
Dr OUATTARA/SONGRE Laurencia	Maître de recherche	Nutrition/Science des aliments, Burkina Faso
Pr. SISSOKO Grégoire,	Professeur titulaire	Physique/Energétique, Université Cheick Anta Diop, Sénégal
Pr. OUATTARA Frédéric	Professeur titulaire	Géophysique, Université Norbert ZONGO, Burkina Faso

Comité de lecture de la série

Dr ZIDA Elizabeth	Maître de Recherche	Phytopathologie, INERA, Burkina Faso
Dr BATIONO B. André	Maître de recherche	Agroforesterie, INERA, Burkina Faso
Dr KIEMA André	Maître de recherche	Pastoralisme, INERA, Burkina Faso
Dr ADJANOHOOUN Adolphe,	Directeur de recherche	Agropédologie, INRAB, Bénin
Dr BOUKAR Ousmane	Maître de recherche	Génétique végétale, IITA, Kano, Nigéria
Pr HOUINATO Marcel	Professeur titulaire	Production animale, Université Abomey Calavi, Bénin
Pr DIATTA Sekouna	Maître de conférences	Agroforesterie-Ecologie et Adaptation, Université Cheick Anta Diop, Sénégal
Pr TRAORE Karidia	Professeur titulaire	Malherbologie, Université Université Jean Lorougnon Guédé Daloa, Côte d'Ivoire
Dr WONNI Issa	Maître de recherche	Bactériologie, INERA, Burkina Faso
Dr BA Malick	Directeur de recherche	Entomologie, INERA, Burkina Faso
Dr SOME/DAO Mandjela	Maître de recherche	Biologie-Ecologie Végétales Virologie-Biotechnologie, INERA, Burkina Faso
Dr TIENDREBEOGO Fidèle	Maître de recherche	Virologie-Biotechnologie, INERA, Burkina Faso
Dr NACRO Souleymane	Directeur de recherche	Entomologie Agricole, INERA, Burkina Faso
Dr SAWADOGO Nerbéwendé	Maître de conférences	Génétique végétale, UJKZ, Burkina Faso
Pr TRAORE Salifou	Professeur titulaire	Science du sol, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso
Pr OUEDRAOGO Oumarou	Professeur titulaire	Biologie et Ecologie Végétales, UJKZ, Burkina Faso
Dr YE Siédouba Georges	Maître de recherche	Conception machinisme agricole, IRSAT, Burkina Faso
Dr KIBA Innocent	Maître de recherche	Agro pédologie, INERA, Burkina Faso
Dr KABORE Donatien	Maître de recherche	Microbiologie/Biochimie, IRSAT, Burkina Faso
Dr BA/FATOUMATA Hama,	Maître de recherche	Nutrition/Sciences des aliments IRSAT, Burkina Faso
Dr SANOGO Oumar	Directeur de recherche	Physique, IRSAT, Burkina Faso
Dr DIANDA Boureima	Maître de recherche	Physique, IRSAT, Burkina Faso
Dr OUEDRAOGO Issaka	Maître de recherche	Physique, IRSAT, Burkina Faso
Dr DIALLO/KONE Martine	Maître de recherche	Chimie, IRSAT, Burkina Faso

Dr BONKOUNGOU Isidore Dr SAVADOGO Salfo	Maître de conférences Maître de recherche	Biologie, IRSAT, Burkina Faso Biologie et Ecologie Végétales, IRSAT, Burkina Faso
Pr PADONOU Wilfrid Dr DAKO Enock G. Achigan	Professeur titulaire Maître de conférences	Biochimie, Université d'Agriculture de Kétou, Bénin Génétique et Sélection des plantes, Université Abomey Calavi, Bénin
Pr AMEYAPOH Yaovi Pr AZOUMA Yaovi Ouezou	Professeur titulaire Professeur titulaire	Microbiologie/Biochimie, Université de Lomé, Togo Conception machinisme agricole, Université de Lomé, Togo

Abonnement - Distribution

DIST/DGA-V/CNRST, 03 B.P. 7047 Ouagadougou 03

Rédaction et administration

- Comité de rédaction, INERA 03 B.P. 8645 Ouagadougou 03 Burkina Faso ; Tél : (00226) 25 34 02 70/ 25 34 71 12 ; Fax : (226) 25 34 02 71 ; Email : inera.direction@fasonet.bf

- Comité de rédaction, IRSAT 03 B.P. 7047 Ouagadougou 03 Burkina Faso ; Tél : (226) 25 35 60 31 ; Fax : (226) 25 35 70 29 ; Email : dirsat@fasonet.bf ; Site web : www.irsat-burkina-net

Impression : Presses Universitaires – Université Joseph Ki-Zerbo - Ouagadougou

Numéro tiré à 100 exemplaires

Sommaire

Kalifa PALM, Arouna KABORE, Boukaré OUEDRAOGO et Roland LANKOUANDE

Exploitation énergétique d'un four de combustion de gaz nocifs fonctionnant en régime forcé laminaire... 12

Geoffroy Romaric BAYILI, Christine KERE/KANDO, Mariam COULIBALY/DIAKITE, Safiatou TIENDREBEOGO et Roland Nâg-Tiero MEDA

Qualité physico-chimique, sensorielle et présence légale des huiles alimentaires vendues dans la ville de Bobo-Dioulasso 19

Issouf COULIBALY, AMADOU Hamadoun, CISSE Fousseyni, YATTARA Kalifa et DOUMBIA Djibril

Les stratégies d'adaptation au changement climatique par les producteurs en riziculture pluviale dans la région de Sikasso au sud Mali 35

Abalo Itolou KASSANKOGNO, Adama ZONGO, Kossi Essotina KPEMOUA, Gnawé Aristide ZONOU, Abdoulaye NANA, Bowendsom Clément NIKIEMA et Ibrahima OUEDRAOGO

Evaluation du niveau de résistance de quelques variétés de riz vis-à-vis des souches Multilocus de Magnaporthe grisea en milieu contrôlé au Burkina Faso 45

Honoré KAM, Pierre Alexandre Eric SOMBIE et Soumana KONE

Valeurs nutritionnelles des variétés de riz produites au Burkina Faso 57

Sylvestre Abiola CHAFFRA et Apollinaire Cyriaque AGBON

Analyse spatiale des changements de l'occupation des terres en zones humides dans les arrondissements de Grand-Popo et de Avlo au Bénin 70

Lassina SANOU, Rodrigue Sogotère KONATE, Souleymane OUEDRAOGO et Jonas KOALA

Perceptions des agriculteurs sur les pratiques agroforestières en zone agroécologique nord-soudanienne du Burkina Faso..... 85

Sèdjro Martin Arnauld DJISSOU, Aimé Richard TOSSOU et Didier Emile FIOGBE

Elevage de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) à base d'aliment local sans farine de poisson au Bénin ... 98

Mahamadi OUEDRAOGO, Bansé OUEDRAOGO et Bakari TRAORE

Effets de la substitution partielle du soja torréfié par la farine d'*Azolla pinnata* dans la ration alimentaire sur des paramètres de croissance et économiques des poulets métis au Burkina Faso 109

Ousmane ZONGO, Siédouba Georges YE, Abdel Kader Hounsouho LINGANI et Antoine Crépin KABORE

Analyse de l'utilisation des tracteurs et outillages agricoles acquis par la Société Nationale d'Aménagement des Terres et de l'Équipement Rural (SONATER) : contribution pour une utilisation durable du matériel agricole 121

Michel KABORE, Hadja Oumou SANON, André KIEMA, Aimé Joseph NIANOGO et Arahama TRAORE

Contribution des cultures à double objectif de sorgho et de niébé à l'amélioration du disponible fourrager en zone Nord-soudanienne au Burkina Faso 130

Florentin SANOU, Albert BARRO, Kalifa COULIBALY, Saidou SIMPORE et Hassane Bismarck NACRO

Perception paysanne des effets du travail du sol avec le pulvérisateur à disques ou "*cover crop*" sur le sol dans la zone de Sapouy (Burkina Faso)..... 146

Anderson Frédéric KONKOBO, Mamounata DIAO, Edwige Noëlle ROAMBA, Roger DAKUYO, Paul Windinpsidi SAVADOGO et Mamoudou Hama DICKO

Optimisation du pouvoir épuratoire des graines de *Moringa oleifera* dans le procédé de potabilisation des eaux au Burkina Faso 158

Jean GLAGO, Comlan Kintomagnimessè Célestin TCHEKESSI, Cocou Claude KPOMASSE, Nicodème Worou CHABI, Amivi Kafu TETE-BENISSAN, Makpondji Frédéric HOUNDONOUGBO, Jacob Kokou TONA et Christophe Achille Armand Mahussi CHRYSOSTOME

Comparative study of the effect antibiotics and feed ingredient containing probiotic bacteria from "*Tchoukoutou*" ferment on the immune status of local and exotic guinea fowl 173

Bouma THIO, Drissa TOE et Salam KIEMDE

Prévalence et abondance des nématodes parasites associés au bananier dans les grandes zones de production au Burkina Faso 184

Adama SANOU, Djibril YONLI, Nofou OUEDRAOGO, Honoré KAM, Souleymane DJELBEOGO, Karim TRAORE, Irénée SOMDA et Hamidou TRAORE

Criblage des lignées de riz mutant vis-à-vis du *Striga hermonthica*..... 194

Gbèmawonmèdé Paul Daniel TIME, Midimahu Vahid AISSI, Mardochée DEGUENON, Vénérande Yoffou BALLOGOU, Ifagbémi Bienvenue CHABI et Yénoukounmè Euloge KPOCLOU

Diversité et raisons de choix des emballages utilisés pour le conditionnement du *Olèlè* une pâte cuite de niébé 205

Serge SAMANDOULOGOU, Hamidou COMPAORE, Fidèle Wendbénédo TAPSOBA, Joubahan Marthe SINKONDO, André Jules ILBOUDO et Hagrétou SAWADOGO/LINGANI

Qualité sanitaire et nutritionnelle des foies de poulets consommés à Ouagadougou au Burkina Faso 221

Oumar SANOGO, Kayaba HARO, Roger Charles Mathurin COMPAORE, Reine Pélagie KOURAOGO et Kalifa PALM

Evolution du Facteur d'émission électrique des réseaux électriques des pays de l'Afrique Subsaharienne : cas du Burkina Faso 232

Les stratégies d'adaptation au changement climatique par les producteurs en riziculture pluviale dans la région de Sikasso au sud Mali

Titre courant : Les stratégies d'adaptation au changement climatique par les producteurs en riziculture pluviale dans la région de Sikasso au sud Mali

Issouf COULIBALY^{1*}, Hamadou AMADOU¹,
Fousseyni Cisse¹, Kalifa YATTARA¹, Djibril DOUMBIA¹,

Résumé

La riziculture pluviale est fortement dépendante des facteurs dont les aléas climatiques. L'objectif global de cette étude est de contribuer à la résilience des producteurs en riziculture pluviale dans la région de Sikasso au sud Mali. Un diagnostic de la perception et le comportement des producteurs face au changement climatique a été réalisé dans la région de Sikasso. Environ 91% des villages enquêtés affirment avoir constaté une diminution progressive de la durée de la saison des pluies. La mauvaise répartition des pluies a été signalée dans tous villages enquêtés. Les principales conséquences du changement climatique rapportées ont été des modifications de la saison des pluies, les sécheresses, les inondations, la hausse de la température et les pluies diluviennes. Les stratégies traditionnelles de résilience sont les prières, l'exode rural des jeunes et l'entraide. Les petits barrages et digues de retenues d'eau, les variétés améliorées précoces, la culture maraîchère, les cordons pierreux et le reboisement sont des technologies utilisées afin d'augmenter la résilience. Les stratégies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique sont presque ignorées par les producteurs. Cependant, il faut noter que les producteurs commencent à comprendre la notion d'atténuation des effets néfastes du changement climatique.

Mots clés : adaptation, atténuation, diagnostic, inondation, perception, sécheresse.

Adaptation strategies to climate change by rainfed rice farmers in the Sikasso region, southern Mali

Abstract:

Rain-fed rice farming is highly dependent on factors including climate hazards. The overall objective of this study is to contribute to the resilience of rainfed rice growing farmers in the Sikasso region southern Mali. A diagnostic of the farmers' perception and the behavior on the climate change in the Sikasso region. About 91% of the villages surveyed said they have noticed a gradual decrease in the length of the rainy season. The poor distribution of rain was reported in all the villages surveyed. The main consequences of this climate change reported by farmers have been changes in the rainy season, droughts, floods, rising temperatures and torrential rains. The traditional strategies for resilience are prayers, young rural exodus and mutual aid. Small dams and dams of water reservoirs, early improved varieties, market gardening, stone cords and reforestation are technologies used to increase the resilience. Strategies to mitigate the harmful effects of climate change are almost ignored by farmers. However, it should be noted that farmers are beginning to understand the concept of mitigating the harmful effects of climate change.

Keywords: adaptation, mitigation, diagnostic, flood, perception, drought.

¹ Institut d'Economie Rural (IER), *Centre Régional de Recherche Agronomique (CRR) de Sikasso/Mali, Programme Riz Bas-fond, BP : 16*

* **Auteur correspondant** : Issouf COULIBALY : Tel : +223 7910 5202, Email : issoufcoul24@yahoo.fr

Introduction

Le changement climatique, problématique environnementale du siècle est un phénomène qui éprouve les rendements (ROUDIER *et al.*, 2011 ; TAMBO and ABDOULAYE 2013 ; TRAORE *et al.*, 2015), les efforts de développement et les moyens de subsistance des populations des pays sahélo-sahariens (World Bank, 2002). Ainsi, le changement climatique éliminerait une grande partie des gains qui auraient pu être réalisés en matière de sécurité alimentaire et de nutrition. A cet effet, les petits producteurs et les femmes rurales sont vraisemblablement les plus gravement affectées (TAMBO and ABDOULAYE 2013).

L'utilisation des variétés améliorées précoces, résistantes ou tolérantes à certains facteurs biotiques et abiotiques, les semis échelonnés, les techniques de travail du sol, de gestion de la fertilité du sol et des nutriments et des techniques de gestion des eaux au niveau parcelle sont des atouts qui peuvent contribuer à augmenter la résilience des petits producteurs. En plus, établir des prévisions climatiques saisonnières spécifiques pour aider à la prise de décision de gestion des activités agricoles (NDEGWA *et al.*, 2010 ; TRAORE *et al.*, 2017) peut améliorer la capacité d'adaptation des petits agriculteurs.

Il apparaît essentiel d'étudier davantage la cohérence des perceptions des populations rurales du changement climatique au regard des tendances climatiques observées afin de mieux orienter les stratégies d'adaptation et d'atténuation à la variabilité climatique.

C'est dans cette optique que cette étude a été réalisée dans le cadre de l'exécution des activités du projet intitulé « Développement d'options d'adaptation et d'atténuation des effets néfastes du changement climatique sur la riziculture pluviale pour l'amélioration du revenu des populations rurales et de la sécurité alimentaire » du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO). Il a pour but d'aider à adapter les pratiques traditionnelles de gestion et à acquérir de nouvelles techniques pour protéger ou restaurer les services de l'écosystème, d'accroître les rendements et de réduire les risques climatiques.

Le présent article présente les résultats de l'état des lieux et l'évaluation des impacts du changement climatique sur la production et la productivité de la riziculture pluviale au Mali.

I. Matériel et méthodes

1.1. Site de l'étude

L'étude a été menée dans la région de Sikasso (Figure 1). Cette région est la troisième région administrative du Mali. Elle compte sept cercles et s'étend sur une superficie qui représente 5,8 % du territoire national soit 71 790 km². Les sept cercles de la région sont : Bougouni, Kadiolo, Kolondiéba, Koutiala, Sikasso, Yanfolila et Yorosso.

Située dans l'extrême Sud du Mali, la région de Sikasso est limitée au Nord-Ouest par la région de Koulikoro, au Nord-Est par la région de Ségou, à l'Est par le Burkina Faso, au Sud par la Côte d'Ivoire et à l'Ouest par la Guinée.

Le relief est constitué de collines, de montagnes au Sud, et de vallées et de plaines au centre et au Nord. La région est traversée par de nombreux cours d'eau, affluents du fleuve Niger : le Sankarani au Nord qui collecte les eaux et les déverse dans le Niger en amont de Bamako et le Bani au Sud qui rejoint le Niger à Mopti après avoir collecté les eaux du Baoulé, du Bagoé et du Banifing.

Le climat est de type tropical soudanien, subdivisé en deux ensembles climatiques : la zone soudanienne humide et la zone guinéenne. C'est la région la plus humide du Mali et la plus arrosée. La pluviométrie annuelle oscille entre 700 et 1 200 mm. La température moyenne annuelle est de 27,2 °C.

La région de Sikasso présente une grande diversité pédologique. Les sols sur les pentes sont rouges et bruns ayant des caractéristiques de sols ferrugineux tropicaux lessivés de type hydromorphe ainsi que des sols gris. On observe également sur les versants des sols ferralitiques érodés modifiés par un couvert également gravillonnaire et des sols hydromorphes minéraux dans les bas-fonds (KANTE, 2001).

Deux types de sols dominent dans cette région : les sols d'origine alluviale, de fertilité moyenne, limoneux, limono-sableux ou limono-argileux dans les plaines et les sols bruts d'érosion ou les sols peu évolués gravillonnaires sur les hauteurs.

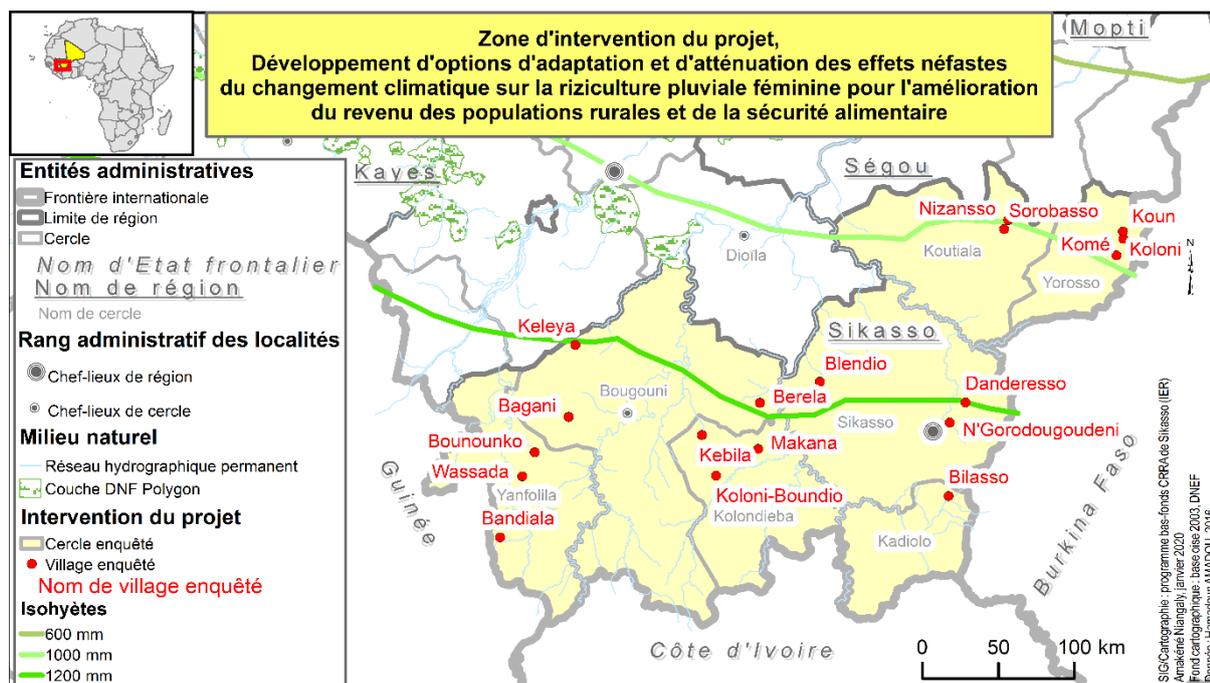


Figure 1 : Sites de l'étude

1.2. Diagnostic

Une enquête a été réalisée de décembre 2015 à mars 2016 dans les sept cercles de la région de Sikasso sous forme de diagnostic participatif villageois avec l'utilisation des outils de la Méthode Accélérée Recherche Participative (MARF). Des rencontres en assemblées générales villageoises ont été tenues avec les producteurs/trices rizicoles au cours desquelles les problèmes du changement climatique et ses effets néfastes sur la riziculture pluviale, les ressources naturelles et les stratégies développées, ont été débattus. L'analyse de la vulnérabilité des riziculteurs/trices basée sur les facteurs de production, la sécurité alimentaire, les revenus, a été posée pour mieux comprendre les moyens de subsistance et identifier les types de menaces et leur localisation.

Les questions ont été administrées auprès des producteurs/trices à travers un guide d'entretien. Elles ont été structurées autour des points suivants :

- l'information générale sur les participants ;
- les caractéristiques de base du village ;
- l'évaluation des effets et de la fréquence des inondations et des sécheresses ;
- les stratégies d'adaptation et d'atténuation des effets néfastes des inondations et des sécheresses ;
- les variétés tolérantes à l'inondation ou à la sécheresse et fiabilité des variétés face aux changements climatiques ;

- les changements des précipitations observés ces 10 dernières années ;
- les changements de la qualité du sol ces 10 dernières années ;
- les changements dans le domaine des nuisibles des cultures ces 10 dernières années ;
- la biodiversité, la gestion des ressources naturelles et les espèces sauvages en cas de contraintes climatiques extrêmes ;
- le partage du savoir et savoir-faire locaux et ;
- les principales sources de subsistance.

1.3. Choix des villages

En concertation avec les chefs secteurs et les agents de base de la Direction Régionale de l'Agriculture (DRA) de Sikasso, 20 villages ont été retenus comme sites d'enquête (Figure 1). Le choix des villages a été surtout guidé par : la pratique de la riziculture pluviale strict et de bas-fond ; la pratique de la riziculture pluviale par les femmes ; l'importance des superficies emblavées en riz et l'accessibilité du village pendant la saison de pluie.

1.4. Analyse et traitement des données d'enquête

Après dépouillement manuel des fiches d'enquête, les données ont été codifiées et saisies sous MS-Excel et analysées à l'aide du logiciel SPSS version 20. Les résultats ont été présentés par des statistiques descriptives. La comparaison de moyennes était effectuée avec le test ANOVA (chi-carré) à $p < 0,05$. Au préalable, la normalité des données a été vérifiée.

II. Résultats

2.1. Changement ressentis par les producteurs

Au total 20 villages répartis dans 13 secteurs d'agriculture ont été concernés par le diagnostic participatif villageois sur la problématique de la caractérisation des effets et l'impact du changement climatique sur la production et la productivité de la riziculture pluviale. Au cours de ces assemblées tenues dans les villages, 1 213 producteurs/trices dont 55% homme et 45% femme étaient présents.

Il ressort du résultat des analyses que la sécheresse, les inondations et une pluviométrie annuelle variable sont les trois principaux effets néfastes du changement climatique observés par les producteurs. Dans tous les villages enquêtés, il est ressorti une modification de la pluviométrie au cours de ces dix dernières années. Ces modifications portent essentiellement sur la durée de la saison des pluies, la répartition spatio-temporelle et l'intensité des pluies enregistrées qui entraînent des inondations, des sécheresses (Tableau I) ou la dégradation des terres.

Tableau I : ¹Evaluation de l'inondation et de la sécheresse dans la zone de l'étude.

Proportion affectée	Sikasso	
	Inondation	Sécheresse
Superficie	22.00	21.70
Producteurs	51.70	35.25
Gravité	51.20	61.17

¹: L'importance est exprimée en pour cent des villages

Environ 91% des villages enquêtés affirment constater une diminution progressive de la durée de la saison des pluies au cours de ces 10 dernières années. Il n'y a pas de différence significative ($\chi^2=1.674$, $p=0.4$) entre les pourcents des villages ayant affirmé ce constat à travers les sept sous-secteurs d'agriculture. En plus, la mauvaise répartition des pluies, durant la campagne agricole en général et spécifiquement pour la culture du riz pluvial, a été signalée par 75% des villages enquêtés.

A cet effet deux constats se dégagent. Le premier a porté sur le manque de pluies en des périodes bien déterminées. Ainsi il a été constaté sur l'ensemble de la zone d'étude l'apparition de trois principales périodes de poches de sécheresse, à savoir le début de la campagne agricole (période de semis), la mi- campagne agricole (période de tallage du riz) et vers la fin de la campagne agricole (phase de maturité du riz). Dans la région de Sikasso, 72% des villages enquêtés pensent que les poches de sécheresse sont importantes seulement au début de la campagne et que la période couvre environ 1 mois. Selon les cas, cette période coïncide avec la période de semis ou période juste après les semis (fin mai-début juin). A cette période, les quantités de pluies généralement enregistrées ne permettent pas les semis.

Les résultats des analyses ont fait apparaître que les fortes intensités de pluies sont observées durant le mois d'août (34%) et fin août-début septembre (66%). Ce sont en général ces pluies qui provoquent les inondations. Il a été constaté que, certaines inondations sont provoquées par les eaux de ruissèlements venant d'ailleurs. Cet état de fait est dû au fait qu'il y a très peu d'aménagements pour retenir et ou canaliser les eaux de ruissèlements pour une utilisation efficace. Ainsi il apparaît clairement que la période des pluies de forte intensité connaît un léger décalage dans le temps. Cependant, il a été noté quelques cas isolés qui se présentent en début ou en fin de saison de pluies.

Dans tous les villages enquêtés, les producteurs ont signalé la baisse de la fertilité du sol. Les principaux indicateurs cités étaient la baisse de rendement, l'apparition du striga, le mauvais développement végétatif des plants de riz et l'arrachage de la partie arable des sols suite à l'érosion hydrique.

La grande majorité des producteurs affirme que les effets de la sécheresse et des inondations sur la production rizicole, la production agricole, la santé et la nutrition et les moyens de subsistance sont ressentis par les chefs d'exploitation, les membres de l'exploitation et de la communauté.

Les résultats de certaines conditions météorologiques sur le rendement du riz sont consignés dans le tableau II.

Tableau II : ¹évaluation de changements météorologiques sur le rendement du riz dans la zone de l'étude.

Changements	Sikasso
Hausse de température	95,00
Augmentation des conditions météorologiques	80,00
Perte de rendements liée à la température	70,00

¹ : L'importance est exprimée en pour cent des villages

2.2. Stratégies d'adaptation des effets néfastes du changement climatique sur la riziculture pluviale

Les stratégies d'adaptation des effets néfastes de la sécheresse développées par les producteurs sont consignées dans le tableau III.

Tableau III : ¹ Evaluation des stratégies d'adaptation à la sécheresse dans la zone de l'étude.

Stratégies d'adaptation à la sécheresse	Sikasso
Pratiques traditionnelles d'adaptation	45,00
Technologies d'adaptation	20,00
Modèle de culture	70,00
Sources de subsistance	35,00
Modèle d'alimentation	20,00

¹ : L'importance est exprimée en pour cent des villages enquêtés.

Les principales stratégies traditionnelles d'adaptation aux effets néfastes de la sécheresse développées par les producteurs sont les prières et l'exode rural vers les mines d'or. Les prières d'adoration qui consistent à organiser des cérémonies religieuses (musulmane ou animiste) en fonction des localités, sont pratiquées par 41% des villages enquêtés. En plus des prières d'adoration pour invoquer la grâce du *Dieu Omniscient et Omnipotent*, l'exode rural des jeunes vers les sites des mines d'or est une pratique très courante. Par contre dans la région de Koulikoro, les producteurs ont affirmé n'être en connaissance d'aucunes stratégies d'adaptation des effets néfastes du changement climatique en plus des prières.

Les principales technologies d'adaptation à la sécheresse adoptées par les producteurs sont par ordre d'importance l'entraide, les barrages et digues, les variétés améliorées, la culture maraîchère, les cordons pierreux et le reboisement.

Par rapport aux modèles de culture, les producteurs ont évoqué la rotation des cultures, l'association des cultures, les semis précoces et l'irrigation.

Les principales sources de subsistances signalées étaient l'exode rural, le petit commerce, l'utilisation des variétés améliorées précoces, les cultures maraîchères. Le recours à certaines espèces de plantes sauvages, la diminution des quantités des plats et l'alimentation individuelle sont les principaux modèles d'alimentation adoptés par les producteurs de la zone d'enquête.

Les stratégies d'adaptation des effets néfastes de l'inondation développées par les producteurs sont consignées dans le tableau IV.

Tableau IV : ¹évaluation des stratégies d'adaptation à l'inondation dans la zone de l'étude.

Stratégies	Sikasso
Pratiques traditionnelles d'adaptation	20,00
Technologies d'adaptation	10,00
Modèle de culture	10,00
Sources de subsistance	5,00
Rôle et responsabilité	20,00

¹ : L'importance est exprimée en pour cent des villages enquêtés.

Les pratiques traditionnelles d'adaptation aux effets néfastes de l'inondation sont principalement les prières et la pratique de la culture maraîchère en contre saison. Ces pratiques sont plus utilisées dans les sous-secteurs d'agriculture où il y a une disponibilité de bas-fonds et possibilité de double culture. Pour diminuer les effets des inondations, les producteurs font recours aux variétés à haute paille de riz.

2.3. Stratégies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique sur la riziculture pluviale

Les principales stratégies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique énumérées par les producteurs sont les mêmes que celles citées pour les stratégies d'adaptation. Les sources et les canaux d'information sur les stratégies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique sont très limités et se résument à des idées souvent très vagues surtout quand il s'agit des stratégies d'atténuation. Cependant, de plus en plus le sujet est débattu au cours de certaines rencontres avec les structures d'encadrement comme les structures techniques de vulgarisation de l'Etat, de la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT) et certaines ONG.

III. Discussion

La sécheresse, les inondations et une pluviométrie annuelle variable sont les trois principaux effets néfastes du changement climatique observés par les riziculteurs de la zone Mali-sud. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par la Direction Nationale de la Météorologie (DNM, 2007), SY & SANE (2008) et VISSOH *et al.* (2012). Ces auteurs ont identifié la sécheresse, les inondations, le vent fort et la forte variation de température comme les risques climatiques les plus importants au Mali pour l'agriculture. Ainsi, pour ces auteurs l'agriculture devient le secteur le plus touché parmi tous les secteurs à risque climatique. De plus, à l'aide d'indicateur d'impact climatique, en établissant par priorité, la sécheresse devient le premier risque climatique pour l'agriculture (DNM, 2007). La persistance des sécheresses et la diminution de la pluviométrie entraînent des déficits pluviométriques assez importants et une évolution des isohyètes vers le sud.

La modification de la pluviométrie, au cours de ces dix dernières années, rapportés par les producteurs dans tous les villages, se présente sous les deux formes suivantes : diminution des quantités de précipitations annuelles et la mauvaise répartition des précipitations annuelles. Environ 91% des villages enquêtés affirment constatés une diminution progressive de la durée de la saison des pluies au cours de ces 10 dernières années. Ces résultats confirment ceux obtenus par DNM (2007), TRAORE *et al.* (2003) et TRAORE *et al.* (2015). Sur la base des données pluviométriques de 59 stations de 1961 à 2004, DNM (2007) a trouvé une tendance à la baisse des précipitations depuis les trois dernières décennies. De même, TRAORE *et al.* (2003) ont mentionné qu'à l'horizon 2025, on notera une diminution progressive de la pluviométrie d'Est en Ouest suivant des courbes de niveau au Mali. Les scénarios climatiques élaborés par le Mali en 2003 (TRAORE *et al.* 2003) ont permis de proposer des possibilités d'évolution des précipitations au Mali pour 2050. Pour toutes les régions, on assisterait, selon ces estimations, à une diminution de la pluviométrie entre 5% et 10% en 2050 par rapport au niveau de 1960-1990. TRAORE *et al.* (2013) ont trouvé que la pluviométrie à N'Tarla (cercle de Koutiala, région de Sikasso) de 1965 à 1993 a significativement baissé.

La mauvaise répartition des pluies, durant la campagne agricole a été signalée par 75% des villages enquêtés. Ces résultats confirment ceux obtenus par TRAORE *et al.* (2013) et TRAORE *et al.* (2015). Les premiers auteurs trouvent qu'il y a une corrélation entre le nombre de jour sans pluie et la pluviométrie saisonnière. En plus, Ils ont noté que le début de la saison des pluies était le plus important facteur déterminant la longueur de la saison dans leurs zones d'étude. Pour les seconds auteurs, 92% des producteurs enquêtés ont mentionnés un démarrage tardif de la saison des pluies et 79% ont affirmés l'arrêt précoce des pluies.

Ainsi il a été constaté sur l'ensemble de la zone d'étude l'apparition de trois principales périodes de rupture de pluies, à savoir le début de la campagne agricole (TRAORE *et al.*, 2013), la mi-campagne agricole (période de tallage du riz) et vers la fin de la campagne agricole (TRAORE *et al.*, 2000 ; 2007). Le début et la fin de la saison des pluies sont les périodes les plus sensibles pour les cultures. Le manque de pluies en début de campagne décale les dates de semis, diminue la

longueur de la saison des pluies (TRAORE *et al.*, 2013), ce qui a une répercussion sur le bon développement végétatif des plants et la réussite de la culture des plantes à photopériodisme. L'arrêt précoce peut entraîner une perte totale ou partielle de la production, une baisse de la qualité des récoltes parce qu'il intervient aux phases de maturation.

Les principales technologies d'adaptation à la sécheresse adoptées par les producteurs enquêtés sont par ordre d'importance l'entraide, les barrages et digues, les variétés améliorées, la culture maraîchère, les cordons pierreux et le reboisement. Par rapport aux systèmes de culture, les producteurs ont évoqué la rotation des cultures, l'association des cultures, les semis précoces et l'irrigation. En effet, TRAORE *et al.* (2015) avaient trouvé que les producteurs adoptaient des stratégies dont l'ajustement des périodes de semis, l'utilisation des variétés à cycle court et la diversification des cultures.

Dans le domaine de la riziculture, les principales mesures d'adaptation aux inondations évoquées par les riziculteurs étaient l'utilisation des variétés de riz à haute taille et la diversification des cultures à travers les cultures maraîchères. Les variétés à haute taille ont la capacité de dépasser la lame d'eau sans que les plants de riz ne soient noyés si l'inondation persiste en durée. Cette faculté fait partie des caractéristiques et des critères de sélection des variétés. DUGUE (2012) a rapporté que la diversification est une des propositions des structures d'appui aux producteurs comme mesure d'adaptation aux inondations.

Les stratégies d'atténuation des effets néfastes du changement climatique sont méconnues par les producteurs. Cet état de fait est dû au fait que la majorité des producteurs sont illettrés et n'ont pas des notions ou connaissances sur les causes du problème. Sachant que l'atténuation s'attaque aux causes du problème et vise la réduction de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ainsi qu'à l'amélioration de la séquestration des gaz à effet de serre, il paraît difficile que les producteurs comprennent facilement les explications et les processus afférents à ces termes techniques. Comme le phénomène est devenu mondial et fait intervenir plusieurs acteurs, la compréhension des producteurs sera sans doute améliorée par la sensibilisation dans les années à venir.

Conclusion et perspectives

La diminution de la durée de la saison de pluie, la mauvaise répartition de la pluviométrie annuelle et l'intensité des pluies étaient les principales modifications constatées par les producteurs. Les conséquences sont, soit la sécheresse et/ou l'inondation. Une diminution progressive de la durée de la saison des pluies et un glissement des pics des pluies ont été constatés au cours de ces 10 dernières années.

Les stratégies traditionnelles et les technologies citées par les producteurs pour la résilience sont très peu et inappropriées. Les stratégies d'atténuation sont presque ignorées par les producteurs.

En perspective, deux types de tests seront implantés en milieu paysan dans deux écosystèmes (bas-fond et plateau) et dans deux zones agro-écologiques. Le premier associera les technologies d'adaptation et d'atténuation des effets néfastes de la sécheresse et le second contre les inondations. Dans tous les types de tests, la gestion de la fertilité des sols et des nuisibles seront pris en compte.

Remerciements

Les auteurs de cette étude adressent leurs remerciements aux producteurs et aux agents de vulgarisation de la région de Sikasso pour leur disponibilité. Ils apprécient particulièrement la contribution financière de la Banque Mondiale à travers le Programme de Productivité Agricole en l'Afrique de l'Ouest (PPAAO) Mali.

Références bibliographiques

CONSEIL REGIONAL DE SIKASSO, 2011. Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT) de Sikasso 2010-2035, Version Finale, 351 p.

Direction Nationale de la Météorologie, 2007. Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques, 93 p.

DUGUE M.-J., 2012. Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne. Etude de capitalisation réalisée sur les terrains de coopération d'Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières, 41p.

EcoSecurities, 2011. Audit Climat Mali, 58 p.

KANTE S., 2001. Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud. Thesis (2001), Wageningen University ISBN 90-5808-5694, 191p.

NDEGWA W., RAO K.P.C., NGUGI R.K., KWENA K., 2010. Améliorer les stratégies adaptatives des agriculteurs en intégrant les savoirs endogènes en matière de prévision et d'adaptation climatique. *Aperçu sur l'adaptation*, No 4, 5 pp.

ROUDIER P., SULTAN B., QUIRION P., BERG A., 2011. Impact du changement climatique en Afrique de l'Ouest. Bilan des études. *Grain de Sel*, 54-56, 60p.

SY O., SANE T., 2008. Changements climatiques et crise de la riziculture en Basse-Casamance (Sénégal). XXIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie Montpellier 2008, p 587-592.

<https://www.researchgate.net/profile/TidianeSane/publication/321529487.pdf>. 14/11/2019.

TAMBO J. A., ABDOULAYE T., 2013. Smallholder farmers' perceptions of and adaptations to climate change in the Nigerian savanna, *Reg Environ Change*, (13): 375–388. DOI 10.1007/s10113-012-0351-0.

TRAORE K., BAYOKO A., SANOGO B., DIARRA B., KONATE M., 2003. Elaboration de scénarios de changement climatique pour le Mali, 93 p.

TRAORE B., CORBEELS M., VAN WIJK M.T., RUFINO M.C., GILLER K.E., 2013. Effects of climate variability and climate change on crop production in southern Mali. *Europ. J. Agronomy*, 49: 115 – 125.

TRAORE B., OUEDRAOGO M., BIRHANU Z.B., GAREKA F., 2017. Informations climatiques et conseils agricoles au bout des doigts au Mali. Innovation pour la résilience climatique, Série de cas d'études, BRACED, 16 p.

TRAORE B., VAN WIJK M.T., DESCHEEMAER K., CORBEELS M., RUFINO M.C., GILLER K.E., 2013. Climate variability and change in southern Mali. Learning from farmer perceptions and on-farm trials. *Expl. Agric.*, 1-20, doi:10.1017/S0014479714000507.

TRAORÉ P.C.S., KOURESSY M., VAKSMANN M., TABO R., MAIKANO I., TRAORÉ S.B., COOPER P., 2007. Climate prediction and agriculture. What is different about Sudano-Sahelian West Africa? Chapter 19. In: Sivakumar, M.V.K., Hansen, J. (Eds.), *Climate Prediction and Agriculture: Advances and Challenges*. Springer, USA, p. 189–203.

TRAORÉ S.B., REYNIERS F.N., VAKSMAANN M., KONÉ B., SIDIBÉ A., YOROTÉ A., YATTARA K.M.K., 2000. Adaptation à la sécheresse des écotypes locaux de sécheresse. *Sécheresse*, 11 : 227–237.

TRAORÉ B., VAN WIJK M. T., DESCHEEMAEKER K., CORBEELS M., RUFINO M. C., GIIER K. E., 2015. Climate Variability and Change in Southern Mali: Learning From Farmer Perceptions and on-Farm Trials. *Experimental Agriculture*, 51(4): 615-634.

VISSOH P.V., TOSSOU R.C., DEDEHOUANOU H., GUIBERT H., CODJIA O.C., VODOUHE S.D., AGBOSSOU E.K., 2012. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin, *Les Cahiers d'Outre-Mer*, consulté le 13 novembre 2019. <http://journals.openedition.org/com/6700> ; DOI : 10.4000/com.6700.

World Bank, 2002. Terre, eau, et forêts : Ressorts d'un développement à l'épreuve du changement climatique en Afrique, Nigeria, 50 pages.