



UNION ÉCONOMIQUE
ET MONÉTAIRE
OUEST AFRICAINE



Compendium des travaux de recherche soutenus par le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) dans les pays de l'UEMOA (2012-2016)

Préface de
Abdallah BOUREIMA
Président de la Commission de l'UEMOA

Propos liminaire
Jacqueline BERGERON et Filiga Michel SAWADOGO

Sous la direction de
Aïssata MININGOU et Amadou TCHAMBOU

Compendium des travaux de recherche
soutenus par le Projet d'Appui
à l'Enseignement Supérieur (PAES)
dans les pays de l'UEMOA (2012-2016)

Compendium des travaux de recherche soutenus par
le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur
(PAES) dans les pays de l'UEMOA
(2012-2016)

Copyright : © 2019 Commission de l'UEMOA. Tous droits réservés.

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit (électronique, mécanique, photocopie, enregistrement, quelque système de stockage et de récupération d'information) des pages publiées dans le présent ouvrage faite sans autorisation écrite de l'éditeur, est interdite.

UNION ÉCONOMIQUE ET MONÉTAIRE OUEST-AFRICAINE

La Commission

Département du Développement Humain

380 avenue du Pr Joseph KI-ZERBO

01 BP 543 Ouagadougou 01

Burkina Faso.

Sites internet : www.uemoa.int / www.izf.net

Éditions des archives contemporaines

41, rue Barrault

75013 Paris (France)

www.archivescontemporaines.com

Avertissement :

- Les opinions et arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles de la Commission de l'UEMOA ou des Etats qui constituent cette Union. Il s'agit de conclusions de travaux de recherche menés par des équipes scientifiques indépendantes soutenues après un appel à candidatures.

- Ce document est sans préjudice de statut de tout territoire.

- Le genre masculin utilisé dans ce compendium l'est uniquement dans le but d'alléger le texte et peut aussi bien désigner les femmes que les hommes.

- Le copiage, le téléchargement ou l'impression d'une partie de ce compendium sont autorisés à condition de mentionner les auteurs de l'extrait et la source.

- Pour faciliter la lecture, la mise en pages a été harmonisée, mais la spécificité de chaque équipe de recherche, dans le système des titres, le choix de transcriptions et des abréviations, l'emploi de majuscules, la présentation des références bibliographiques, etc. a été le plus souvent conservée.

Equipe de coordination :

Commission de l'UEMOA :

Amadou TCHAMBOU

Directeur de l'enseignement supérieur, de la recherche et de la formation
professionnelle;

Emmanuel BARRY

Chef de la Division de l'Enseignement supérieur et de la recherche;

Diane Lydie OUEDRAOGO

Assistant administratif.

Erasmus Expertise :

Jacqueline BERGERON

Présidente.

Préface

La Commission de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) a obtenu un don du Fonds Africain de Développement (FAD) pour financer le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur dans les pays de l'UEMOA (PAES). Ce projet, arrivé à terme le 15 décembre 2016, a permis d'enregistrer des résultats particulièrement intéressants dont le financement de travaux de recherches sur des thématiques présentant un grand intérêt pour les Etats membres et l'Union.

Ainsi, un montant de plus de deux milliards cinq cent millions (2.500.000.000) de francs CFA a été mis à la disposition de quatre-vingt-six (86) équipes pluridisciplinaires d'enseignants-chercheurs et de chercheurs de diverses nationalités ayant présenté des projets de recherche innovants et de qualité. Ces projets visent à orienter l'action politique aux niveaux local, national et surtout régional. Mais, ils s'adressent aussi au secteur privé en forte croissance dans l'Union afin que celui-ci s'associe davantage à la communauté des chercheurs dans une dynamique de valorisation des résultats de la recherche et de co-construction de notre développement économique et social au plan communautaire.

Ces travaux ont mis l'accent sur les sujets d'intérêt majeur pour l'UEMOA tels que la sécurité alimentaire, la maîtrise de l'eau, la protection de l'environnement, le VIH/SIDA, l'accès des femmes aux facteurs de production et aux opportunités d'emploi notamment.

Je suis heureux que cet accompagnement ait permis d'atteindre des résultats tangibles pour notre Union. En effet, plusieurs équipes ont été en mesure de vulgariser leurs travaux lors de colloques scientifiques de haut niveau ou à travers des publications dans des revues scientifiques de renommée internationale. D'autres équipes ont vu leurs travaux, portant notamment sur l'amélioration des procédés de production, valorisés par le secteur privé.

Toutefois, ces résultats des travaux de nos chercheurs méritent d'être vulgarisés à une plus large échelle. C'est dans cette perspective de contribuer au rayonnement de la

recherche-action au sein des universités de l'espace communautaire que la Commission de l'UEMOA a entrepris la publication de ce compendium des travaux de recherche.

Je tiens ici à remercier sincèrement et très chaleureusement le Groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD) à travers le Bureau national du Burkina Faso qui s'est associé très tôt à l'initiative de la Commission de l'UEMOA de mettre en place un projet régional dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche, le PAES. Que la Banque trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Ces remerciements vont aussi à l'ensemble des chercheurs pour leur abnégation dans l'exploration de nouveaux champs permettant de trouver des réponses adaptées aux défis du développement économique de notre Union. Je me dois également de souligner ici que les populations, le secteur privé, les ONG, les associations professionnelles... de notre Union et au-delà pourront trouver dans ces réflexions scientifiques approfondies des solutions à leurs interrogations.

Mes remerciements s'adressent de même aux coordonnateurs des équipes de recherche et à l'ensemble des équipes de la Commission de l'UEMOA et d'ERASMUS Expertise qui ont rendu possible la parution de cet ouvrage.

Je reste persuadé que la recherche endogène est incontournable et essentielle pour répondre aux défis spécifiques de notre espace communautaire. J'encourage donc toute la communauté scientifique à poursuivre son œuvre afin de favoriser la prise de décision sur la base de connaissances fondées sur des études d'une valeur universelle et des méthodes rationnelles et fiables.

Vive la recherche au profit du développement socio-économique et de l'intégration régionale!

Abdallah BOUREIMA
Président de la Commission de l'UEMOA

Propos liminaire

Les travaux de recherche présentés dans ce compendium constituent les résultats de recherche de nombreuses équipes pluridisciplinaires soutenues dans le cadre du Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) mis en œuvre au sein des huit Etats membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA). Ces travaux replacent, s'il en était besoin, l'enseignement supérieur et la recherche au cœur des préoccupations de l'Union, en contribuant ainsi au développement des ressources humaines dans chacun des Etats qui composent cet espace communautaire.

Les thématiques couvertes, qui concernent, entre autres, la santé des populations, la sécurité alimentaire, la gestion et la protection de l'environnement, les infrastructures industrielles, le VIH/sida, traduisent les préoccupations des Etats membres, se concentrent sur les besoins de la société globale et participent au développement des disciplines scientifiques.

Chaque chercheur engagé dans ce projet incarne la qualité des travaux entrepris et symbolise la capacité d'innovation et de créativité des équipes. Ces dernières ont conduit sans relâche, pendant plusieurs années, des recherches au sein de différents laboratoires dans l'espace de l'enseignement supérieur de l'UEMOA. Cet espace structuré a facilité la mobilité des chercheurs et des étudiants d'un pays à l'autre, augmentant la capacité des équipes, facilitant la mutualisation des ressources et capitalisant les compétences dans les huit Etats concernés.

Les coordinateurs des équipes de recherche, à travers les démarches, les méthodes et outils scientifiques mis en œuvre, ont répondu au double appel de l'UEMOA et du projet PAES en accompagnant les jeunes générations de chercheurs sur un parcours intellectuel pertinent et de qualité renforçant ainsi leurs capacités scientifiques.

Le corpus de connaissances présenté dans ce compendium sera aussi développé sous forme d'ouvrages thématiques qui détailleront les résultats produits dans le cadre du PAES. Le lecteur aura ainsi le loisir de se référer au compendium pour mieux situer ses préoccupations et ses besoins avant d'aller plus en avant dans la lecture des ouvrages issus des différents travaux.

On n'omettra pas de situer l'usage du numérique, point d'ancrage incontournable de l'édition des résultats du PAES. L'édition numérique permettra, en effet, des mises

à jour permanentes des textes, la production de nouvelles contributions qui viendront, au fil des mois et années à venir, actualiser et enrichir les différents volumes. Il s'agit bien ici d'une approche dynamique intégrant les évolutions permanentes de la recherche qu'initie la Commission de l'UEMOA.

Puissent ces pages et celles des ouvrages qui suivront trouver auprès de la communauté scientifique une attention particulière et constituer pour elle des références qui traduisent la richesse de l'enseignement supérieur des Etats membres, de l'espace de l'enseignement supérieur de l'UEMOA et de l'espace mondial de la connaissance.

Ainsi, tout le mérite revient aux équipes de chercheurs, au groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD), principal bailleur de fonds du projet et à la Commission de l'UEMOA, membre de la chaire Unesco « Numérique et Apprentissages ». Qu'ils soient vivement remerciés d'avoir conduit les travaux et accompagné la mise en œuvre du PAES avec toute la qualité requise.

Dr Jacqueline BERGERON
Responsable de la chaire Unesco « Numérique et Apprentissages »
Présidente d'Erasmus Expertise

Pr Filiga Michel SAWADOGO
Commissaire chargé du Département du Développement Humain de la Commission
de l'UEMOA

Introduction

1 Contexte

Le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) dans les pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) a été initié en 2006 suite à une étude diagnostique sur l'enseignement supérieur conduite en 2005. Il est l'un des projets et instruments phares du Programme Economique Régional (PER) de l'UEMOA dont le cadrage macroéconomique est fondé, entre autres, sur l'impact potentiel indéniable du capital humain comme facteur de compétitivité et de croissance. Les différentes étapes de sa préparation ont connu une mobilisation et une participation de toutes les parties prenantes (gouvernements, monde universitaire, secteur privé et société civile), ce qui a fortement contribué à accroître la pertinence de sa conception.

Le PAES a été cofinancé par le Fonds Africain de Développement (FAD) pour 20 millions d'Unités de Compte (UC) et la Commission de l'UEMOA pour 3,2 millions d'UC, soit un coût total d'environ 18,12 milliards de francs CFA.

Il avait pour objectif sectoriel de contribuer au développement des ressources humaines qualifiées dans les Etats membres de l'Union. Ses objectifs spécifiques étaient : (i) d'améliorer les systèmes d'enseignement supérieur dans les pays membres de l'UEMOA ; et (ii) de favoriser l'intégration régionale en matière d'enseignement supérieur. Sur la base de ces objectifs, trois composantes ont été définies et mises en œuvre : (i) appui aux réformes et à l'harmonisation des systèmes d'enseignement supérieur ; (ii) appui à la recherche universitaire ; et (iii) gestion du Projet.

En 2011, son évaluation à mi-parcours a conclu à la pertinence de son objectif de développement, à savoir « contribuer au développement des ressources humaines qualifiées dans les Etats membres de l'UEMOA ». Les actions de renforcement de la qualité de l'enseignement supérieur se trouvent être au cœur des priorités dégagées par les Etats membres à travers leur document de stratégie de réduction de la pauvreté et de développement accéléré de la croissance.

Au terme de sa mise en œuvre en 2016, le projet a permis d'enregistrer des résultats fort intéressants, dont la définition d'une politique régionale d'enseignement supérieur, l'élaboration de nouveaux curricula, l'identification de vingt-deux (22) filières

porteuses pour chacun des huit (8) pays, le renforcement des capacités des enseignants en pédagogie et en didactique des nouveaux contenus, la conception et la mise à disposition, pour la première fois dans l'espace, d'annuaires statistiques dédiés au sous-secteur, l'octroi de bourses d'excellence et le financement de travaux de recherche sur des thématiques d'intérêt prononcé pour les Etats membres et l'Union.

En ce qui concerne spécifiquement les travaux de recherche, le projet a appuyé quatre-vingt-six (86) équipes pluridisciplinaires d'enseignants-chercheurs et de chercheurs, sélectionnées sur la base d'un appel à candidatures. Ces travaux ont mis l'accent sur la recherche-action et les thèmes d'intérêt majeur tels que le VIH/SIDA, l'accès des femmes aux facteurs de production et aux opportunités d'emploi, la sécurité alimentaire, la transformation alimentaire, la maîtrise de l'eau, la protection de l'environnement, afin d'orienter l'action des politiques et des populations dans ces domaines.

Certains des résultats de recherche produits ont été présentés à l'occasion de colloques et de rencontres scientifiques de haut niveau organisés tant au niveau régional qu'international. Afin de pérenniser cette dynamique engagée en matière de vulgarisation des résultats et, *in fine*, de contribuer au rayonnement de la recherche-action au sein des universités de l'espace communautaire, la Commission de l'UEMOA a initié l'élaboration du présent Compendium des travaux de recherche soutenus par le PAES, qui est la première publication d'une série d'ouvrages portant sur les thématiques de recherche conduites.

2 Approche méthodologique et organisation du compendium

Dans le cadre de l'élaboration du compendium, l'équipe technique de la Commission a adressé, à l'ensemble des coordinateurs des équipes de recherche, un questionnaire recensant les principales informations sur les projets qu'ils ont eus à conduire au cours de l'une et/ou des deux éditions des travaux de recherche (2012-2016). Ces informations ont trait essentiellement à la thématique de recherche, aux mots-clefs pour la recherche, aux noms et aux contacts des auteurs dont le Coordinateur, au résumé exécutif ainsi qu'aux résultats obtenus.

Sur les quatre-vingt-six (86) équipes soutenues, cinquante-six (56) ont répondu au questionnaire, soit un taux de réponse de 65,1%. Les réponses reçues ont par la suite été regroupées en cinq (05) grands thèmes dans le but de faciliter l'exploitation du compendium. Ainsi, les thèmes suivants ont été retenus :

1. Agriculture et sécurité alimentaire ;
2. Développement durable et environnement ;
3. Eau, Energie et Assainissement ;
4. Elevage ;
5. Santé et développement social.

Le présent compendium regroupe ainsi les résultats des travaux de recherche de ces équipes pluridisciplinaires que nous vous proposons de découvrir en espérant qu'ils retiendront votre attention pour tirer profit desdits résultats ou pour en prolonger les conclusions dans des travaux ultérieurs.

Première partie

Agriculture et sécurité
alimentaire

Variétés de manioc

1 Thématique de recherche

Amélioration de la performance des variétés de manioc cultivées en Côte d'Ivoire vis-a-vis des contraintes biotiques

Mots-clés pour l'indexation : Caractérisation agromorphologique, théromothérapie, culture de méristème, lutte biologique, bacterial blight, distribution, incidence

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Prof. KONE Mongomaké, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Côte d'Ivoire (Coordonnateur)
- Prof. ABO Kouabenan, École Supérieure d'Agronomie, INPHB Yamoussoukro, Côte d'Ivoire
- Prof. KONE Daouda, Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Côte d'Ivoire
- Dr. AFOUDA Léonard, Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, Bénin
- Dr. Zandjanakou-Tachin Martine, École Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques, Université d'Abomey-Calavy (Bénin)

CONTACTS : Prof. KONE Mongomaké (Coordonnateur), Adresse email : baba-daoudi@gmail.com, GSM : (225)4423094/79840954

3 Résumé exécutif

L'étude a été conduite pendant la période 2013-2015 et a permis de collecter 252 accessions de manioc. La caractérisation morphologique a permis de les classer en 3 classes distinctes. L'étude épidémiologique a révélé une forte incidence (42 à 72% en moyenne) de la maladie de la mosaïque du manioc dans toutes les zones prospectées. La théromothérapie associée à la culture de méristème a fait varier le taux d'assainissement de 13 à 92%. Au niveau de la multiplication des boutures, le potentielle des accessions de

Côte est compris entre 205 940 et 40 632 982 plantes/an à partir d'une microbouture *in vitro*.

4 Résultats majeurs obtenus

- Collecte de 270 accessions de manioc cultivés dans différentes zones agroécologiques de la Côte d'Ivoire
- Mise en place de trois parcelles de conservation des ressources phylogénétiques de manioc ((ABIDJAN, AZAGUIE et YAMOOUSSOUKRO)
- Détection de deux types de virus dont l'ACMV et le EACMV par le test TAS-ELISA
- Réalisation de la carte sanitaire des champs de manioc visités en Côte d'Ivoire
- Caractérisation agromorphologique et évaluation de l'intensité d'infestation de la collection sis à Abidjan
- Assainissement des accessions sensibles à la maladie de la mosaïque par la méthode de la thérapie
- introduction *in vitro* des accessions pour la conservation *ex situ* des ressources phylogénétiques de manioc collectés
- micropropagation pour la production en masse de matériel de plantation

Renforcement de capacité (séjour scientifique à l'Université de Parakou pour la détection des virus des échantillons collectés lors des prospections, participation à un congrès scientifique

Formation d'étudiants :

- Mémoire de licence 3 soutenue à l'Université de Parakou (Bénin)
- deux mémoires de master soutenus à l'université Félix Houphouët Boigny et Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire)
- Deux thèses de Doctorat en cours

Diffusion des résultats :

- Communication orale (Congrès ANAFE à Yaoundé, conférence sur les racines et tubercules organisée par le WAAPP-Ghana à Koumassi)
- Publication d'un article scientifique (IJBCS)

La rizipisciculture au Mali

1 Publication scientifique 1

1.1 Thématique de recherche

La rizipisciculture au Mali, nouvel enjeu scientifique : Méthodologie d'approche et résultats préliminaires

Mots-clés pour l'indexation : Rizipisciculture, aliment composé, croissance des poissons, fertilisation.

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

T. NIARÉ, H. KODIO, M. S. MAÏGA, A. KODIO, M. COULIBALY et S. KOUYATÉ
Université de Ségou, Mali., Faculté des Sciences et Techniques de Bamako, Mali,
Institut d'Economie Rurale, Bamako, Mali

CONTACTS : Email : tiemaniare@sfr.fr, kodiohamidou39@yahoo.fr, amaga_kodio@yahoo.fr, soulkouyabko@yahoo.fr

1.3 Résumé exécutif

Le Mali est le 2^e pays producteur de poissons d'eau douce en Afrique de l'Ouest après le Bénin. Cette production reste tributaire des conditions hydrologiques du fleuve Niger. Une nouvelle technique de production de poissons commence à s'implanter dans les paysages agricoles des zones irriguées avec maîtrise totale de l'eau : la rizipisciculture.

Les résultats préliminaires montrent que l'utilisation d'un aliment composé (farine basse de riz et tourteau de coton) comme complément à la fertilisation permet d'avoir une meilleure croissance des poissons et au final un rendement plus élevé.

En conclusion, la réussite de cette nouvelle activité économique introduite est probablement en bonne voie. La bataille ne sera cependant gagnée et l'avenir ne sera vraiment assuré que lorsque des travaux sur une période suffisamment longue auront démontré la rentabilité économique des opérations.

2 Publication scientifique 2

2.1 Thématique de recherche

Diversité des peuplements planctoniques dans les casiers rizipiscicoles de Baguinéda au Mali

Mots-clés pour l'indexation : rizipisciculture, diversité spécifique, abondance relative, phytoplancton, zooplancton.

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : H. KODIO, A. KODIO, D. TIMBELY et T. NIARÉ

CONTACTS : Institut d'Economie Rurale, Bamako, niaretiema@sfr.fr, kodiohamidou39@yahoo.fr, dommotimbely@hotmail.com, amaga_kodio@yahoo.fr, Adresse de correspondance : kodiohamidou39@yahoo.fr

2.3 Résumé exécutif

Le phytoplancton et le zooplancton sont des facteurs biotiques, déterminants essentiels de la chaîne alimentaire dans les écosystèmes aquatiques surtout dans les étangs piscicoles. L'objectif de cette étude est de décrire la composition taxonomique, l'abondance du plancton ainsi que sa variation entre les 12 rizières à poissons recevant trois types de compléments. L'échantillonnage mensuel a été réalisé à l'aide de filets à plancton de 65 µm de maille pour collecter le phytoplancton et le zooplancton. Les prélèvements ont été réalisés du 1er septembre au 10 décembre 2015 et à chaque fois entre 8 h et 11 h du matin dans 12 casiers rizipiscicoles. Leurs examens qualitatifs et quantitatifs ont été réalisés en s'appuyant sur des travaux antérieurs en milieu tropical. Les analyses ont porté sur l'estimation de l'abondance relative des taxons observés ainsi que les indices de Shannon-Weaver et d'Équitabilité de Pielou. Les paramètres physico-chimiques de la qualité des eaux ont également été mesurés bimensuellement. Ces données ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) avec SPSS. La qualité des eaux des casiers rizipiscicoles présente une variabilité temporelle des paramètres mesurés (température, pH, transparence, conductivité et dioxygène dissous). Ces variations restent toutefois dans le préférence des espèces élevées sauf pour le dioxygène dissous dont les valeurs traduisent une relative hypoxie. Le phytoplancton est constitué à 75 % de Chlorophyta et d'Euglenophyta. Le zooplancton comporte 10 à 12 taxa selon les traitements. Il est dominé par les rotifères. Malgré une faible diversité biologique et une inégale répartition des espèces, l'abondance relative des genres de phyto et de zooplanctons est relativement plus importante dans les casiers recevant des fertilisants organiques et aliments composés (farine basse de riz à 70 % et tourteau de coton à 30 %). Ce qui suggère une influence des apports exogènes dans la diversité spécifique des peuplements de planctons.

Produits locaux fermentés

1 Thématique de recherche

Amélioration de la qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique des produits locaux fermentés par l'utilisation de cultures starter

Mots-clés pour l'indexation : Produits locaux fermentés, *zoom-koom*, *soumbala*, *afitin*, fermentation contrôlée, cultures starter, qualité, production

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Équipe du projet :

- SAWADOGO-LINGANI Hagrétou, Maître de Recherche, IRSAT/CNRST
- KABORE Donatien, Chargé de Recherche, IRSAT/CNRST
- PARKOUDA Charles, Chargé de Recherche, IRSAT/CNRST
- COMPAORE Clarisse, Chargé de recherche, IRSAT/CNRST
- SOMA M A.R. Adama, Étudiant stagiaire (Master II)
- NAON Fatoumata, étudiante stagiaire (Master II)
- AZOKPOTA Paulin, Maître de conférences, Université d'Abomey Calavi, FSA
- AHONOUKOUM Marcus Z., étudiant stagiaire (Master)

Collaborateurs :

- DICKO Mamoudou Hama, Professeur, Université de Ouagadougou
- TOGUYENI Aboubacar, Professeur, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

CONTACTS : Dr Hagrétou SAWADOGO-LINGANI (Coordonnatrice de l'équipe du projet), DTA/IRSAT/CNRST, 03 BP 747 Ouagadougou 03, BURKINA FASO, Tel (service) : (+226) 25363790, Mobile : (+226) 76639890, Email : hagretou@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont concerné deux produits fermentés locaux : le *soumbala* ou *afitin*, obtenu à partir de la fermentation alcaline des graines de

né (*Parkia biglobosa*) et le *zoom-koom*, une boisson locale à base de mil (*Pennisetum glaucum*), de fermentation à dominance lactique.

Les travaux sur le *zoom-koom* ont porté sur 1a) les conditions de production du *zoom-koom*, la consommation et la commercialisation du *zoom-koom* dans la ville de Ouagadougou et 1b) sur l'utilisation de deux souches de *Lactobacillus fermentum* comme starter dans la technologie du *zoom-koom*, en vue d'améliorer sa qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique

1a) L'investigation sur les conditions de production, la commercialisation et la consommation du *zoom-koom* a été réalisée dans les 12 arrondissements de la ville de Ouagadougou où un total de 120 transformatrices (qui sont aussi des vendeuses de *zoom-koom*) et 400 consommateurs de *zoom-koom* ont été enquêtés; les données ont été analysées par le logiciel CS Pro6 et Excel 2013. Les résultats ont indiqué que les ingrédients les plus utilisés dans la production du *zoom-koom* sont le gingembre et la menthe. Plus de 70% des transformatrices affirment utiliser entre 1 et 5 kg de mil pour produire entre et 25 litres de *zoom-koom* par jour. En moyenne, les transformatrices utilise 1 kg de mil pour produire 10 litres de *zoom-koom*. De nombreuses transformatrices (97%) affirment commercialiser elles-mêmes leur *zoom-koom* contre une minorité (3%) qui affirment commercialiser leur *zoom-koom* dans les kiosques, les boutiques et les alimentations. Les sachets et les bidons plastiques récupérés sont les principaux emballages utilisés pour le conditionnement, pour des unités de 0,3 litre, 0,5 litre, 1 litre et 1,5 litre. Il est ressorti que le prix moyen d'un (1) litre de *zoom-koom* est vendu à 350F CFA à Ouagadougou. Il ressort également que 70% des consommateurs enquêtés consomment régulièrement le *zoom-koom* et 30% occasionnellement. Dans l'ensemble, le *zoom-koom* est beaucoup apprécié pour son goût et sa valeur énergétique; 74% des consommateurs reconnaissent que le *zoom-koom* n'est pas produit dans de bonnes conditions hygiéniques et pensent que sa qualité hygiénique devrait être améliorée. Selon certains consommateurs enquêtés, l'ajout de produits chimiques, le manque d'hygiène, l'utilisation excessive de sucre, et de farine, contribue à la détérioration de la qualité du *zoom-koom*. Ces données permettent de mieux orienter les travaux de recherche visant l'amélioration de la technologie et la qualité du *zoom-koom*. Des mesures doivent être prises afin de préserver la santé du consommateur et accroître sa valeur marchande.

Ces résultats ont été publiés dans International Journal of Biological and Chemical Sciences 2017 : 11(5), 2294-2305.

1b) L'utilisation des culture starter dans la technologie du *zoom-koom* a permis de i) suivre et décrire les procédés artisanaux de production du *zoom-koom* (frais, 'instantané') chez deux transformatrices dans la ville de Ouagadougou et élaborer les diagrammes de production; ii) proposer à partir des diagrammes établis, des formulations améliorées de *zoom-koom* (frais, 'instantané') tout en introduisant une fermentation contrôlée avec deux souches de *L. fermentum* (SF 6.2 et SF 9.5), et iii) déterminer leur qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique. Cette étude a également permis de diagnostiquer les pratiques courantes de production du *zoom-koom* chez les transformatrices, d'identifier les sources potentielles de contamination et d'altération et de proposer des axes d'amélioration du produit du point de vue qualité

nutritionnelle, sanitaire et organoleptique. Deux procédés améliorés de production du *zoom-koom* (frais, 'instantané') ont été proposés ; deux formulations enrichies de *zoom-koom* fermentées avec les souches de *L. fermentum* (SF 6.2 et SF 9.5) ont été mises au point. Les résultats ont indiqués que les opérations de décorticage et la fermentation lactique naturelle au cours du trempage (24 h) permettent d'éliminer une forte proportion (90%) des coliformes présents dans le mil utilisé pour la production du *zoom-koom*. Les formulations de *zoom-koom* fermenté par les souches de *L. fermentum*, sont plus riches en protéines (28,46% MS), en sucres réducteurs (36,9% MS), en fer (3,08 mg/100 gMS), calcium (0,435 mg/100 gMS), magnésium (0,065 g/100 gMS) et phosphore (0,011g/100 gMS) que les formulations traditionnelles. L'introduction de la fermentation contrôlée avec les souches de *L. fermentum* a permis d'éliminer 92% des coliformes en 6h de fermentation contre 78% pour la fermentation naturelle par les souches endogènes présentes. L'évaluation sensorielle des échantillons de *zoom-koom* a indiqué que 70% de dégustateurs apprécient le goût sucré du *zoom-koom* fermenté par des souches de *L. fermentum*, 90% des dégustateurs apprécient son goût aigre et 80% apprécient son goût peu piquant.

Ces résultats ont fait l'objet de : i) travaux de mémoire de Master II soutenus en Juin 2014 par SOMA M.A.R. Adama à l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso sous la co-direction de Dr SAWADOGO-LINGANI H ; ii) une fiche technique validée. Cette thématique est poursuivie et approfondie dans le cadre de travaux de thèse de Doctorat Unique toujours en cours.

2a) Les travaux sur l'*afitin* ont porté sur i) une étude comparative de la qualité microbiologique de l'*afitin* à base de graines de néré (*Parkia biblobosa*) obtenu en fermentation spontanée et celui obtenu en fermentation contrôlée avec trois souches de *B. subtilis* (B3, B122, B222) isolées de *maari* (un condiment de fermentation alcaline du Burkina Faso). L'objectif a été d'améliorer la qualité de l'*afitin* à travers à trois options de fermentation, suivi des tests de stabilité au cours de sa conservation. Les trois options de fermentation utilisées ont été : la fermentation avec ou sans bac fermenteur, la fermentation avec *Yanyanku* (un starter traditionnel) et la fermentation avec les trois souches de *B. subtilis* (B3, B122, B222). Il ressort que les *Bacillus* constituent la principale flore dénombrée dans les trois types d'*afitin*. L'*afitin* obtenu avec les souches de *B. subtilis* a présenté une charge maximale moyenne de 9,5 logUFC/g. La charge en *Bacillus* a été de 9,4 logUFC/g pour l'*afitin* fermenté avec du *Yanyanku*, tandis que cette charge a été respectivement de 8,95 log10UFC/g et de 8,85 Log10UFC/g, pour l'*afitin* obtenu en fermentation spontanée dans le bac fermenteur (*afitin* traditionnel) et sans le bac fermenteur. Les spores de *Bacillus* et les staphylocoques ont été dénombrés en minorité dans l'*afitin*. La charge moyenne la plus élevée pour les spores de *Bacillus* a été de 7,24 logUFC/g observée dans l'*afitin* obtenu avec les souches pures de *Bacillus* tandis que la plus faible charge pour ces germes a été de 6,3 logUFC/g observée notamment dans l'*afitin* obtenu en fermentation spontanée sans bac de fermentation. La charge la plus élevée en staphylocoques a été de 5,29 logUFC/g obtenue au niveau du *afitin* fermenté avec du *Yanyanku* tandis qu'une charge nulle (la charge la plus faible en ces germes) au niveau de l'*afitin* obtenu avec les souches de *B. subtilis* sélectionnées utilisées comme starter. Une évaluation sensorielle réalisée en se servant d'un test hédonique avec un panel de 20 consomma-

teurs avertis a montré que l'*afitin* obtenu avec les souches de *B. subtilis* ont présenté une odeur et une couleur qui ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$) de celui de l'*afitin* traditionnel obtenu en fermentation spontanée avec ou sans bac de fermentation. Par contre, il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre l'*afitin* obtenu avec les souches de *B. subtilis* et l'*afitin* traditionnel obtenu en fermentation spontanée par rapport au goût et à la texture.

Les travaux ont fait l'objet de mémoire de master soutenu par AHONOUKOUM Marcus Z. à l'Université d'Abomey Calavi sous la direction de Pr AZOKPOTA Paulin (résultats non encore publiés).

2b) Les travaux sur *soumbala* ont porté sur la formulation et la mise au point de procédé de fabrication de bouillon liquide de *soumbala* à partir de graines de néré (*Parkia biglobosa*) par l'utilisation de cultures starter de *B. subtilis* (B3, B122 et B222). Des essais de production du bouillon liquide *soumbala* utilisant les starters de *B. subtilis* ont été réalisés à partir de trois formulations (F1 : 15% MS ; F2 : 20% MS, F3 : 25% MS) et utilisant deux (2) diagrammes de fabrication (D1 et D2) mis au point sur la base du diagramme de fabrication du *soumbala* avec décorticage mécanique des graines. Une première évaluation sensorielle a permis de retenir la formulation F3 pour la suite des travaux. Cette formulation a été utilisée pour fabriquer des bouillons liquide *soumbala* selon les deux diagrammes en utilisant les trois souches en monoculture, comparé au bouillon de la même formule obtenue par fermentation naturelle. Les résultats ont montré que les bouillons liquides de *soumbala* obtenus avec les cultures starters sont de bonne qualité microbiologique, nutritionnelle et organoleptique notamment le bouillon liquide avec le starter B222. Deux types d'emballage (bouteilles plastiques, bouteilles en verre) ont été identifiés pour le conditionnement du bouillon liquide *soumbala* ; des essais de stabilisation par stérilisation et par tyndallisation ont été réalisés et se sont révélés concluants (résultats non encore publiés)

4 Résultats majeurs obtenus

- Quatre (4) formulations enrichies de *zoom-koom* et deux (02) diagrammes de fabrication du *zoom-koom* (*zoom-koom* frais, farine instantanée de *zoom-koom*) par fermentation contrôlée avec deux souches de *L. fermentum* (SF 6.2 et SF 9.5) comme cultures starter, mis au point, testés et validés ; disponibles ; leurs caractéristiques nutritionnelles, sanitaires et organoleptiques sont déterminées et connues.
- Un (1) diagramme de fabrication de l'*afitin* par fermentation contrôlée avec des souches de *B. subtilis* (B3, B122 et B222) mis au point, testé et validé ; les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles des produits obtenus par fermentation contrôlées sont connues.
- Trois (3) formulations et deux (2) diagrammes de fabrication de bouillon liquide *soumbala* par fermentation contrôlée avec des souches de *B. subtilis* mis au point et testés.
- Un (1) étudiant de Master II (Biologie et Modélisation des Systèmes Biologiques) encadré et formé (Mémoire soutenu en juin 2014 à l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso sur le thème « Utilisation de cultures de *Lac-*

tobacillus fermentum dans la technologie du zoom-koom, une boisson locale à base de mil (*Pennisetum glaucum*) en vue de l'amélioration de sa qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique » et dont les travaux de thèse sont en cours sur la même thématique.

- Un (1) étudiant de Master professionnel (Sciences et technologies agroalimentaires) encadré et formé (Mémoire soutenu en mars 2014 à l'Université d'Abomey calavi sur le thème « Étude comparative de la qualité microbiologique de l'*afitin* à base de graines de néré (*Parkia blobosa*) obtenu en fermentation spontanée et avec des souches pures de *B. subtilis* ».
- Une (1) étudiante en Master II (industries agroalimentaires) encadré sur le thème « Formulation de nouveaux produits locaux fermentés à base de graines de néré (*Parkia biglobosa*) par utilisation de cultures starter : bouillon liquide de soubala » (Mémoire non encore soutenu).
- Un article publié.
- Une fiche technique validée.
- Une thèse initiée et en cours.

Recherche sur les emballages-feuilles

1 Thématique de recherche

Biodiversité et Valorisation des Espèces de Feuilles Végétales utilisées comme Emballages Alimentaires en Afrique de l'Ouest (PROVEAO)

Mots-clés pour l'indexation : Emballages biodégradables ; Espèces de feuilles végétales ; Artisanat agroalimentaire ; Domestication ; Activités antimicrobiennes ; Légumes feuilles ; Emballages végétaux modernes ; Bénin ; Côte d'Ivoire ; Burkina Faso ;

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : 1. Professeur Dr. Ir. AZOKPOTA Paulin, Enseignant-Chercheur, Coordonnateur du Projet, Directeur du Laboratoire de Formulations Alimentaires et Biologie Moléculaire, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 2. Professeur DANSI Alexandre, Enseignant-Chercheur, Directeur du Laboratoire de Biotechnologie, Ressources Génétiques et Amélioration des Espèces Animales et Végétales de la Faculté des Sciences et Techniques de Dassa, de l'Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey, Bénin. 3. Dr. AKA Solange épouse GBEZO, Enseignante-Chercheuse, Laboratoire Biochimie, Biotechnologie, Microbiologie des aliments, Hygiène et Sécurité Alimentaire, Unité de Formation et de Recherche des Sciences et technologie Alimentaire de l'Université Nagui Abrogoua, Côte d'Ivoire. 4. Dr. VIEIRA épouse DALODE Akouavi Générose, Enseignante-Chercheuse, Laboratoire de Physico-chimie et d'Évaluation Sensorielle, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 5. Professeur Dr. Ir. AKISSOE Noël, Enseignant-Chercheur, Directeur du Laboratoire de Physico-chimie et d'Évaluation Sensorielle, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 6. Professeur BABA-MOUSSA Lamine, Enseignant-Chercheur, Directeur du Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire et Microbiologie, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 7. Professeur DICKO Mamadou Hama, Enseignant-Chercheur, Directeur du Laboratoire de Biochimie Alimentaire, Enzymologie, Biotechnologie Industrielle et Bioinformatique, Département de Biochimie – Microbiologie, Université Ouaga I-Professeur Joseph Ki-Zerbo, Burkina-Faso. 8. Responsable

Scientifique du Projet : Professeur Dr. Ir. Hounhouigan D. Joseph, Enseignant-Chercheur, Doyen de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Directeur du Laboratoire des Sciences des Aliments, Bénin

CONTACTS : Paulin AZOKPOTA, Professeur Titulaire, Coordonnateur du Projet ; Tél : +229 97 22 12 49 ou + 229 95 95 10 58 Email : azokpotap@yahoo.fr ou paulin.azokpota@fsa.uac.bj

3 Résumé exécutif

Le Projet PROVAEO vise principalement la valorisation des emballages alimentaires végétaux utilisés dans l'artisanat agroalimentaire au Bénin, au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. La valorisation de ces emballages à travers l'amélioration de leur qualité devrait assurer la sécurité sanitaire des denrées alimentaires emballées. Le projet est subdivisé en trois principaux volets. Le premier volet a été consacré à l'identification de toutes les espèces végétales utilisées comme emballages alimentaires au Bénin et en Côte d'Ivoire, la détermination de leur nomenclature (noms locaux, français et scientifiques), la répartition spatiale au plan national et les principaux produits alimentaires pour lesquels ils sont utilisés. Le deuxième volet a abordé la caractérisation des espèces de feuilles identifiées. Ce volet a été subdivisé en deux phases : une première phase de caractérisation au plan physique intégrant les aspects liés à la résistance mécanique, la porosité, la perméabilité, la biodégradabilité et une deuxième phase relative à l'examen de leur composition chimique, leur toxicité et leur activité antimicrobienne avec l'analyse de la possibilité de leur domestication. Sur la base des résultats obtenus, l'effet des emballages sur la qualité des produits emballés au cours de la conservation a été évalué. Au total, plus d'une centaine d'espèces de feuilles végétales utilisées comme emballages de diverses denrées alimentaires traditionnelles dans l'artisanat agroalimentaire au Bénin et en Côte d'Ivoire ont été répertoriées. Les espèces de feuilles les plus utilisées ont été caractérisées. Il est apparu que certaines de ces espèces ont des propriétés plus ou moins compatibles avec celles des emballages classiques. D'autres ont des propriétés antimicrobiennes leur conférant ainsi un avantage comparatif. Le niveau de domestication de la plupart de ces emballages végétaux varie en fonction des pays. Les principaux résultats obtenus au cours des travaux de recherche ont été valorisés sous forme d'articles scientifiques publiés dans des revues à diffusion internationale à facteur d'impact et/ou indexées. Dans les perspectives, l'identification des emballages végétaux doit être finalisée au Burkina Faso et la caractérisation doit se poursuivre dans tous les pays. Au terme de la caractérisation, des paquets technologiques doivent être mis au point pour la confection d'emballages alimentaires végétaux compatibles avec les exigences des emballages modernes et respectueux de l'environnement.

4 Résultats majeurs obtenus

- Les espèces de feuilles végétales utilisées comme emballages alimentaires, principalement au Bénin et en Côte d'Ivoire ainsi que les denrées alimentaires traditionnelles emballées dans ces feuilles ont été documentées ainsi que les connaissances endogènes relatives à leur utilisation.

- Les principaux emballages végétaux utilisés dans l'artisanat agroalimentaire ont été caractérisés au plan physique et mécanique (résistance mécanique, imperméabilité, opacité, structuration des éléments constitutifs [matériau en mono ou multicouches], etc.).
- Pour certaines espèces, l'aptitude conservatrice des feuilles végétales utilisées comme emballages alimentaires a été mise en évidence, leur effet sur la stabilité des denrées alimentaires au cours de la conservation a été évalué, leurs propriétés antimicrobiennes ont été mises en évidence ; les pratiques culturelles spécifiques ainsi que le niveau de domestication ont été, par ailleurs, recensées.

Mucuna et autres cultures fourragères

1 Thématique de recherche

Conception de systèmes de production Innovants à base de Mucuna et autres cultures Fourragères (CIMF)

Mots-clés pour l'indexation : légumineuses, maïs, fourrage, Mali

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- COULIBALY Doubangolo, Fagaye Sissoko, M'Piè Bengali, Alassane Ba, Bandiougou Dembélé, tous chercheurs
- Ouédraogo Souleymane, Sankara Estanilasse, Ouattara Baba, tous chercheurs
- Kanwé Augustin Babiné, Mamadou Sangaré, Koutou Mahamoudou., Diallo Mohamadoun, Coulibaly Kalifa, tous chercheurs
- Toé Patrice, Ouédraogo Denis, Sankara Fernand, Nacoulma, Jean –Philippe, tous Professeurs
- Michel Havard, Chercheur

CONTACTS :

Institut d'Economie Rurale (IER) / Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) BP : 16 Sikasso, Tél : 223 76 24 90 14 / 223 21 62 21 41 / 223 21 62 14 17.
Email : doubangolo@yahoo.fr

Institut de l'Environnement et Recherche Agricole (INERA), Farakoba, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Centre International de Recherche-Développement sur l'élevage dans les zones subhumides (CIRDES), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Institut de Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (IRD/UPB), Burkina Faso

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier, France

3 Résumé exécutif

Parmi les trois piliers de l'intégration agriculture-élevage (traction animale, fumure organique, cultures fourragères) en Afrique de l'Ouest, seules les cultures fourragères ont été peu adoptées par les agro-éleveurs. Pourtant, ces cultures et particulièrement les légumineuses (mucuna, niébé, dolique, ...) permettent de restaurer la fertilité des sols et de nourrir les animaux des exploitations agricoles. Elles représentent une alternative dans la gestion des risques et des incertitudes pour les agro-éleveurs, confrontés aux changements globaux (climatiques, pression foncière, dégradation des ressources naturelles). Dans ce contexte, le projet « Conception de systèmes de production innovants à base de Mucuna et autres cultures fourragères » a été conduit en zone subhumide du Mali et du Burkina Faso dans le cadre du Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) dans les pays de l'UEMOA. Cette recherche visait à améliorer les disponibles céréalier, fourrager et en fumure organique des exploitations agricoles, ainsi que le maintien de la fertilité des sols par l'insertion de cultures fourragères dans les systèmes de production. La Méthode Active de Recherche Participative utilisée pour le diagnostic a permis de caractériser les contraintes (accès au foncier, baisse de fertilité des sols, problèmes d'alimentation des animaux, dégradation des ressources naturelles) au développement des systèmes de production. Les expérimentations conduites avec les producteurs ont permis de comparer deux associations maïs et de légumineuses à la culture pure de maïs et de montrer leur intérêt dans la sécurité alimentaire et le bilan fourrager des exploitations agricoles. Le dispositif en bloc de Fisher dispersé chez 10 producteurs, était subdivisé en trois traitements : T1 (maïs seul), T2 (maïs/niébé), T3 (maïs/mucuna) au Mali et, de culture pure de maïs et de culture pure de mucuna au Burkina Faso. Ces travaux sur les cultures fourragères avec une participation active des agriculteurs doivent être poursuivis, en mettant l'accent sur les processus d'adoption et la formation des acteurs des zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest.

4 Résultats majeurs obtenus

Les rendements grain de maïs des traitements ont été de 2847 kg/ha (T1), 2395 kg/ha (T2) et 2057 kg/ha (T3). Les biomasses produites ont aussi été de 3203 kg MS/ha (T1), 2693 kg MS/ha (T2) et 1895 kg MS/ha (T3). Elles couvrent les besoins nutritifs de 5,69 UBT (T1), 4,79 UBT (T2) et 3,37 UBT (T3) pendant 90 jours de supplémentation. La production moyenne de biomasse obtenue de mucuna a été de 1 085 kg MS/ha pour les 6 paysans avec un maximum de 1 763 kg MS/ha et un minimum de 678 kg MS/ha et celle du maïs a été de 2 350 kg/ha de paille et 1 396 kg/ha de grains de maïs au Burkina.

Thryonomys swinderianus

1 Thématique de recherche

Développement d'Aliments Complètes Granulés pour aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) en Côte d'Ivoire.

Mots-clés pour l'indexation : Aulacode, Aliment complet granulé, Grasscutter, Zootechnie, état sanitaire.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- FANTODJI Agathe, Professeur Titulaire en Biologie et Productions Animales
- FANTODJI Agathe, Professeur Titulaire, Université Nangui Abrogoua, Abidjan CI, Coordonnateur, 02 BP 801 Abidjan 02 (+225) 03 42 33 44/05 09 22 25; tobegaf2013@yahoo.fr
- GONNETY Tia Jean; Maître de Recherches, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, CI; (+225) 08 81 70 67, netygone@yahoo.fr.
- AKÉ Assi Yolande; Docteur vétérinaire, LANADA, CI, 04 BP612 Abidjan 04; (+225) 05 04 63 80, Aaayo2@yahoo.fr
- DAYO; Guiguigbaza Charles, 01 BP 454 Bobo-Dioulasso 01 (+226) 70 85 56 49; charlesdayo@yahoo.fr
- SORO Soronikpoho, Doctorant, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, CI; (+225) 06 77 96 96; desoronat@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

L'étude a été conduite pendant la période 2013-2014. L'objet était de contribuer à la sécurité alimentaire par le développement de l'aulacodiculture en Côte d'Ivoire, par la mise au point d'un aliment complet granulé de qualité pour aulacodes, qui puisse induire chez l'animal des performances zootechniques satisfaisantes, réduire les forts taux de mortalités constatés dans les fermes aulacodicoles et surtout, pallier le manque de fourrage pendant la saison sèche. Il devrait permettre l'alimentation des animaux en toute saison. Les expérimentations sont menées sur le site de l'université

Nangui Abrogoua, dans des laboratoires partenaires et dans les fermes en milieu rural. Pour ce faire, le matériel technique spécifique d'élevage d'aulacodes a été utilisé ; les produits alimentaires, tels que les plantes fourragères, des produits et sous-produits agro-industriels et des produits minéraux naturels, ont été utilisés pour la constitution des rations et la formulation de l'aliment granulé. La méthodologie mise en œuvre a permis de :

1. fabriquer les aliments granulés et évaluer leur stabilité au cours de la conservation ;
2. évaluer les paramètres zootechniques des aulacodes nourris aux granulés ;
3. évaluer l'effet de l'aliment sur les constantes sanguines des aulacodes ;
4. évaluer l'effet de l'aliment granulé sur la flore bactérienne et la santé digestive des aulacodes ;
5. évaluer la qualité organoleptique de la viande des aulacodes nourris aux granulés ;
6. faire une évaluation de la rentabilité économique des élevages utilisant les granulés.

4 Résultats majeurs obtenus

Les principaux résultats des activités de recherche sur le terrain et en laboratoires dans le cadre du projet sont les suivants :

- Les aliments granulés pour aulacodes ont été fabriqués et leur stabilité au cours de la conservation évaluée.
- Les paramètres zootechniques (digestibilité, croissance, reproduction.) des aulacodes nourris aux granulés ont été évalués.
- L'effet de l'aliment granulé sur la santé des animaux a été évalué.
- L'effet de l'aliment granulé sur les constantes sanguines des aulacodes a été déterminé.
- La qualité organoleptique de la viande d'aulacode a été évaluée et l'étude sensorielle a été faite.
- Une évaluation économique comparative des aulacodes d'élevage nourris aux granulés et ceux nourris à l'aliment classique (fourrage + complément alimentaire) a été effectuée.

La vulgarisation de cet aliment complet granulé permettra de valoriser cet aliment et partant les résultats de ces recherches

- Deux (2) mémoires de master sont soutenus en 2015 à l'Université Nangui Abrogoua, intitulés : digestibilité du granulé fabriqué, auteur-DJE Bi Tra Yves ; et l'autre sur l'état sanitaire et hygiénique du granulé, auteur Étudiant-ATTEMENE Yves.
- Une (1) thèse de doctorat initiée sur le projet et intitulée : « Caractéristiques physico-chimique d'un granulé, son effet sur les paramètres zootechniques et l'état sanitaire général de l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) d'élevage » a été soutenue le 16 août 2016 avec une mention très honorable.

- Quatre (4) articles tirés de ces travaux ont été publiés dans des revues scientifiques.
- Des équipements et matériel de laboratoires ont été acquis (machines : granuluse, mélangeur, broyeur, balance, centrifugeuse, salle séchoir pour fourrages).
- Un atelier de restitution des résultats des travaux a été organisé le 26 Août 2016 à l'UNA, avec la participation du point focal du PAES en Côte d'Ivoire, le Prof. BILE AVO et d'autres partenaires des universités et institutions de recherches de Côte d'Ivoire.

Diversité des espèces alimentaires ligneuses

1 Thème global de recherche

Diversité des Espèces Alimentaires Ligneuses : Caractérisation et gestion rationnelle de leurs ressources puis promotion de leur consommation afin d'atteindre une meilleure sécurité alimentaire en milieu rural.

Coordonnateur : Prof. Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, Université d'Abomey-calavi, 05 BP 1604 Cotonou, Tél : 00 229 97 12 34 68, email : laminesaid@yahoo.fr

- Équipe de recherche Benin Équipe de recherche Côte d'Ivoire
- Prof. BABA-MOUSSA Lamine Saïd Dr DIARRASSOUBA Nafan
- Dr ADOUKONOU SAGBADJA Hubert Dr SILUE Souleymane
- Dr. ADJANOHOUN Adolphe Dr FOFANA Inza Jésus
- Prof. AZOKPOTA Paulin Dr KOUAME Ndri Marie Thérèse
- Dr CHABI Nicodème W.M. KONE Doufougognon G-M. Salifou
- Dr DAH NOUVLESSOUNON M. Durand KONE Djoman (Doctorante)
- INOUSSA Adjokè Mariam (Master II) COULIBALY W. Tiéba (Licence 3)
- AKAKPO Patrick Donald (Master II) KONE Wassia (Licence 3)
- TESSILIMI Moutiath (Master II) BLE Kpangni Antoine (Licence 3)
- KODA Abdel Djihal (Master II) SILUE Youssouf (Licence 3)
- ZOUNGAN Murielle (Master II)

1.1 PUBLICATION N° 1

1.1.1 Thématique de recherche

Valeurs ethnobotanique, socio-culturelle et économique des kolatiers (*Cola nitida*, *Cola acuminata* and *Garcinia kola*) utilisés au sud du Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Kolatier, Étude ethnobotanique, socio économie, monitoring des flux

1.1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Dah-Nouvlessounon Durand (*Phd*), Adoukonou-Sagbadja Hubert (*Phd*), Diarrassouba Nafan (*Phd*), Adjanohoun Adolphe (*Phd*), Baba-Moussa Farid (*Phd*), Sezan Alphonse (*Phd*), Baba-Moussa Lamine (*Phd*)

CONTACTS : Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, 05 BP 1604 Cotonou, Tél : 00 229 97123468 email : laminesaid@yahoo.fr

1.1.3 Résumé exécutif

Cette étude a pour but de documenter les connaissances endogènes des espèces de kolaier (*Cola nitida*, *Cola acuminata*, *Garcinia kola*). L'étude ethnobotanique a été réalisée par des enquêtes semi-structurées libres et semi quantitative dans 62 villages des départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin.

1.1.4 Résultats majeurs obtenus

Au total, 461 personnes de cinq (05) groupes ethniques (Goun, Tori, Ouémè, Nago et Yoruba) ont été interviewées. Les enquêtes ont montré que les différents groupes ethniques ont une bonne connaissance de ces espèces quant à leur utilisation et à la gestion traditionnelle de leurs ressources génétiques. Aussi, cette étude a révélé que ces espèces jouent un important rôle socioculturel et économique dans toute la zone d'étude.

1.2 PUBLICATION N° 2

1.2.1 Thématique de recherche

Caractérisation agro morphologique des peuplements non homogènes des trois kolaiers (*Cola nitida*, *Cola acuminata* et *Garcinia kola*)

Mots-clés pour l'indexation : Fruitier, kola, caractérisation, diversité phénotypique, morphotype, Bénin

1.2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Durand Dah-Nouvlessounon (*Phd*), Hubert Adoukonou-Sagbadja (*Phd*), Diarrassouba Nafan (*Phd*), Adolphe Adjanohoun (*Phd*), Pacôme A. Noumavo (*Phd*), Haziz Sina (*Phd*), Bello O. Daouda (*Msc*) and Lamine Baba-Moussa (*Phd*).

CONTACTS : Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, 05 BP 1604 Cotonou, Tél : 00 229 97123468, email : laminesaid@yahoo.fr

1.2.3 Résumé exécutif

Cola nitida, *Cola acuminata* et *Garcinia kola* font partie des ressources forestières sous-utilisées au Bénin. Le manque d'informations sur ces espèces d'arbres limite considérablement l'exploitation, la régénération et l'utilisation de leurs ressources gé-

nétiques. Le but de cette étude était d'évaluer la diversité morphologique de trois arbres de kola pour une meilleure gestion et utilisation dans l'amélioration des cultures. À cette fin, 90 échantillons d'arbres ont été caractérisés pour examiner la variabilité basée sur 19 descripteurs pour *G. kola*, et 38 pour les deux autres *C. nitida* et *C. acuminata*. L'analyse de l'ANOVA selon la procédure du modèle linéaire général (GLM) et une classification numérique suivie d'une analyse factorielle principale (ACP) avec les variables quantitatives ajoutées à une analyse descriptive des données qualitatives ont été utilisées pour décrire la diversité inter et intraspécifique.

1.2.4 Résultats majeurs obtenus

La corrélation linéaire de Pearson a montré une forte corrélation (positive et négative) entre les différentes variables. Il semble que 68,75% des paramètres mesurés communs soient discriminants et montrent une variation inter-espèces. L'analyse des données morphométriques entre les arbres montre que *G. kola* est le plus grand en hauteur alors que *C. acuminata* est le plus petit de tous. *C. acuminata* et *C. nitida* ont respectivement le long fruit à côté de *G. kola* qui a l'épaisseur de fruit la plus grande ($67,91 \pm 1,60\text{mm}$). Bien que les fruits de *G. kola* soient plus gros, ils ne pèsent pas autant que ceux de *C. acuminata* ($181,74 \pm 19,92\text{g}$) et *C. nitida* ($174,39 \pm 8,73\text{g}$). En revanche, aucune variation ($p > 0,05$) n'a été observée entre l'arbre, le diamètre du col (DBH, Dc) et celui de la couronne. La variation intra-spécifique de toutes les accessions amène à assembler différents morphotypes. En effet, sept groupes ont été observés chez *C. nitida*, cinq chez *G. kola* et quatre chez *C. acuminata*. Cette étude a fourni des informations sur la variabilité génétique de trois arbres de kola et constitue une base préliminaire qui pourrait être utilisée dans un programme de sélection.

1.3 PUBLICATION N° 3

1.3.1 Thématique de recherche

Analyse phytochimique et activités biologiques de l'écorce de *Cola nitida*.

Mots-clés pour l'indexation : screening phytochimique, Effet biologique, *Cola nitida*, *Staphylococcus*, Viande, Bénin.

1.3.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Durand Dah-Nouvlessounon (*Phd*), Hubert Adoukonou-Sagbadja (*Phd*), Nafan Diar-rassouba (*Phd*), Haziz Sina (*Phd*), Adolphe, Adjanooun (*Phd*), Mariam Inoussa (*Msc*), Donald Akakpo, (*Msc*), Joachim Gbenou (*Phd*), Siméon Kothoni (*Phd*), Mamoudou Dicko (*Phd*), Lamine Baba-Moussa (*Phd*)

CONTACTS : Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, 05 BP 1604 Cotonou, Tél : 00 229 97 12 34 68, email : laminesaid@yahoo.fr

1.3.3 Résumé exécutif

La noix de cola est mâchée dans de nombreuses cultures ouest- africaines et utilisée dans des cérémonies. Le but de cette étude est d'étudier l'effet biologique de l'écorce de *Cola nitida* après un criblage phytochimique. L'écorce a été recueillie, séchée puis pulvérisée pour le criblage phytochimique et les extractions. Deux extraits (éthanol et acétate d'éthyle) ont été utilisés pour le test antibactérien sur dix souches de référence et 28 souches de *Staphylococcus* isolées de viande en utilisant la méthode de diffusion de disque. L'activité antifongique a été déterminée sur le milieu Agar de pomme de terre-dextrose mélangé avec l'extrait. L'activité antioxydante a été déterminée par les méthodes DPPH et ABTS.

1.3.4 Résultats majeurs obtenus

Les données ont révélé la présence de divers composés phytochimiques puissants. Pour les souches de référence et les souches isolées de la viande, les diamètres des zones d'inhibition varient de $17,5 \pm 0,7$ mm (*C. albicans*) à $9,5 \pm 0,7$ mm (*P. vulgaris*). La CMI variait de 0,312 mg / ml à 5 000 mg / ml et la CMB de 0,625 mg / ml à 20 mg / ml. L'activité antifongique diminue de *F. verticilloide* à *P. citrinium*. Les deux extraits ont une excellente activité réductrice des radicaux libres. L'effet destructeur des larves d'*A. Salina* était perceptible à 1,04 mg / ml. Les extraits purifiés de l'écorce de *Cola nitida* peuvent être envisagés pour conserver les produits de viande et comme phyto- médecine.

1.4 PUBLICATION N° 4

1.4.1 Thématique de recherche

Activités antimicrobiennes, antioxydantes, cytotoxiques et évaluation phytochimique de *Cola acuminata* utilisé au Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Métabolites, Extraits, *Staphylococcus*, Antimicrobien, Produits à base de viande, Bénin

1.4.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Durand Dah-Nouvlessounon (*Phd*), Hubert Adoukonou-Sagbadja (*Phd*), Nafan Diar-rassouba (*Phd*), Haziz Sina (*Phd*), Pacôme A. Noumavo (*Phd*), Farid Baba-Moussa (*Phd*), Adolphe Adjanohoun (*Phd*), Joachim D. Gbenou (*Phd*), Lamine Baba-Moussa (*Phd*)

CONTACTS : Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, 05 BP 1604 Cotonou, Tél : 00 229 97 12 34 68, email : laminesaid@yahoo.fr

1.4.3 Résumé exécutif

Objectif : Les objectifs de cette étude étaient de faire un criblage phytochimique et de mesurer certaines activités biologiques des extraits de graines et de feuilles de *Cola acuminata*.

Méthodes : Les métabolites secondaires ont été détectés par la méthode basée sur les réactions différentielles de coloration et de précipitation. Les activités antibactériennes et antifongiques ont été évaluées *in vitro* par la méthode de macrodillution et la diffusion en milieu agar solide moyen. Les méthodes DPPH et ABTS ont été utilisées pour évaluer l'activité antioxydante des extraits testés dont la cytotoxicité larvaire a été étudiée.

1.4.4 Résultats majeurs obtenus

Les données ont révélé que les polyphénols étaient plus présents dans les graines que les feuilles. Les extraits de graines présentent une bonne activité antibactérienne à la fois contre les souches de référence et les souches alimentaires de *Staphylococcus*. Les diamètres d'inhibition varient de $7 \pm 2,82$ à $21,5 \pm 4,94$ mm. La plus petite CMI des souches alimentaires (0,078 mg.ml⁻¹) est deux fois moins que celle des souches de référence (0,156 mg.ml⁻¹), l'observation est contraire à la MBC. Les souches fongiques de susceptibilité varient selon les extraits ($p = 0,0016$). L'extrait d'acétate d'éthyle des graines a la meilleure activité antioxydante avec les méthodes DPPH et ABTS. Les doses létales DL50 montrent qu'aucun extrait n'est toxique. Les graines de *Cola acuminata* sont plus riches que les feuilles dans les composés ayant des activités biologiques. Les deux organes possèdent également des variabilités d'activité antimicrobienne, antifongique et antioxydante selon les extraits, mais très intéressantes. Les graines de l'espèce ont une meilleure activité biologique que les feuilles.

1.5 PUBLICATION N° 5

1.5.1 Thématique de recherche

Criblage phytochimique et activités biologiques du *Garcinia kola* (écorce, feuilles et graines) collectées au Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Antifongique, *Staphylococcus*, Souche alimentaire, Antioxydant, Cytotoxicité, Bénin

1.5.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Durand Dah-Nouvlessounon (*Phd*), Farid Baba-Moussa (*Phd*), Adolphe Adjanooun (*Phd*), Haziz Sina (*Phd*), Pacôme A. Noumavo (*Phd*), Hubert Adoukonou-Sagbadja (*Phd*), Nafan Diarrassouba (*Phd*), Christine N'tcha (*Phd*), François S (*Msc*). Anago and Lamine Baba-Moussa (*Phd*)

CONTACTS : Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, 05 BP 1604 Cotonou, Tél : 00 229 97 12 34 68, email : laminesaid@yahoo.fr

1.5.3 Résumé exécutif

Garcinia kola est une plante tropicale qui pousse dans les forêts humides; ces graines sont comestibles et sont consommées comme stimulant. Cette étude visait à faire un criblage phytochimique et à évaluer certaines activités biologiques des extraits d'organes de *G. kola* (écorce, feuilles et graines). Ces organes en poudre ont été utilisés pour le criblage phytochimique et les extractions. L'activité antibactérienne a été testée sur 10 souches de référence et sur 28 *Staphylococcus* isolées à partir de la viande par la méthode de diffusion sur disque. L'activité antifongique sur 03 souches fongiques a été déterminée sur le milieu Agar à la pomme de terre- dextrose mélangé avec l'extrait approprié. L'activité antioxydante a été déterminée par les méthodes DPPH et ABTS.

1.5.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats ont révélé que 40% des métabolites secondaires étudiés étaient présents dans les graines contre 28,57% dans les feuilles comme l'écorce. Le diamètre inhibition des souches de références et des des souches isolées à partir de la viande vont de $28 \pm 2,3$ mm (*S. haemolyticus*) à $7,5 \pm 0,70$ mm (*E. coli*). Tous les extraits ont une concentration minimale inhibitrice (CMI) inférieure à la concentration initiale (20 mg / ml), tandis que pour la concentration bactéricide minimale (CBS), certains extraits ont une concentration ≥ 20 mg/ml. La plus faible CMI comme MBC est de 0,039 mg / ml avec *C. albicans*. La sensibilité des souches fongiques varie ($p > 0,001$) selon les extraits. L'extrait d'acétate d'éthyle des graines présente la meilleure activité antioxydante avec les méthodes DPPH ($25,03 \pm 3,64 \mu\text{g}/\mu\text{l}$) et ABTS ($22,99 \pm 1,34 \mu\text{molEqAA/g}$). Les extraits DL50 sont supérieurs à 0,1 mg / ml, valeur au-dessus de laquelle l'extrait est considéré ne présentant aucune toxicité. L'extrait de feuilles a les meilleurs effets bactéricides alors que l'extrait de graines présente une meilleure activité antifongique et antioxydante.

1.6 PUBLICATION N° 6

1.6.1 Thématique de recherche

Caractérisation nutritionnelle et détermination des facteurs anti-nutritionnels des noix des trois arbres kolatiers (*Cola nitida*, *Cola acuminata* et *Garcinia kola*).

Mots-clés pour l'indexation : Noix de cola, composé polyphénolique, micronutriments, Bénin

1.6.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Durand Dah-Nouvlessounon (*Phd*), Adolphe Adjanooun (*Phd*), Haziz Sina (*Phd*), Pacôme A. Noumavo (*Phd*), Nafan Diarrasouba (*Phd*), Charles Parkouda (*Phd*), Yann E. Madodé (*Phd*), Mamoudou H. Dicko (*Phd*), Lamine Baba-Moussa (*Phd*)

CONTACTS : Lamine Saïd BABA-MOUSSA, Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, 01 BP01604 Cotonou, Tél : 00 229 97 12 34 68, email : laminesaid@yahoo.fr

1.6.3 Résumé exécutif

Les noix de cola sont régulièrement mâchées par les Africains de l'Ouest et les Béninois en particulier. Le but de cette étude était d'étudier le contenu nutritionnel et anti-nutritif de trois noix de cola du Bénin (*Cola nitida*, *Cola acuminata* et *Garcinia kola*). La composition approximative des trois espèces de noix de cola a été évaluée à l'aide de méthodes analytiques AOAC standard. La teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes a été déterminée par les méthodes de Folin-Ciocalteu et de trichlorure d'aluminium, respectivement. La composition minérale a été déterminée par la méthode de Spectrométrie d'Absorption Atomique. Les acides aminés libres et totaux ont été séparés et quantifiés par HPLC.

1.6.4 Résultats majeurs obtenus

La teneur en protéines des trois noix de cola varie de 4,95% (*G. kola*) à 10,64% (*C. acuminata*) alors que la teneur en graisse varie de $0,2 \pm 0,00$ (*C. nitida*) à $2,5 \pm 0,42$ (*G. kola*). $2444,96 \pm 81,56 \mu gEqAG/100g$ chez *C. acuminata*, alors que les flavonoïdes prédominaient ($561,69 \pm 22,10 \mu gEqQ/100g$) chez *G. kola*. Les trois espèces sont une bonne source de magnésium et la quantité de cuivre était la plus faible chez *C. nitida* ($0,59 \pm 0,08 mg/g$) et chez *C. acuminata* ($0,65 \pm 0,02 mg/g$). Les principaux acides aminés essentiels dominants étaient la thréonine (*C. acuminata*) et la méthionyl (*C. acuminata* et *G. kola*), tandis que les acides aminés totaux non essentiels prédominants selon l'espèce étaient l'arginine (*C. nitida* et *G. kola*) et la proline (*C. acuminata*) et la cystéine (*G. kola*). Pour les facteurs anti-nutritionnels, les saponines étaient en grande proportion ($8,33 \pm 0,25\%$) tandis que les oxalates étaient en faible proportion ($0,44 \pm 0,04\%$). Les trois espèces ont une composition nutritionnelle intéressante, mais ces graines ont la teneur en acides aminés la plus faible.

Impacts négatifs en agriculture urbaine

1 Thématique de recherche

Impacts négatifs en agriculture urbaine

Mots-clés pour l'indexation : Agriculture urbaine; déchets urbains; pathogènes; ETM; environnement

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Edmond HIEN, Professeur Titulaire, Enseignant Chercheur, Université Ouaga I, Chercheur Associé IRD (Coordonnateur)

CONTACTS : Pr Edmond HIEN, 01 BP 6852 Ouagadougou 01, Email : edmond.hien@ird.fr, Tel : (+226)70263636

3 Résumé exécutif

L'agriculture urbaine familiale est un élément essentiel dans les stratégies de survie des ménages les plus pauvres. La valorisation agricole des déchets urbains sans traitement présente certes des impacts agronomiques très intéressants; Mais des impacts négatifs biotiques et abiotiques existent et peuvent rendre cette pratique hasardeuse pour l'homme et l'environnement. Il convient d'une part de s'assurer de l'innocuité des substrats organiques utilisés et d'autre part de la formation de tous les acteurs impliqués.

4 Résultats majeurs obtenus

Au niveau agronomique, les résultats des travaux dans les champs paysans, en pots (sous serre) montrent que les apports de déchets urbains bruts ou de composts de Déchets Urbains Solides (DUS) ont un effet positif sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols et sur les rendements des cultures. Six composts ont été mis au point à partir de 3 substrats organiques

Au niveau biologique, Les résultats montrent que les plus fortes charges bactériennes ont été enregistrées dans les sols amendés avec des déchets urbains.

Les résultats des dénombrements dans les milieux contenant les antibiotiques, ont montré des réductions considérables du nombre d'UFC dans les milieux contenant les ATB par rapport au milieu de base. Le risque de germes pathogènes résistants demeure dans les sols amendés.

Au niveau des Éléments Traces Métalliques, les résultats analytiques des profils de sols ont révélé des contaminations significatives en Zn, Cu, Cr, Pb, Ni, Cd de l'horizon superficiel de en sol sableux. En sol argileux, on note des contaminations significatives en Zn, Cu, Cd et Pb des horizons superficiels ;

Au niveau du renforcement des capacités des acteurs un module d'enseignement sur les risques liés à une intensification agricole non contrôlée intitulé « Sols et Environnement » a été développé à l'Université Ouaga I Pr KI-ZERBO.

En outre, un appui a été apporté à une association de femmes (Association Wenbé-nédo) pour l'amélioration du compostage des déchets urbains.

Enfin, Deux (02) thèses de Doctorat (Richard HODOMIHOU et Salomon BOUDA) ont été conduites sous notre encadrement grâce à l'appui du PAES de l'UEMOA.

Le Gari et l'Attieké

1 Thématique de recherche

Influence du pressage et du semoulage mécanisés sur la qualité technologique et sensorielle du Gari et de l'Attieké.

Mots-clés pour l'indexation : Attieke, gari, fermentation, pressage, semoulage

2 Auteurs et coordinateur du projet

Coordonnateur : Pr AMANI N'GUESSAN GEORGES, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire, +22507691437, amanigeorges@yahoo.fr

Auteurs (Noms et fonction) : Dr Akely Pierre (Enseignant chercheur) ; Kady Irie (Étudiante), To lou. Geraldine (Étudiante), Dr Nimaga Daouda (Enseignant chercheur), Dr Charlemagne Nindjin (Enseignant chercheur) ; Pr Amani Georges (Enseignant chercheur)

Contacts : Pr Amani N'guessan Georges, Université Nangui-Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire, +22507691437, email : amanigeorges@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

L'Attieké ainsi que le Gari demeurent des denrées marginales uniquement du fait de leur production en milieux traditionnel. Leur transformation empirique a pour conséquence la variabilité de la qualité organoleptique du produit. Pour accroître la productibilité de ces produits amylacés tropicaux ainsi que leurs chances à se positionner sur le marché international, la standardisation de leur production sur le plan technologique a été étudiée. C'est dans ce cadre que s'inscrit l'automatisation de la chaîne de transformation du manioc en Gari et en Attieké par un meilleur contrôle des opérations unitaires du pressage, du semoulage et de la fermentation. Il s'agit spécifiquement de rechercher les conditions d'une optimisation des paramètres de pressage (force et le temps) et de semoulage mécanique (angle d'inclinaison) nécessaire pour obtenir un produit fini de qualité acceptable.

4 Résultats majeurs obtenus

L'automatisation des opérations unitaires du pressage et semoulage de la chaîne de production a permis de standardiser la production de l'attieke et du gari en élaborant des procédés prescriptibles accessibles, pour une meilleure valorisation de la production de l'Attieké et du Gari. Ce qui a conduit à des produits stables et de qualité reconnue. Le couple optimal nécessaire pour produire de l'Attieké ou du Gari de bonne qualité est respectivement : (de Force pressage $1,55\text{kN} \pm 0,3$ Angle d'inclinaison 31) ou (Force pressage $2,58\text{ kN} \pm 0,09$ Angle d'inclinaison 35,1 ; 36 ; 37,5) correspondant à des caractéristiques physico-chimiques, fonctionnelles et organoleptiques requis. Les paramètres couple de pressage et semoulage ont permis d'améliorer la performance et le rendement du procédé de fabrication du gari et de l'attieke, ainsi que d'évaluer la rentabilité économique des innovations technologiques.

Agriculture

1 Thématique de recherche

Intégration Agriculture Élevage

Mots-clés pour l'indexation : Compost, Millet/Cowpea, Sandy soil, Phosphorus, Strip cropping, rotation

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Addam Kiari Saidou, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger PoBox 429, Tel. : +22796405518; Alhou Bassirou, Ecole Normale Supérieure Université Abdoumoumouni Niamey, Niger ; Adam Mamadou and Hassane Adakal, Faculté d'Agronomie Uniniversité Dan Diko Dan Koulodo, Maradi, Niger.

CONTACTS : Addam Kiari Saidou, DGRN / INRAN NIAMEY NIGER BP : 429

3 Résumé exécutif

To determine the effect of compost (crop residue, urea and manure) on Millet and cowpea yields on sandy soil of western Niger.

To establish link between number of millet head production, head weight, grain yield and physicochemical properties of soil.

Study design : The design was 4 :4millet / cowpea strip cropping with farmers as replications (three per site).

Place and Duration of Study : At Karma, Hamdallaye, Bougoum and Gorikirey in Western Niger between June 2013 and November 2014.

Methodology : The compost was used before planting at 790 g.m⁻² DAP, 18-46-0 was used on both cowpea and millet as mineral fertilizer as micro dosing at 3g.hill⁻¹ at planting then urea 46% N was used on millet after weeding and at flowering also as micro dosing at 2g.hill⁻¹ : Plants of cowpea and millets were sampled before weeding in both composted and non composted plots for further analysis.

4 Résultats majeurs obtenus

Results : The millet following cowpea grain yield varied from 0 to 1.3t ha⁻¹ in farmers' field. The fodder yield varied from 0-1.4t ha⁻¹ in the same fields.

Conclusion : This system of 4 :4 combined with compost and mineral fertilizer help the cowpea to fix more nitrogen for the succeeding cereal millet crop.

Introduction durable des mycorhizes

1 Thématique de recherche

Introduction durable des mycorhizes arbusculaires dans l'agriculture péri-urbaine comme agent de lutte contre les ravageurs en Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : Champignons mycorrhiziens arbusculaires, nématodes parasites, bioagresseurs, contrôle biologique, agriculture durable

2 Auteurs et coordinateur du projet

CONTACTS DES AUTEURS (OU DU COORDONNATEUR DE L'ÉQUIPE) :

TCHABI Atti (PhD), Coordinateur du projet, Directeur de l'Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA) à l'Université de Kara depuis Aout 2017, BP : 43 Kara, Togo, Tel : 00228 91 78 13 81, Email : attitchabi@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

Ce travail sur les mycorhizes a pour objectif général de contribuer à l'amélioration durable de la productivité des cultures maraîchères et de la nutrition des populations en zone urbaine et péri-urbaine par l'utilisation des CMA. Mais les objectifs spécifiques que ce projet s'est fixé d'atteindre sont des cinq niveaux à savoir :

1. Isoler et identifier les principaux ravageurs, champignons, bactéries et nématodes dans les périmètres maraichers du Togo ;
2. Évaluer la diversité des CMA des zones urbaines et péri-urbaines du Togo et du Bénin en faisant le piégeage, l'isolement et l'identification morphologique des différentes espèces de spores de CMA,
3. Évaluer en serre le potentiel mycorrhizien des souches de champignons mycorrhiziens isolées au Togo et au Bénin en étudiant l'interaction CMA-hôtes (légumes) d'une part et l'interaction CMA-nématodes d'autre part.
4. Évaluer les souches prometteuses en milieu réel avec la participation des paysans.

5. Développer une technologie simple et adaptée de multiplication et de propagation des mycorhizes avec la participation des acteurs.

Ce travail a mis en contribution trois pays à savoir le Togo, le Benin et la Suisse. Après trois années d'exécution de ce projet, il ressort que, de façon générale, les cinq objectifs fixés ont été globalement atteints.

En effet, les bioagresseurs et principalement les nématodes ont été inventoriées et identifiées. En outre un gène banque des CMA a été mis en place à l'Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Kara. Les interactions hôtes-plantes-, nématodes ont été testées et deux souches au moins ont été identifiées comme performantes pour réduire les effets néfastes des nématodes et ainsi accroître le rendement en culture maraichères. Enfin, aussi bien au Togo qu'au Benin, un atelier de restitution des résultats a été organisé. Mais nous reconnaissons que nous ne sommes pas encore parvenu à mettre en place une méthode simple de multiplication des CMA au niveau des producteurs.

4 Résultats majeurs obtenus

1. Constitution d'une banque de données des différentes souches de CMA au Togo et des souches étrangères.
2. Sélection de souches de CMA capables d'augmenter la productivité et d'aider à réduire la pression parasitaire.
3. Appréciation du potentiel des CMA par les paysans et appropriation des technologies mises au point.
4. Publication des résultats des travaux au bénéfice du monde scientifique et du monde paysan.

La qualité des eaux de surface et des eaux souterraines

1 Thématique de recherche

L'impact des pratiques et techniques agricoles sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines dans la zone office du Niger (Niono).

Mots-clés pour l'indexation : Impact, techniques agricoles, contamination, qualité des eaux.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Responsable du projet : Pr Abdoulaye Salim Cissé Faculté des Sciences et Techniques
- Dr. Brahima B TRAORE (Agrochimiste) Maître-Assistant à la Faculté des Sciences et Techniques
- Dr. Drissa SAMAKE (chimiste) Maître de Conférences à la Faculté des Sciences et Techniques
- Dr Kalifa KEITA (chimiste) Assistant à la Faculté des Sciences et Techniques
- Mr Aboudou DOUMBIA (Doctorant) Assistant à la Faculté des Sciences et Techniques
- Baro DIARRA Technicienne Supérieure de laboratoire Faculté des Sciences et Techniques

CONTACTS : Pr Abdoulaye Salim Cissé : Coordonnateur de l'équipe. Tel : 002236694 0253 Dr Brahima B TRAORE Tél : 0022366781332

3 Résumé exécutif

- Ce projet concerne certains secteurs de la zone rizicole de l'office du Niger, dans la région de Ségou au Mali.
- Le Mali est un pays à vocation agropastorale, l'agriculture constitue la principale activité génératrice de revenus.

- Au Mali, l'apport d'engrais au sol, qu'il soit effectué de façon traditionnelle (amendement à l'humus) ou moderne (engrais chimique), n'est généralement pas précédé d'études préalables sur les propriétés des sols exploités.
- La mauvaise application des pesticides et fongicides ou leur utilisation prolongée a un impact négatif sur la santé de nos populations. Ces pratiques agricoles nous conduisent également à la dégradation et à la pollution du sol, des eaux de surface par ruissellement et des eaux souterraines par infiltration et par lessivage.
- Ce projet vise à étudier l'impact des principaux polluants qui sont des nitrates, des nitrites, des phosphates, des pesticides et les métaux lourds issus des intrants agricoles dans les eaux superficielles et souterraines dans la zone de Niono.

4 Résultats majeurs obtenus

Les enquêtes sanitaires menées ont montré la présence de maladies liées à l'utilisation des intrants agricoles. Les données recueillies ont révélé que 67% des producteurs sont musulmans, la classe d'âge 15-24 ans est prédominante et 55,8% sont des femmes. Le niveau d'instruction est faible et ne dépasse pas le secondaire. Environ 93,9% des producteurs n'ont jamais suivi une formation sur les risques liés à l'utilisation des intrants. Les engrais et plusieurs groupes de pesticides sont utilisés par ces exploitants sans mesure de protection adéquate. 53,8% des enquêtés ont déjà été victimes de problèmes de santé sans prise en charge réelle. Les troubles sanitaires rencontrés sont les céphalées (38,5%), les crampes musculaires (26,9%), les difficultés respiratoires (25,9%) et les dermatomycoses (24%). Les analyses ont montré que les puits ont une pollution organique en DBO₅ supérieure à la directive de potabilité (30 mg/L de dioxygène).

La teneur des métaux lourds comme le plomb, varie de 0,8 mg/L à 3,1 mg/L ; le cadmium de 0,07 à 0,15mg/L. Ces paramètres peuvent évoluer suivant les périodes de l'année. Les eaux de puits renferment des quantités élevées en éléments fer atteignant une concentration de 3,42 mg/L. Les valeurs obtenues sont supérieures aux teneurs acceptables.

Le chrome est quasiment présent dans tous les puits allant jusqu'à 0,52 mg/L dans la préfecture. Il peut évoluer aussi suivant les périodes de l'année. Le phosphate, constituant essentiel du DAP (super phosphate granulé) utilisé est pratiquement absent dans tous les puits.

Les sulfates, les nitrates sont présents dans tous les puits échantillonnés et souvent à des teneurs très élevées : 22,3 mg/L de NO₃⁻ dans le puits 10 et 12,6 mg/L de SO₄⁻ dans le puits 6.

L'analyse granulométrique montre que les sols de la zone ont une classe texturale allant du sablo-limoneux au sol argileux. Suivant le triangle textural de la FAO, ces sols sont à 44% limono-argileux et limono-argilo-sableux ; 38% argilo-sableux ; 13% argileux et 5% sablo-limoneux.

Les résultats montrent qu'avec l'irrigation ces parcelles peuvent se prêter à un processus de drainage ou d'infiltration des intrants agricoles apportés vers d'autres sources.

L'analyse microbiologique indique que les échantillons d'eau ont une charge microbienne qui dépasse les limites maximales acceptables pour les paramètres retenus. Quant aux coliformes fécaux, 15% des échantillons d'eau ont une concentration supérieure à 103 UFC/100mL.

La présence des salmonelles a été notée dans 45% des échantillons d'eau analysés donc non-conformes aux normes OMS pour l'eau destinée à la consommation humaine.

Changement climatique et production agricole

1 Thématique de recherche

Modélisation simultanée de l'impact de l'adaptation au changement climatique sur la productivité agricole et les coûts de contrôle des populations de ravageurs des cultures et de gestion de la fertilité des sols dans le Nord Bénin et Sud Niger

Mots-clés pour l'indexation : Productivité, Coûts, Ravageurs de cultures, fertilité des sols, adaptation, Bénin, Niger

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Jacob Afouda YABI; Ghislain Aïhounon, Thierry Kinkpe, Rosaine Nérice YEGBEMEY, Halima Oumarou DIADIE, & Toudou ADAM

CONTACTS : Yabi Afouda Jacob, Agroéconomiste et Enseignant – Chercheur. Directeur du Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES) ; Faculté d'Agronomie ; Université de Parakou ; BP 123 Parakou, Benin. Tel : (+229) 97320856 / 65455441 ; Email : jacob.yabi@fa-up. bj

3 Résumé exécutif

L'objectif de l'étude était d'analyser la contribution des stratégies d'adaptation au changement climatique et les coûts de la lutte contre les ravageurs des cultures et de la gestion de la fertilité des sols à l'amélioration de la productivité des cultures. Pour ce faire, des données relatives aux caractéristiques socio-économiques des producteurs, aux stratégies d'adaptation développées et aux inputs et outputs de production ont été collectées auprès de 280 producteurs de maïs et de coton au Nord Bénin et de 70 producteurs de mil au Sud Niger. Il ressort des analyses que la majorité des producteurs se sont adaptés au changement climatique en adoptant une gamme variée de stratégies d'adaptation telle que : (1) diversification culturelle, (2) ajustement du calendrier cultural et des pratiques culturelles, (3) stratégies d'utilisation des terres et (4) autres adaptations regroupant les prières et rituels traditionnelles, les migrations

de producteurs. Ces ajustements faits par les producteurs ont des conséquences sur la productivité de l'exploitation et sur les coûts de contrôle des ravageurs de culture et de la fertilité des sols. De plus, la stratégie d'ajustement du calendrier agricole et des pratiques culturales semble être la stratégie d'adaptation la plus adaptée au contexte de changement climatique. Par conséquent, les instituts de recherche et les structures d'appui aux producteurs doivent fournir aux producteurs des itinéraires techniques mieux adaptés audit changement climatique en particulier aux conditions de sécheresse.

4 Résultats majeurs obtenus

Le changement climatique est perçu dans le Nord Bénin et le Sud Niger à travers des risques climatiques se traduisant par de véritables péjorations pluviométriques, thermiques mais aussi par des vents violents et par la disparition de quelques espèces d'arbres et animaux. La presque totalité des producteurs perçoivent le changement climatique et la majorité d'entre eux s'adaptent. Les perceptions des producteurs sont conformes à la variabilité pluviométrique et thermique enregistrée ces dernières années.

Plusieurs facteurs déterminent la décision d'adaptation des producteurs à savoir le statut social du producteur, le contact avec un service de vulgarisation, l'expérience en agriculture, l'activité secondaire, les productions de légumineuses et de riz. Les stratégies d'adaptation développées par les producteurs sont : (1) la diversification culturale, (2) l'ajustement du calendrier agricole et des pratiques culturales (3) les stratégies d'utilisation des terres et (4) les autres adaptations telles que les prières et rituels traditionnels, le crédit agricole et les migrations. La production du maïs présente des résultats économiques satisfaisants, ce qui atteste que la production du maïs adaptée au changement climatique est une activité économiquement et financièrement rentable dans le Nord Bénin (Rentabilité du maïs supérieure à celle du coton). Par contre la production du coton adaptée au changement climatique enregistre des performances économiques et financières faibles comparées à celles des non adoptants. Au Sud Niger, la production du mil adaptée au changement climatique n'est pas une activité économiquement (seulement la Marge nette est positive) et financièrement rentable.

Les caractéristiques socio-économiques des producteurs, leurs capitaux agricoles, les coûts de contrôle des ravageurs de culture et de contrôle de la fertilité des sols et les stratégies d'adaptation au changement climatique (ajustement du calendrier agricole et des pratiques culturales) déterminent le niveau de productivité des spéculations considérées telles que le maïs et le coton avec l'option de minimisation des dits coûts de contrôle des ravageurs de culture et de la fertilité des sols.

Impact des pesticides utilisés en agriculture

Thématique globale de recherche

Pratiques de gestion et impact des pesticides utilisés en agriculture sur les écosystèmes aquatiques du bassin cotonnier (nord Bénin)

1 ARTICLES SCIENTIFIQUES PUBLIÉS

1.1 Thématique de recherche 1

Évaluation des potentialités piscicoles et Socio-économiques des retenues d'eau pastorales dans la commune de Banikoara (Nord-Est du Benin)

Mots-clés pour l'indexation : Retenue d'eau ; valorisation ; physico-chimie ; rentabilité socio-économique ; pisciculture.

1.1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- I. Toko Imorou, Enseignant-chercheur (FA-UP, Bénin)
- J. A. Yabi, Enseignant-chercheur (FA-UP, Bénin)
- M. N. Assogba, Enseignant-chercheur (EPAC-UAC, Bénin)
- M. Adam Sanni, Assistante de recherche (URAEAg/FA-UP)
- H. A. Elègbé, Ingénieur agronome (Assistant de recherche (URAEAg/FA-UP)

CONTACTS : iimorou.toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50

1.1.2 Résumé exécutif

L'étude faite d'août à mi-décembre 2010 sur les retenues d'eau de la commune de Banikoara permet d'évaluer la rentabilité de leur exploitation. Les paramètres physico-chimiques sont mesurés. Les potentialités nutritionnelles sont évaluées. Une enquête sur le mode de gestion de ces retenues est faite. L'inventaire des retenues a montré que 54,6% étaient des barrages et 45,5% des surcreusements, toutes gérées par des comités de gestion élus. Ces retenues d'eau étaient de dimensions et de formes variables. La proximité des champs de culture de coton et de maraîchage, l'abreuvement des

animaux et les usages domestiques rendaient ces retenues potentiellement polluées. La température moyenne dans les retenues d'eau a varié entre $27,2 \pm 0,7$ ° C et $29,9 \pm 0,8$ ° C. Le pH a oscillé entre $8,4 \pm 0,6$ et $9,3 \pm 0,3$. Les conductibilités moyennes se situaient entre $41,0 \pm 12,7$ et $109,5 \pm 0,7$ S/cm. Les valeurs de TDS (Total Dissolved solids) étaient significativement différentes ($P < 0,05$). Les transparences moyennes se situaient entre $15,5 \pm 0,7$ cm et $52,5 \pm 17,7$ cm. La faune benthique inventoriée dans les retenues d'eau étudiées était riche en macroinvertébrés qui constituaient une abondante nourriture pour les poissons. Sur le plan socio-économique la pêche était rentable dans les trois retenues étudiées car le ratio bénéfice-coût était supérieur à 1. Malheureusement, la pêche est souvent pratiquée par des étrangers sous la supervision des comités de gestion.

1.1.3 Résultats majeurs obtenus

Bien qu'elles soient très productives, les facteurs tels que la sensibilisation des paysans sur les avantages de la pisciculture, l'assistance technique et financière des pêcheurs et des comités de gestion, l'entretien des cuvettes, des digues et déversoirs, la formation des producteurs sur des pratiques piscicoles de base, la non disponibilité au niveau local des alevins, la non intégration de la pisciculture aux autres activités exercées autour des retenues et la gestion des crocodiles dans les retenues d'eau constituent les principales contraintes qui entravent le développement de la pisciculture dans les retenues d'eau étudiées.

1.2 Thématique de recherche 2

Caractérisation des pesticides chimiques utilisés en production cotonnière et impact sur les indicateurs économiques dans la Commune de Banikoara au nord du Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Pesticides, producteurs de coton, revenu, Banikoara, Bénin.

1.2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Prudencio T. AGBOHESSI, Doctorant (FA-UP / UNamur)
- Ibrahim IMOROU TOKO Enseignant-Chercheur (FA-UP, Bénin)
- Jacob A. YABI, Enseignant-Chercheur (FA-UP, Bénin)
- Jonas F.C. DASSOUNDO-ASSOGBA, Assistant de recherché (URAEaq/FA-UP)
- Patrick KESTEMONT, Enseignant-Chercheur (UNamur, Belgique)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50

1.2.2 Résumé exécutif

Cette étude vise à caractériser les pesticides chimiques réellement utilisés en production cotonnière et à évaluer leurs impacts sur le revenu des producteurs. Pour ce faire, des données ont été collectées auprès de 90 producteurs de coton conventionnel et 40 producteurs de coton biologique choisis de façon aléatoire dans la Commune de

Banikoara au nord du Bénin. Une analyse comparée entre le système de production du coton conventionnel et celui du coton biologique à l'aide de test t de Student de comparaison de moyennes, a été faite. Des résultats obtenus, il ressort que l'endosulfan, une matière active interdite au Bénin est encore très utilisée (75,45%) à travers le Thionex 350 CE (50,81%) et le Cotofan 350 CE (24,62%) en lieu et place du Tihan 175 O-TEQ dont le taux d'adoption est encore très bas (1,70%). L'analyse des résultats économiques révèle que les coûts totaux de production du coton conventionnel (174648 Fcfa/ha) ainsi que les rendements (1518,2 kg/ha) sont plus élevés que ceux du coton biologique (respectivement 72930,2 Fcfa/ha et 513,9 kg/ha) ($P < 0,01$). Aussi, le produit brut, la marge nette et le revenu net du coton conventionnel à l'hectare sont meilleurs à ceux du coton biologique ($P < 0,05$).

1.2.3 Résultats majeurs obtenus

La valorisation de la main d'œuvre familiale et le ratio bénéfice-coût, pour les deux types de coton amènent à conclure que la production du coton n'est pas rentable dans la localité. Toutefois, il convient de signaler que le ratio bénéfice-coût est plus élevé au niveau du coton conventionnel, lui donnant ainsi un avantage par rapport au coton biologique en termes de rentabilité hormis l'impact de l'utilisation des pesticides chimiques sur l'environnement.

1.3 Thématique de recherche 3

Biodiversité et structure des macroinvertébrés benthiques du bassin cotonnier béninois

Mots-clés pour l'indexation : Bassin cotonnier ; Biodiversité ; Macroinvertébrés benthiques ; Polluo-tolérant ; Polluo-sensible.

1.3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- I. Imorou Toko, Enseignant-Chercheur (FA-UP, Bénin)
- Y. Attakpa, Enseignant-Chercheur (FA-UP, Bénin)
- P. Gnohossou, Enseignant-Chercheur (FA-UP, Bénin)
- E. F. Aboudou, Assistante de recherche (URAEAg/FA-UP)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50

1.3.2 Résumé exécutif

La caractérisation de la biodiversité et de la structure des peuplements des macroinvertébrés benthiques a été faite sur quelques ruisseaux et retenues d'eaux du bassin cotonnier béninois (nord du Bénin). La structure des peuplements de macroinvertébrés benthiques a été déterminée à l'aide des descripteurs tels que la richesse taxonomique, la composition taxonomique et les indices de diversité et d'équitabilité. Ainsi, 26 familles de macroinvertébrés benthiques ont été identifiées sur 686 individus récoltés. La richesse taxonomique a révélé 65% d'insectes, 19% de mollusques et 8% d'oligochètes. Sur le plan taxonomique, l'ordre des hétéroptères était le mieux représenté avec 29,4% des taxons collectes, suivi des diptères (23,5%), des coléoptères (17,6%),

des éphéméroptères (11,8%) et des odonates (11,8%). De façon générale, les familles des Chironomidae (22,6 à 46,7%) et des Calopterygidae (9,9 à 13,5%) sont les plus abondantes numériquement et très fréquentes dans toutes les stations. La prolifération de ces deux familles d'organismes polluo-tolérants, de même que l'émergence des taxons saprophytes à l'exemple des Physidae, des Hydrobiidae, et des Lumbricidae, traduirait probablement une mauvaise qualité des eaux aussi bien dans les ruisseaux que les retenues d'eau du bassin cotonnier béninois.

1.3.3 Résultats majeurs obtenus

L'analyse de la faune benthique évaluée au moyen des indices de diversité de Shannon-Weaner et d'Équitabilité de Pielou, révèle un peuplement peu diversifié et largement déséquilibré. Ceci pourrait bien résulter de la détérioration de la qualité des eaux dans cette zone qui aurait eu pour conséquence la disparition de plusieurs taxons, probablement ceux polluo-sensibles. Cette observation est d'autant plus marquée dans les ruisseaux que dans les retenues d'eau étudiées.

1.4 Thématique de recherche 4

Synthèse des caractéristiques physico-chimiques et effets écotoxicologiques du Tihan 175 O-TEQ utilisé dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Pesticides, Tihan 175 O TEQ, flubendiamide, spirotétramate

1.4.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Prudencio T. AGBOHESSI, Doctorant (FA-UP/UNamur)
- Ibrahim IMOROU TOKO, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Eloi Y. ATTAKPA, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Patrick KESTEMONT, Enseignant-Chercheur (UNamur, Belgique)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50

1.4.2 Résumé exécutif

La culture du coton au Bénin au stade actuel des pratiques est très consommatrice de pesticides. Parmi ceux recommandés dans le traitement phytosanitaire du cotonnier, il y a le Tihan 175 O-TEQ utilisé en alternatif à l'endosulfan et efficace particulièrement contre le carpophage *Helicoverpa armigera*, l'acarien *Polyphagotarsonemus latus*, le phyllophage *Sylepta derogata* et *Aphis gossypii*. Le Tihan 175 O-TEQ est constitué du flubendiamide (100 g/l) et du spirotétramate (75 g/l) et utilisé pendant 2 à 4 traitements sur les 6 recommandés en fonction de la zone écologique. Ces deux matières actives introduites en 2007 sont encore très mal connues. Un travail de synthèse nous a permis d'établir quelques propriétés physico-chimiques et écotoxicologiques de ces produits chimiques.

1.4.3 Résultats majeurs obtenus

Le flubendiamide lipophile a un potentiel de bioconcentration et de bioaccumulation dans le foie et les tissus gras des animaux. Il agit sur la croissance et la reproduction en provoquant chez les rats par exemple, un retard dans l'apparition du sexe chez les mâles F1 et une augmentation du poids des ovaires et de l'utérus chez les femelles F0. Les individus femelles ont une grande sensibilité au flubendiamide par rapport aux mâles. Le spirotétramate hydrosoluble a des effets nocifs sur la croissance, la survie des alevins, les testicules et les spermatozoïdes des rats. Il provoque également une réduction de la production d'oeufs, du taux d'éclosion et du poids corporel des portées chez *Anas platyrhynchos*. On a constaté aussi, une réduction du pourcentage d'oeufs viables ou d'oeufs pondus chez *Colinus virginianus*.

1.5 Thématique de recherche 5

État des lieux de la contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides organochlorés dans le Bassin cotonnier béninois

Mots-clés pour l'indexation : bassin cotonnier ; écosystème aquatique ; pesticides organochlorés.

1.5.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Prudencio T. Agbohessi, Doctorant (FA-UP/UNamur)
- Ibrahim Imorou Toko, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Patrick Kestemont, Enseignant-Chercheur (UNamur)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50

1.5.2 Résumé exécutif

Les pesticides organochlorés avaient été recommandés au Bénin dans les années 1960 (DDT, lindane, dieldrine, heptachlore, etc.) et de 1999 à 2007 (endosulfan) pour le contrôle des ravageurs du cotonnier. En dehors de ces périodes, l'utilisation illicite de certaines molécules de cette famille de pesticide a été signalée dans le bassin cotonnier. Les molécules d'organochlorés sont très lipophiles et très rémanentes. Par ailleurs, elles se dégradent rapidement sous l'action des rayons ultraviolets en des produits dérivés généralement plus toxiques et plus stables que les composés initiaux. Utilisés dans les champs, ces pesticides sont même retrouvés plusieurs années plus tard dans les écosystèmes aquatiques. Un travail de synthèse documentaire nous a permis de faire l'état des lieux de la contamination des biotopes aquatiques béninois par ces produits dangereux. Ainsi, des taux alarmants d'endosulfan, de DDT, de dieldrine et d'heptachlore ont été trouvés dans certaines eaux dont les eaux du parc W. Dans les sédiments à Bétérou, des taux élevés de DDT, d'endosulfan et de lindane ont été également mis en évidence. Des analyses sur des tilapias *Sarotherodon melanotheron* mâles capturés le long du fleuve Ouémé ont montré la présence de lindane, de dieldrine, d'heptachlore, de pp'-TDE ainsi qu'une concentration plasmatique élevée en vitellogénine. Des taux alarmants de DDT, d'endosulfan, de lindane et de dieldrine

ont également été trouvés chez des polyptères *Polypterus endlicheri* capturés dans les eaux de la Pendjari.

1.5.3 Résultats majeurs obtenus

Des taux alarmants d'endosulfan, de DDT, de dieldrine et d'heptachlore ont été trouvés dans certaines eaux dont les eaux du parc W. Dans les sédiments à Bétérou, des taux élevés de DDT, d'endosulfan et de lindane ont été également mis en évidence. Des analyses sur des tilapias *Sarotherodon melanotheron* mâles capturés le long du fleuve Ouémé ont montré la présence de lindane, de dieldrine, d'heptachlore, de pp'-TDE ainsi qu'une concentration plasmatique élevée en vitellogénine. Des taux alarmants de DDT, d'endosulfan, de lindane et de dieldrine ont également été trouvés chez des polyptères *Polypterus endlicheri* capturés dans les eaux de la Pendjari.

1.6 Thématique de recherche 6

Acute Toxicity of Agricultural Pesticides to Embryo-Larval and Juvenile African Catfish *Clarias gariepinus*

Mots-clés pour l'indexation : Tihan 175 O-TEQ, Thionex 350 EC, larval

1.6.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- P. T. Agbohessi, Doctorant (FA-UP/UNamur)
- I. Imorou Toko, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- A. Houndji, Étudiant stagiaire (URAEaq/FA-UP)
- V. Gillardin, Chercheur (UNamur)
- S. N. M. Mandiki, Chercheur (UNamur)
- P. Kestemont, Enseignant-Chercheur (UNamur)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50

1.6.2 Résumé exécutif

Acute toxicities of Tihan 175 O-TEQ, as well as its active ingredients flubendiamide and spirotetramat, and of Thionex 350 EC (active compound endosulfan) were measured for embryo-larval and juvenile stages of the African catfish *Clarias gariepinus* to assess risks of pesticide use in the cotton basin in Benin (West Africa). For embryo-larval stages, Tihan was more toxic (LC5048h = 20 ppm) than Thionex (LC5048h = 56 ppm), and flubendiamide was more toxic (LC5048h = 2.0 ppm) than spirotetramat (LC5048h = 8.44 ppm). All decreased hatching rates. Tihan and spirotetramat disturbed larval swimming coordination; flubendiamide induced tail cleavage. For juvenile fish, Thionex was more toxic (LC5096h = 0.22 ppm) than Tihan (LC5096h = 8.8 ppm), and flubendiamide (LC5096h = 4.7 ppm) was more toxic than spirotetramat (LC5096h = 6.0 ppm).

1.6.3 Résultats majeurs obtenus

Eggs were more resistant than juvenile fish to all tested pesticides except flubendiamide. Although Thionex was more toxic to juvenile fish, replacing Thionex with Tihan may be undesirable for survival of eggs and larvae.

1.7 Thématique de recherche 7

Impact des pesticides agricoles sur les performances physiologiques des poissons : cas du Tihan 175 O-TEQ sur la reproduction des femelles de *Clarias gariepinus* exposées à des doses chroniques

Mots-clés pour l'indexation : Pesticides agricoles, paramètres hémato-physiologiques, reproduction des poissons, *Clarias gariepinus*.

1.7.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- I. Imorou Toko, Enseignant-Chercheur (FA-UP, Bénin)
- E. Y. Attakpa, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- P. C. Tobada, Enseignant-Chercheur (EPAC-UAC, Bénin)
- C. M. Ble, Enseignant-Chercheur (CRO, Côte d'Ivoire)
- L. N. Guedegba, Assistante de recherche (URAEAg/FA-UP)
- H. Elegbe, Assistant de recherche (URAEAg/FA-UP)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50.

1.7.2 Résumé exécutif

L'objectif général de cette étude est de déterminer l'effet du TIHAN 175 O-TEQ sur les paramètres physiologiques de reproduction des géniteurs de *C. gariepinus* exposés à des doses chroniques. Cette expérimentation s'inscrit dans le cadre d'une étude écotoxicologique réalisée dans le but de mieux connaître l'effet des pesticides sur la biodiversité aquatique. En effet, des géniteurs femelles de *C. gariepinus* de poids moyen $350,22 \pm 86,44$ g et de longueur totale moyenne $34,15 \pm 4,3$ cm ont été exposées au TIHAN à des doses chroniques de 1 et $10\mu\text{L}$ de TIHAN /L d'eau pendant 45 jours. Au terme de cette durée d'exposition, les performances zootechniques de reproduction des poissons ont été évaluées au moyen de paramètres tels que le taux de fécondité, le taux de fécondation, le taux d'éclosion des œufs et le diamètre des ovules. De même, des paramètres hématologiques (taux d'hémoglobine et hématocrite) et plasmatiques (Na^+ , K^+ , P, Cl^- , Fe^{2+} et les protides sanguins) ont été dosés sur des prélèvements sanguins de sujet exposés ou non au TIHAN. Les résultats hémato-physiologiques obtenus au cours des analyses ont pour la plupart varié très significativement d'un traitement à l'autre. Le taux d'hémoglobine sanguin et d'hématocrite des femelles a tendance à diminuer (significativement dans le cas de l'hémoglobine) avec l'augmentation de la dose d'exposition. La concentration des éléments plasmatiques tels que le Na^+ et le Fe^{2+} a significativement augmenté chez les poissons exposés (notamment avec la dose la plus forte), tandis que la concentration du plasma en K^+ , en Cl^- et en P a significativement baissé au fur et à mesure que la dose d'exposition augmente (entre

T0, T1 et T2). Bien que les variations observées au niveau des protides plasmatiques ne soient pas significatives ($p > 0,05$), on note cependant une tendance remarquable d'augmentation de la concentration des protides dans le plasma des poissons exposés au TIHAN, comparativement au témoin. Par contre, on n'a pas observé d'effets significatifs des doses expérimentées sur la majorité des paramètres zootechniques de reproduction mesurés. Seul le diamètre des ovules a significativement varié ($p < 0,05$) d'un traitement à l'autre (1,04 mm, 1,07 mm et 1,07 mm, respectivement avec T0, T1 et T2) après la durée d'exposition.

1.7.3 Résultats majeurs obtenus

Les résultats hémato-physiologiques obtenus au cours des analyses ont pour la plupart varié très significativement d'un traitement à l'autre. Le taux d'hémoglobine sanguin et d'hématocrite des femelles a tendance à diminuer (significativement dans le cas de l'hémoglobine) avec l'augmentation de la dose d'exposition. La concentration des éléments plasmatiques tels que le Na^+ et le Fe^{2+} a significativement augmenté chez les poissons exposés (notamment avec la dose la plus forte), tandis que la concentration du plasma en K^+ , en Cl^- et en P a significativement baissé au fur et à mesure que la dose d'exposition augmente (entre T0, T1 et T2). Bien que les variations observées au niveau des protides plasmatiques ne soient pas significatives ($p > 0,05$), on note cependant une tendance remarquable d'augmentation de la concentration des protides dans le plasma des poissons exposés au TIHAN, comparativement au témoin. Par contre, on n'a pas observé d'effets significatifs des doses expérimentées sur la majorité des paramètres zootechniques de reproduction mesurés. Seul le diamètre des ovules a significativement varié ($p < 0,05$) d'un traitement à l'autre (1,04 mm, 1,07 mm et 1,07 mm, respectivement avec T0, T1 et T2) après la durée d'exposition.

1.8 Thématique de recherche 8

Exposure to agricultural pesticides impairs growth, feed utilization and energy budget in African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings

Mots-clés pour l'indexation : African catfish ; Endosulfan ; Tihan ; Growth parameters ; Energy budget

1.8.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Agbohessi Prudencio T., Doctorant (FA-UP/UNamur)
- Imorou Toko Ibrahim Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- N'tcha Innocent, Assistant de Recherche (URAEAq/FA-UP)
- Geay Florian, Chercheur (UNamur, Belgique)
- Mandiki S. N. M., Chercheur (UNamur)
- Kestemont Patrick Enseignant-Chercheur (UNamur)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, Tél : (+229) 96 13 21 50.

1.8.2 Résumé exécutif

The African catfish *Clarias gariepinus* is a widespread species in the Beninese cotton basin. In this study, the impacts of exposure to agricultural pesticides endosulfan [Thionex 350 EC (emulsifiable concentrate)] and Tihan 175 O-TEQ (oil toxicity equivalent) on growth, feed utilization and energy budget of *C. gariepinus* were investigated. Fingerlings (1.58 ± 0.02 g) were exposed to borehole water (control), 0.23 ppb (environmental concentration), 440 ppb (Lethal Concentration 50 %/20, LC50/20) and 880 ppb (LC50/10) of Tihan; and to 11 ppb (LC50/20), 22 ppb (LC50/10) and 29.40 ppb (environmental concentration) of Thionex for 28 days. Fish biomass was assessed weekly and fish samples were taken from different aquaria to determine the specific growth rate (effect on growth), feed efficiency rate and protein efficiency ratio (impact on feed utilization), and the biochemical composition of fish (impact on the energy budget). The results showed that endosulfan environmental concentration induced 100% of mortality in catfish fingerlings while mortality rate was comparable between control fish and Tihan-treated fish over the 28-day period ($p > 0.05$). In contrast to survival, the two pesticide types tested induced a marked decrease in growth only during the first 2 weeks of exposure ($p < 0.05$).

1.8.3 Résultats majeurs obtenus

The negative impact of endosulfan on growth was associated to a lower feed utilization and protein efficiency compared with control fish or those exposed to Tihan ($p < 0.05$). The energy reserves were more rapidly exhausted in fish exposed to endosulfan to meet energy demand generated by this chemical stressor.

1.9 Thématique de recherche 9

Les pratiques paysannes de gestion des pesticides sur le maïs et le coton dans le bassin cotonnier du Bénin

Mots-clés pour l'indexation : bassin cotonnier, Bénin, pratiques paysannes, pesticides, vulnérabilité, Afrique

1.9.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Adéchian Soulé Akinhola, Assistant de Recherche (URES/FA-UP)
- Baco Mohamed Nasser, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Akponikpe Irénikatché, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Imorou Toko Ibrahim, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Egah Janvier, Doctorant (URES/FA-UP)
- Affoukou Kévin, Assistant de Recherche (URES/FA-UP)

CONTACTS : nasserbaco@yahoo.fr, Tél : (+229) 96 06 16 64.

1.9.2 Résumé exécutif

L'utilisation accrue des pesticides chimiques couplée au boom agricole à laquelle on assiste ces dernières années soulève des interrogations sur la vulnérabilité des res-

sources naturelles, en particulier les ressources hydrologiques des zones cotonnières du Bénin. Cette étude vise à analyser les pratiques de gestion des pesticides chimiques agricoles à l'échelle « paysan » afin de comparer ces pratiques aux normes recommandées. Les données analysées ont été collectées dans la commune de Gogounou auprès de cent cinquante (150) producteurs tous répartis dans six (6) villages. Il ressort de nos investigations que les matières actives des pesticides les plus utilisées dans le bassin cotonnier du Bénin sont le glyphosate, l'atrazine, le flubendiamide, le spirotétramate et les pyréthrinoïdes (Emamectine, Cyfluthrine, Cyperméthrine, Beta-cyfluthrine). Une faible proportion des insecticides est commercialisée par le circuit informel (9%) contrairement aux insecticides dont la majorité (60%) provient de ce circuit. De même, les pesticides non autorisés proviennent en majorité du circuit informel (93,9% des herbicides et 21,5% des insecticides). La majorité des producteurs (90,3%) utilise en moyenne 3,4 flacons de Tihan par hectare (soit 0,34 litre par hectare) de plus que la moyenne recommandée. De plus, les doses de pesticides utilisées par hectare augmentent au fur et à mesure que les champs sont proches des points d'eau.

1.9.3 Résultats majeurs obtenus

Il ressort de l'étude que les matières actives des pesticides les plus utilisées dans le bassin cotonnier du Bénin sont le glyphosate, l'atrazine, le flubendiamide, le spirotétramate et les pyréthrinoïdes (Emamectine, Cyfluthrine, Cyperméthrine, Beta-cyfluthrine). Une faible proportion des insecticides est commercialisée par le circuit informel (9%) contrairement aux insecticides dont la majorité (60%) provient de ce circuit. De même, les pesticides non autorisés proviennent en majorité du circuit informel (93,9% des herbicides et 21,5% des insecticides). La gestion et l'utilisation très peu rigoureuses des pesticides constatés dans cette zone pourraient constituer une menace pour le maintien de la biodiversité et de la productivité des écosystèmes naturels, de la qualité sanitaire des produits halieutiques et de la santé des producteurs et des consommateurs. Face à ce constat, le défi de la recherche serait la détermination du niveau actuel de contamination des eaux du bassin et celui de l'État serait l'initiation de programmes de sensibilisation des producteurs par rapport à une gestion plus rigoureuse des pesticides.

1.10 Thématique de recherche 10

Pesticides used in cotton production affect reproductive development, endocrine regulation, liver status and offspring fitness in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)

Mots-clés pour l'indexation : Chronic exposure, Reproductive efficiency, Thionex 350 EC, Tihan 175 O-TEQ

1.10.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Agbohessi Prudencio T., Doctorant (FA-UP/UNamur)
- Imorou Toko Ibrahim, Enseignant-Chercheur (FA-UP)

- Atchou Vincent, Ingénieur Agronome (URAEAg/FA-UP)
- Tonato Roland, Ingénieur Agronome (URAEAg/FA-UP)
- Mandiki S.N.M, Chercheur (UNamur)
- Kestemont, Patrick, Enseignant chercheur (UNamur)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50.

1.10.2 *Résumé exécutif*

We exposed African catfish *Clarias gariepinus* from embryo-larvae stage to adult stage (13 months old, BW) to chronic doses of Tihan 175 O-TEQ and endosulfan (Thionex) and assessed the impact of this exposure on endocrine regulation, liver status and offspring fitness. Endosulfan exposure caused a significant increase in plasma *estradiol* – 17β (E2) and decreased plasma testosterone (T) but not 11 ketotestosterone (11-KT). Tihan decreased significantly plasma E2 and 11-KT, but not T. Endosulfan doses altered gonad histology and induced high proportions (18–30% of males) of ovotestis in males and follicular atretic oocytes in females, indicating occurrence of feminization in fish. Tihan also altered gonad histology but only one case of ovotestis was observed at the highest dose. Presence of foam cells in lobular lumen, fibrosis, necrosis, and immature cells released in lobular lumen were found in male gonads and melano-macrophage centers (MMCs), necrosis, fibrosis and vacuolation were observed in female gonads. Fish livers also suffered injuries such as MMCs, necrosis, fibrosis, vacuolation, dilatation of sinusoids, and nuclear pleomorphism. Chronic Tihan and Thionex exposures decreased fertilization rate, hatching rate, ova and larval weight, as well as larval resistance to osmotic choc. They also delayed hatching and increased abnormalities in the F1 generation, all these indicators suggesting transgenerational effects of these compounds.

1.10.3 *Résultats majeurs obtenus*

Endosulfan exposure caused a significant increase in plasma *estradiol* – 17β (E2) and decreased plasma testosterone (T) but not 11 ketotestosterone (11-KT). Tihan decreased significantly plasma E2 and 11-KT, but not T. Endosulfan doses altered gonad histology and induced high proportions (18–30% of males) of ovotestis in males and follicular atretic oocytes in females, indicating occurrence of feminization in fish. Tihan also altered gonad histology but only one case of ovotestis was observed at the highest dose. Presence of foam cells in lobular lumen, fibrosis, necrosis, and immature cells released in lobular lumen were found in male gonads and melano-macrophage centers (MMCs), necrosis, fibrosis and vacuolation were observed in female gonads. Fish livers also suffered injuries such as MMCs, necrosis, fibrosis, vacuolation, dilatation of sinusoids, and nuclear pleomorphism. Chronic Tihan and Thionex exposures decreased fertilization rate, hatching rate, ova and larval weight, as well as larval resistance to osmotic choc. They also delayed hatching and increased abnormalities in the F1 generation, all these indicators suggesting transgenerational effects of these compounds.

1.11 Thématique de recherche 11

Assessment of the health status of wild fish inhabiting a cotton basin heavily impacted by pesticides in Benin (West Africa)

Mots-clés pour l'indexation : *Tilapia guineensis*, *Clarias gariepinus*, Biomarkers, Sex steroids, Gonad and liver histopathology

1.11.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Agbohessi Prudencio T., Doctorant (FA-UP/UNamur)
- Imorou Toko Ibrahim, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Ouedraogo Alfred, Chercheur (FSS-UAC, Bénin)
- Jauniaux Thierry, Chercheur (ULiège, Belgique)
- Mandiki S.N.M, Chercheur (UNamur, Belgique)
- Kestemont, Patrick, Enseignant chercheur (UNamur)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, (00229) 96 13 21 50.

1.11.2 Résumé exécutif

To determine the impact of agricultural pesticides used in cotton cultivation on the health status of fish living in a Beninese cotton basin, we compared the reproductive and hepatic systems of fish sampled from rivers located in both contaminated and pristine conditions. Different types of biomarkers, including biometric indices (a condition factor K, a gonadosomatic index GSI, and a hepatosomatic index HSI), plasma levels of sex steroids (11-ketotestosterone 11-KT, testosterone T and *estradiol* – 17 β E2) and the histopathology of the gonads and liver, were investigated for two different trophic levels of the following two fish species : the Guinean tilapia *Tilapia guineensis* and the African catfish *Clarias gariepinus*. The fish were captured during both the rainy season (when there is heavy use of pesticides on cotton fields) and the dry season from one site, in Pendjari River (reference site), which is located outside the cotton-producing basin, and from three other sites on the Alibori River within the cotton-producing basin. Comparing fish that were sampled from contaminated (high levels of endosulfan, heptachlor and DDT and metabolites) and reference sites, the results clearly indicated that agricultural pesticides significantly decreased K and GSI while they increased HSI, regardless of the season, species and sex of the fish. These pesticides also induced a decrease in the plasma levels of 11-KT and T and increased those of E2. The histopathology of the testes revealed, in both species, a high rate of testicular oocytes, up to 50% in the African catfish, downstream of the Alibori River, which indicated estrogenic effects from the pesticides. The disruption

of male spermatogenesis primarily included necrosis, fibrosis and the presence of foam cells in the lobular lumen. The histopathology of the ovaries revealed high levels of pre-ovulatory follicular atresia, impaired oogenesis, a decrease in the oocyte vitellogenic diameter and other lesions, such as fibrosis, vacuolation and melano-macrophagic centers. The histopathology of the liver revealed the presence of necrosis, hypertrophic hepatocytes, foci of vacuolation, glycogen depletion and hemosiderin. An assessment

of the general health of the fish indicated that all of the sampled fish from the polluted sites were in poorer health compared with those from the reference site but that the African catfish appeared much more affected than the Guinean tilapia, regardless of the sex and season.

1.11.3 Résultats majeurs obtenus

The overall results indicated that agricultural pesticides significantly impair the endocrine regulation of fish living in the Beninese cotton basin and that this would most likely be one of the causes of the severe damage observed in the liver and gonads and the reduced health condition.

1.12 Thématique de recherche 12

Évaluation de la qualité des eaux des ruisseaux du cours moyen de la rivière Alibori par l'étude des macroinvertébrés benthiques dans le bassin cotonnier du Bénin (Afrique de l'Ouest)

Mots-clés pour l'indexation : Macroinvertébrés benthiques, rivière Alibori, ruisseaux, perturbations.

1.12.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Agblonon Thierry M., Doctorant (FSA-UAC, Bénin)
- Adandedjan Delphine, Chercheur (LHA/FSA-UAC)
- Chikou Antoine, Enseignant-Chercheur (FSA-UAC)
- Imorou Toko Ibrahim, Enseignant-Chercheur (FA-UP)
- Bonou Clément, Enseignant-Chercheur (EPAC-UAC)
- Youssao Issaka, Enseignant-Chercheur (EPAC-UAC)
- Laleye Philippe, Enseignant-Chercheur (FSA-UAC)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, Tél : (+229) 96132150

1.12.2 Résumé exécutif

L'impact des pressions anthropiques sur les écosystèmes aquatiques du bassin cotonnier du Bénin a été évalué d'octobre à décembre 2012. L'objectif est de déterminer la qualité écologique des ruisseaux du bassin de la rivière Alibori par l'étude des peuplements de macroinvertébrés. Au moyen d'un filet troubleau, les macroinvertébrés ont été échantillonnés dans 12 stations réparties dans les ruisseaux du bassin moyen de la rivière. L'inventaire de la macrofaune benthique récoltée a permis de disposer de 25 espèces d'invertébrés aquatiques appartenant à 16 familles et 7 ordres. Ils sont constitués de trois classes qui sont les Insectes (5 ordres, 12 familles et 20 espèces), les Gastéropodes (1 ordre, 3 familles et 4 espèces) et les Lamellibranches (Bivalves) (1 ordre, 1 famille et 1 espèce).

1.12.3 Résultats majeurs obtenus

L'analyse de la structure de la communauté des taxons grâce à SOM sur la base de la matrice de présence-absence a révélé une répartition spatiale indiquant que les différentes stations ont eu en commun une grande partie de la faune benthique mais se sont différenciées par un nombre limité de taxons qui ont caractérisé chaque station. Six paramètres environnementaux ont discriminé cette répartition observée. L'abondance de certains groupes benthiques comme les Diptères et les Coléoptères.

2 MÉMOIRES ACADÉMIQUES SOUTENUS

2.1 Thématique de recherche 1

Impact des pesticides agricoles sur les performances de reproduction des poissons : cas du TIHAN 175 O-TEQ chez les femelles de *Clarias gariepinus* exposées à des doses chroniques

Mots-clés pour l'indexation : Pesticides, TIHAN, Reproduction des poissons, Paramètres hémato-physiologiques, *C. gariepinus*

2.1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Étudiant : Léa GUEDEGBA

Superviseur : Ibrahim IMOROU TOKO (FA-UP)

CONTACTS : Email : iimorou_tok@hotmail.com, Tél : (+229) 96 13 21 50

2.1.2 Résumé exécutif

L'objectif général de cette étude est de déterminer l'effet du TIHAN 175 O-TEQ sur les performances de reproduction des géniteurs de *C. gariepinus* exposés à des doses chroniques. Cette expérimentation s'inscrit dans le cadre d'une étude écotoxicologique réalisée dans le but de mieux connaître l'effet des pesticides sur la biodiversité aquatique. En effet, des géniteurs femelles de *C. gariepinus* de poids moyen $350,22 \pm 86,44$ g et de longueur moyenne $34,15 \pm 4,3$ cm ont été exposées au TIHAN à des doses chroniques de 1 et $10\mu\text{g/L}$ pendant respectivement 21 et 45 jours. Au terme de chaque durée d'exposition, les performances zootechniques de reproduction des poissons ont été évaluées au moyen de paramètres tels que le taux de fécondité, le taux de fécondation, la mortalité des œufs, le taux d'éclosion des œufs, la durée de première éclosion, la durée d'incubation, et le diamètre des ovules. Après 45 jours d'exposition (selon la norme OCDE), des paramètres hématologiques (taux d'hémoglobine et hématocrite) et plasmatiques (Na^+ , K^+ , P, Cl^- , Fe^{2+} de même que les protides sanguins) ont été dosés sur des prélèvements sanguins de sujet exposés ou non au TIHAN. Aussi bien après 21 et 45 jours d'exposition des poissons au pesticide, on n'a pas observé d'effets significatifs des doses expérimentées sur la majorité des paramètres zootechniques de reproduction mesurés. Seul le diamètre des ovules a significativement varié ($p = 0,03$) d'un traitement à l'autre (1,04 mm, 1,07 mm et 1,07 mm, respectivement avec T0, T1 et T2) après 45 jours d'exposition. Ce même paramètre,

de même que la durée de première éclosion des œufs issus des différentes femelles ont varié significativement $p < 0,05$ en fonction de la durée d'exposition. En effet, le diamètre moyen des ovules au J45 post exposition a diminué quelque soit le traitement comparativement au J21 (1,13 mm, 1,14 mm et 1,10 mm, respectivement avec T0, T1 et T2). La durée moyenne de première éclosion des œufs ($31,41 \pm 2,34$ heures) a été aussi plus longue après 45 jours d'exposition des géniteurs comparativement à la durée de première éclosion des œufs issus de femelles au 21e jour d'exposition ($26,07 \pm 1,85$ heures). Par ailleurs, les résultats hématologiques ont pour la plupart varié très significativement d'un traitement à l'autre. Le taux d'hémoglobine sanguine et d'hématocrite des femelles a tendance à diminuer (significativement dans le cas de l'hémoglobine) avec l'augmentation de la dose d'exposition. La concentration des éléments plasmatiques tels que le Na^+ et le Fe^{2+} a significativement augmenté chez les poissons exposés (notamment avec le T2), tandis que la concentration du plasma en K^+ , en Cl^- et en P a significativement baissé au fur et à mesure que la dose d'exposition augmente (entre T0, T1 et T2). Bien que les variations observées au niveau des protéines plasmatiques ne soient pas significative $p > 0,05$, on note cependant une tendance remarquable d'augmentation de la concentration des protéines dans le plasma des poissons exposés au TIHAN, comparativement au témoin.

2.1.3 Résultats majeurs obtenus

Au terme de chaque durée d'exposition, les performances zootechniques de reproduction des poissons ont été évaluées au moyen de paramètres tels que le taux de fécondité, le taux de fécondation, la mortalité des œufs, le taux d'éclosion des œufs, la durée de première éclosion, la durée d'incubation, et le diamètre des ovules. Après 45 jours d'exposition (selon la norme OCDE), des paramètres hématologiques (taux d'hémoglobine et hématocrite) et plasmatiques (Na^+ , K^+ , P, Cl^- , Fe^{2+} de même que les protéines sanguines) ont été dosés sur des prélèvements sanguins de sujet exposés ou non au TIHAN. Aussi bien après 21 et 45 jours d'exposition des poissons au pesticide, on n'a pas observé d'effets significatifs des doses expérimentées sur la majorité des paramètres zootechniques de reproduction mesurés. Seul le diamètre des ovules a significativement varié ($p = 0,03$) d'un traitement à l'autre (1,04 mm, 1,07 mm et 1,07 mm, respectivement avec T0, T1 et T2) après 45 jours d'exposition. Ce même paramètre, de même que la durée de première éclosion des œufs issus des différentes femelles ont varié significativement ($P < 0,05$) en fonction de la durée d'exposition. En effet, le diamètre moyen des ovules au J45 post exposition a diminué quelque soit le traitement comparativement au J21 (1,13 mm, 1,14 mm et 1,10 mm, respectivement avec T0, T1 et T2). La durée moyenne de première éclosion des œufs ($31,41 \pm 2,34$ heures) a été aussi plus longue après 45 jours d'exposition des géniteurs comparativement à la durée de première éclosion des œufs issus de femelles au 21ème jour d'exposition ($26,07 \pm 1,85$ heures). Par ailleurs, les résultats hématologiques ont pour la plupart varié très significativement d'un traitement à l'autre. Le taux d'hémoglobine sanguine et d'hématocrite des femelles a tendance à diminuer (significativement dans le cas de l'hémoglobine) avec l'augmentation de la dose d'exposition. La concentration des éléments plasmatiques tels que le Na^+ et le Fe^{2+} a significativement augmenté chez les poissons exposés (notamment avec le T2), tandis que la concentration du plasma en K^+ , en Cl^- et en P a significativement baissé au fur et à mesure que la

dose d'exposition augmente (entre T0, T1 et T2). Bien que les variations observées au niveau des protides plasmatiques ne soient pas significative ($p > 0,05$), on note cependant une tendance remarquable d'augmentation de la concentration des protides dans le plasma des poissons exposés au TIHAN, comparativement au témoin.

2.2 Thématique de recherche 2

Impact des pesticides agricoles sur les performances de reproduction des poissons : cas du TIHAN 175 O-TEQ chez les femelles de *Clarias gariepinus* exposées à des doses chroniques

Mots-clés pour l'indexation : Rivière Alibori, macroinvertébrés benthiques, diversité, perturbations, agriculture

2.2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Étudiant : Thierry M. AGBLONON HOUELOME
- Superviseur : Issaka YOUSAO ABOUDOU KARIM (EPAC-UAC) et Ibrahim IMOROU TOKO (FA-UP)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, Tél : (+229) 96 13 21 50

2.2.2 Résumé exécutif

L'objectif général de ce travail est de déterminer la qualité de l'eau de la rivière Alibori et de ses affluents par l'étude des peuplements macrobenthiques. Il s'inscrit dans une logique d'étude environnementale réalisée afin de mieux connaître l'effet des activités anthropiques sur les écosystèmes aquatiques. L'étude a été menée à partir d'échantillonnage réalisé au niveau de 12 stations et a permis de caractériser la diversité et la structure des communautés benthiques du bassin de la rivière Alibori. L'analyse de la qualité physico-chimique a montré une eau qui présente une variation spatiale des paramètres physico-chimiques. Les paramètres comme la température, la transparence, conductivité, la teneur en nitrites, nitrates et azote total ont constitué par leurs valeurs des facteurs qui ont discriminé les groupes de stations obtenues dans le milieu d'étude. L'inventaire de la macrofaune benthique récoltée a permis de disposer d'un total de 25 espèces d'invertébrés aquatiques appartenant à 16 familles et 7 ordres. Ils sont constitués de trois classes qui sont les Insectes (5 ordres, 12 familles et 20 espèces), les Gastéropodes (1 ordre, 3 familles et 4 espèces) et les Lamellibranches (Bivalves) (1 ordre, 1 famille et 1 espèce). Du point de vue fonctionnel alimentaire, les collecteurs-rassembleurs et les prédateurs ont été les groupes les plus importants dans le milieu d'étude suivis des taxons racleurs. Les filtreurs-collecteurs sont les taxons les moins représentés dans le bassin pendant la période d'étude. L'analyse de la structure de la communauté des taxons grâce à SOM sur la base de la matrice de présence-absence a révélé une répartition spatiale indiquant que les différentes stations ont eu en commun une grande partie de la faune benthique mais se sont différenciées par un nombre limité de taxons qui ont caractérisé chaque site. Six paramètres environnementaux ont discriminé cette répartition observée.

2.2.3 Résultats majeurs obtenus

L'abondance de certains groupes benthiques comme les Diptères et certains Coléoptères dans le bassin de la rivière Alibori pendant la période d'étude montre que le bassin est soumis aux perturbations anthropiques. Aussi l'absence des taxons indicateurs d'une eau de bonne qualité plaident en faveur de la présence d'un écosystème aquatique victime d'une pression intense liée à la production agricole dans le milieu d'étude. Ainsi les sites situés à proximité des champs de coton et des habitations ont présenté des richesses faibles avec des indices d'équitabilité relativement bas.

2.3 Thématique de recherche 3

Détermination de la toxicité chronique du Tihan 175O-TEQ et de l'Endosulfan sur les phases embryo-larvaire et juvénile de *Clarias gariepinus*.

Mots-clés pour l'indexation : Tihan 175O-TEQ, Thionex350EC, *Clarias gariepinus*, toxicité chronique

2.3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Étudiant : Innocent N'TCHA
- Superviseur : Ibrahim IMOROU TOKO (FA-UP)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, Tél : (+229) 96 13 21 50

2.3.2 Résumé exécutif

Afin de déterminer les effets chroniques des pesticides couramment utilisés en agriculture et spécifiquement en coton culture au Bénin sur les écosystèmes aquatiques, des essais de toxicité chronique du Tihan175 O-TEQ et du Thionex 350EC ont été réalisés sur les phases embryo-larvaire et juvénile de *Clarias gariepinus*. Pour chaque phase trois concentrations de chacun des pesticides (Tihan : 0,0001+1/1 (Te) ; 9+1/1 (T1) et 14+1/1 (T2) pour la phase embryo-larvaire et 0,0001+1/1 (Te), 0,04+1/1 (T1'), 0,08+1/1 (T2') pour la phase juvénile; endosulfan : 0,025+1/1 (Ee), 6+1/1 (E1) et 19+1/1 (E2) phase embryo-larvaire et 0,025+1/1(Ee), 0,001+1/1 (E1'), 0,002+1/1 (E2') pour la phase juvénile) ont été appliquées. Les essais ont été réalisés en condition semi-statique. Les résultats obtenus au cours de l'essai sur la phase embryo-larvaire ont révélés que le taux de mortalité le plus élevé a été obtenu avec le traitement T1 (76,7±1,81), le taux d'éclosion le plus bas avec le traitement T2 (10,18±7,61) alors que le plus faible taux de survie a été enregistré avec le traitement E2 (3,7±5,24) ; le Tihan est donc plus toxique au cours de l'embryogénèse alors que la toxicité de l'endosulfan l'est à la phase post-éclosion. Chez les juvéniles, les résultats obtenus au terme de l'essai pendant 28 jours, ont montrés qu'avec les teneurs croissantes en pesticides dans le milieu, on note une baisse de la croissance des individus qui y sont élevés. Le poids moyen des poissons a varié en fonction des traitements appliqués et le plus faible Pmf (4,29±1,28) a été enregistré au niveau du traitement E2 de l'endosulfan (P < 0,05) ; le taux de croissance journalier le plus bas a été enregistré au niveau du même traitement. Les taux de croissance spécifique (TCS ou SGR) obtenus avec les

différents traitements sont de $6,69 \pm 0,11$ pour le contrôle, $6,55 \pm 0,4$ pour Tihan environnemental (Te); $5,77 \pm 0,47$ pour T1'; $4,84 \pm 0,16$ pour T2'; $4,68 \pm 0,69$ pour E1' et de $3,89 \pm 0,73$ pour E2'. Les poissons exposés aux pesticides ont montré une différence significative pour les paramètres nutritionnels comparés aux poissons du contrôle. De la même manière, l'analyse de la composition biochimique a révélé que les pesticides agissent sur la composition biochimique des poissons exposés.

2.3.3 Résultats majeurs obtenus

Les résultats obtenus au cours de l'essai sur la phase embryo-larvaire ont révélés que le taux de mortalité le plus élevé a été obtenu avec le traitement T1 ($76,7 \pm 1,81$), le taux d'éclosion le plus bas avec le traitement T2 ($10,18 \pm 7,61$) alors que le plus faible taux de survie a été enregistré avec le traitement E2 ($3,7 \pm 5,24$); le Tihan est donc plus toxique au cours de l'embryogénèse alors que la toxicité de l'endosulfan l'est à la phase post-éclosion. Chez les juvéniles, les résultats obtenus au terme de l'essai pendant 28 jours, ont montrés qu'avec les teneurs croissantes en pesticides dans le milieu, on note une baisse de la croissance des individus qui y sont élevés. Le poids moyen des poissons a varié en fonction des traitements appliqués et le plus faible Pmf ($4,29 \pm 1,28$) a été enregistré au niveau du traitement E2 de l'endosulfan ($P < 0,05$); le taux de croissance journalier le plus bas a été enregistré au niveau du même traitement. Les taux de croissance spécifique (TCS ou SGR) obtenus avec les différents traitements sont de $6,69 \pm 0,11$ pour le contrôle, $6,55 \pm 0,4$ pour Tihan environnemental (Te); $5,77 \pm 0,47$ pour T1'; $4,84 \pm 0,16$ pour T2'; $4,68 \pm 0,69$ pour E1' et de $3,89 \pm 0,73$ pour E2'. Les poissons exposés aux pesticides ont montré une différence significative pour les paramètres nutritionnels comparés aux poissons du contrôle. De la même manière, l'analyse de la composition biochimique a révélée que les pesticides agissent sur la composition biochimique des poissons exposés.

2.4 Thématique de recherche 4

Évaluation de quelques biomarqueurs d'effets des pesticides agricoles (Tihan 175O-TEQ et Thionex 350 EC) sur le développement sexuel du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*) en conditions contrôlées

Mots-clés pour l'indexation : Tihan, Thionex, sex-ratio, histologie des gonades, androgène, œstradiol, *Clarias gariepinus*

2.4.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Étudiant : Vincent L. ATCHOU
- Superviseur : Ibrahim IMOROU TOKO (FA-UP)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, Tél : (+229) 96 13 21 50

2.4.2 Résumé exécutif

La présente étude réalisée dans le cadre de l'évaluation des effets écotoxicologique des pesticides agricoles utilisés dans le bassin cotonnier béninois a eu pour objectif

de mesurer en conditions expérimentales, les effets de différentes concentrations du thian et du thionex sur le développement sexuel de *C. gariepinus*. Pour ce faire, les œufs de *C. gariepinus* fécondés artificiellement ont été incubés dans des milieux contenant différentes concentrations de Thian ou de Thionex. Il s'agit des doses TE (0,01 ppb), T1 (40 ppb), et T2 (80 ppb) pour le Tihan, et EE (25,3 ppb), E1 (1 ppb), et E2 (2 ppb) pour le Thionex. Les doses TE et EE correspondent respectivement à la dose environnementale du Tihan et de l'endosulfan dans le milieu naturel (rivière Alibori). Un lot témoin (C) a été maintenu dans un milieu non contaminé. Chaque traitement a été maintenu en condition semi-statique, et testé en triplicat. Après l'éclosion les larves obtenues ont été maintenues dans les différentes solutions jusqu'à la phase de maturation (du J0 post éclosion : PE au J150 PE). En ce qui concerne la phase embryo-larvaire, la mortalité la plus élevée ($74,7 \pm 2,6$ %) a été enregistrée avec la dose 1ppb du Tihan, et la plus faible au niveau du lot témoin ($33,7 \pm 1,7$ %). Le taux d'éclosion le plus élevé a été obtenu dans le milieu témoin ($65,5 \pm 17,2$ %), tandis que les œufs issus des individus exposés à la dose T2 du Tihan présentent le plus bas taux d'éclosion ($12,4 \pm 0,62$ %). La survie des larves observée jusqu'au J5 a montré qu'elles étaient plus vulnérables au Thionex qu'au Tihan. Toutes les larves exposées à la dose environnementale du Thionex (EE) ont été mortes avant le J20 PE.

2.4.3 Résultats majeurs obtenus

On a noté une plus grande toxicité du Thionex sur les larves comparativement au Tihan, qui paraît plus toxique chez les embryons. Le sex-ratio (mâle/femme) montre une dominance en faveur des femelles qui n'est pas significative ($p > 0,05$) entre le lot témoin (0,84/1) et les poissons exposés au Tihan (en moyenne 0,87/1). Cependant, le sex-ratio dans le lot témoin est significativement différent de celui observé dans les lots exposés au Thionex (0,65/1), bien qu'on observe toujours une dominance en faveur des femelles. Par ailleurs, il faut noter une proportion d'environ 12,5% d'individus intersexués observés dans les lots exposés au Thionex notamment. Les observations microscopiques des coupes histologiques effectuées au niveau des gonades des individus matures, montrent des anomalies, comme la présence d'ovotestis dans le tissu testiculaires des poissons exposés aux pesticides testés, d'une part, et d'autre part on note des changements structurels remarquables au niveau de la structure histologique des gonades (parasites, nécroses, fibroses, centres mélanomacrophagiques, etc.). On a aussi observé des perturbations endocriniennes, chez les poissons exposés, le Tihan tendant à faire augmenter les niveaux d'androgènes tandis que le Thionex tend à diminuer les niveaux d'œstradiol.

2.5 Thématique de recherche 5

Perception des paysans sur l'effet des pesticides chimiques agricoles dans les plans et cours d'eau : cas du bassin cotonnier du Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Pesticides, environnement, Bassin cotonnier, Bénin

2.5.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Étudiant : Soulé Akinhola ADECHIAN
- Superviseur : Mohamed Nasser BACO (FA-UP)

CONTACTS : Email : nasserbaco@yahoo.fr, Tél : (+229) 96 06 16 64

2.5.2 Résumé exécutif

La culture de coton a la plus forte demande en pesticides chimiques agricoles et constitue la principale culture d'exportation du Bénin. La présente étude a tenté d'analyser un paramètre incontournable à la réussite de cette culture, mais pouvant porter atteinte à notre environnement, en particulier la diversité des poissons ; il s'agit des pratiques paysannes de gestion des pesticides chimiques agricoles. Les données ont été collectées dans six villages de la commune de Gogounou, auprès des producteurs de coton et des non producteurs de coton. Il ressort des analyses que les herbicides les plus utilisés sont : *kalach*, *Atraforce* et *Califor G* et les insecticides les plus utilisés sont : *Tihan 175 O-TEQ*, *Caïman B* et *Thunder*. A travers ces pesticides, la majorité des matières actives utilisée est toxique aux poissons et les plus déversées dans le bassin cotonnier sont le *glyphosate*, le *flubendiamide* et le *spirotétramate*. On observe également dans le bassin cotonnier l'utilisation des matières actives interdites dont l'*endosulfan* à travers *Rocky*. Dans l'échantillon de l'étude, 28% des herbicides répertoriés sont homologués ou provisoirement autorisés contre 41,7% pour les insecticides. Les herbicides ont une provenance presque informelle alors que les insecticides ont une provenance essentiellement formelle. Les groupes sociaux utilisateurs des pesticides chimiques agricoles sont essentiellement les producteurs et les pêcheurs. Le coton et le maïs représentent les spéculations les plus consommatrices de pesticides. En considérant les pesticides les plus utilisés, la dose moyenne d'herbicide appliquée par les producteurs est inférieure à celle recommandée pour le *kalach*, tandis que le nombre moyen de flacons de *Tihan* appliqué par les producteurs est largement supérieur à ce qui est recommandé pour un traitement. Ceci constitue un danger du fait que toutes les eaux du bassin ont pour réceptacle le bassin de la rivière Alibori. Les principales difficultés que rencontrent les producteurs varient en fonction de la catégorie d'acteurs (producteurs ou non producteurs de coton). Les perceptions des producteurs varient en fonction du statut social, du niveau d'instruction et de la catégorie (producteurs ou non producteurs de coton) des enquêtés. Mais ils sont conscients du fait que l'utilisation des pesticides pourrait avoir des effets sur l'environnement. Ils estiment pour la plupart que ces effets ne sont pas remarquables du fait de l'inefficacité de *Tihan 175 O-TEQ*.

2.5.3 Résultats majeurs obtenus

Il ressort de l'étude que les herbicides les plus utilisés sont : *kalach*, *Atraforce* et *Califor G* et les insecticides les plus utilisés sont : *Tihan 175 O-TEQ*, *Caïman B* et *Thunder*. A travers ces pesticides, la majorité des matières actives utilisée est toxique aux poissons et les plus déversées dans le bassin cotonnier sont le *glyphosate*, le *flubendiamide* et le *spirotétramate*. On observe également dans le bassin cotonnier l'utilisation des matières actives interdites dont l'*endosulfan* à travers *Rocky*. De même, 28% des herbicides répertoriés sont homologués ou provisoirement autorisés contre 41,7% pour les insecticides. Les herbicides ont une provenance presque informelle alors que les

insecticides ont une provenance essentiellement formelle. Les groupes sociaux utilisateurs des pesticides chimiques agricoles sont essentiellement les producteurs et les pêcheurs. Le coton et le maïs représentent les spéculations les plus consommatrices de pesticides. En considérant les pesticides les plus utilisés, la dose moyenne d'herbicide appliquée par les producteurs est inférieure à celle recommandée pour le *kalach*, tandis que le nombre moyen de flacons de *Tihan* appliqué par les producteurs est largement supérieur à ce qui est recommandé pour un traitement.

2.6 Thématique de recherche 6

Qualité physico-chimique et biologique des écosystèmes aquatiques du Bassin cotonnier béninois : cas des communes de Kandi et Gogounou.

Mots-clés pour l'indexation : Ecosystème, Eau, pollution, Qualité, Paramètres physicochimique, Chlorophylle a, Eutrophisation, Nord Bénin.

2.6.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Étudiant : Dorcas AKOUETE
- Superviseur : Ibrahim IMOROU TOKO (FA-UP)

CONTACTS : iimorou_toko@hotmail.com, Tél : (+229) 96 13 21 50

2.6.2 Résumé exécutif

Le présent stage effectué au sein de l'ONG AquaDeD, et qui a duré 6 mois (17 Septembre 2012 au 17 Février 2013) est celui qui marque la fin de notre formation de premier cycle. A travers les activités menées au sein de cette structure et les observations faites, nous avons recensé des difficultés et identifié un problème de développement. Il s'agit de la qualité de l'eau des écosystèmes aquatiques. La pollution des eaux par les pesticides, les engrais, les eaux usées, les fertilisants etc. dans le sud Bénin a fait et continu de faire l'objet de plusieurs études. Pourtant le Nord Bénin est reconnu comme faisant partir des meilleures et premières zones productrices de l'or blanc. La Zone cotonnière est une grande consommatrice d'engrais et de pesticides. Vue la proximité entre les champs, les retenus et cours d'eau ; avec les mauvaises pratiques agricoles et les techniques inappropriées de pêches nous ne pouvons nier une probable pollution de ces eaux. Les analyses des paramètres physico chimiques, de la chlorophylle a, des résidus de pesticides et l'identification des phytoplanctons nous ont permises de tirer quelques conclusions en ce qui concerne la qualité des eaux. Il ressort de cette étude que la faune aquatique court un risque de toxicité. Aussi, les risques de prolifération de plantes aquatiques par eutrophisation sont élevés car les concentrations en phosphore et en chlorophylle a sont très élevées dans ces plans d'eaux par rapport à la norme. Cela explique le couvert végétal observé sur l'ensemble des sites. L'eutrophisation entrainera un développement exagéré des végétaux aquatiques tels que la jacinthe d'eau. Ces derniers provoquent les difficultés de pénétration de la lumière et donc rendent difficile les échanges gazeux ; une telle chose provoquerait la mort des êtres aquatiques par asphyxie et appauvrirait ces plans d'eaux en produits halieutiques. Nos principales recommandations suite à cette étude sont la poursuite

des recherches sur la pollution des écosystèmes aquatiques du bassin cotonnier du nord Bénin, l'aménagement des terres aux abords de ces plans d'eau ; l'aménagement des plans d'eau pour augmenter les activités piscicoles afin de garantir la sécurité alimentaire d'une population sans cesse croissante.

2.6.3 Résultats majeurs obtenus

Il ressort de cette étude que la faune aquatique court un risque de toxicité. Aussi, les risques de prolifération de plantes aquatiques par eutrophisation sont élevés car les concentrations en phosphore et en chlorophylle a sont très élevées dans ces plans d'eaux par rapport à la norme. Cela explique le couvert végétal observé sur l'ensemble des sites. L'eutrophisation entrainera un développement exagéré des végétaux aquatiques tels que la jacinthe d'eau. Ces derniers provoquent les difficultés de pénétration de la lumière et donc rendent difficile les échanges gazeux ; une telle chose provoquerait la mort des êtres aquatiques par asphyxie et appauvrirait ces plans d'eaux en produits halieutiques. Nos principales recommandations suite à cette étude sont la poursuite des recherches sur la pollution des écosystèmes aquatiques du bassin cotonnier du nord Bénin, l'aménagement des terres aux abords de ces plans d'eau ; l'aménagement des plans d'eau pour augmenter les activités piscicoles afin de garantir la sécurité alimentaire d'une population sans cesse croissante.

La racine de manioc en Côte d'Ivoire

1 Publication 1

1.1 Thématique de recherche

Valorisation de la racine de manioc en Côte d'Ivoire

Mots-clés pour l'indexation : cassava, functional properties, sensory evaluation, storage, pit, bleaching.

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Djina Yves : Doctorant
- Dan Chépo Ghislaine : Attaché de recherche
- Ahi Amédée Pascal : Maître de Conférences
- Gonnety Tia Jean : Maître de Conférences
- Amani N'Guessan Georges : Professeur Titulaire
- Kouamé Lucien Patrice : Professeur Titulaire

CONTACTS :

Dr GNANGUI Sophie Nadège Epse ACHO, Unité de formation et de Recherche des Sciences et Technologies des Aliments, Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire

1.3 Résumé exécutif

Cassava (*Manihot esculenta* CRANTZ) is an important food source of carbohydrates in the tropics. Cassava roots have a short shelf life due to a process known as post-harvest physiological deterioration (PPD). The aim of this study was to evaluate the effect of cassava's storage in pit after bleaching roots on functional properties and the sensory properties. For the storage times after bleaching (65 ° C; 30s), the Water Absorption Capacity (WAC), Water Solubility Index (WSI), Dispersibility, Wettability capacity, Paste clarity (PC) and the sensory characteristics of boiled cassava roots and Attieke were determined after conservation.

Results of the functional properties showed that the Water Absorption Capacity (WAC), the Water Solubility Index (WSI), and the Dispersibility increased significantly ($p < 0.05$) and ranged from 128.58 ± 1.22 to 250.39 ± 1 %, 15.97 ± 0.74 to 45.75 ± 0.75 % and 72.23 ± 0.25 to 79.77 ± 0.17 % respectively. Otherwise, conservation in pit of cassava roots reduced significantly ($p < 0.05$) Paste clarity and Wettability. Sensory evaluation also revealed differences in the scores for some of the assessed attributes. Generally the color and taste of noodles did vary with increasing proportions of tubers flours, in which significant differences were observed. The boiled cassava roots of the TMS4 (2)1425 and Yace varieties were most appreciated during storage in pits after root bleaching (65°C ; 30s).

1.4 Résultats majeurs obtenus

Storage in pit of cassava root after bleaching has resulted in a longer shelf life of cassava (6 weeks). The study also revealed that this method of conservation of fresh cassava roots (pit and body preservation after root bleaching) have significantly influenced the functional and sensory properties studied. Thus, the functional properties such as solubility index, water absorption capacity and dispersibility of cassava flours increased with shelf-life. On the other hand, the wettability of the flours and the clarity of the paste decreased during the six weeks of storage of the cassava roots. In addition, the boiled cassava from the conserved TMS 4 (2) 1425 and Yace varieties were most appreciated.

2 Publication 2

2.1 Thématique de recherche

Opérations post-récoltes

Mots-clés pour l'indexation : Cassava, Attieke, Boiled, Post Conservation, Silo-Pit, Case, Sensory Quality

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction)

- Akely Pierre Martial Thierry : Maître assistant
- Djina Yves : Doctorant
- Konan Brou Roger : Maître assistant
- Irie Kady : Doctorante
- Kouame Lucien Patrice : Professeur Titulaire
- Amani N'Guessan Georges : Professeur Titulaire

CONTACTS :

Dr GNANGUI Sophie Nadège Epse ACHO Université Nangui Abrogoua, Unité de formation et de Recherche des Sciences et Technologies des Aliments, Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

2.3 Résumé exécutif

Cassava root is shortly preserved after harvesting due to its tanning and rapid physiological decomposition.

Consequently, the commercial value is reduced and the craving of its finishes products. With an aim of improving physiological quality, post harvest food value “the effects of bleaching and conservation in silo-pits were evaluated. Four (04) varieties of cassava : Bocou1, Bocou2, Bocou3 and Yavo were collected fresh and healthy in 13 months of maturity. They were subjected to a bleaching ($65^{\circ}\text{C} / 15 - 30 \text{ s}$) followed by a kinetic conservation (7 days of intervals) in silo-pit ($1 \times 0.6 \times 0.5 \text{ m}$). Results show that Bocou2 variety has the high proteins content ($2.64\% \pm 0.01\%$), followed by hydrocyanic acid ($8.21 \pm 0.01 \text{ mg}/100\text{g}$) and total carotenoids ($26.7 \mu\text{g}/100\text{g}$). The conservation influences positively the protein content, reducing sugars content, the dries matter content and the total phenolic compounds for all the varieties excluded Bocou2 variety whose protein content drops. As regard of the fat contents, a weak increase is observed. The sensory analysis reveals that the boiled cassava of the Yavo variety is more appreciated followed by Bocou1 variety.

Concerning the Attiééké, Bocou3 variety gives the more appreciated dish followed by the Yavo variety.

In conclusion, the silo-pit conservation after bleaching improves the physiological quality of the cassava and the sensory taste even during 14 days. This study has a huge impact of reducing the post harvests losses and increases the commercial value of cassava in the world.

2.4 Résultats majeurs obtenus

The conservation method of the fresh roots of cassava in silo-pits after bleaching is contributed to extend the roots shelf life up to 14 days. Consequently, an increase in proteins, reducing sugars, dry matter contents and total phenolic compounds is noticed after conservation. The Bocou2 variety is most well preserved followed by the Bocou1 variety contrary to the Yavo and Bocou3 varieties which are fairly well preserved. However, after conservation, all the varieties have a crumbly texture except the Bocou2 variety which provides the hardest boiled cassava. As regards Attiééké, the Bocou3 variety is the one that provides after conservation the more appreciated food followed by the Yavo variety. For the next, it is planned to study the shelf life in order to determine the maximum storage limit and preserving of the physicochemical and organoleptic characteristics as well as the best fields of application of these varieties.

Agriculture

1 Thématique de recherche

Agriculture

Mots-clés pour l'indexation : Nitrogen, Nitrification, African, moist, humid, savanna, fertilization

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Assémien L. Féline : Doctorante
- Pommier Thomas : Chargé de recherche
- Gonnety T. Jean : Maître de conférences (Co-directeur de thèse-Côte d'Ivoire)
- Gervais Jonathan : Technicien de laboratoire & Le Roux Xavier : Directeur de recherche (Co-directeur de thèse-France)

CONTACTS :

Dr GONNETY Tia Jean Université Nangui Abrogoua, Unité de formation et de Recherche des Sciences et Technologies des Aliments, Laboratoire de Biocatalyse et des Bioprocédés, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

3 Résumé exécutif

La zone de savane humide couvre $0,5 \times 10^6$ km² en Afrique de l'Ouest et se caractérise par de très faibles niveaux d'azote dans le sol limitant la production primaire. Par ailleurs, l'écologie des nitrifiants dans ces (agro) écosystèmes est largement inconnue.

Dans cette étude, les effets de six pratiques agricoles sur l'activité, l'abondance et la diversité des nitrifiants dans neuf sites du centre de la Côte d'Ivoire ont été comparés. Les traitements agricoles, y compris la fertilisation répétée avec de l'ammonium et de l'urée, n'ont eu aucun effet sur la nitrification et le statut azoté de la culture de maïs après 3, 4 et 5 cycles de culture. La mesure de l'activité nitrifiante était en réalité plus élevée à des concentrations relativement faibles en ammonium (10 ppm) comparée à

celle mesurée à des concentrations moyennes d'ammonium (50 ppm). La communauté nitrifiante était toujours dominée par les archées oxydatrices de l'ammonium (AOA) et les *Nitrospira* (NS). Cependant, les abondances de bactéries oxydatrices de l'ammonium (AOB) et *Nitrobacter* (NB) ont augmenté avec la fertilisation après 5 cycles de culture. Plusieurs populations de bactéries oxydatrices de l'ammonium (AOB), dont certaines étaient affiliées à des souches de *Nitrospira* ayant une activité uréasique ou adaptées aux fluctuations des taux d'ammonium, ont émergé dans des sous-parcelles fertilisées, ce qui était corrélé à la capacité de la communauté nitrifiante à bénéficier de la fertilisation. Dans ces sols, les nitrifiants dominants adaptés aux très faibles teneurs en ammonium doivent être remplacés par les nitrifiants adaptés à de très hautes teneurs en ammonium avant que la fertilisation chimique arrive à stimuler la nitrification. Nos résultats montrent que le délai requis pour ce remplacement est beaucoup plus long que jamais observé pour d'autres écosystèmes terrestres, c'est-à-dire supérieur à 5 cycles de culture, et démontrent pour la première fois que les caractéristiques de ces nitrifiants compromettent l'efficacité de la fertilisation sols de savanes humides.

4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats obtenus montrent qu'à toutes les dates d'échantillonnage l'humidité, le pH_{eau} , la concentration en NH_4^+ , et en NO_3^- et l'activité nitrifiante potentielle des sols n'ont pas été significativement influencées par les différents traitements mis en place. Toutefois, les pratiques culturales ont impactées la diversité et l'abondance des communautés nitrifiantes du sol. Ainsi les résultats générés par la PCR quantitative (qPCR) ont révélé pour l'oxydation de l' NH_4^+ , une abondance des archées oxydatrices de l'ammonium (AOA) par rapport aux bactéries oxydatrices de l'ammonium (AOB). Concernant l'oxydation du NO_2^- l'abondance des *Nitrospira* ($2 \cdot 10^7$ copies de 16 S g^{-1} de sol) a été 300 à 1000 fois plus élevé que celle de *Nitrobacter* ($5 \cdot 10^4$ copies de *nxrA* g^{-1} de sol). Cette variation quantitative et qualitative des bactéries indique une évidente adaptation des nitrifiants à des faibles niveaux de NH_4^+ dans la zone de savanes humides.

Les résultats montrent ainsi que l'écologie des nitrifiants et la faible capacité de rétention de l'azote dans ces sols doivent être pris en compte pour guider le choix des pratiques agricoles. Les résultats expliquent notamment pourquoi la fertilisation chimique n'est pas une solution adaptée ni en terme économique (coût du fertilisant qui s'avère inefficace) ni en terme environnemental (pertes d'une bonne partie de l'azote amené par fertilisation qui n'est pas valorisée par les cultures) pour ce type d'agro-écosystème dans la zone de savanes humides. Les résultats mettent aussi l'accent sur la nécessité qu'il y a de compléter l'évaluation des variétés de plantes cultivées non fixatrices d'azote en termes de type d'azote minéral qu'elles peuvent utiliser.

Deuxième partie

Développement durable et
environnement

Protection de l'environnement : matériaux latéritiques

Thématique globale de recherche

La gestion et la protection de l'environnement : Caractérisation des matériaux latéritiques pour une meilleure utilisation en Afrique

Coordonnateur : Pr. Adamah MESSAN, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), 01 BP 594 Ouagadougou 01 Burkina Faso, Tél : (226) 25 49 28 00; Fax : (226) 25 49 28 01, <http://www.2ie-edu.org>, adamah.messan@2ie-edu.org

1 Publication scientifique 1

1.1 Thématique de recherche

Étude géologique et géomécanique des latérites de dano (burkina faso) pour une utilisation dans l'habitat

Mots-clés pour l'indexation : Latérite, géologie, géo mécanique, habitat, Dano

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Abdou LAWANE, Enseignant Chercheur
- Anne PANTET, Enseignant Chercheur
- Raffaele VINAI, Enseignant Chercheur
- Jean Hugues THOMASSIN, Enseignant Chercheur

CONTACTS : abdou.lawane@2ie-edu.org, adamah.messn@2ie-edu.org

1.3 Résumé exécutif

Cet article présente les résultats obtenus sur des échantillons provenant de carrières artisanales et industrielles de Dano, localité située au sud-ouest du Burkina Faso dans

le cadre d'un projet éco-matériaux en zones tropicales du 2iE. Les premiers critères retenus pour caractériser les matériaux avec les moyens disponibles sont la résistance à la compression, la résistance à la flexion, les paramètres thermo-physiques, la capacité à l'absorption et la sensibilité à l'eau, les masses volumiques sèche et saturée et la porosité associée. Une méthode simple telle que le test au scléromètre in-situ peut répondre aux besoins des artisans dans la vérification de la qualité des briques et la gestion des formations géologiques.

1.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats obtenus montrent que la latérite issue de la carrière de Dano présente des résistances à la compression et à la flexion comparables à celles déterminées sur des échantillons provenant des carrières indiennes qui ont fait l'objet de spécifications normatives. Bien que les paramètres mécaniques diminuent avec l'augmentation de sa grande perte de matière lors des opérations de saturation.

Lors de la confrontation des résultats obtenus avec les tests au marteau de Schmidt, avec les estimations établies à partir de cinq méthodes de corrélation, il est apparu toutefois que cet outil est inadapté à la caractérisation mécanique rapide du matériau. Ainsi les nouvelles corrélations établies ne sont généralisables au sein même de la même carrière.

La conductivité thermique relativement faible obtenue est en accord avec l'appréciation d'une bonne ambiance thermique pour qualifier les habitations en BLT. Une exploitation accompagnée d'une réglementation raisonnée permettrait de fournir sur le marché un matériau en quantité suffisante, contrôlé et certifié, permettant de réduire les coûts et les délais en garantissant une sécurité de travail des exploitants. Cette approche à une échelle de micro-entreprises permettrait à la fois de résoudre progressivement les nombreux problèmes de logement et d'emploi en exploitant directement l'abondante ressource en latérite sans avoir les coûts et les impacts de transport des matériaux importés, comme le ciment.

2 Publication scientifique 2

2.1 Thématique de recherche

Matériaux locaux pour la construction de l'habitat : Valorisation de la latérite en Afrique

Mots-clés pour l'indexation : Brique de Latérite, propriétés géo-mécaniques, maçonnerie, éléments finis, approche analytique.

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Abdou Lawane, enseignant chercheur
- Adamah Messan, enseignant chercheur
- Anne Pantet, enseignant chercheur
- Raffaele Vinai, enseignant chercheur

- Jean Hugues Thomassin, enseignant chercheur

CONTACTS : abdou.lawane@2ie-edu.org, adamah.messn@2ie-edu.org

2.3 Résumé exécutif

Cette étude présente les résultats préliminaires d'études géologiques et géo-mécaniques sur la pierre de latérite exploitée à la carrière de Dano au Burkina Faso. Le travail de terrain a décrit la géologie la structure des carrières et de leur environnement afin de déterminer l'altération des roches et les liens entre le substrat rocheux et le matériau latéritique. Les propriétés physico-mécaniques ont été étudiées pour évaluer la potentialité de ce matériau pour les logements.

2.4 Résultats majeurs obtenus

Ce document présente les résultats préliminaires de la modélisation d'une structure de logement traditionnelle soumise à des charges variables. Construire avec des blocs de latérite peut offrir une sécurité suffisante. Bien sûr, l'approche est à l'échelle macroscopique avec un matériau homogénéisé mais considéré avec une grande incertitude. La force ultime réelle en charge monotone peut être prédite avec bonne approximation. Ce bon accord avec les résultats expérimentaux semble être encourageant. Malgré les limites spécifiques de ce modèle, le comportement global est correctement représenté, prouvant que les briques de latérite pouvaient être utilisées efficacement dans la construction des habitats.

3 Publication scientifique 3

3.1 Thématique de recherche

Caractéristiques hygrothermiques des briques de latérite pour la construction des habitats résidentiels dans le contexte sahélien.

Mots-clés pour l'indexation : Matériaux de construction ; Essai de laboratoire ; Propriétés thermiques ; Maçonnerie ; Roches ; Développement durable.

3.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Abdou Lawane, enseignant chercheur
- Raffaele Vinai, enseignant chercheur
- Anne Pantet, enseignant chercheur
- Jean Hugues Thomassin, enseignant chercheur
- Adamah Messan, enseignant chercheur

CONTACTS : abdou.lawane@2ie-edu.org, adamah.messn@2ie-edu.org

3.3 Résumé exécutif

Le secteur de la construction est largement reconnu comme ayant un impact majeur sur l'émission des gaz à effet de serre. La brique latéritique taillée (BLT) est un matériau de construction traditionnellement utilisé en Afrique subsaharienne, mais ses

caractéristiques techniques doivent encore être évaluées. Cet article présente quelques résultats d'étude portant sur la caractérisation de la BLT exploitée au Burkina Faso. La conductivité thermique moyenne mesurée est de 0,51 W/mK. Cette conductivité est fortement influencée par les propriétés physiques du matériau notamment sa teneur en eau, sa densité et sa porosité. Les phases minérales des roches (quartz, goethite, hématite, magnétite) sont cimentés par la kaolinite. La porosité du matériau est élevée (30%), avec des macropores visibles à la surface et trouvés dans la structure interne des briques. Les résultats l'instrumentation hygrothermique d'un bâtiment pilote sont également présentés.

3.4 Résultats majeurs obtenus

En Afrique, malgré sa pertinence pour une application en génie civil, l'utilisation des BLTs rencontre le refus dans le secteur du bâtiment en raison de la méconnaissance et de la fiabilité de ces propriétés d'usage. Cependant, au Burkina Faso, un certain nombre de monuments antiques tels que la forteresse de Loropeni (classée patrimoine culturel de l'humanité par l'UNESCO), des bâtiments publics tels que les églises, les écoles et les cliniques datant de la période coloniale ainsi que les travaux d'assainissement sont toujours opérationnels malgré des centaines d'années de rudes conditions climatiques qu'ils ont traversées. En particulier, la BLT offre des fonctionnalités très prometteuses pour l'atténuation des effets d'un climat chaud, principalement en raison de ses propriétés thermiques.

Gardant à l'esprit que le confort thermique est lié à la chaleur, les paramètres des matériaux de construction ainsi que les conceptions architecturales, les techniques de construction et le climat du site, cette étude a porté sur le confort thermique du bâtiment dans une approche large, à la fois évaluer les propriétés thermiques de la BLT et l'instrumentation hygrothermique d'un bâtiment existant pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le contexte sahélien. Les résultats de cette étude montrent que la latérite extraite dans la carrière de Dano au Burkina Faso est une roche dont les phases minérales (quartz, goethite, hématite et magnétite) sont cimentés par la kaolinite, qui confère aux briques une résistance mécanique satisfaisante. La grande porosité du matériau (30%) leur confère une conductivité thermique faible (0,51 W/mK) comparé aux autres matériaux généralement utilisé dans la maçonnerie. Cette conductivité augmente avec la teneur en eau et diminue avec la densité et la porosité. Résultats sur l'instrumentation hygrothermique d'un bâtiment pilote en BLT a montré que tout en protégeant les pièces intérieures de l'irradiation du soleil pendant la journée, les murs se chauffent et stockent la chaleur qui est ensuite libérée pendant la nuit.

Cela provoque une gêne à l'intérieur du bâtiment lorsque la température intérieure atteint 32 à 34 ° C pendant les heures de sommeil. Cet effet pourrait être atténué en augmentant l'épaisseur de la paroi ou en construisant des doubles parois et aussi ventilées les façades les plus exposées au rayonnement solaire ou, alternativement, par ombrage des murs apparents par les débords du toit. Cependant, le confort thermique est affecté par les systèmes de construction, principalement en ce qui concerne la ventilation et l'isolation du toit.

4 Publication scientifique 4

4.1 Thématique de recherche

Restauration de l'expérience passée de la maçonnerie en pierre Burkina Faso pour stimuler l'utilisation du local matériaux

Mots-clés pour l'indexation : Latérite, indice de qualité, maçonnerie, architecture vernaculaire, recommandations, Maisons locales africaines

4.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Abdou Lawane, Enseignant chercheur
- Anne Pantet, Enseignant chercheur
- Raffaele Vinai, Enseignant chercheur
- Jean-Hugues Thomassin, Enseignant chercheur

CONTACTS : abdou.lawane@2ie-edu.org

4.3 Résumé exécutif

Un certain nombre d'associations, d'entreprises et d'instituts de recherche travaillent actuellement ensemble au Burkina Faso afin de promouvoir la valorisation et la réutilisation de la brique latéritique taillée (BLT). Dans cette étude, les anciennes constructions en maçonnerie telles que les écoles et les églises construites pendant la période de colonisation dans la ville de Dano, située près des frontières de Côte d'Ivoire et Ghana, ont été examinées. Cet article donne une description de vieilles constructions et souvent abandonnées, où les dimensions sont cependant généralement bien conservées. Dans un premier temps, une classification spécifique de la maçonnerie en latérite capable de décrire les pathologies sont présentées. Par la suite, des causes culturelles possibles pouvant expliquer l'état actuel de ces constructions est décrite *via* une enquête menée auprès des autorités locales.

En fin, une classification pour les BLTs, basée sur des études géo-mécaniques réalisées sur des matériaux provenant de quatre carrières locales de latérite, est proposée. Trois qualités étaient définies et convenues en fonction des techniciens et des professionnels locaux. Par conséquent, en se basant sur l'expérience traditionnelle et des résultats d'études géo-mécaniques, une refonte de l'utilisation des matériaux locaux pour les constructions urbaines et suburbaines, à la fois pour les nouveaux bâtiments et pour la restauration des constructions anciennes en Afrique de l'Ouest, devrait être encouragée, conformément aux principes généraux de durabilité dans la construction.

4.4 Résultats majeurs obtenus

Cette étude visait à comprendre le potentiel de l'utilisation de la BLT comme matériau de construction dans le bâtiment. L'étude géologique des carrières de latérite a montré une grande variabilité de la qualité des échantillons. Cette variabilité influence la disponibilité de la brique et a donc un impact sur la viabilité économique et sécuritaire des exploitations. Tout le matériel extrait des carrières (BLT et déchets)

doit être valorisées au maximum. Encourager le retour des constructions en BLT pose des défis importants en raison de la variabilité des propriétés des matériaux traditionnels. L'évaluation de la conditions structurelles d'anciennes structures de maçonnerie, avec la définition des dommages ou des défauts pouvant être répertoriées par des inspections visuelles, contribuent à indiquer le potentiel de l'utilisation de BLT dans la construction, à condition que le choix du matériau soit approprié réalisée et les bonnes pratiques de construction sont suivies. Le niveau de qualité de BLT doit être pris en compte pendant la phase de construction, car des blocs de qualité supérieure ou inférieure peuvent être utilisés à des fins différentes, également en fonction de la typologie de la structure du bâtiment (charge maçonnerie ou cadre en béton). Quant à l'exposition climatique, les propriétés thermiques des matériaux latéritiques sont correctement prises en compte, les structures de maçonnerie peuvent fournir de bon confort thermique aux habitants de manière durable et économique, à condition que la toiture en tôle soit évitée.

Peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus*

1 Article 1

1.1 Thématique de recherche

Caractérisation des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* et élaboration de normes de gestion durable en Afrique Occidentale

Mots-clés pour l'indexation : *Pterocarpus erinaceus*, Togo, importance socioéconomique, usages, exportation

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Bationo André : Maître de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

- Kamana Pouwiwawe : Assistant de recherche, Université de Lomé

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

1.3 Résumé exécutif

Cette étude examine le niveau de connaissance de *Pterocarpus erinaceus*, les différents usages des organes de l'espèce afin d'apprécier les impacts des actions anthropiques sur le développement de ladite ressource. Pour atteindre ces objectifs, la démarche méthodologique a consisté à collecter des données quantitatives et qualitatives sur un échantillon de 2 339 répondants. Trois différents types de questionnaires, un guide d'entretien et une grille d'observation ont servi d'outils de collecte des données de base de terrain.

1.4 Résultats majeurs obtenus

Environ 46 usages répartis dans 8 catégories d'usages ont été identifiés par les différents groupes socioculturels et socioprofessionnels. Les feuilles sont utilisées par 97,43% des personnes enquêtées alors que 97,34% des personnes interrogées affirment utiliser les écorces. Par ailleurs, 94% des personnes interrogées disent utiliser les racines. Le tronc et les branches sont aussi très utilisés par 100% des personnes enquêtées. En termes d'utilisations médicinales, les feuilles, la racine, l'écorce et la sève sont beaucoup utilisées dans le traitement de plusieurs maladies. Près de 33 maux sont guéris par les organes du *P. erinaceus* selon les répondants. En matière de commercialisation, le bois de *P. erinaceus* est exporté sous forme de parquets finis, de madriers de palettes, et bastings. Entre 2011-2012, le Togo a exporté respectivement 18 8064 unités soit 70 m³, 10 5038 unités soit 9 440 m³, 59 86970 unité soit 70 m³ et 239 unités soit 10 m³ de ces produits. Les formes d'exploitation sévères notées, ont contribué à amplifier les effets de l'action humaine sur la dégradation de la ressource.

2 Article 2

2.1 Thématique de recherche

Distribution et structures de *Pterocarpus erinaceus* dans les 5 zones écologiques du Togo

Mots-clés pour l'indexation : *Pterocarpus erinaceus*, Togo, Caractéristiques dendrométriques

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction)

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)

- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maître de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

2.3 Résumé exécutif

Ce travail a visé d'une part à caractériser les peuplements naturels de cette espèce à partir des données dendrométriques (diamètre, hauteur, surface terrière. . .) et d'autre part à identifier les potentiels de régénération de l'espèce. La caractérisation a été réalisée sur la base d'inventaires forestiers dans 200 parcelles de 1000 m² installées de façon aléatoire dans des peuplements naturels de *Pe* des 5 zones écologiques du Togo. La régénération a été étudiée dans des placeaux de 25 m² installées à l'intérieure des parcelles précédentes de 1000 m².

2.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats indiquent que *P. erinaceus* présente une large distribution géographique et par conséquent une large amplitude écologique. La densité moyenne des populations d'arbres est comprise entre $57 \pm 22,55$ pieds/ha (maximum dans la zone écologique 4) et $76,5 \pm 42,21$ pieds/ha (minimum dans la zone écologique 2). Pour ce qui concerne la répartition des arbres en classes de diamètres, elle indique une distribution unimodale traduisant une structure à prédominance de petits diamètres de *Pe*. Cette distribution est en forme de « L » pour les populations d'arbres des zones 2, 4 et 5 et en cloche pour celles des zones 1 et 3. En termes de régénération naturelle, l'étude montre que le nombre de plant d'avenir ne diffère pas significativement entre les peuplements étudiés. Toutefois, l'espèce présente une bonne capacité de régénération naturelle par semis et rejet de souche. Ce qui offre des perspectives de régénération rapide et à moindre coût de *P. erinaceus* par propagation végétative.

3 Article 3

3.1 Thématique de recherche

Caractéristiques biophysiques du bois de *Pterocarpus erinaceus* (Poir.) en zones guinéenne et soudanienne au Togo

Mots-clés pour l'indexation : *Pterocarpus erinaceus*, Togo, propriétés physiques et mécaniques.

3.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Patrick Langbour : Chercheur au Département PERSYST du CIRAD (France)
- Gilles Chaix : Chercheur au Département BIOS, UMR AGAP – équipe BURST du CIRAD (France)
- Daniel Guibal : Chercheur au Département PERSYST du Cirad (France)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411 ; Email : kokoukouami@hotmail.com

3.3 Résumé exécutif

P. erinaceus est aujourd'hui menacée par une forte pression anthropique et fait partie des espèces justifiant des actions prioritaires, notamment l'orientation vers la sylviculture et l'intégration dans les programmes de reboisement. C'est dans cette perspective que la présente étude a été réalisée. Il s'est agi d'analyser, d'une part, l'influence de la provenance de *P. erinaceus*, en interaction avec les conditions environnementales, sur le comportement physique et mécanique du bois et, d'autre part, l'influence de la densité et de l'âge sur ces propriétés. L'étude a été réalisée sur éprouvettes de bois issues de 19 arbres, âgés de 18 à 60 ans environ, prélevés dans deux zones agroécologiques (zone soudanienne et zone guinéenne) du Togo.

3.4 Résultats majeurs obtenus

Le bois de vène peut être classé comme bois lourd et très dur avec une densité de l'ordre de 0,88 g/cm³. Avec des retraits tangentiel et radial faibles, respectivement de 5,8 % et 3,3 %, le bois est considéré comme stable avec une anisotropie de retrait inférieure à 2. La densité élevée du bois entraîne un séchage lent qui n'occasionne pratiquement pas de défauts grâce à ses faibles retraits. Il présente des contraintes

moyennes de rupture en compression et en flexion statique respectivement de 70 MPa et 140 MPa et un module d'élasticité de l'ordre de 14 500 MPa. Il affiche aussi un module d'élasticité spécifique élevé (16 070 MPa). La densité du bois varie significativement d'une zone agroécologique à une autre $p < 0,05$. Elle donne respectivement $0,88 \pm 0,08$ g/m³ et de $0,90 \pm 0,02$ kg/m³ pour les arbres provenant de la zone guinéenne et ceux de la zone soudanienne. Quant aux retraits radial et tangentiel, ne montrent pas de différences particulières entre les deux zones ($P > 0,05$). Pour ce qui concerne les propriétés mécaniques, seule la contrainte de rupture en compression montre une différence significative entre les zones agroécologiques. L'étude a mis en évidence une corrélation significative $p < 0,05$ et positive entre la densité du bois, la dureté et la contrainte de rupture en flexion. L'analyse des relations entre le PSF et les autres propriétés du bois de *P. erinaceus* indique une corrélation négative entre ce dernier et la densité et/ou l'infra-densité.

4 Article 4

4.1 Thématique de recherche

Useful near infrared spectroscopy model calibrations on solid wood samples of *Pterocarpus erinaceus* (Poir.) for physical, mechanical and colour properties

Mots-clés pour l'indexation : *Pterocarpus erinaceus*, Togo, propriétés physiques et mécaniques.

4.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maître de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Patrick Langbour : Chercheur au Département PERSYST du CIRAD (France)

- Gilles Chaix : Chercheur au Département BIOS, UMR AGAP – équipe BURST du CIRAD (France)
- Daniel Guibal : Chercheur au Département PERSYST du Cirad (France)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411 ; Email : kokoukouami@hotmail.com

4.3 Résumé exécutif

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité et la faisabilité de la SPIR pour prédire les propriétés physiques et mécaniques et les paramètres de couleur du bois de *P. erinaceus*. En effet, les méthodes normalisées de mesure des propriétés du bois nécessitent des échantillonnages destructifs, pour certaines d'entre-elles des équipements lourds et du temps. Une alternative à ces méthodes est la spectroscopie proche infra rouge (SPIR) qui est une méthode de caractérisation rapide, non destructive et adaptable à tout type d'échantillon (liquide, solide, poudre). L'étude a été réalisée sur deux lots d'échantillons de bois. Le premier lot a été prélevé sur 20 arbres abattus pour les besoins de l'étude au Togo. Le deuxième lot d'échantillons de bois a été collecté en utilisant une méthode non destructive. Il s'agit des prélèvements de carottes de bois sur 95 arbres provenant de trois pays différents (Burkina Faso, Niger et Togo).

4.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats montrent une homogénéité des spectres malgré le fait que les échantillons proviennent de deux années différentes, de trois pays différents et de deux différents types d'échantillons. Les résultats d'étalonnage et de validation croisée obtenus montrent que des 3 faces du bois considérées (radiale, tangentielle, et transversale), les meilleurs modèles de régression PLS sont obtenus à partir des spectres mesurés sur la face transversale avec des coefficients de détermination entre données mesurées et prédites en validation croisée allant de 0,70 à 0,92. Le RPD utilisé pour juger de la qualité de l'étalonnage et ses applications potentielles, il est respectivement de 1,87 et 1,84 pour les retraits radial et tangentielle. Ces valeurs n'étant pas supérieures ou égales à 2, les étalonnages des retraits radial et tangentielle sont classés comme « pauvres ». Pour le PSF, le RPD est égal à 3,57 et permet de classer le modèle comme très bon. Pour l'infradensité, les paramètres de la validation indépendante ($R^2 = 0,79$; RPD = 2,1) du modèle sont plus faibles que ceux en validation externe (R^2_p de 0,87 et un RPD de 2,7). Néanmoins, ce modèle reste encore valable selon le critère d'évaluation du RPD. Le RPD en validation externe des modèles des paramètres de couleurs sont 1,7; 2,0 et 2,4 respectivement pour b , a et L . Selon Williams (2014), le modèle pour b ne peut être utilisé en prédiction. Alors que les modèles pour a^* et L sont suffisants pour un screening. Pour les propriétés mécaniques étudiées dans la présente étude, les valeurs de RPD montrent que ces propriétés ne peuvent pas être prédites par SPIR. Ils sont classés comme pauvre. En conclusion, les résultats de cette étude démontrent l'utilisation possible de la SPIR pour estimer les propriétés physiques, mécaniques et les paramètres de couleurs du bois de *Pterocarpus erinaceus*. Plus précisément, les propriétés de couleur L^* et a^* , comme l'infradensité et le PSF peuvent être prédits par SPIR.

5 Article 5

5.1 Thématique de recherche

Structure démographique de peuplement naturel et répartition spatiale des plantules de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso

Mots-clés pour l'indexation : Structure, distribution spatiale, régénération, *Pterocarpus erinaceus*, Tiogo, Burkina Faso.

5.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maître de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouamin, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

5.3 Résumé exécutif

Cette étude a analysé les paramètres structuraux du peuplement naturel de *P. erinaceus*, et a déterminé la distribution spatiale des plantules et leurs relations spatiales avec leurs géniteurs et les autres espèces. Des mesures dendrométriques et la cartographie des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* ont été effectuées dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso. Pour identifier et quantifier l'organisation spatiale des plantules et des individus adultes de *Pterocarpus erinaceus* et ses relations spatiales avec les autres espèces ainsi que les relations entre les plantules et leurs semenciers, la Fonction K (r) de Ripley (1977) et sa fonction dérivée L(r) de Besag (1977) ont été utilisées.

5.4 Résultats majeurs obtenus

La structure en diamètre et en hauteur de peuplement de *P. erinaceus* de la forêt de Tiogo montre une distribution bimodale. Le premier mode est dominé par des individus de classe de diamètre comprise entre 10 et 30 cm tandis que le deuxième mode est dominé par des individus de classe de diamètre comprise entre 40 et 55 cm. La fonction L12 (r) utilisée pour analyser la distribution interspécifique montre une grande répulsion entre les plantules de *P. erinaceus* et toutes les autres espèces. Cette cohabitation se traduit par une compétition entre les plantules de *P. erinaceus* et presque la majorité des espèces présentes dans ce milieu hormis *A. macrostachya* et *V. paradoxa* qui montrent un phénomène de tolérance à l'égard de ces plantules. En termes de régénération, les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une inhibition de la régénération dans une zone à forte densité d'adultes de *P. erinaceus* mais aussi d'autres espèces ligneuses. La dissémination des graines, évidemment suivant la direction du vent, s'effectue à courte distance d'environ 9 m en moyenne.

6 Article 6

6.1 Thématique de recherche

Structures et paramètres d'exploitabilité des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir en zone guinéo-soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : Afrique de l'Ouest, Diamètre minimal d'exploitabilité, gradient écologique, *Pterocarpus erinaceus*, Structure.

6.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction)

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maître de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Saley Karim : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Maradi, Département de Biologie, de Faculté des Sciences Techniques (Niger)

- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

6.3 Résumé exécutif

Cette étude a établi le diamètre minimal d'exploitabilité (DME) harmonisé pour *P. erinaceus* dans la zone guinéo-soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest. La méthode utilisée pour la détermination du DME et le cycle de rotation de *P. erinaceus* est basée sur la formule de Durrieu de Madron et Forni (1997) utilisée et adaptée à la répartition par classe de diamètre des surfaces terrières des espèces par Sokpon et Biaou (2002) et Sokpon *et al.* (2006).

6.4 Résultats majeurs obtenus

Deux DME régionalisés ont été proposés en fonction des résultats de l'évaluation des paramètres structuraux et des calculs de pourcentage de reconstitution et des temps de rotation. Pour les zones guinéo-soudaniennes, le DME retenu est de 35 cm pour un pourcentage de reconstitution de 356,5% et 53,4% de respectivement pour la zone guinéenne et la zone sahélienne pour une période 20 ans. Pour la zone sahélienne, le DME retenu est égal à 65 cm pour une période de rotation estimée à 20 ans. Ces paramètres constituent l'un des outils essentiels pour limiter la surexploitation des essences forestières afin d'assurer leur aménagement et leur gestion durable.

7 Article 7

7.1 Thématique de recherche

Tarif de cubage et estimation de volume commercial de bois de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) en fonction du gradient écologique en Afrique de l'Ouest.

Mots-clés pour l'indexation : *Pterocarpus erinaceus*, tarif de cubage, modèle, zones soudano-guinéo-sahéliennes

7.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

- Radji Abdou Raoufou : Maitre de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maitre de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maitre assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Saley Karim : Maitre assistant, Enseignant chercheur à l'université de Maradi, Département de Biologie, de Faculté des Sciences Techniques (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

7.3 Résumé exécutif

Cette étude a pour objectif de mettre à la disposition des administrations forestières des pays d'Afrique de l'Ouest les outils leur permettant de quantifier rapidement le potentiel des produits ligneux de *P. erinaceus* dans les peuplements naturels de la zone guinéenne-soudano-sahélienne (GSS). Les données ont été obtenues à travers des inventaires forestiers au Burkina Faso, au Niger et au Togo. Pour ce faire la hauteur du fût et le diamètre à 1,30 du sol, à la base de l'arbre et la partie supérieure de l'arbre à la base de première ramification ont été mesurés afin de calculer le volume du fût et établir le tarif de cubage

7.4 Résultats majeurs obtenus

Les différents modèles établis pour *P. erinaceus* dans la zone guinéo-soudano-sahélienne montrent que les meilleurs modèles de régression obtenus quel que soit la zone climatiques (sahélienne, soudanienne ou guinéenne) et qui s'ajuste de façon significative sont de type puissance. En effet pour les quatre types de modèles testés (puissance, quadratique, linéaire et polynomiale), seuls les modèles « puissances » présentent les faibles valeurs d'Akaike (AIC). Ces modèles expliquent respectivement 73,9% (zone sahélienne), 86,15% (zone soudanienne) et 82,82 % (zone guinéenne) de la variabilité avec des écarts types résiduels respectifs de 1,006, 1,001 et 1,013. Les coefficients de régression a et b sont significatifs pour les modèles puissance ($P < 0,001$). Les tests de significativité des modèles établis montrent que ces modèles sont globalement satisfaisants ($P < 0,001$). Cependant, il faut noter que les modèles de type quadratique, polynomiale s'ajustent relativement bien aux données avec des coefficients de détermination supérieur à 70% et un écart-type résiduel variant entre 0,74 m³ à 1,032 m³.

Aux vues de toutes ces considérations, les modèles de type puissance apparaissent comme les plus adaptés pour la zone guinéo-soudano-sahélienne. Les équations correspondantes pour chaque zone s'expriment de la manière suivant : $V_f = 3,1917 D^{1,8748}$ (zone sahélienne); $V_f = 3,0195 D^{2,068}$ (zone soudanienne) et $V_f = 2,3497 D^{2,1082}$ (zone guinéenne).

8 Article 8

8.1 Thématique de recherche

Estimation de volume commercial du bois de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) dans les zones sahélo-soudaniennes et Soudaniennes du Niger et du Burkina Faso (Afrique de l'ouest)

Mots-clés pour l'indexation : Volume commercial, tarif de cubage, *Pterocarpus erinaceus*, Burkina Faso

8.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Rorestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maitre de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maitre de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maitre assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Diouf Abdoulaye : Maitre de conférences, Enseignant chercheur à l'université de Maradi, faculté des Sciences du sol et de télédétection (Niger)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

8.3 Résumé exécutif

L'objectif de cette étude est la construction de Tarif de cubage de *Pterocarpus erinaceus* et la quantification de volume de bois commercial dans 7 forêts de différentes zones agro-écologiques du Burkina Faso et du Niger. L'échantillon est composé de deux transects perpendiculaires en bande dans chaque forêt et tous les individus du *Pterocarpus erinaceus* ayant un diamètre supérieur à 5 cm ont été mesurés. Pour ce faire la hauteur du fût et le diamètre à 1,30 m du sol, à la base de l'arbre et la par-

tie supérieure de l'arbre à la base de première ramification ont été mesurés afin de calculer le volume du fût et établir le tarif de cubage.

8.4 Résultats majeurs obtenus

L'étude effectuée dans sept forêts suivant les zones agroécologiques a montré que la densité de *P. erinaceus* est plus élevée dans les zones les plus arrosées au Burkina Faso. Le modèle de tarif de cubage le plus ajusté aux volumes de fût en fonction de diamètre à 1,30 m est de type puissance. *P. erinaceus* est caractérisée par une faible capacité de régénération dans les zones-écologiques étudiées lui conférant ainsi le statut d'espèce menacée dans ces zones. Les tiges de diamètre compris entre 20 cm et 50 cm sont les plus représentés dans la majorité des forêts et c'est dans cette classe que le volume de bois commercial est concentré.

9 Article 9

9.1 Thématique de recherche

Multiplication végétative par marcottage aérien de *Pterocarpus erinaceus* en zone soudanienne

Mots-clés pour l'indexation : Marcottage aérien, production de plants, Burkina Faso, zone soudanienne, *Pterocarpus erinaceus*.

9.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Rorestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Mahamane Ali : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, Recteur de l'université de Djiffa (Niger)
- Saadou Mahamane : Professeur titulaire, Ancien recteur de l'université de Maradi (Niger)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Bationo André : Maître de recherche, Chercheur à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricole (Burkina Faso)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Rabiou Habou : Assistant, Enseignant chercheur à l'université de Djiffa (Niger)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Diouf Abdoulaye : Maître de conférences, Enseignant chercheur à l'université de Maradi, faculté des Sciences du sol et de télédétection (Niger)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

9.3 Résumé exécutif

L'objectif de cette recherche est de mettre au point une stratégie efficiente de production de plants de *P. erinaceus* à travers l'étude de marcottage aérien. Deux essais ont été conduits pour cette étude. Le premier essai en 2013, où les marcottes (126 marcottes) ont été soumises aux stress hydriques arrosées une fois tous les 20 jours et un deuxième essai en 2014 où les marcottes (85 marcottes) sont arrosées chaque semaine. Sur ces marcottes, la longueur des racines apparues a été mesurée, le nombre des racines apparues a été noté, la distance entre la position de marcotte et l'extrémité de la branche a été mesurée, le nombre des branches (bourgeons) de la partie supérieure des tiges marcottées a été noté et le diamètre de la tige avec écorce et sans écorce a été mesuré à afin d'apprécier l'épaisseur de l'écorce en fonction des classe de diamètre.

9.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats montrent que 25 marcottes ont enraciné soit donc 21,5%, 43 marcottes ont produits un cal de cicatrisation soit 36,2% et 59 marcottes ont pourris soit 42,2%. Parmi les marcottes enracinées, 16 % sont de la partie apicale, 64% de la partie médiane et 20% de la partie distale. Le diamètre moyen des tiges qui ont produit le cal est 2,3 cm. Le diamètre moyen des tiges ayant produit des racines est 2,26 cm alors qu'il est de 1,93 cm pour les tiges qui ont pourri. Les tiges de diamètre compris entre 2 et 3 cm et pour un niveau distal sont plus aptes pour le marcottage.

10 Article 10

10.1 Thématique de recherche

Variation de la densité et la couleur du bois de *Pterocarpus erinaceus* (Poir) en fonction des conditions environnementales en Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : *Pterocarpus erinaceus* ; Infradensité ; zones agroécologiques ; position radiale ; Âge ; Togo ; Niger ; Burkina Faso.

10.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Segla Kossi Novinyo : Assistant de recherche, université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)

- Patrick Langbour : Chercheur au Département PERSYST du CIRAD (France)
- Gilles Chaix : Chercheur au Département BIOS, UMR AGAP – équipe BURST du CIRAD (France)
- Daniel Guibal : Chercheur au Département PERSYST du Cirad (France)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

10.3 Résumé exécutif

Le présent travail a analysé la densité et la couleur du bois de l'espèce dans les zones agroécologiques de trois pays de l'Afrique de l'Ouest (Togo, Burkina Faso et Niger). L'étude a été réalisée sur 452 éprouvettes prélevées de 95 arbres issus des 3 pays. La densité et les paramètres de couleurs ont été étudiés en fonction des zones agroécologiques (soudanienne, guinéenne et sahélienne). La variabilité intra-arbre a été analysée pour ces paramètres. La corrélation entre la densité et les paramètres de couleur a été aussi déterminée

10.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats obtenus sur les 452 éprouvettes prélevées de 95 arbres issus des 3 pays indiquent des différences significatives des valeurs de l'infradensité et des paramètres de couleur ($P < 0,05$) en fonction des zones agro-écologiques (soudanienne, guinéenne et sahélienne). A l'échelle intra-arbre, même s'il y a une augmentation de la densité en fonction du nombre de cernes comptés, depuis la moelle, cette augmentation est très faible ($R^2 \leq 0,18$). Ce qui traduit le fait que l'âge des arbres influence peu l'infradensité. Par ailleurs une corrélation significative a été observée entre la densité et les paramètres de couleur .

Ressources phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques au Togo

Thématique globale de recherche

Connaissance et valorisation de ressources phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques au Togo

1 Article 1

1.1 Thématique de recherche

Caractérisation physico-chimique et diversité du peuplement phytoplanctonique des mares au sud de la réserve de faune de Togodo (sud-Togo)

Mots-clés pour l'indexation : Phytoplancton, Paramètres physico-chimiques, plan d'eau, Togo, Afrique de l'Ouest

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Gadjihouèdé Hyppolite : Enseignant chercheur à l'École d'Aquaculture de la Vallée, université nationale d'agriculture (Bénin)
- Lalèyè Adédjobi Philippe : Enseignant chercheur, université d'Abomey-Calavi, Laboratoire d'Hydrologie et d'Aquaculture (Benin).
- Assougnon Djiedjom Lagno : Étudiante, université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo).

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

1.3 Résumé exécutif

L'objectif de cette étude le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et la diversité phytoplanctonique de l'eau des mares Dindin, Lotoè, Lagoè et Afi. Pour ce faire, dix sites de prélèvement ont été retenus et répartis dans ces mares dans le mois de juillet et août 2015. Les paramètres physico-chimiques

ont été déterminés suivant les normes AFNOR. L'identification et le dénombrement du phytoplancton ont été faits au microscope photonique de marque Nikon Eclipse 0,90 Dry.

1.4 Résultats majeurs obtenus

L'étude a révélé une turbidité, un pH et un taux d'oxygène dissous élevés dans les mares Afi et Lagoè avec des valeurs maximales de 8,25 NTU ; 8,14 et 9,75 mg/L. A Dindin, une conductivité électrique élevée de $590\mu S/cm$ et un taux d'oxydabilité au $KMnO_4$ élevé étaient notés. La mare Lotoè est particulière par sa profondeur et sa transparence. La communauté phytoplanctonique des mares est composée de 107 espèces regroupées en 7 classes et 5 embranchements. Les espèces de la classe des Chlorophycées sont plus diversifiées. Au niveau des mares Afi et Lagoè, respectivement 62 et 65 espèces étaient recensées et à Dindin et Lotoè, respectivement 46 et 37 espèces. Cette étude montre en outre, une dominance d'Euglénophycées au niveau de la mare Dindin et de Cyanophycées au niveau des mares Afi et Lagoè. Le taux élevé d'oxygène dissous des mares Afi et Lagoè fait de ces mares des milieux eutrophes.

2 Article 2

2.1 Thématique de recherche

Checklist des algues tropicales du Togo dans le Golfe de Guinée (Afrique de l'Ouest).

Mots-clés pour l'indexation : Golf du Guinée, Togo, système aquatique, phytoplancton, microalgue, macroalgue.

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Kokutse Adzo Dzifa : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Radji Abdou Raoufou : Maître de conférences, Gestionnaire de nœud GBIF Togo, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo).
- Adjonou Kossi : Maître assistant, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière (Togo)
- Etorh M. Thérèse : Maître de Conférences, Enseignant chercheur à la retraite, université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo).

- Atanlé Kossivi : Assistant de recherche à l'université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo)
- Issifou Liassou : Étudiant, université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo)
- Lawson Latekoe, Étudiant, université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo).

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

2.3 Résumé exécutif

Le but de cette étude est d'analyser la flore algale du Togo en termes de diversité floristique. La collecte des données a pris en compte toutes les saisons de l'année 2013 et a couvert tout le système aquatique du Togo. Pour site, des coordonnées géographiques ont été prises. Deux méthodes de collecte des données ont été utilisées. Pour les microalgues, les échantillonnages ont été réalisés à 20 cm de profondeur pour les eaux de surfaces et à 50 cm et plus pour les eaux de surface. Au total 135 échantillons d'eau ont été collectés. Les phytoplactons ont été ensuite fixés et étudiés au laboratoire de palynologie et d'algologie de l'Université de Lomé. Pour les macroalgues, l'échantillonnage a été fait lors des marées basses sur des substrats durs dans les zones d'empiètement et autres substrats durs de la côte par la plongée. Les algues échantillonnées ont été placés dans des flacons remplis d'eau de mer pour être identifiés u laboratoire. L'identification a été faite non seulement par observation directe mais aussi au microscope pour les spécimens de petites tailles.

2.4 Résultats majeurs obtenus

Au total 795 espèces de microalgues réparties en 134 familles ont été déterminées. Les familles plus représentées sont Bacillariophyceae (26%), Cyanophyceae (17%), Chlorophyceae (16%), Conjugatophyceae (12%) et Euglenophyceae (11%). Ces sont réparties en 7 divisions que sont Chromophyta (39%), Chlorophyta (32%), Cyanophyta (17%), Euglenophyta (11%), Rodophyta (1%). Pour les macroalgues, 37 taxons ont été identifiés au Togo. Les divisions Chlorophyta, Pheophyta et Rodophyta sont les plus représentées.

3 Article 3

3.1 Thématique de recherche

Distribution saisonnière du phytoplancton en fonction des caractéristiques physico-chimiques du lac de Zowla (Lac Boko) dans le Sud- Est du Togo : cas de la petite saison sèche et de la grande saison sèche

Mots-clés pour l'indexation : Pollution, Système hydrique, Phytoplancton, Restauration.

3.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kokou Kouami : Professeur titulaire, Enseignant chercheur à l'université de Lomé, Laboratoire de Recherche Forestière, Directeur national de la recherche scientifique et Directeur de Wascal (Togo)
- Djaneye-Boundjou Gbandi : Professeur titulaire, Enseignant chercheur, université de Lomé, Laboratoire de Chimie des Eaux (Togo)
- Bawa L. Moctar : professeur titulaire, Enseignant chercheur, université de Lomé, Laboratoire de Chimie des Eaux (Togo)
- Eдорh M. Thérèse : Maitre de Conférences, Enseignant chercheur à la retraite, université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo).
- Atanlé Kossivi : Assistant de recherche à l'université de Lomé, Laboratoire d'Algologie et de Palynologie (Togo)

CONTACTS :

Prof Kokou Kouami, Tel : 00228 90020411, Email : kokoukouami@hotmail.com

3.3 Résumé exécutif

L'objectif de cette étude est de déterminer la répartition du phytoplancton en fonction des caractéristiques physico-chimiques du lac de Zowla. Les données de ce travail proviennent de 12 sites de prélèvement couvrant l'ensemble du lac de Zowla (figure 1). Les paramètres physico-chimiques concernés sont : la température, la conductivité électrique, la turbidité, la zone euphotique, le pH, la salinité, les sels dissous (HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}), les sels nutritifs (PO_4^{3-} , NH_4^+ , NO_3^-), le fer, la silice, l' O_2 dissous et l'oxydabilité au KMnO_4 . Les paramètres biotiques étudiés sont la biomasse phytoplanctonique (teneur en chlorophylle a) et les abondances des classes phytoplanctoniques recensées.

3.4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats indiquent que le lac de Zowla connaît deux types de gradients : un gradient de minéralisation et un gradient de charge en matières organiques et sels nutritifs. Ces deux gradients ont permis de différencier au sein du lac trois grands systèmes hydriques. Le secteur proche de la mer correspond au pôle d'enrichissement en matières organiques et sels nutritifs en petite saison sèche et au pôle d'enrichissement en sels dissous en grande saison sèche. Le secteur proche des rivières Hato et Voukpo a connu le contraire : il correspond au pôle d'enrichissement en sels dissous en petite saison sèche et au pôle d'enrichissement en matières organiques et sels nutritifs en grande saison sèche. Le secteur proche des rivières Boko et Elia est pour sa part moins pollué durant les deux saisons. La plupart des classes recensées à l'exception des Dinophycées ont une affinité pour la matière organique. La matrice de corrélation de Pearson montre que les Diatomophycées en petite saison sèche de même que les Conjugatophycées durant les deux saisons sont bien corrélées positivement avec l'ammonium. Les Dinophycées le sont avec les sels dissous.

Termites de l'Afrique de l'Ouest

1 Thématique de recherche

Contribution à la connaissance des Termites de l'Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : Termites, systématique, écologie, Sénégal.

2 Auteurs et coordinateur du projet

CONTACTS DES AUTEURS (OU DU COORDINATEUR DE L'ÉQUIPE) :

Coordoniteur : Abdoulaye B. NDIAYE, Laboratoire de Zoologie des Invertébrés terrestres, IFAN, UCAD, Dakar, Sénégal, E-mail : abdoulayeb.ndiaye@ucad.edu.sn

3 Résumé exécutif

Les recherches visent à améliorer les connaissances sur la systématique et l'écologie des Termites en Afrique de l'Ouest, particulièrement au Sénégal et au Togo.

4 Résultats majeurs obtenus

- Une amélioration de la connaissance de diversité des termites en Afrique de l'Ouest
- Une génération de données importantes (spécimens collectés, données physiques et biologiques sur les milieux) dont l'exploitation scientifique est toujours en cours.

Distribution de la fraction argileuse dans le fleuve Sénégal

1 Thématique de recherche

Distribution de la fraction argileuse dans les Sédiments de l'estuaire du fleuve Sénégal après la construction du Barrage de Diama (Sénégal)

Mots-clés pour l'indexation : Fleuve Sénégal, Diama, barrage, argiles, minéralogie.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr Ada NDIAYE, Assistant, Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal
- Professeur Mouhamadou Bachir DIOUF Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal
- Dr Mariline DIARA, Maître de Conférences, Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal
- Professeur Pierre GIRESSE, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens (CEFREM) Université de Perpignan *via* Domitia, France

CONTACTS :

Professeur Mouhamadou Bachir DIOUF Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005 Dakar, Fann (Sénégal), Adresse email : basdiouf@ucad.sn, Téléphone : +221 775341919

3 Résumé exécutif

La distribution des teneurs de la fraction argileuse dans l'estuaire du fleuve Sénégal après la mise en eau du barrage de Diama, montre qu'en amont les sédiments sont très vaseux. Suivant le fonctionnement du barrage, les teneurs de la fraction argileuse augmentent en période de décrue (fermeture), notamment dans la zone de retenue.

Dans le bief estuarien, en aval du barrage, l'augmentation de la fraction argileuse pendant la décrue est particulièrement marquée au milieu du chenal.

La distribution des minéraux flottants suit souvent la concentration de la fraction argileuse; leurs teneurs augmentent en période de décrue. Le triage hydrodynamique de ces minéraux, net dans la zone de retenue, a tendance à s'estomper dans le bief estuarien entre Diama et l'embouchure. Le cortège des minéraux argileux montre une composition plutôt homogène qui ne semble pas affectée par le fonctionnement du barrage.

4 Résultats majeurs obtenus

En amont du barrage de Diama, sous l'effet du piégeage des sédiments, la fraction argileuse atteint des teneurs très élevées au milieu du chenal et sur la rive droite où la tranche d'eau est plus importante, notamment en période de décrue. En aval immédiat du barrage, ses teneurs diminuent sensiblement sous l'effet des lâchers d'eau qui contribuent à sa remise en suspension en période de crue. Dans le bief estuarien, la fraction argileuse diminue encore pour disparaître des sédiments au niveau de l'embouchure. Cette diminution de la fraction argileuse liée à l'affaiblissement de l'énergie de transport en allant vers l'océan est moins marquée là où les tranches d'eau sont les plus importantes (milieu du chenal et rive droite), la rive gauche, moins profonde, est ainsi assez pauvre en argile.

Cette étude réalisée après l'installation du barrage montre globalement que le cortège des minéraux argileux est composé par de la kaolinite (40% à 50%), de la smectite (30% environ), le reste étant occupé par l'illite et les interstratifiés illite-smectite. Le triage hydro-sédimentaire est plus net en amont du barrage. Dans ce secteur où les conditions hydrodynamiques demeurent calmes pendant une grande partie de l'année, les minéraux les plus flottants (illite-smectite et smectite) sont plus concentrés au milieu du chenal et leurs teneurs sont plus importantes en période de décrue. Dans le secteur le plus en aval, en fonction de la distance de transport et du temps de décantation de ces minéraux, ce triage minéralogique a tendance à disparaître vers l'embouchure.

Ressources en eau du bassin versant de la Comoé

1 Thématique de recherche

Impacts du Changement climatique et de l'intensification agricole sur les ressources en eau du bassin versant transfrontalier (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana et mali) de la Comoé

Mots-clés pour l'indexation : Bassin transfrontalier de la Comoé, changement climatique, intensification agricole, ressources en eau, modélisation hydrologique

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

KAMAGATÉ Bamory, GONE Droh Lanciné, OUATTARA Ismaïla

CONTACTS : KAMAGATE Bamory, Université Nangui-Abrogoua (ex Abobo-Adjamé), 02 BP 801 Abidjan 02, Tél : + 225 44861810 /+ 225 05043337, Email : kambamory2@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

L'Afrique de l'Ouest est une région particulièrement fragile face à la variabilité et le changement climatique (IPCC, 2007). Dans cette partie du globe, le régime de la pluviométrie est quasiment régi par le régime de la mousson africaine d'origine atlantique. La perturbation de ce régime en relation avec la péjoration du climat a impacté les ressources en eau et influencé fortement la production agricole essentiellement de type pluvial ; cette agriculture prenant par conséquent un caractère tout aussi intensive (utilisation massive d'intrants en zone semi-aride) qu'extensive (déforestation en zone humide). Par ailleurs, d'après les Nations Unies (UN, 2011), la région connaîtra également une croissance démographique particulièrement forte avec un triplement de sa population entre les années 1960 et 2050.

Dans ce contexte climatique et démographique tendu, améliorer la connaissance des ressources en eau en termes qualitatif et quantitatif apparaît primordial pour atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement (UNDP, 2010) : accès à l'eau, sécurités alimentaire et énergétique.

L'objectif principal de ce projet de recherche est de lever des "verrous" scientifiques et techniques afin d'aboutir à une meilleure prédiction de l'évolution des ressources en eau en Afrique Subsaharienne en général et dans le bassin versant transfrontalier de la Comoé (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana et Mali) en particulier.

Mieux simuler l'impact des forçages climatiques (baisse pluviométrique en particulier) et anthropiques (activités agricoles notamment), en constante mutation, sur les ressources en eau nécessite à la fois une meilleure compréhension des processus de redistribution entre les eaux du sol utilisées par la végétation ("eau verte") et les eaux de surface et souterraines ("eau bleue") et une bonne connaissance de la qualité physico-chimique et biologique de cette ressource. En effet, à partir d'approche multidisciplinaire (climatologie, Hydrologie et hydro-géo-physique, télédétection et SIG, hydrochimie, hydrobiologie et microbiologie et socio-économie), le projet vise de façon spécifique à :

- connaître la variabilité pluviométrique et quantifier la dynamique des flux entre les eaux de surface et les eaux souterraines (champs de pluie, déficit hydropluviométrique, gradient hydraulique...);
- quantifier les flux hydriques dans le système atmosphère-végétation-sol (reprise évapotranspiratoire, l'homme et les impacts des pratiques culturales sur l'état de la surface du sol et la qualité de l'eau, rôle des ligneux...);
- connaître la qualité physico-chimique et biologique et les flux de contaminants dans l'eau au droit des zones à fortes densités humaines et à fortes activités agricoles (éléments chimiques dissous, micro-organismes, pesticides, éléments géogéniques...);
- confronter les résultats sortis des trois premiers objectifs spécifiques précédents en vue de la modélisation à base physique des processus présents et futurs, ceci pour prédire la disponibilité de la ressource à long terme.

Les objectifs de recherche sont accompagnés d'un objectif de formation basé sur la mise en œuvre d'une école de terrain dite « vérités terrain », dont l'objectif pédagogique est de former sur le terrain, des stagiaires aux techniques d'observation, de mesure et/ou de prélèvement en hydrologie et hydro-climatologie *sensu lato* sur la base du matériel existant et celui acquis et installé dans le cadre de ce projet. Ce volet formation à la recherche sera complété, en concertation avec l'ensemble des partenaires du projet, par un programme de masters et thèses en co-tutelle (Sud/Sud). Des efforts seront enfin engagés afin de mettre en place des stratégies adaptées de restitutions des résultats auprès des décideurs locaux et des populations concernées.

4 Résultats majeurs obtenus

4.1 Objectif spécifique 1 :

Variabilité pluviométrique et déterminants des flux hydriques

- Forte variabilité pluviométrique interannuelle avec tendance excédentaire de 1920 à 1940, suivie d'une importante rupture climatique en 1970 sur l'ensemble du bassin. Cette rupture marque le début d'une sécheresse persistante qui s'emble s'estomper après les années 1980.
- Le déficit pluviométrique moyen engendré est de 25% sur l'ensemble du bassin.
- Le déficit pluviométrique a provoqué une baisse encore plus importante des débits des cours d'eau de la Comoé. Cette baisse varie du simple à plus du double soit 50 à 70%.
- En termes d'échange de flux entre les systèmes hydriques, l'orientation des flux dans le sens eaux souterraine-eaux de surface avec conservation du sens du gradient en toute saison semble gouverner les relations Nappe-rivière du bassin.

4.2 Objectif spécifique 2 :

Dynamique de l'occupation du sol et des usages

- La partie orientale du bassin conserve bien son couvert végétal du fait de la réserve du parc de la Comoé. Le maintien et le renforcement de cette politique de protection de la nature est donc à encourager.
- Dans la partie centrale du bassin, on a enregistré une forte diminution de la forêt dense tout comme la forêt galerie au profit de la forêt dégradée. La surface culturale a augmenté tout comme celle des sols brûlés en accord avec la réduction de la surface de forêts. La partie centrale du bassin semble donc être la plus affectée par les activités agricoles.
- La zone Sud du bassin a connu une faible réduction de la couverture de forêts denses à la différence de la zone centrale. La particularité de cette zone se trouve dans l'apparition de surfaces couvertes par les forêts galeries.

4.3 Objectif spécifique 3 :

Qualité physico-chimique et flux de contaminants

- La signature chimique des eaux de surface apparaît moins minéralisée que celle des puits, elle-même moins minéralisée que celle des forages, indépendamment de la saison. Ceci témoigne d'une orientation des flux eaux souterraine-eaux de surface avec conservation du sens du gradient en toute saison comme indiqué dans le premier.
- Par ailleurs, la signature hydrogénécarbonaté calco-magnésien demeure le pôle chimique qui gouverne les faciès chimiques des eaux du bassin de la Comoé. Cette signature ayant un caractère naturel témoigne d'une absence notable de pollution des eaux souterraines (puits et forages) servant à l'alimentation en eau des populations rurales du bassin.
- Cependant, des signatures chloruré-nitraté apparaissent de façon sporadique. Ceci corrobore l'idée d'une pollution fécale (pour les chlorures) et/ou agricole

(pour les nitrates) du fait certainement des conditions plus localisées favorables à cette pollution.

4.4 Croisement des Objectif spécifique : Modélisation hydrologique et bilan des flux hydriques

Le croisement des trois objectifs spécifiques a permis de mettre en route le modèle hydrologique semi-distribué nTopAmma.

- Le calage du modèle a été jugé acceptable (une valeur max du Nash de 0.62) au regard des valeurs des paramètres obtenues en comparaison aux valeurs de référence obtenues sur le bassin de l'Ouémé au Bénin. Seul le paramètre indicatif du déficit local à saturer (doRatio) pour que la nappe affleure apparaît plus élevé sur notre zone, 3.0-9.0 au Bénin contre 5.5-6.0 sur notre zone. Ceci traduit la présence de nappes plus profondes sur le bassin la Comoé. Une enquête piézométrique ultérieure devra permettre de mieux expliquer cette différence énorme.
- Par ailleurs, les débits de base sont mieux simulés tandis que les pics de crue restent à améliorer.
- À ce stade de la mise en œuvre du modèle, le Nash maximum obtenu est de 0.62. Cette valeur reste à améliorer pour une meilleure représentation des pics de crue. L'amélioration du Nash rentre dans la suite des travaux en cours du doctorant.

4.5 Objectif de formation

Tout comme les objectifs scientifiques du projet, les objectifs de formation ont été atteints.

- Au total, deux masters ont été formés et une thèse a été soutenue.
- L'école de terrain a également eu lieu permettant ainsi à plusieurs étudiants de bénéficier de pratiques de terrain notamment les techniques et mesures *in situ*.

4.6 Participation à des rencontres scientifiques

Les résultats ont déjà fait l'objet d'une présentation publique lors de la conférence internationale FRIENDWATER qui a réuni tous les membres du réseau FRIEND MONDE (Friend Afrique de l'Ouest et du Centre [Friend-AOC], Friend Europe [Friend-EU], Friend Asie [Friend-AS] et Friend Amérique [Friend-AM]) sur la problématique du changement climatique et de son impact sur les ressources en eau. Cette rencontre a eu lieu du 6 au 10 octobre 2014 à Montpellier, en France.

Qualité des ressources en eau

1 Thématique de recherche

L'impact de l'activité minière sur la qualité des ressources en eau du socle Birimien Sud et Ouest du Mali.

Mots-clés pour l'indexation : Qualité des eaux –Activité minière – Birimien -Mali

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Hamadou Bokar : Coordonnateur Maître de Conférences ENI-ABT Bamako Mali
- Adama Mariko : Professeur ENI-ABT Bamako Mali
- Oumar Soumaré : Maître de Conférences ENI-ABT Bamako Mali
- Amadou Zanga Traoré : Professeur ENI-ABT Bamako Mali
- Fatogoma Bamba : Professeur ENI-ABT Bamako Mali
- Adama N'golo Traoré : Direction Nationale de la Géologie et des Mines. Bamako Mali
- Fatoumata Sy : Centre Odonto-stomatologique Bamako Mali

CONTACTS :

Hamadou BOKAR Enseignant Chercheur École Nationale d'ingénieurs Abderhamane Baba Touré ENI-ABT École Nationale d'Ingénieurs-Abderhamane Baba Touré (ENI-ABT) 410, Avenue Van Vollenhouen – Bamako BP 242, Email : hamadounbokar@yahoo.com

3 Résumé exécutif

Les activités sont résumées en de travaux d'inventaires des sites miniers artisanaux, de la mesure in-situ des paramètres physico-chimique de la collecte et de l'analyse des échantillons d'eaux dans les environnements proches des sites miniers artisanaux et industriels dans tout l'espace Birimien sud et ouest du Mali. Au total 145 mesures des paramètres in situ des ont été effectués sur 28 sites miniers et 89 échantillons d'eau ont

été prélevés et analysés dans des laboratoires au Mali et au Burkina Faso. Les résultats à travers l'interprétation des résultats d'analyses prouvent que sur les 89 échantillons analysés 38 sont impropres à la consommation humaine à cause surtout des teneurs élevées en éléments lourds et toxiques comme le cuivre (Cu) le chrome (Cr) le fer (Fe) le plomb (Pb) l'arsenic (As), le mercure (Hg) et le cadmium (Cd) et de certains paramètres physiques comme l'acidité et la couleur. Les eaux de forage vulgarisées être les seules sources fiables d'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales ne sont pas souvent épargnées par cette contamination.

4 Résultats majeurs obtenus

4.1 Zone Birimien sud

Sur dix (10) échantillons d'eau de surface prélevés sur lesquelles des activités minières sont effectuées environ la moitié présente une qualité médiocre des cours d'eau (teneur oxygène dissous à comprise entre 3 et 4 mg/l). Le fer total dépasse 1mg/l dans tous ces cours d'eau. Sur une trentaine d'échantillons analysés pour le plomb plus de 25% dépassaient la norme de l'OMS 0.01mg/l. L'arsenic est aussi présent dans plusieurs échantillons. La plupart de ces eaux contaminées sont échantillonnées dans les forages ou puits à d'approvisionnement en eau potable.

4.2 Zone Birimien ouest

La qualité biologique des eaux est passable (teneur en oxygène dissous comprise entre 4 et 5 mg/l). Sur une quarantaine d'échantillons prélevés en 2013 et 2014 le mercure est présent dans plus de la moitié des échantillons y compris les forages d'exploitation en eau potable. L'arsenic et le plomb aussi se retrouvent dans plusieurs échantillons à des teneurs supérieures aux normes OMS.

Certains éléments lourds et toxiques comme l'arsenic, le fer et le manganèse peuvent être d'origines géogéniques mais leur remobilisation dans les eaux naturelles pourraient être surtout causées par les activités minières.

Techniques d'inventaire de la flore

1 Thématique de recherche

Mise au point et harmonisation des techniques d'inventaire de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : Inventaire forestier, optimisation, forme des placettes, taille des placettes, régénération, végétation, Bénin

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Romain Glèlè Kakaï, Professeur Titulaire, Coordonnateur du Projet.

Membres de l'équipe :

- Achille Assogbadjo, Professeur Titulaire
- Amadé Ouédraogo, Maître de Conférences
- Salif Traoré, Maître de Conférences
- Abasse Tougiani, Chargé de recherche

CONTACTS :

Romain Lucas GLÈLÈ KAKAÏ, Professeur Titulaire de Biométrie et Estimations Forestières ; Directeur du Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières (LABEF), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) ; Université d'Abomey-Calavi (UAC, République du Bénin) ; 04 BP 1525, Cotonou ; Email : gleleromain@gmail.com ; Tél. : +229 95840800.

3 Résumé exécutif

Les inventaires forestiers constituent un outil important dans la prise de décision en évaluant le modèle quantitatif et qualitatif du matériel végétal et son évolution dans le temps. Les techniques d'inventaire utilisées dans différents pays d'Afrique de l'Ouest sont nombreuses et diversifiées. Cette situation ne permet pas de comparer les résultats d'inventaire forestier des différents pays et la prise de décision au niveau régional. De

nombreuses études ont tenté de déterminer la placette (forme et taille) d'inventaire optimale pour différents types de végétations. Cependant, la plupart de ces études ont été entreprises hors de l'Afrique et n'ont pas tenu compte des types de végétation les plus populaires en Afrique. Des études récentes en Afrique de l'Ouest se sont concentrées sur la comparaison des tailles et des formes des placettes d'inventaire et la répartition spatiale des arbres et des recrues sur l'analyse floristique et dendrométrique des forêts denses et boisées. De ces études, la direction et la forme des placettes d'inventaire n'influencent pas la précision de l'analyse quantitative de la végétation. Cependant, des placettes carrées étaient en pratique appropriées. Au contraire, la taille de la parcelle est significativement corrélée à la précision de l'analyse floristique et de l'efficacité de l'estimation. Dans les endroits où les arbres ont une tendance à se regrouper, les erreurs d'estimation augmentent avec le degré d'agrégation, et les placettes rectangulaires de 0,24 ha ont donné lieu à plus de précision. En termes de régénération, la forme et la taille de l'unité parcellaire influence très fortement sur l'estimation de la densité des recrues et les unités parcellaires rectangulaires ont été les plus efficaces pour l'estimation de la densité des recrues dans une forêt dense. En ce qui concerne la distribution des diamètres de la tige de la régénération, seule la taille de la placette a un effet significatif sur l'erreur moyenne absolue de la structure du diamètre de la tige. D'autres études sont nécessaires afin de prendre en compte tous les types de végétation rencontrés en Afrique

4 Résultats majeurs obtenus

La précision dans les estimations forestières est étroitement liée aux types de placeaux d'inventaires utilisés (formes et dimensions). La variabilité des types de placeaux d'un inventaire forestier à un autre pourrait également constituer un inconvénient dans la comparaison, par exemple, des résultats des inventaires successifs qui utilisent différentes tailles et formes de parcelles pour les mêmes végétations. Par conséquent, une harmonisation de la forme et des dimensions des placeaux d'inventaire est nécessaire et cette étude a suggéré une ligne directrice pour choisir la taille et la forme des placeaux dans l'inventaire de la végétation à partir d'une analyse de valeurs propres et d'une modélisation par la loi de Smith. Les conclusions suivantes découlent des résultats obtenus : - pour l'analyse floristique de la végétation, un placeau carré de 1500 m² est recommandée dans une forêt dense alors qu'un placeaux carré de 1000 m² est adéquat forêt claires ou savanes boisés ;

- pour l'analyse de la structure en diamètre de la végétation, une parcelle carrée de 2000 m² est requise, alors que dans le cas de la forêt claire ou des savanes, une parcelle carrée de 1800 m² constitue l'aire optimale ;
- pour l'analyse dendrométrique de la végétation, un placeau rectangulaire de 2400 m² est requis pour une structure agrégative des arbres alors qu'un placeau carré de 2400 m² est conseillé dans le cas d'une distribution aléatoire des arbres ;
- dans le cas des études de régénération, des placettes rectangulaires de 72 m² (12 m x 6 m) sont optimales pour l'estimation de la densité des recrues en forêt dense ;

- dans le cas d'une distribution agrégative des recrues, une placette de 14 m \times 7 m est optimale tandis qu'en cas de répartition aléatoire, une placette rectangulaire de 100 m² est nécessaire.

Protection de l'environnement minier

1 Thématique de recherche

Protection de l'environnement (Protection de l'environnement minier dans le Liptako – Gourma : Impact de l'exploitation aurifère et du cadre géodynamique sur la pollution des nappes discontinues (PEM / LG).

Mots-clés pour l'indexation : Liptako-Gourma; cadre Géodynamique; Environnement minier; Pollution; Nappes Discontinues.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

GARBA Zibo, Professeur, A l'époque, Doyen de la FAST UAM, puis DG EMIG et actuellement, Recteur de l'Université de Dosso – Niger

CONTACTS :

BP. 10099 – Niamey. Univ. Abdou Moumouni – FAST – Département de Géologie, Zibo.garba@yahoo.com, +227 96 42 74 74

3 Résumé exécutif

L'exploitation minière artisanale dans le Liptako-Gourma (frontière Niger – Burkina Faso – Mali) contribue au déboisement, à la déforestation et à la dégradation des sols. Elle accentue la pollution de l'air, la perte de la biodiversité, la détérioration du paysage et la pollution des eaux par les produits chimiques tel que le cyanure, le mercure, les acides... Face à ces multiples problèmes, nous nous sommes fixé pour objectif d'évaluer l'impact environnemental associés aux zones d'extraction, en utilisant une approche par analyse multicritère et cartographier ces zones à l'aide du SIG. Le projet retenu comporte trois volets se rapportant à la géodynamique (1), aux mines (2) et à la qualité des eaux (3), sur des portions de terrain (degrés carré autour des sites miniers choisis). Le premier volet a pour objectif principal de mener des études pétrographique et structurale et géomorphologiques de ces roches afin de déterminer les axes de communications entre ces nappes considérées jusque là comme

isolées, en considérant chaque degrés carré des zones aurifères. Le second volet a pour objectif principal d'étudier et de procéder au contrôle des eaux acides, qui contiennent souvent une forte concentration de métaux lourds potentiellement toxiques. Enfin, le troisième volet a pour objectif principal d'étudier la qualité des eaux des aquifères du socle en prenant en compte d'éventuelle pollution par les DMA en général et les métaux lourds en particulier

4 Résultats majeurs obtenus

Le projet retenu comporte trois volets se rapportant à la géodynamique (1), aux mines (2) et à la qualité des eaux (3), de la région du Liptako-Gourma.

Cadre Géodynamique. La nature pétrographique des différentes formations, met en exergue, l'existence d'une minéralogie susceptible d'avoir une influence sur le drainage acide. L'organisation spatiale des différentes formations est caractérisée partout sous forme de cartographie. Cette organisation pourrait aider à établir les rapports entre les différentes nappes aquifères et les eaux du fleuve Niger.

Système minier. Les études ayant portée sur le contrôle des eaux acides, qui contiennent souvent une forte concentration de métaux lourds potentiellement toxiques ont permis de déterminer les principaux facteurs (T, PO₂, granulométrie, degré de libération des sulfures et accès à l'oxygène, pH de la solution interstitielle, activité bactérienne, minéralogie, la fréquence du cycle mouillage séchage) qui peuvent influencer la cinétique d'oxydation des sulfures et par conséquent, le délai entre le moment où ils sont exposés à l'atmosphère et le début de la génération du DMA. La nature des rejets miniers liquides (acides, alcalins, neutre, eaux saumâtres etc.) a été établi.

Qualité des eaux. Des investigations sur le terrain ont permis, d'une part, de contrôler la réalité de la situation et, d'autre part, apporter des explications sur l'origine des pollutions mises en évidence. C'est ainsi que nous avons pu délimiter des zones où les fortes probabilités de captages des eaux polluées existent compte tenu des conditions hydrogéologiques et environnementales des lieux (cimetière, dépotoirs, mines, etc. . .). Nous avons établi des cartes thématiques (conductivités, nitrates, nitrites, métaux lourds etc. . .) dans certains degrés carrés de la région de Niamey. Nos conclusions permettent de proposer, en fonction de la nature et de l'origine de la pollution observée, des procédés et/ou mesures susceptibles de rendre les eaux des ouvrages incriminés aptes à la consommation domestique. Sinon, nous avons suggéré des mesures conservatoires à observer pour l'exploitation des points d'eau pour lesquels il n'existe aucune solution technique économiquement viable.

Déchets de phosphate d'alumine

1 Thématique de recherche

Utilisation de déchets de phosphate d'alumine pour produire des matériaux de construction

Mots-clés pour l'indexation : Fines, Phosphates d'alumine, Matériaux réfractaires, Silicate de sodium, Formulation, Briques.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Dr Mababa DIAGNE, Maître de conférences et Coordonnateur du pôle Géosciences à l'Université Amadou Mahtar MBOU

CONTACTS : mababad@yahoo.fr, mababa.diagne@ucad.edu.sn

3 Résumé exécutif

La génération de fines de phosphate d'alumine sédimentaire avant le processus de fabrication de l'acide phosphorique utilisé comme engrais, pose un problème environnemental crucial. En effet, dans la région de Thiès au Sénégal, de grandes quantités de fines sont stockées dans la nature durant de longues périodes sans traitement préalable ou recyclage par les Industries Chimiques du Sénégal (ICS) et la Société Sénégalaise des Phosphates de Thiès (SSPT). L'objectif de ce travail est de valoriser ces rejets par l'utilisation de ces fines de phosphate d'alumine sédimentaire générées par le traitement physique (concassage, transport et criblage) du tout-venant de phosphate d'alumine. Pendant le Harmattan, un vent chaud et sec, ces particules fines recouvrent de poussière blanchâtre toute la faune et la flore environnantes du secteur. Ces particules peuvent être lixiviées pendant la saison des pluies pour contaminer la nappe phréatique et ainsi engendrer des maladies

chez les populations qui utilisent ces eaux. En effet, ces matériaux stockés en très grandes quantités comme des « déchets », qui polluent la vue, l'espace et l'environnement, sont recyclés pour produire des blocs de matériaux réfractaires qui seront utilisés dans la construction comme des briques ou des pavés autobloquants. Le but

de cette étude est donc de trouver à partir de ces fines rejetées avant traitement, un nouveau matériau qui répondra à une norme bien connue en termes de caractéristiques physiques et mécaniques et permettant : (1) d'une part la réduction de leur degré de nuisance par leur consommation pour générer un matériau utile surtout au niveau des villages environnants du site minier et (2) d'autre part de faire travailler les jeunes dans ce processus de recyclage des fines pour générer des emplois et par la même occasion des ressources additionnelles leur permettant de vivre dans de meilleures conditions.

4 Résultats majeurs obtenus

Ainsi, une formulation d'un mélange bien défini contenant ces fines de phosphate d'alumine sédimentaires de composition chimique variée mais semblable à celle de scories volcaniques du point de vue chimique (taille des particules comprise entre 0,063 mm et 5 mm), du silicate de sodium (comme liant d'éléments minéraux) et de l'eau, a permis la confection de blocs de matériaux de $20 \times 10 \times 6$ cm³ de dimensions par cuisson durant plusieurs heures au four pour une température constante de 225° C. La densité du silicate de sodium est de 1.4.

De bonnes caractéristiques mécaniques et physiques ont été obtenues grâce à des essais sur ces matériaux. Des essais de résistance à la traction par fendage, des mesures de la teneur en eau d'absorption totale, des mesures des dimensions des blocs (longueur, largeur et épaisseur) ainsi que de perte au feu en milieu ambiant ont été réalisés sur ces blocs après leur cure pour une caractérisation complète. Des valeurs moyennes de 3,03 MPa et 2,5% ont été respectivement obtenues en résistance à la traction et en teneur en eau d'absorption totale. Des variations négatives de -2,05 mm, -0,59 mm et -1,69 mm en moyenne ont été obtenues respectivement sur la longueur, l'épaisseur et la largeur des blocs pour une valeur moyenne de perte au feu de 5,30%.

La déduction de la résistance à la compression à partir de la valeur moyenne obtenue au fendage donne une valeur de 40,5 MPa, ce qui se traduit par une très bonne résistance mécanique du matériau. Ces caractéristiques ont été comparées aux valeurs standards données par la Norme Européenne EN 1338 sur les pavés. Ces valeurs obtenues témoignent d'un bon matériau. Ce nouveau matériau peut également être utilisé comme matériau réfractaire dans les fours et dans la poterie

Troisième partie

Eau, Energie et Assainissement

Le biseau salé

1 Thématique de recherche

Dynamique du biseau salé dans les aquifères côtiers du Golfe du Bénin

Mots-clés pour l'indexation : Aquifère, Continental terminal, piézométrie, intrusion marine, pollution nitratée

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Professeur BAWA L. Moctar, Enseignant-chercheur, Faculté Des Sciences, Université de Lomé, GNAZOU Masamaéya Dadjá-Toyou, Enseignant-chercheur, Faculté Des Sciences, Université de Lomé

CONTACTS :

Professeur BAWA L. Moctar, Laboratoire de Chimie des Eaux – Faculté Des Sciences, Université de Lomé, PB 1515, Lomé TOGO, Tél : 00228 90 18 45 64 ;

GNAZOU Masamaéya Dadjá-Toyou, Département de Géologie, Faculté Des Sciences, Université de Lomé, PB 1515, Lomé TOGO, Tél. : 00228 90 22 39 45 ; E-mail : mgnazou@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

Le projet « Dynamique du biseau salé dans les aquifères côtiers du Golfe du Bénin » a été initié par le Laboratoire de Chimie des Eaux de l'Université de Lomé et financé par l'Union Monétaire Ouest Africaine (UEMOA).

Les objectifs de ce projet sont :

- Améliorer des connaissances sur les aquifères côtiers : structure et fonctionnement.
- Mettre en évidence la zone de mélange constituant l'interface entre l'eau douce et l'eau salée marine.

- Suivre l'évolution spatiale et temporelle de cette interface ou « biseau salé ».

Pour atteindre ces objectifs, plusieurs activités ont été menées :

- Documentation et recherche bibliographique.
- Inventaire et sélection des ouvrages hydrauliques.
- Recherche et traitement des données climatologiques.
- Campagnes d'échantillonnage.
- Analyses physico-chimiques des échantillons récoltés.
- Interprétation des résultats hydrodynamiques.
- Interprétation des résultats hydrochimiques.
- Surveillance piézométrique et hydrochimique de la nappe.
- Vulgarisation et diffusion.

Le projet a permis de :

- Comprendre le fonctionnement des nappes en zone côtière.
- Équiper le Laboratoire de Chimie des Eaux.
- Renforcer les capacités à travers des formations (Master Hydrologie et Hydrogéologie à la Faculté Des Sciences).

4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats ont concerné la structure, la piézométrie et l'hydrochimie du Continental terminal affectée par l'intrusion saline

Sur le plan structural, la morphologie de la surface du mur et l'épaisseur du réservoir ont été mises évidence. Le mur se présente sous la forme d'un plan incliné en direction de l'Océan. Les épaisseurs du réservoir augmentent également en direction du Sud

Sur le plan hydrodynamique :

- Établissement de la carte piézométrique du Continental terminal, mise en évidence des aires d'alimentation (plateaux) et de décharges (cours d'eau et océan).
- Les principaux axes d'écoulement sont déterminés.
- L'impact des prélèvements sur la ressource a été mis en évidence par une dépression centrée sur le champ captant de la Togolaise des Eaux.
- L'analyse des fluctuations piézométriques a permis de mettre en évidence la période de recharge de la nappe.
- Un schéma conceptuel du fonctionnement de la nappe a été établi.

Sur le plan hydrochimique :

- Une caractérisation hydrochimique du Continental terminal a été réalisée.
- Les cartes de distribution spatiale des différents paramètres hydrochimiques ont été élaborées.
- Les principaux faciès hydrochimiques ont été identifiés, le dominant étant le faciès chloruré sodique et potassique, en relation avec l'invasion marine.
- Les principales sources de minéralisation et de la pollution nitratée la nappe ont été identifiées.

- Les sources de chlorures sont principalement l'invasion marine et la forte évaporation dans les vallées fluviales.
- L'interface eau douce-eau salée a été délimitée à partir des données chimiques et montre une progression de 2 à 3 km essentiellement à l'Ouest du bassin où les prélèvements sont intensifs pour l'AEP de Lomé.

Maîtrise de l'eau : normes hydrologiques

Thème global de recherche

Maîtrise de l'eau : Adaptation des normes hydrologiques de dimensionnement et de gestion des infrastructures hydrauliques et routières aux nouvelles conditions climatiques et environnementales en Afrique de l'Ouest

Nom et adresse de l'institution du coordonnateur : Pr. Harouna KARAMBIRI, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), 01 BP 594 Ouagadougou 01 Burkina Faso, Tél : (226) 25 49 28 00; Fax : (226) 25 49 28 01, <http://www.2ie-edu.org>, E-mail : harouna.karambiri@2ie-edu.org

1 Publication scientifique 1

Bilan d'eau des petits réservoirs en zone soudanienne ouest africaine : un cas d'étude au Sud Burkina Faso.

Mots-clés pour l'indexation : Suivi hydrologique, Petits réservoirs, Bilan d'eau, Usage de l'eau, Burkina Faso.

1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- T. FOWE, Doctorant
- H. KARAMBIRI, Enseignant-Chercheur
- J-E. PATUREL, Chercheur
- J-C. POUSSIN, Chercheur
- P. CECCHI, Chercheur

CONTACTS : tazen.fowe@2ie-edu.org, harouna.karambiri@2ie-edu.org.

1.2 Résumé exécutif

Un développement et une gestion efficaces des ressources en eau sont essentiels à la croissance économique durable et à la réduction de la pauvreté dans de nombreux pays en développement. En Afrique de l'Ouest, un grand nombre de petits réservoirs

avec des volumes de 10^4 à 10^7 m³ jouent un rôle considérable dans le maintien et le développement des activités dans les zones reculées et dans l'approvisionnement en eau de l'irrigation pour l'élevage et les populations. L'absence de données de base sur l'exploitation des réservoirs entrave leur gestion optimale. L'objectif de cette étude était d'améliorer la connaissance des ressources en eau des petits réservoirs afin d'améliorer leur gestion dans le contexte d'usages multiples.

Cette étude a été réalisée sur un petit réservoir situé dans le sud du Burkina Faso qui a été suivi pendant 2 ans (d'avril 2012 à avril 2014). Une approche simple basée sur l'équation de conservation de masse a été développée pour estimer les flux d'eau du réservoir. Pour une courte période de surveillance hydrologique, les modèles de pluviométrie, d'évaporation et de remplissage des réservoirs ont révélé un équilibre hydrologique différent du réservoir entre ces deux années. Une diminution de 32% de la pluviométrie annuelle entraîne une réduction de 50% du coefficient de ruissellement annuel. Les résultats ont montré que près de 60% de l'eau a été perdue par évaporation, alors que moins de 20% de l'eau capturée dans le réservoir a été retirée pour diverses utilisations. Les ressources en eau disponibles dans le système étudié sont largement suffisantes pour satisfaire les demandes actuelles. Il existe encore des possibilités de développer les utilisations du stockage de l'eau et d'améliorer le potentiel d'irrigation du petit réservoir. Cette analyse indique que les petits réservoirs sont sous-performant. Les résultats ont mis en évidence que l'estimation des flux d'eau dans un réservoir est une tâche centrale pour soutenir les autorités de gestion de l'eau et les parties prenantes dans les stratégies opérationnelles pour l'approvisionnement en eau et l'agriculture irriguée.

1.3 Résultats majeurs obtenus

Les résultats de cette étude ont montré que près de 60% de l'eau des retenues d'eau est perdue par évaporation, alors que moins de 20% de l'eau capturée dans le réservoir est prélevée pour diverses utilisations. Les ressources en eau disponibles dans le système étudié sont largement suffisantes pour satisfaire les demandes actuelles. Il existe encore des possibilités de développer les utilisations du stockage de l'eau et d'améliorer le potentiel d'irrigation du petit réservoir. Cette analyse indique que les petits réservoirs sont sous performants. Les résultats ont mis en évidence que l'estimation des flux d'eau dans un réservoir est une tâche centrale pour soutenir les autorités de gestion de l'eau et les parties prenantes dans les stratégies opérationnelles pour l'approvisionnement en eau et l'agriculture irriguée.

2 Publication scientifique 2

OPTIWAM : Outil intelligent pour l'optimisation de la gestion de l'eau agricole dans un système couplé eaux de surface – eaux souterraines

Mots-clés pour l'indexation : Ressources en eau, Allocation, Optimisation, Algorithmes génétiques

2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- T. FOWE, Doctorant
- I. NOURI, Enseignant-Chercheur
- B. IBRAHIM, Chercheur
- H. KARAMBIRI, Enseignant-Chercheur
- J-E. PATUREL, Chercheur

CONTACTS : tazen.fowe@2ie-edu.org, harouna.karambiri@2ie-edu.org

2.2 Résumé exécutif

Une approche basée sur un modèle d'Algorithme génétique (AG) codé réel a été utilisée pour optimiser l'allocation d'eau à partir d'un système couplé réservoir-eaux souterraines. Le modèle de l'AG a tenu compte de cinq objectifs : satisfaire la demande en eau d'irrigation, protéger le stockage de l'eau pour l'environnement et la pêche, maximiser la productivité agricole de l'eau, protéger l'écosystème en aval contre la salinité élevée des sols et les problèmes d'hydromorphie et réduire le coût unitaire de l'eau. Les contraintes du modèle sont basées sur les exigences de continuité hydraulique et de stockage. Les objectifs et les contraintes ont été combinés en une fonction de conditionnement physique en utilisant un facteur de pondération et les approches de pénalité. La variable de décision était l'allocation d'eau pour la demande d'irrigation provenant du réservoir et des eaux souterraines. Les besoins en eau d'irrigation autour du réservoir ont été estimés à l'aide de la méthode Penman-Monteith de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) dans le logiciel d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP). Le modèle GA déterministe a été codé à l'aide de Visual Basic 6 et un nouvel outil d'optimisation de la gestion de l'eau d'irrigation (OPTIWAM) a été développé. Pour valider l'applicabilité du modèle déterministe pour l'exploitation des systèmes couplés réservoir-eaux souterraines, on a utilisé le cas du réservoir de Boura (dans la région sud-ouest du Burkina Faso) et la zone d'irrigation en aval. Les résultats montrent que la méthodologie proposée et l'outil développé sont efficaces et utiles pour déterminer l'allocation optimale de l'eau d'irrigation. En outre, la méthodologie et l'outil peuvent améliorer la gestion des ressources en eau des systèmes couplés réservoir-eaux souterraines

2.3 Résultats majeurs obtenus

La méthodologie proposée et l'outil développé sont efficaces et utiles pour déterminer l'allocation optimale de l'eau d'irrigation. En outre, la méthodologie et l'outil peuvent améliorer la gestion des ressources en eau des systèmes couplés réservoir-eaux souterraines

3 Publication scientifique 3

Prévision statistique du débit saisonnier en utilisant une approche probabiliste sur le Sahel ouest africain

Mots-clés pour l'indexation : Prévision du débit, Facteur de Bayes, SWAT, Probabilité postérieure, Bassin de la Sirba, Sahel

3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- GADO DJIBO A., Doctorant
- KARAMBIRI H., Enseignant-Chercheur
- SEIDOU O., Enseignant-Chercheur
- SITTICHOK K., Chercheur
- PATUREL J.E., Chercheur
- SALEY H.M., Enseignante-Chercheure

CONTACTS : harouna.karambiri@2ie-edu.org

3.2 Résumé exécutif

Les changements de ruissellement sont étroitement liés aux précipitations dans le Sahel ouest africain de telle manière que tout impact sur les précipitations entraînerait des changements potentiels du ruissellement. Malheureusement, les effets du changement climatique et de la variabilité ont induit des changements dans les débits qui perturbent directement la disponibilité de l'eau pour les activités socioéconomiques, en particulier le secteur agricole, qui constitue le principal problème de survie de la population ouest-africaine. Ainsi, les informations sur le débit disponible quelques mois à l'avance avant une saison des pluies avec des capacités de prévision acceptables seront très bénéfiques pour les utilisateurs d'eau pour faire une planification opérationnelle pour la décision de gestion de l'eau. Le débit est habituellement soit prévisible directement en liant le débit aux prédicteurs par une régression linéaire multiple ou indirectement en utilisant un modèle pluie-ruissellement pour transformer les précipitations prévues en débit. Le débit annuel moyen saisonnier et le débit maximal mensuel ont été prévus dans cette étude en utilisant deux méthodes statistiques basées sur la détection des points de changement en utilisant des facteurs de Bayes normalisés. Chaque méthode utilise l'un des prédicteurs suivants : pression du niveau de la mer, température de l'air et humidité relative (RHUM). Les modèles M1 et M2 permettent respectivement de modifier les paramètres du modèle en fonction de l'amplitude des précipitations (M1) ou du temps (M2). Ils ont été comparés aux modèles de prévision où les précipitations sont obtenues en utilisant le modèle linéaire classique à paramètres constants (M3) et la climatologie (M4). Les résultats obtenus ont révélé que le modèle M3 utilisant RHUM comme prédicteur à un temps de latence de 8 mois était la meilleure méthode pour les prévisions saisonnières de débit annuel. Attendu que le modèle M1 utilisant la température de l'air comme prédicteur à un laps de temps de 4 mois est le meilleur modèle pour prédire le débit maximal mensuel dans le bassin de la Sirba.

3.3 Résultats majeurs obtenus

Le modèle M3 utilisant RHUM comme prédicteur à un temps de latence de 8 mois était la meilleure méthode pour les prévisions saisonnières de débit annuel. Attendu que le modèle M1 utilisant la température de l'air comme prédicteur à un laps de temps de 4 mois est le meilleur modèle pour prédire le débit maximal mensuel dans le bassin de la Sirba.

4 Publication scientifique 4

Approches linéaires et non linéaires pour la prévision statistique des précipitations saisonnières dans la région du bassin versant de la Sirba (SAHEL)

Mots-clés pour l'indexation : Prévision des précipitations, Réseau de neurones, Analyse non linéaire en composantes, Principales, Bassin de la Sirba, Mousson Ouest-Africaine, Température de l'air.

4.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- GADO DJIBO A., Doctorant
- KARAMBIRI H., Enseignant-Chercheur
- SEIDOU O., Enseignant-Chercheur
- SITTICHOK K., Chercheur
- PHILIPPON, N., Chercheur
- PATUREL J.E., Chercheur
- SALEY H.M., Enseignante-Chercheur

CONTACTS : harouna.karambiri@2ie-edu.org

4.2 Résumé exécutif

Depuis les années 90, plusieurs études ont été menées pour évaluer la prévisibilité de la saison sahélienne des pluies et proposer des prévisions saisonnières de précipitations pour aider les parties prenantes du développement à prendre les décisions adéquates pour s'adapter à la situation prévue. Malheureusement, deux décennies plus tard, les compétences en prévision restent faibles et les prévisions ont une valeur limitée pour la prise de décision tandis que la population souffre encore de la variabilité interannuelle des précipitations : ceci montre la limite des prédicteurs et des approches de prévision couramment utilisés pour cette région. Ainsi, cette étude a développé et testé de nouveaux prédicteurs et de nouvelles approches pour prédire les précipitations saisonnières à venir sur le bassin versant de la Sirba (Burkina Faso – Niger). Les prédicteurs sélectionnés au moyen d'une analyse de corrélation linéaire ont été traités ultérieurement en utilisant des méthodes linéaires combinées pour identifier ceux ayant un pouvoir prédictif élevé. Les précipitations saisonnières ont été prévues à l'aide d'un ensemble de modèles linéaires et non linéaires.

Un délai de latence moyen de huit (8) mois a été obtenu pour tous les modèles. On constate que les méthodes linéaires combinées ont obtenu de meilleurs résultats que les modèles non linéaires, peut-être parce que les modèles non linéaires nécessitent des ensembles de données plus grands et meilleurs pour l'étalonnage. Les critères R², Nash et Hit sont respectivement de 0,53, 0,52 et 68% pour l'approche linéaire combinée ; et de 0,46, 0,45, 61% pour l'analyse des composantes principales non linéaires.

4.3 Résultats majeurs obtenus

On a obtenu un délai de latence moyen de huit (8) pour tous les modèles. On constate que les méthodes linéaires combinées ont obtenu de meilleurs résultats que les modèles

non linéaires, peut-être parce que les modèles non linéaires nécessitent des ensembles de données plus grands et meilleurs pour l'étalonnage.

5 Publication scientifique 5

Développement et évaluation de modèles de prévision des précipitations saisonnières non linéaires et non stationnaires pour le bassin versant de la Sirba, Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : Détection du point de changement, Prévision saisonnière des précipitations, Facteur de Bayes, Bassin versant de la Sirba, Afrique de l'Ouest.

5.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- GADO DJIBO A., Doctorant
- KARAMBIRI H., Enseignant-Chercheur
- SEIDOU O., Enseignant-Chercheur
- SITTICHOK K., Chercheur
- PATUREL J.E., Chercheur
- SALEY H.M., Enseignante-Chercheuse

CONTACTS : harouna.karambiri@2ie-edu.org

5.2 Résumé exécutif

La gestion des ressources en eau dans la région du Sahel, en Afrique de l'Ouest, est extrêmement difficile en raison de la forte variabilité interannuelle des précipitations. Les inondations et les sécheresses inattendues conduisent souvent à de graves crises humanitaires. La prévision saisonnière des précipitations est un moyen possible d'accroître la résilience à la variabilité climatique en fournissant des informations à l'avance sur la quantité de précipitations attendue à chaque prochaine saison des pluies. Les modèles de prévision des précipitations supposent souvent arbitrairement que la pluviométrie est liée aux prédicteurs par une régression linéaire multiple avec des paramètres indépendants du temps et de la grandeur prédictive.

Deux méthodes probabilistes basées sur la détection des points de changement qui permettent de modifier la relation en fonction de l'ampleur du temps ou de la pluviométrie ont été développées dans cette étude en utilisant des facteurs de Bayes normalisés. Chaque méthode utilise l'un des prédicteurs suivants : la pression du niveau de la mer, la température de l'air et l'humidité relative. La méthode M1 permet de modifier les paramètres du modèle en fonction de l'ampleur de la pluviométrie annuelle, tandis que M2 permet de modifier les paramètres du modèle avec le temps. M1 et M2 ont été comparés au modèle linéaire classique à paramètres constants (M3) et à la climatologie (M4). Ils ont été appliqués sur le bassin versant de la Sirba (Burkina – Niger) en Afrique de l'Ouest. Le modèle qui permet de modifier la relation prédicteur-prédicteur en fonction de l'amplitude des précipitations (M1) et utilise la température de l'air comme prédicteur est le meilleur modèle pour la prévision saisonnière des précipitations dans la zone d'étude.

5.3 Résultats majeurs obtenus

Le modèle qui permet de modifier la relation prédicteur-prédictant en fonction de l'amplitude des précipitations (M1) et utilise la température de l'air comme prédicteur est le meilleur modèle pour la prévision saisonnière des précipitations dans la zone d'étude

6 Publication scientifique 6

Tendances des inondations en Afrique de l'Ouest : Analyse basée sur 11 bassins versants dans la région

Mots-clés pour l'indexation : Inondation, débit maximal, Indice pluviométrique, Indice de végétation, tests, statistiques, Sahel, Afrique de l'Ouest.

6.1 Auteurs et coordinateur du projet

- AUTEURS (noms et fonction) :
- NKA B.N., Doctorante
- OUDIN L., Enseignant-Chercheur
- KARAMBIRI H., Enseignant-Chercheur
- PATUREL J.E., Chercheur
- RIBSTEIN P., Enseignant-Chercheur

CONTACTS : bnnomo1@hotmail.fr, harouna.karambiri@2ie-edu.org

6.2 Résumé exécutif

Après la sécheresse des années 1970 en Afrique de l'Ouest, la variabilité des précipitations et des changements d'affectation des terres a surtout affecté le débit, et récemment, les inondations ont été considérées comme un phénomène de plus en plus fréquent dans toute l'Afrique de l'Ouest. Ces changements ont soulevé de nombreuses questions sur l'impact du changement climatique sur les régimes d'inondation dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Cette étude examine dans quelle mesure les inondations sont de plus en plus fréquentes ou plus sévères et comment les changements climatiques ont été responsables de ces changements.

Nous avons analysé les tendances des inondations survenues dans 11 bassins versants dans les principales zones climatiques de l'Afrique de l'Ouest. La méthodologie comprend deux méthodes d'échantillonnage des inondations, à savoir la méthode AM (Maximum Annuel) et le POT (Pic au-dessus du seuil), et deux perspectives d'analyse : analyse à long terme basée sur deux séries temporelles longues et une perspective régionale impliquant 11 bassins versants avec des séries plus courtes. Le test de tendance de Mann-Kendall et le test de rupture de Pettitt ont été utilisés pour détecter les non-stationnarités dans les séries temporelles. Les tendances détectées dans les séries chronologiques des inondations ont été comparées aux tendances des indices de précipitations et des indices de végétation à l'aide de tableaux de contingence afin d'identifier le principal facteur de changement de l'ampleur des inondations et de la fréquence des inondations. La relation entre l'indice d'inondation et l'indice physiographique a été évaluée à l'aide d'un critère de succès et du critère de Cramer calculé

à partir des tableaux de contingence. Les résultats montrent l'existence de tendances dans les séries temporelles de magnitude d'inondation et de fréquence d'inondation, avec deux modèles principaux. Les inondations du Sahel montrent des tendances de crues croissantes et un bassin versant soudanien présente une tendance à la baisse des crues. Pour l'ensemble des bassins étudiés, les tendances dans l'indice des précipitations consécutives sur 5 jours.

(R5d) montrent une bonne cohérence avec les tendances des inondations, tandis que les tendances des indices de végétation différentielle normalisée (NDVI) ne montrent pas d'accord significatif avec les tendances des crues, ce qui signifie que cet indice n'a peut-être aucun impact sur le comportement des inondations dans la région.

6.3 Résultats majeurs obtenus

Les tendances ont été mises en évidence dans les séries temporelles de magnitude d'inondation et de fréquence d'inondation, avec deux modèles principaux. Les inondations du Sahel montrent des tendances de crues croissantes et un bassin versant soudanien présente une tendance à la baisse des crues. Pour l'ensemble des bassins étudiés, les tendances dans l'indice des précipitations consécutives sur 5 jours.

(R5d) montrent une bonne cohérence avec les tendances des inondations, tandis que les tendances des indices de végétation différentielle normalisée (NDVI) ne montrent pas d'accord significatif avec les tendances des crues, ce qui signifie que cet indice n'a peut-être aucun impact sur le comportement des inondations dans la région.

Traitement d'eau de consommation

1 Thématique de recherche

Conception et vulgarisation d'un prototype manuel et mobile de traitement d'eau de consommation, pour une utilisation en milieu rural

Mots-clés pour l'indexation : Prototype mobile, Charbon actif, Eaux naturelles, Potabilisation

2 Auteurs et coordinateur du projet

KONAN Affoué Tindo Sylvie; KOUASSI Esaïe Kouadio Appiah; YOBOUET Yao Augustin; BRA Konan; AW Epse N'Goran Essan Bla; FANOUD Didier; GUEU Soumahoro; ADOUBY Kopoin et YAO Kouassi Benjamin(1).

Laboratoire des Procédés Industriels, de Synthèse, de l'Environnement et des Énergies Nouvelles, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

(1) Coordonnateur du projet : YAO Kouassi Benjamin

3 Résumé exécutif

La question des ressources en eau en général et celle de l'eau potable en particulier constitue un problème majeur dans les pays au sud du Sahara et singulièrement ceux de l'espace UEMOA. Dans certaines zones rurales les eaux de marigot, de rivière etc., continuent d'être consommées. Si des efforts importants ont été faits ces dernières années pour doter les villages de forage, il n'en demeure pas moins qu'une importante frange de nos populations reste encore en marge de cette tendance. Ce projet a permis de concevoir un système totalement manuel permettant l'élimination des polluants et micropolluants des eaux de rivière ou de toute autre source de manière à les potabiliser pour une consommation humaine avec peu de risque. Deux types de prototypes mobiles sont réalisés pour une utilisation à l'échelle individuelle et/ou communautaire. Un four traditionnel, fait à base de terre cuite a été réalisé et permet de préparer les charbons utilisés comme matériaux adsorbants pour le traitement des

eaux. Des essais grandeur nature sont effectués avec ces prototypes en vue de leur validation.

4 Résultats majeurs obtenus

4.1 Mise au point de la méthode de préparation de charbons actifs

4.1.1 Conception et réalisation du four

La mise en œuvre effective du projet a nécessité la conception et la réalisation d'un four traditionnel pour la préparation de charbons actifs destinés au traitement différents types d'eaux brutes consommées par les populations en milieu rural en Côte d'Ivoire. La conception du four est basée sur les pratiques traditionnelles de préparation de pain dans les villages mais avec légère modification en utilisant une armature métallique. Le revêtement a été fait de matériaux argileux afin de faciliter sa vulgarisation en milieux rural. La température à l'intérieur du four peut atteindre les 360° C au bout de deux heures d'alimentation. Cette température peut être conservée à l'intérieur du four pendant environ 2h après l'arrêt de l'alimentation de la chambre d'alimentation.

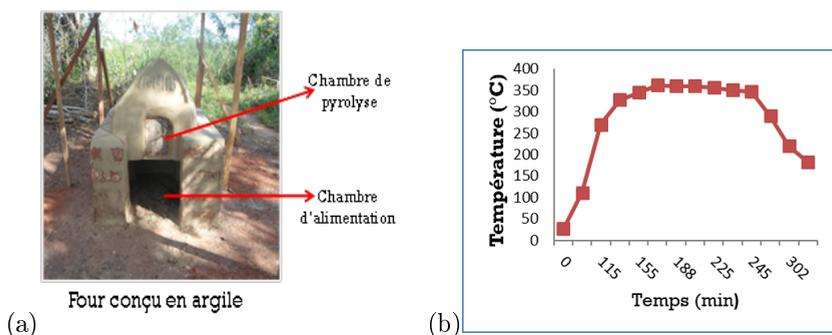




FIGURE 2 – Photographies des différents prototypes réalisées pour la purification de l'eau. (a) Familial; (b) Laboratoire; (c) Préindustriel.

4.2 Application au traitement des eaux

Les charbons et sables sont intégrés dans des colonnes pour l'évaluation des performances épuratoires des unités de traitement. Les performances du procédé de filtration sont évaluées sur différents types d'eaux (rivières, lacs et puits) habituellement utilisées par les villageois pour les besoins domestiques et comme eau de boisson. En ce qui concerne les paramètres physicochimiques, les valeurs enregistrées suite à la filtration des eaux sont en dessous des valeurs requises par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

4.3 Formation des bénéficiaires

Dans le cadre de ce projet, une partie des efforts a été consacrée à la formation des villageois. Cette formation a été réalisée à l'INP-HB pendant cinq jours, et avait pour but de fournir au villageois un certain savoir-faire en lien avec le procédé de traitement des eaux de consommation mis au point au cours de ce projet. Six jeunes dont une femme et cinq hommes originaires du village de Dougba ont été sélectionnés pour la formation. Ces villageois ont été choisis sur la base d'un niveau scolaire minimal équivalent au cours moyen II. Le village de Dougba est situé à une douzaine de km de ville de Yamoussoukro.

La formation a porté sur (1) la conception d'un four traditionnel; (2) la production du charbon (3) le traitement du charbon après préparation; (4) le traitement du sable et (5) la purification des eaux de surface. La formation a donc porté sur les différents aspects de la technologie développée, allant de la préparation des bio-adsorbants (à partir de branches de rôniers) au fonctionnement des prototypes à l'échelle laboratoire et préindustriel.

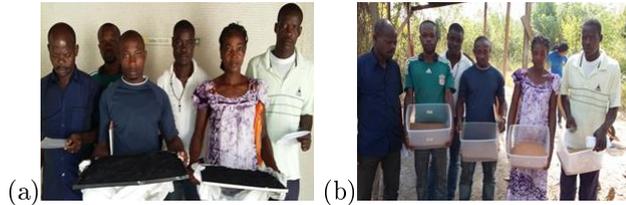


FIGURE 3 – Images des étapes de la préparation du charbon actif et du sable, éléments. (a) Présentation du charbon actif obtenu; (b) Présentation du sable traité.

Figure 3 : Images des étapes de la préparation du charbon actif et du sable, éléments constitutifs des filtres par les villageois.

Ce projet a fait également l'objet de onze (11) sujets de stages de fin d'études de Brevet de Technicien Supérieur(BTS) des étudiants de différents établissements de Côte d'Ivoire. Les sujets de ces stages portent sur la préparation, la caractérisation, l'utilisation des charbons obtenus dans le traitement des eaux naturelles ainsi que le suivi des abattements de la teneur des paramètres physicochimique et microbiologique dans les eaux traitées. De nombreux doctorants inscrits dans notre laboratoire ont bénéficié des acquis de ce projet. Le prototype préindustriel est installé dans le village de Dougba (12 km de la ville de Yamoussoukro) et sa validation se fait dans le cadre des travaux de thèse d'un doctorant.

Cellules photovoltaïques à colorant

1 Publication sous forme d'article de revue

1.1 Thématique de recherche

Cellules photovoltaïques à colorant

Mots-clés pour l'indexation : TiO₂; Nanotubes; Anodization; EIS; Equivalent circuit

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : A. -F. Kanta *et al.*

CONTACTS : Centre Sahélien d'Excellence en Ingénierie, BP 10056 Niamey, Tél. +227 89223397, Fax. +22720315862, Mail : fatahkanta@yahoo.fr

1.3 Résumé exécutif

TiO₂ nanotubes have demonstrated perspective applications in the photovoltaic field. They can reduce both the transport dimensionality and the recombination of the photoinjected electrons. In this paper, arrays of TiO₂ nanotubes were fabricated by anodization of Ti foils in an ethylene glycol solution containing hydrofluoric acid (HF) under a constant voltage.

From field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) images, we observed the microstructure of titania nanotubes. Images show that, as-anodized, the surface of the nanotubes is covered with a precipitate. Ultrasonic treatment was used to remove this precipitate.

X-ray diffraction (XRD) results show that the as-anodized amorphous TiO₂ nanotubes are converted to crystalline anatase after the samples have been annealed at 500 ° C during 2 h.

Electrochemical behaviour (in terms of charge transfer resistance) was investigated by electrochemical impedance spectroscopy (EIS).

The annealed samples were characterized by electrochemical tests. A schematic representation of the TiO₂ nanotubes consisting of two layers (i.e. dense and nanoporous) is proposed to explain the obtained results.

1.4 Résultats majeurs obtenus

- TiO₂ nanotubes were fabricated by Ti foils anodization in a solution containing HF.
- TiO₂ nanotubes are converted to crystalline by annealing them at 500 ° C during 2 h.
- The amorphous precipitate covering the nanotubes can be removed by ultrasonication.
- Electrochemical results consisting of two layers are explained by equivalent circuit.

2 Publication sous forme de livre

2.1 Thématique de recherche

Cellules photovoltaïques à colorant

Mots-clés pour l'indexation : Photovoltaïque ; DSSC ; sémi-conducteurs

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : A. -F. Kanta

CONTACTS : Centre Sahélien d'Excellence en Ingénierie, BP 10056 Niamey, Tél. +227 89223397, Fax. +227 20315862, Mail : fatahkanta@yahoo.fr

2.3 Résumé exécutif

La part des énergies renouvelables dans la production électrique totale ne cesse de croître.

Dans cette étude nous nous intéresserons à l'énergie photovoltaïque qui suscite énormément d'espérance en terme environnemental, mais aussi économique, au vu de l'énorme potentiel dont elle dispose.

La progression de cette filière et sa mise en concurrence avec les voies classiques de production d'électricité passe à moyen terme par une amélioration substantielle de la technologie et une diminution des coûts de production.

Les cellules photovoltaïques les plus commercialisées actuellement sont des cellules de première génération à base de silicium massif (monocristallin ou polycristallin), fonctionnant sur le principe de la jonction p-n. Il s'agit d'une technologie éprouvée mais néanmoins assez coûteuse.

Dans l'objectif de réduire les coûts de fabrication, de nouvelles générations de cellules ont été mises au point. Il s'agit de la technologie des cellules organiques et des cellules nanocristallines à colorant cellules de Grätzel qui fait l'objet des domaines auxquels on s'intéresse dans ce manuscrit.

3 Présentation orale lors d'une conférence internationale

3.1 Thématique de recherche

Cellules photovoltaïques à colorant

Mots-clés pour l'indexation : DSSC ; EIS ; Equivalent Circuit

3.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : A. -F. Kanta *et al.*

CONTACTS : Centre Sahélien d'Excellence en Ingénierie, BP 10056 Niamey, Tél. +227 89223397, Fax. +227 20315862, Mail : fatahkanta@yahoo.fr

3.3 Résumé exécutif

Dye-sensitized solar cells (DSSC) are presented as a low-cost alternative to classical silicon-made solar cells, but their efficiency and durability have to be improved to be truly competitive. With this intention, a good understanding of the electrochemical mechanisms appears necessary.

Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) is a qualitative and quantitative technique for the analysis of the electrical phenomena proceeding within electrochemical systems. Applied to DSSC, this technique makes it possible to identify the phenomena proceeding within the different elements composing the cell (nanocrystalline TiO_2 , dye, electrolyte, electrodes), and at the interfaces between these materials.

Moreover, modelled by an equivalent electric diagram, the impedance gives access to the values of electrochemical parameters. The comparison between elements, the evolution with time of their properties and their optimizations are consequently made possible.

In this study, the classical conducting glass substrate was replaced by a stainless steel substrate as counter-electrode. Platinum was deposited at the counter-electrode surface to improve the electronic transfer between the electrolyte and the counter-electrode.

Protection de l'environnement : subsurface du riz

Thématique globale de recherche

La gestion et la protection de l'environnement : Drainage Optimum de Subsurface du Riz irrigué des Fonds de Vallée dans le climat de type Soudanien : cas de Moutori/Tiéfora au Burkina Faso.

Nom du coordonnateur : Pr. Hamma YACOUBA, Nom et adresse de l'institution du coordonnateur : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), 01 BP 594 Ouagadougou 01 Burkina Faso, Tél : (226) 25 49 28 00; Fax : (226) 25 49 28 01, <http://www.2ie-edu.org>, E-mail : hamma.yacouba@2ie-edu.org, adamah.messan@2ie-edu.org

1 Publication scientifique 1

1.1 Thématique de recherche

Un périmètre à saison unique de riz irrigué présente un risque plus élevé de toxicité fer dans les vallées de savane tropicale

Mots-clés pour l'indexation : ANOVA, Burkina Faso, hématite, toxicité ferreuse, riz, échantillonnage de sol, Latérite, géologie, géo mécanique, habitat, Savane tropicale, bas-fonds, t-test de Welch

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Amadou KEITA, Enseignant Chercheur
- Hamma YACOUBA, Enseignant Chercheur
- Laszlo G. HAYDE, Enseignant Chercheur
- Bart SCHULTZ, Enseignant Chercheur

CONTACTS : amadou.keita@2ie-edu.org); ama_keita@yahoo.fr; hamma.yacouba@2ie-edu.org

1.3 Résumé exécutif

Dans le but de trouver les différences géochimiques et aider à bâtir des stratégies de réduction de la toxicité de fer, deux des vallées de riz irrigué à dominante hématite ont été étudiées dans la région des savanes tropicales du Burkina Faso. Le premier site était Tiéfora, périmètre de 15-ha, moderne avec double-saison de riz irrigué et modérément touché par la toxicité ferreuse (10 % de la superficie avec un score de toxicité de 4). Le second site a été Moussodougou, un bas-fond rizicole de 35 ha cultivé en décrue en saison de pluie uniquement, avec 50 % des parcelles en proie à une grave toxicité ferrique (note 7). Neuf extraits de sol ont été tirés à trois profondeurs – 30, 50 et 100 cm – i.e. 27 à Tiéfora et 27 à Moussodougou. Cinq techniques ont été utilisées pour générer les données : 1) la concentration de fer ferreux a été déterminée à l'aide d'un réflectomètre, 2) un pH-mètre a donné le pH, 3) les proportions d'argile ont été obtenues par l'analyse granulométrie, méthode USDA et la densitométrie, 4) la matière organique a été déterminée à l'étuve

(900C) et 5) la masse volumique sèche a été déterminée en utilisant des échantillons non remaniés. Les tests d'hypothèse statistiques ANOVA unidirectionnel et le Welch t-test ont été appliqués aux données pour isoler les similitudes et les différences entre les deux sites. Une analyse géochimique a suivi pour trouver les causes de ces différences. Les résultats ont montré que, alors que l'oxydation de la pyrite conduit à une augmentation simultanée de concentrations de Fe^{2+} et de l'acidité dans les sols des plaines côtières et les mangroves, l'oxydation de l'hématite en fond de vallée de savane tropicale diminue Fe^{2+} mais augmente également l'acidité durant la saison sèche. En conséquence, il a été constaté que le régime d'une saison d'irrigation de Moussodougou est significativement (p-valeur 0,4 %) plus acide (pH 5,7) que le système de double-saison de Tiéfora (6.4) avec également 750-1800 mg/l plus ferreux Fe^{2+} . Le fer ferreux atteint 3 000 mg/l dans certaines couches de Moussodougou. Ce résultat est une justification pour moderniser les périmètres traditionnels à saison rizicole unique en système moderne avec deux saisons de riz irrigué.

1.4 Résultats majeurs obtenus

Les périmètres rizicoles de saison unique exploitées en culture de décrue en zone de savane tropicale présente plus de risque de développer la toxicité ferreuse du riz que les périmètres modernes à deux campagnes. Cela milite en faveur de la modernisation des bas-rizicole traditionnels pour en faire des périmètres irrigués à deux saisons riz-riz ou riz-marachage.

2 Publication scientifique 2

2.1 Thématique de recherche

Stratifications de l'argile et du fer ferreux dans un sol de fond de vallée de savane tropicale sous riz irrigué

Mots-clés pour l'indexation : ANOVA, Burkina Faso, toxicité ferreuse, Savane, échantillonnage de sol, Welch t-test

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Amadou KEITA, Enseignant Chercheur
- Bart SCHULTZ, Enseignant Chercheur
- Hamma YACOUBA, Enseignant Chercheur
- Laszlo G. HAYDE, Enseignant Chercheur

CONTACTS : amadou.keita@2ie-edu.org ; ama_keita@yahoo.fr, hamma.yacouba@2ie-edu.org

2.3 Résumé exécutif

Une haute concentration en ion ferreux Fe^{2+} , insérée dans les strates d'argile dense, constitue une menace importante à la production de riz dans plusieurs projet d'irrigation de vallée tropicale savane d'Afrique de l'Ouest. Actuellement, beaucoup d'actions sont entreprises pour atténuer la toxicité ferreuse. Dans cette étude, nous avons recherché la présence de strates d'argile et de fer ferreux dans un bas-fond inondé typique appelé Tiefora au Burkina Faso. Prenant en compte les multiples pentes de la vallée, deux échantillonnages aléatoires de sol ont été réalisés à différentes profondeurs. Ces échantillons ont été recueillis aussi profond que 500 cm, mais surtout à 30 cm, 50 cm et 100 cm. Le pourcentage d'argile a été déterminé par granulométrie. Les concentrations de fer ferreux ont été obtenues par la méthode réflectométrique. Les stratifications de l'argile et l'ion ferreux Fe^{2+} ont été vérifiées à l'aide de tests d'hypothèses statistiques (Test t de Welch, analyse de la variance). Le pourcentage d'argile dans la première couche de terre végétale 100 cm (28,9 %) a été trouvé deux fois plus élevé que dans les couches sous-jacentes. En outre, le fer ferreux se trouvait principalement dans les 30 premiers centimètres, avec une concentration moyenne de 994 mg/l. Cette concentration de fer ferreux est beaucoup plus élevée qu'à des profondeurs de 50 et 100 cm dessous (73 mg/l), tandis que le pH de toutes les trois couches est presque neutre. Cette stratification frappante suggère plusieurs moyens d'atténuer la toxicité ferrique. Parmi ces moyens, nous proposons de maintenir des conditions humides pendant la période de croissance dans les terres irriguées en combinaison avec la lessivage par drainage souterrain dans les périodes de jachère.

2.4 Résultats majeurs obtenus

Dans les périmètres irrigués de la zone tropicale de savane, il est proposé de maintenir les conditions humides permanentes durant la période de croissance dans les terres irriguées en combinaison avec le lessivage (drainage souterrain) dans les périodes de jachère. Cela peut aider à enlever l'excès de fer ferreux ou prévenir son apparition.

3 Publication scientifique 3

3.1 Thématique de recherche

La distribution des argiles de bas-fond et les techniques de drainage adaptées

Mots-clés pour l'indexation : Burkina Faso, distribution des argiles, drainage, riz irrigué, régression non linéaire, perméabilité, savane tropicale, bas-fonds

3.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Amadou KEITA, Enseignant Chercheur
- Laszlo G. HAYDE, Enseignant Chercheur
- Hama YACOUBA, Enseignant Chercheur
- Bart SCHULTZ, Enseignant Chercheur

CONTACTS : amadou.keita@2ie-edu.org ; ama_keita@yahoo.fr ; hamma.yacouba@2ie-edu.org

3.3 Résumé exécutif

Les sols engorgés de bas-fond de la savane tropicale sont les zones où se trouvent les systèmes de culture traditionnels les plus riches, mais qui sont également confrontés à des conditions physico-chimiques défavorables qui peuvent entraîner une baisse importante du rendement du riz. Le drainage souterrain a été utilisé dans de nombreuses régions pour atténuer l'engorgement. Cependant, ce drainage dépend de la distribution, du type et de l'emplacement de l'argile. Le présent document analyse ces facteurs pour le cas de Tiéfora, un système bas-fond de riz irrigué de 16 ha au Burkina Faso. À cette fin, neuf forages, d'une profondeur de 2 à 6 m, ont été réalisés. Au total, 51 échantillons de sols ont été extraits à différentes profondeurs, en fonction des changements de texture et de couleur du sol. Ces échantillons ont été soumis à une analyse granulométrique. Une régression comparative non linéaire a été réalisée sur la distribution de l'argile. La régression quadratique était la plus appropriée. De plus, les proportions d'argile étaient élevées – 20-30% dans la couche arable de 2 m – en amont et au centre. Un pic plus important – 30 à 40% – a été atteint dans la zone aval à 1 m, avec une épaisseur beaucoup plus petite (moins de 50 cm) et une perméabilité plus élevée. Ces résultats suggèrent l'application du drainage par trous de taupes dans la vallée, sauf en aval, où le drainage classique par tuyaux enterrés de Hooghoudt peut être mis en œuvre.

3.4 Résultats majeurs obtenus

De l'amont au milieu du bas-fond de Tiéfora, le drainage par trous de taupes et / ou par fossés de fissuration amélioreront la perméabilité. Dans les sols en aval, une technique classique de drainage à l'aide de tuyaux perforés Hooghoudt est appropriée pour atténuer l'engorgement

4 Publication scientifique 4

4.1 Thématique de recherche

Régression comparative non linéaire – un cas d'augmentation du taux d'infiltration de l'amont vers l'aval dans la vallée

Mots-clés pour l'indexation : drainage, essai Lefranc, régression, décomposition en une phase, perméabilité, savane

4.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Amadou KEITA, Enseignant Chercheur
- Hama YACOUBA, Enseignant Chercheur
- Laszlo G. HAYDE, Enseignant Chercheur
- Bart SCHULTZ, Enseignant Chercheur

CONTACTS : amadou.keita@2ie-edu.org ; ama_keita@yahoo.fr ; hama.yacouba@2ie-edu.org

4.3 Résumé exécutif

Dans les sols de bas-fonds inondés de savane tropicale, les très faibles vitesses d'infiltration entraînent souvent des conditions acides favorables à des concentrations élevées d'ions métalliques, toxiques pour le riz. La détermination de l'infiltration sous-phréatique est importante dans la conception du drainage pour récupérer les sols dégradés. Plusieurs études ont porté sur la cartographie du taux d'infiltration. Cependant, sa relation avec la toposéquence de la vallée n'est pas clarifiée. Le présent document a examiné cette possibilité en considérant le cas de la vallée du riz irriguée de Tiéfora au Burkina Faso. Neuf forages – d'une profondeur de 1 à 5 m – ont été réalisés d'amont en aval. Le test de perméabilité Lefranc du niveau sous-phréatique dans les sols engorgés d'eau – utilisé lorsque la couche imperméable est proche de la surface du sol ou absente – a été réalisé. Tout d'abord, une régression comparative a été appliquée aux données, y compris tous les paramètres des courbes de régression. En cas de dissimilarité des processus d'infiltration, la comparaison s'est concentrée sur la perméabilité finale. Les résultats montrent une augmentation de la perméabilité de l'amont ($0,10 \pm 0,10$ cm/h) à l'aval (supérieure à $20,00 \pm 10,00$ cm/h à certains endroits). En tenant compte de cette augmentation de la perméabilité dans la conception des systèmes de drainage souterrains, on pourrait réaliser des ouvrages plus efficaces et moins coûteux.

4.4 Résultats majeurs obtenus

En tenant compte du fait que plus l'espacement des tuyaux de drainage de subsurface est grand – et par conséquent la densité d'implantation des tuyaux est plus faible – en situation d'augmentation de la perméabilité, une plus grande efficacité et une économie d'argent dans la conception du système de drainage et l'exploitation des bas-fonds peuvent être atteintes.

5 Publication scientifique 5

5.1 Thématique de recherche

Dynamique et activité des populations de bactéries réductrices du fer dans un bas-fond rizicole d'Afrique de l'Ouest sous drainage de subsurface : Étude de cas de Kamboïnse au Burkina Faso

Mots-clés pour l'indexation : bactéries réductrice du fer, riz, toxicité ferreuse, drainage de subsurface

5.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Cécile Harmonie Otoïdobiga : Chercheure
- Amadou Keïta, Enseignant Chercheur
- Hama Yacouba, Enseignant Chercheur
- Alfred S. Traore, Enseignant Chercheur
- Dayéri Dianou, Enseignant Chercheur

CONTACTS : Cecile.otoidobiga@univ-ouaga.bf, amadou.keita@2ie-edu.org; ama_keita@yahoo.fr

5.3 Résumé exécutif

La toxicité ferreuse est l'une des principales contraintes édaphiques qui freine la production de riz dans les bas-fonds de savane et forêts en Afrique de l'Ouest. Bien que les processus de réduction chimique de divers types de pédogenèse des oxydes de fer ne peuvent pas être sous-estimés, l'essentiel de ces processus peut être attribué à l'activité des bactéries réduisant le fer (BRF). Les conditions réductrices des bas-fonds engorgés renforcent la toxicité ferreuse en réduisant la quasi-totalité du fer en forme ferreuse (Fe^{2+}), ce qui peut causer du désordre dans les plants de riz et des pertes de rendement. Dans le but de contribuer à l'amélioration de la production de riz en Afrique, une expérience a été développée pour évaluer l'impact du drainage souterrain sur la dynamique et l'activité des BRF pendant la culture du riz. Douze microparcelles en béton avec un sol limono-argileux et une variété de riz susceptible de développer une toxicité ferreuse (FKR 19) ont été utilisées pour l'expérience. Les sols dans les microparcelles ont été drainés pendant 7 jours (P1), 14 jours (P2) et 21 jours (P3), respectivement. Des microparcelles témoins (T) sans drainage ont été préparées de manière similaire. L'évolution des populations de la BFR et la teneur en fer ferreux dans le sol du paddy et dans le sol près de la racine de riz a été contrôlée tout au long du cycle cultural en utilisant la méthode MPN et les méthodes colorimétriques, respectivement. Les données obtenues ont été analysées en relation avec la fréquence de drainage, le stade de croissance du riz et le rendement en riz à l'aide du test de Student et le Logiciel statistique XLSTAT 7.5.2. D'après les résultats obtenus, le drainage souterrain réduit significativement les populations BRF ($p = 0,024$). Cependant, le drainage n'a pas affecté de manière significative les métaux ferreux concentration en fer dans le sol près des racines de riz ($p = 0,708$). La concentration de fer ferreux ($p < 0,0001$) dans le sol à proximité des racines de riz et le nombre d'IRB ($p < 0,0001$)

étaient significativement plus élevés pendant le tallage du riz et les stades de maturité. Bien qu'aucune différence significative n'ait été observée pour le riz en termes de rendement parmi les traitements ($p = 0,209$), le drainage souterrain de P2 a montré le rendement le plus élevé et la plus faible concentration de fer ferreux dans le sol près des racines de riz.

5.4 Résultats majeurs obtenus

Bien qu'aucune différence significative n'ait été observée pour le rendement en riz entre les traitements de drainage, les microparcelles drainées présentaient les rendements les plus élevés. Ainsi, une oxygénation efficace du sol par sous-drainage peut être un facteur clé pour le contrôle de la toxicité du fer ferreux dans les rizières.

6 Publication scientifique 6

6.1 Thématique de recherche

Dynamique et activité des populations de bactéries réductrices des sulfates dans un sol de paddy soumis à un drainage subsurface : étude de cas de Kamboïnse au Burkina Faso.

Mots-clés pour l'indexation : Bactéries réductrices des sulfates, sulfures, riz, toxicité, drainage de subsurface

6.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Cécile Harmonie Otoïdobiga : Chercheur
- Amadou Keïta, Enseignant Chercheur
- Hamma Yacouba, Enseignant Chercheur
- Alfred S. Traore, Enseignant Chercheur
- Dayéri Dianou, Enseignant Chercheur

CONTACTS : Cecile.otoidobiga@univ-ouaga.bf, amadou.keita@2ie-edu.org ; ama_keita@yahoo.fr

6.3 Résumé exécutif

La toxicité des sulfures est une maladie courante généralement associée à la toxicité ferreuse qui survient chez le riz lorsque les bactéries réduisant les sulfates (BRS) produisent des ions sulfures dans des conditions anaérobies. La quantité élevée d'ions sulfures dans la solution du sol perturbe l'équilibre des éléments minéraux du riz, affecte sa croissance et provoque des pertes de rendement. Au Burkina Faso, de nombreux sols de rizières sont abandonnés en raison de la toxicité des sulfures. La présente étude a été développée pour évaluer l'impact du drainage de subsurface sur la dynamique et l'activité de la BRS pendant la culture du riz et l'incidence sur la production de riz. Douze microparcelles de béton avec un sol argilo-limoneux et une variété de riz susceptible de développer la toxicité des sulfures (FKR 19) a été utilisée pour l'expérience. Le sol des microparcelles a été drainé pendant 7 jours (P1), 14 jours (P2) et

21 jours (P3), respectivement. Des microparcelles témoins (T) sans drainage ont été préparé de manière similaire. L'évolution des populations de BRS et la teneur en ions sulfures dans le sol du paddy et dans le sol près des racines de riz ont été surveillés tout au long du cycle de culture à l'aide de la méthode du Nombre le Plus Probable (MPN) et de la méthode colorimétrique, respectivement. Les données obtenues ont été analysées en relation avec la fréquence de drainage, le stade de croissance du riz et le rendement en riz à l'aide du logiciel statistique Student-t-test et de XLSTAT 7.5.2. D'après les résultats obtenus, le drainage souterrain n'a pas eu d'incidence significative sur les populations de BRS ($P = 0,187$). Cependant, le drainage a affecté de manière significative la concentration de sulfures dans le sol près du riz racines ($p = 0,032$). La concentration de sulfures ($P < 0,0001$) dans le sol près des racines de riz et le nombre de SRB ($P < 0,0001$) étaient significativement plus élevés au cours du tallage du riz et des stades de maturité. Bien qu'aucune différence significative n'a été observée pour le rendement en riz entre les traitements ($p = 0,209$), le drainage souterrain P2 a montré le rendement le plus élevé et une faible concentration de sulfures dans le sol proche du riz près des racines.

6.4 Résultats majeurs obtenus

Ces résultats suggèrent que l'oxygénation du sol par un drainage de subsurface pourrait entraîner une oxydation chimique et microbienne des sulfures toxiques en sulfates. Ainsi, une oxygénation efficace du sol par drainage de subsurface peut être un facteur clé de contrôle de la toxicité des sulfures dans les rizières.

7 Publication scientifique 7

7.1 Thématique de recherche

Évaluation de la gestion de l'eau d'irrigation à l'aide d'une analyse de tendance et de l'autocorrélation

Mots-clés pour l'indexation : autocorrélation, analyse des tendances de l'irrigation, bas-fond de la Savane tropicale, gestion de l'eau du riz

7.2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Amadou KEITA, Enseignant Chercheur
- Bart SCHULTZ, Enseignant Chercheur
- Hama YACOUBA, Enseignant Chercheur
- Laszlo G. HAYDE, Enseignant Chercheur

CONTACTS : amadou.keita@2ie-edu.org ; ama_keita@yahoo.fr ; hamma.yacouba@2ie-edu.org

7.3 Résumé exécutif

L'irrigation gravitaire est très fréquente en Afrique de l'Ouest, tandis que la quantité d'eau utilisée fait rarement l'objet d'un suivi ou d'une analyse. Un tel travail a été

réalisé dans le cas du bas-fond rizicole de 16 hectares de de Tiefora en zone de savane tropicale au Burkina Faso. En utilisant l'équation d'écoulement du déversoir en béton au début du canal primaire, les volumes quotidiens d'utilisation de l'eau ont été calculés sous forme de séries chronologiques couvrant trois saisons d'irrigation (deux sèches et une humide). L'analyse des tendances de la moyenne mobile indique que, pendant la saison des pluies (1200 mm de précipitations) et la saison sèche (pas de précipitations), l'entrée du canal principal n'est presque jamais fermée, délivrant en permanence un débit minimum étant de 200 m³/jour pour 4 ha (soit 50 mm/jour, à comparer avec une évapotranspiration locale de 7 mm/jour). Cela souligne la nécessité d'une gestion de l'eau plus rigoureuse. De plus, l'analyse d'autocorrélation utilisant le modèle ARIMA a montré que le cycle d'irrigation garantissant l'équité dans la distribution de l'eau entre les parcelles agricoles est de 20 jours au lieu de cinq. La connaissance de ce fait peut désamorcer les conflits potentiels en matière d'équité entre agriculteurs : le manque d'eau le quatrième jour peut être compensé plus tard au cours du cycle de 20 jours. Il est apparu qu'un simple instrument de mesure du niveau d'eau, installé à l'entrée du canal d'irrigation principal, pouvait produire une série chronologique à laquelle un modèle à moyenne mobile auto-régressif pouvait être appliqué afin de produire, à moindre coût, une évaluation approfondie de la gestion de l'eau sur cette surface.

7.4 Résultats majeurs obtenus

Afin de résoudre les conflits potentiels, les agriculteurs doivent accepter qu'un cycle d'irrigation de 20 jours est nécessaire pour assurer l'équité. Enfin, il est apparu que l'installation d'une sonde de niveau d'eau à l'entrée du canal principal d'un système d'irrigation gravitaire – et la production d'une série chronologique – pouvaient fournir, avec l'utilisation d'ARIMA, une évaluation approfondie de la gestion de l'eau à faible coût.

Nanofils de Silicium

1 Thématique de recherche 1

Elaboration et caractérisation de Nanofils de Silicium pour les cellules photovoltaïques et composants électroniques

Mots-clés pour l'indexation : Nanostructuration du silicium, gravure chimique, pyramide inversée, gap, queue d'Urbach

1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- M. Touré, doctorant
- D. Kobor, Enseignant-chercheur
- L. G. Ndiaye, Enseignant-chercheur
- A. Ndiaye, Enseignant-chercheur
- M. Tine, Enseignant-chercheur
- S. Bastide, Enseignant-chercheur
- M. A. P. Thaury, Chercheure
- C. Vilar, Ingénieure

CONTACTS : dkobor@univ-zig.sn

1.2 Résumé exécutif

Dans cet article, nous présentons une étude détaillée sur la nanostructuration de surface de silicium de type p orientée $\langle 100 \rangle$ en utilisant une gravure chimique assistée par Cu. La microscopie électronique à balayage a été utilisée pour décrire l'évolution de la morphologie de surface et des structures au cours de la gravure. Les résultats montrent que la formation de pyramides ou de pyramides inversées dépend principalement du temps de gravure. On obtient à la surface du silicium des structures homogènes à grande échelle, homogènes mais localement irrégulières, bien définies, aux formes quasi-parfaites. Les mesures AFM montrent la rugosité de surface de l'échantillon avec une hauteur de pyramides de

0,6 μ m et une profondeur de pyramides inversées de 1,2 μ m. Les échantillons avec des structures pyramidales inversées ont une faible réflectivité (12 %) par rapport à ceux avec des structures pyramidales (18 %) dans la gamme de longueur d'onde de 450 - 1000 nm. Les courbes Tauc des nanostructures confirment l'excellente absorbance des pyramides inversées dans une large bande dans l'UV-visible et l'IR. Les nanostructures ont un comportement de gap pseudo-direct avec des valeurs de Egd de 2.60, 2.55, 2.65, 2.45 et 2.05 eV et des valeurs de bande interdite indirecte (Egi) de 1.10, 0.95, 0.95, 0.85 et 1.05 eV respectivement pour 10, 15, 30, 60 et 120 minutes de gravure. Les valeurs de l'énergie de queue d'Urbach calculées en utilisant la loi d'Urbach 160, 77, 67, 40 et 67 meV sont plus petites que celles trouvées en utilisant la courbe Tauc (0.33, 0.32, 0.36, 0.25 et 0.34 eV).

1.3 Résultats majeurs obtenus

- Obtention de différentes nanostructures de silicium par gravure chimique assistée par Cu.
- Diminution de la réflectivité du silicium de 45 % à 12 %
- Excellente absorption dans les bandes UV-Visible et même IR.
- La texturisation de la surface du Silicium a transformé le gap indirect du Si en gap pseudo direct variant de 1,12 eV à entre 2 et 2,65 eV selon les formes des nanostructures (pyramides, pyramides inversées etc)

2 Thématique de recherche 2

Méthode Simple de diffusion du Phosphore sur un substrat silicium orienté <100> en utilisant un nouveau gel à base de phosphore comme dopant.

Mots-clés pour l'indexation : diffusion du phosphore, nouveau gel dopant, SIMS, Durée de vie, Vitesse de recombinaison

2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- D. Kobor, Enseignant-chercheur
- R. Ndioukane, Etudiant
- O. Palais, Enseignant-chercheur
- M. Touré, Doctorant
- A. K. Diallo, Enseignant-chercheur
- N. C. Y. Fall, Etudiante
- M. Biagui, Etudiant

CONTACTS : dkobor@univ-zig.sn

2.2 Résumé exécutif

Dans ce travail, nous essayons de fabriquer une jonction PN du silicium monocristallin de type p en utilisant une méthode de dopage plus facile. Nous avons combiné la méthode de dépôt par revêtement de couche mince par centrifugation et la technique

de dopage par voie solide. Cette technique peut être considérée comme une variété de la méthode Spin On Dopant (SOD).

Dans cette étude, des composés à base de gel de phosphore ont été préparés et déposés par revêtement par centrifugation. Le traitement thermique permettrait ainsi, après dépôt de la couche mince, de diffuser les atomes de phosphore dans le substrat pour obtenir une diode PN. L'étude par spectrométrie de masse à ions secondaires (SIMS) a montré une concentration de phosphore en surface de 10^{20} at/cm³ incorporée dans le substrat de silicium à une profondeur de 300 nm. La technique de déplacement de phase par micro-ondes ($\mu W - PS$) est utilisée pour déterminer la durée de vie en volume τb des porteurs minoritaires. Dans cette technique, le déphasage entre un faisceau hyperfréquence (10 GHz) et une excitation infrarouge modulée en sinus est lié à τb et à la vitesse de recombinaison de surface (S) (Palais, Clerc, Arcari, Stemmer et Martinuzzi, 2003). Les valeurs moyennes de la durée de vie varient de $7\mu s$ pour un silicium de type p à $97\mu s$ pour du silicium dopé au phosphore. La vitesse de recombinaison en surface S varie d'environ 500 à 1000 cm.s⁻¹, ce qui est en parfait accord avec les meilleurs résultats dans la littérature.

2.3 Résultats majeurs obtenus

- diffusion réussie du phosphore à une profondeur de 300 nm avec une concentration maximale de 10^{20} at/cm³
- durée de vie a augmenté de 7 à 97 ns
- vitesse de recombinaison en surface a varié de 500 cm/s pour un silicium type p à 1000 cm/s après diffusion du phosphore.

3 Thématique de recherche 3

Nouveau 3C-carbure de silicium sur une hétérojonction à base de silicium pour l'augmentation de la collection des UV pour cellules solaires.

Mots-clés pour l'indexation : Carbure de silicium, Hétérojonction, Silicium, dopage

3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- M. Toure, Doctorant
- DB. Berenguer, Doctorant
- L. Ottaviani, Enseignant-chercheur
- M. Pasquinelli, Enseignant-chercheur
- O. Palais, Enseignant-chercheur
- P. Di Lauro, Enseignant-chercheur
- M. Portail, Enseignant-chercheur
- S Chenot, Ingénieur
- T. Wood, Doctorant
- D. Kobor, Enseignant-chercheur

CONTACTS : dkobor@univ-zig.sn

3.2 Résumé exécutif

Une tendance actuelle pour améliorer l'efficacité des cellules solaires est de construire des cellules multijonctions, créant ainsi une collection de longueurs d'onde en bandes. Cependant, les meilleures cellules de multi-jonctions sont en fait constituées de composés III-V sachant que le silicium et ses alliages ne conduisent pas à des dispositifs à haute efficacité. Dans cet article, nous étudions une hétérojonction 3CSiC/Si comme première étape pour les cellules 3C-SiC/Si en tandem.

Quatre échantillons ont été fabriqués en déposant des tranches de SiC-3C sur Si avec différents niveaux de dopage SiC. Des simulations des structures ont été effectuées, ainsi que des caractérisations optiques et électriques des cellules à hétérojonction.

3.3 Résultats majeurs obtenus

- Bonne absorption des UV par le carbure de silicium
- Rendement des cellules réalisées assez faible pour une application conséquente
- Possibilité d'application dans des environnements extrêmes

4 Thématique de recherche 4

Synthèse et caractérisation de Céramiques à base de Phosphore pour électrode positive

Mots-clés pour l'indexation : Vaorisation engrais NPK, LiFePO₄, Céramique, conductivité.

4.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kobor, D., Enseignant-chercheur
- Diallo, A.K. Etudiant
- Tine, M, Enseignant-chercheur

CONTACTS : dkobor@univ-zig.sn

4.2 Résumé exécutif

Historiquement, le LiCoO₂ est le matériau le plus utilisé en tant que matériau actif pour l'électrode positive de batterie en raison de son potentiel élevé (3,7 – 4,2 V), de sa capacité spécifique intéressante (150 mA·h·g⁻¹) et de son excellent cycle de vie. Cependant, sa toxicité, le coût du cobalt et son instabilité structurale orientent la recherche vers de nouveaux matériaux plus stables qui peuvent le remplacer. D'autre part, les véhicules hybrides, électriques et de communication (ordinateurs et téléphones mobiles...) ont accru la recherche scientifique et technologique de nouveaux matériaux capables de stocker et de restituer de l'énergie grâce à un système appelé accumulateur. Et la recherche a identifié la structure phosphate olivine comme le matériau céramique le plus prolifique pour l'électrode positive. LiFePO₄ est un matériau de cathode prometteur pour les batteries Lithium-ion. Il fournit une stabilité thermique élevée et est synthétisé en utilisant des matériaux à faible coût. Malheureusement LiFePO₄ souffre d'une faible conductivité électrique, ce qui nuit à ses performances

électrochimiques. Diminuer la taille des particules, enduire les particules de carbone ou doper

avec des atomes de métal peut augmenter la conductivité du matériau. Dans cet article, nous présentons la synthèse, la caractérisation physico-chimique et électrique de la céramique à base d'Alumino-phosphate dopé au lithium et au fer. L'engrais NPK a été utilisé en tant que précurseurs d'Al et de phosphore. Le spectre XRD de la poudre montre une présence possible de LiFePO_4 et $\text{Fe}_2(\text{PO})_3$ dans l'hétérostructure. Une quantité importante de Al est trouvée par les spectres EDX qui supposent que l'atome de base le plus important est l'aluminium et non le phosphore. Cela peut expliquer l'augmentation de la valeur de la conductivité 102 fois plus importante que celles trouvées dans la littérature pour LiFePO_4 .

4.3 Résultats majeurs obtenus

- Utilisation de l'engrais NPK comme précurseur
- Présence possible de LiFePO_4
- Conductivité 100 fois plus élevée que celle trouvée dans la littérature pour LiFePO_4

5 Thématique de recherche 5

Brevet OAPI : Procédé de Réalisation de Nano ou microtrous Spiro-coniques sur Substrat Silicium

Mots-clés pour l'indexation : Nouveau procédé, Nanotrous spiroconiques, Nanostructuration du silicium

5.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Diouma KObor

CONTACTS : dkobor@univ-zig.sn

5.2 Résumé exécutif

Le silicium, dans sa forme élémentaire naturel, n'est pas émetteur de lumière. Il doit être transformé en silicium poreux, une forme modifiée de silicium. Les propriétés électroniques, morphologiques et thermiques uniques du silicium poreux, le rendent utile pour une gamme d'applications. Le silicium poreux peut même être émetteur de lumière, ce qui est utile en optoélectronique. En plus des applications potentielles en optoélectronique à base de silicium, du silicium poreux a été utilisé en tant que revêtement antireflet pour des cellules solaires. Le silicium poreux chimiquement modifié peut être utile dans la détection chimique et biochimique. Il peut servir de matrice efficace pour l'introduction directe de macromolécules biologiques de grosse masse en spectrométrie de masse. D'autre part, cette nanostructure unique pourrait avoir des applications dans les cellules solaires pérovskites en utilisant des puits quantiques organique-inorganiques comme matériaux actifs dans ces microcavités.

La présente invention a justement comme but de proposer un procédé de réalisation de micro ou nanotrous de forme spiro-conique sur la surface d'un substrat silicium. Plus précisément le procédé de l'invention permet d'obtenir des motifs nanostructuraux en surface du substrat silicium. Ces motifs sont des micro ou nanotrous de formes à la fois coniques et spirales (spiro-coniques) réalisés pour la première fois par une méthode simple.

5.3 Résultats majeurs obtenus

- Nouvelle méthode de gravure chimique pour nanomicrostructures particulières
- Nouveau procédé
- Formes uniques et spéciales des nanostructures spiro-coniques

6 Thématique de recherche 6

Elaboration et Caractérisation des Nanostructures de Silicium et Hétéro-structure 3C-SiC/Si pour cellules Photovoltaïques

Mots-clés pour l'indexation : Nanostructures, Silicium, Méthode chimique, Nanostructures spiroconiques, Carbure de silicium 3C-Si/C

6.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Moussa Touré, Doctorant

CONTACTS : dkobor@univ-zig.sn

6.2 Résumé exécutif

Cette thèse est une investigation sur les possibilités d'amélioration du rendement, des propriétés optiques et électroniques des matériaux à base de silicium particulièrement pour le photovoltaïque. Pour cela, nous avons choisi de travailler sur l'approche consistant à améliorer leurs performances par le traitement, à l'échelle nanométrique, de la surface du silicium.

Ce travail de thèse est divisé en deux volets :

Dans le premier volet, nous nous sommes intéressés aux nanostructures de silicium fabriquées principalement par gravure chimique assistée par un catalyseur métallique.

La plus grande partie du travail a été consacré à étudier les différents paramètres de fabrication et à caractériser les nanostructures obtenues qui sont de plusieurs types : les nanofils de silicium, les nanopyramides, les nanopyramides inversées, les nano ou microtrous-spiroconiques et d'autres types de structures.

6.3 Résultats majeurs obtenus

- Thèse soutenue en 2017
- 2 séjours de recherche en France
- dynamisation du partenariat avec IM2NP-Marseille
- Plusieurs publications et communication dans des congrès et conférences
- Dépôt d'un brevet OAPI

- 2^e prix concours « Ma thèse en 180 s » en 2016

Variabilité climatique et impact sur les ressources en eau

1 PUBLICATIONS DANS DES REVUES INDEXÉES ET IMPACTÉES

1.1 PUBLICATION 2017

Thématique de recherche :

Etude de la variabilité climatique et de son impact sur les ressources en eau et la santé des populations de la zone côtière de la Côte d'Ivoire (d'Abidjan à Aboisso)

Mots-clés pour l'indexation : Groundwater, irrigation, crops, southeast coastal, Côte d'Ivoire.

1.1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010
- Dr GNAMBA Franck Maxime, Maître-Assistant, Membre associé au projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Pr BIEMI Jean, Professeur Titulaire, Directeur scientifique du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS :

- Dr Kpan Oulaï Jean Gautier +225 0818415
- Dr Oga Yéï Marie Solange +225 07856246 Dr Gnamba Franck Maxime +225 40670978

1.1.2 Résumé exécutif

Development of agricultural areas pressures on the availability of water resources in the South-East coastal region of Côte d'Ivoire (from Abidjan to Aboisso) require farmers to use groundwater for irrigation food and industrial crops. The objective of this study is to assess the aptitude of groundwater for irrigation in this region by using methods that take into account the Sodium Adsorption Report (SAR) and the Permeability Index (PI).

1.1.3 Résultats majeurs obtenus

The different results show that the SAR values range from 0.03 to 9.90 with an average of 1.83 while the PIs range from 5.11 to 210.77 with an average of 91.40. The C1S1 and C2S1 classes, corresponding to the water suitable for irrigation, represent 95% of the water sampled. In general, therefore, the sampled waters quality is suitable for irrigation except the boreholes waters of Memni (No.59) and Palmafrique (No. 64).

1.2 PUBLICATION 2016

Thématique de recherche : Impact of climate variability on water resources and population health in the South Eastern Coastal area of Côte d'Ivoire.

Mots-clés pour l'indexation : Climate variability, water resources, malaria, diarrhoea, helminthiasis, coastal area, Côte d'Ivoire

1.2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr YAO Koffi Théodore, Maître-Assistant, Membre de l'équipe du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- YAPI Assa Fabrice, Doctorant à l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Master dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr BAKA Derving, Maître-Assistant, Assistant de la coordinatrice et rapporteur du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Pr LASM Théophile, Professeur Titulaire, Directeur du LSTEE, laboratoire logeant le projet PAES/UEMOA 2010/OGA, Membre de l'équipe du projet
- Pr BIEMI Jean, Professeur Titulaire, Directeur scientifique du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS :

- KPAN Oulaï Jean Gautier +225 08187415
- OGA Yéï Marie Solange +225 07856246
- YAO Koffi Théodore +225 08870882

1.2.2 *Résumé exécutif*

The present study evaluates the impact of climate variability on water resources and population health in the coastal area of Cote d'Ivoire between Abidjan and Aboisso. First, hydroclimatic methods (Nicholson index) and statistical tests (Pettitt test, Hubert segmentation) were used for variability characterisation. Then, Thornthwaite Water balance method was used to evaluate water availability for aquifers recharge. Coefficient depletion method was also used to assess the impact of climate variability on surface water resources. The relationship between diseases occurrence (AhigbeKof-fikro and Samo) and rainfall pattern was evaluated through descriptive method.

1.2.3 *Résultats majeurs obtenus*

The results revealed important fluctuations of water resources levels at that time. The relationship rainfall-runoff showed with synchron trend that rivers flows regime was linked to rainfall. The impact on groundwater resources was explained by deficit of infiltrated water of about 35.49% and 22.61% after 1982 break at Abidjan airport and Bingerville stations respectively. Concerning health, 63% of malaria cases was observed against 2.85% for diarrhoea and 2.35% for helminthiasis. There was a strong relationship between rainfall and the diseases (malaria and diarrhoea).

1.3 PUBLICATION 2016

Thématique de recherche : Projection de la variabilité climatique à l'horizon 2050 dans la zone côtière au sud- est de la Côte d'Ivoire (d'Abidjan à Aboisso)

Mots-clés pour l'indexation : variabilité climatique, tests statistiques, modèle climatique HadCM3, zone côtière, Côte d'Ivoire.

1.3.1 *Auteurs et coordinateur du projet*

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr ADJA Miessan Germain, Maître-Assistant, Membre associé au projet PAES /UEMOA 2010/OGA
- Yapi Assa Fabrice, Doctorant à l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Master dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr BAKA Derving, Maître-Assistant, Assistant de la coordinatrice et rapporteur du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr YAO Koffi Théodore, Maître-Assistant, Membre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Pr BIEMI Jean, Professeur Titulaire, Directeur scientifique du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS :

- Dr OGA Yéï Marie Solange +225 07856246
- YAPI Assa Fabrice +225 08193239
- Dr ADJA Miessan Germain +225 07738063

1.3.2 *Résumé exécutif*

La zone côtière ivoirienne, d'Abidjan à Aboisso, est une zone fortement agricole qui bénéficie d'un climat équatorial de transition. A l'instar des autres régions du pays, elle connaît des perturbations climatiques (détérioration des paramètres climatiques en occurrence les précipitations). La mise en évidence de ces perturbations et la projection de leur évolution à l'horizon 2050, fait l'objet de cette étude. La méthode du filtre passe-bas d'ordre 2 de Hanning et le test statistique de détection de rupture de Pettitt ont été utilisés. La projection de l'évolution de la variabilité climatique à l'horizon 2050 est mise en évidence par le scénario d'émission A2 du modèle climatique HadCM3. Les données climatiques utilisées se composent des données de pluies moyennes mensuelles (mm) et de températures (° C) des stations d'Abidjan- aéroport, Bingerville, Anonkoua-Kouté et Adiaké.

1.3.3 *Résultats majeurs obtenus*

Les résultats obtenus montrent une alternance de phases humides, normales et sèches. Les ruptures climatiques identifiées se situent majoritairement dans la période 1968-1982. Elles correspondent à des baisses pluviométriques qui seront exacerbées à l'horizon 2050. Les simulations du scénario d'émission A2 du modèle climatique HadCM3 prévoient à cette échéance une baisse de 22% des pluies et une augmentation de la température de l'ordre de 1,29° C.

2 COMMUNICATIONS INTERNATIONALES (02) ET NATIONALES (01)

2.1 COMMUNICATION 2017

Thématique de recherche : Adaptations des populations face aux impacts hydrologiques et environnementaux de la variabilité climatique dans le Sud-est côtier de la Côte d'Ivoire.

Mots-clés pour l'indexation : variabilité climatique, classification, supervisée, occupation du sol, stratégies d'adaptation, Côte d'Ivoire.

2.1.1 *Auteurs et coordinateur du projet*

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010
- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr BAKA Derving, Maître-Assistant, Assistant de la Coordinatrice et rapporteur du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

- YAPI Assa Fabrice, Doctorant, Initialement Étudiant en DEA du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- YAO Koffi Théodore, Maître-Assistant, Membre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- BIEMI Jean, Professeur Titulaire, Directeur scientifique du projet PAES/UEMOA 2010

CONTACTS :

- Dr OGA Yéï Marie Solange +225 07856246
- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier +225 0818415
- Dr BAKA Derving +225 07650594

2.1.2 *Résumé exécutif*

La présente étude met en évidence les mesures d'adaptation aux impacts hydrologiques et environnementaux de la variabilité climatique par les populations du Sud-Est côtier de la Côte d'Ivoire, entre Abidjan et Aboisso. Les impacts environnementaux de la variabilité climatique concernent le changement du couvert végétal, des habitations et des pratiques culturelles tandis que les impacts hydrologiques portent sur la variation des indices pluviométriques, des débits et de la superficie des cours et plans d'eau.

L'analyse des données pluviométriques des quatre stations météorologiques de la zone d'étude (Abidjan, Adiaké, Alépé et Bingerville) sera effectuée par la méthode de filtre passe-bas de Hanning d'ordre 2 et l'analyse des débits des cours d'eau (fleuve Comoé et rivière Bia) par le calcul du coefficient de tarissement. Le traitement des images satellitaires TM+ (1986) et ETM+ (2000 et 2016) de la scène 195-056 par la méthode de classification supervisée permettra de comprendre les mutations opérées dans l'environnement. Enfin, l'enquête socio-économique menée en 2014 dans les villages pilotes d'Ahigbé- Koffikro et de Samo permettra de connaître la perception des populations sur les changements climatiques et ses impacts sur leurs activités. La proposition de stratégies d'adaptation permettra aux populations d'amoinrir les impacts de la variabilité sur leurs activités.

2.1.3 *Résultats majeurs obtenus*

Les résultats obtenus avec la méthode de Hanning d'ordre 2 montrent une période humide excédentaire de 1960 à 1983 (12,64 à 15,15%) et une période sèche déficitaire de 1984-2014 (-11,72 à -6,75%) dans la région. Les coefficients de tarissement calculés sur le fleuve Comoé révèlent une baisse des débits dans la période de 1985 à 1994. La classification supervisée des images satellitaires TM+ (1986) et ETM+ (2000 et 2016) de la scène 195-056 montre un amenuisement et une eutrophisation du lac Ono respectivement en 2000 et 2016. Elle révèle également l'absence de la classe « zone de marécage » et l'augmentation des zones de « sols nus » sur les images de 2000 et 2016. Selon l'enquête socio-économique réalisée en 2014, 81% des populations interrogées attribuent la cause des baisses des productions et des rendements agricoles au changement climatique. Pour s'y adapter, les stratégies d'amélioration des pratiques culturelles ont été développées par 69% des populations tandis que 31% ont choisi le

transport, l'agriculture et le commerce au détriment de l'agriculture ou la migration vers les pays occidentaux et les villes ivoiriennes.

2.2 COMMUNICATION 2016

Thématique de recherche : Impacts socio-économiques du dérèglement climatique et stratégies d'adaptation des populations du Sud-Est côtier de la Côte d'Ivoire (Abidjan à Aboisso).

Mots-clés pour l'indexation : dérèglement climatique, enquête socio-économique, activités agricoles, impacts socio-économiques, occupation du sol, stratégies d'adaptation, Sud-Est côtier, Côte d'Ivoire.

2.2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr YAO Koffi Théodore, Maître-Assistant, Membre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- YAPI Assa Fabrice, Doctorant, Initialement Étudiant en DEA du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr BAKA Derving, Maître-Assistant, Assistant de la coordinatrice et premier rapporteur du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Pr LASM Théophile, Professeur Titulaire, Directeur du LSTEE, laboratoire logeant le projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Pr BIEMI Jean, Professeur Titulaire, Directeur scientifique du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS :

- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier +225 0818415
- Dr OGA Yéï Marie Solange +225 07856246
- Dr YAO Koffi Théodore +225 08870882

2.2.2 Résumé exécutif

La présente étude évalue les impacts socio-économiques et l'adaptation des populations au dérèglement climatique dans la zone côtière de la Côte d'Ivoire entre Abidjan et Aboisso.

Cette étude s'appuie sur une enquête socio-économique menée en 2014 dans les villages pilotes d'Ahigbé-Koffikro et de Samo. La perception des populations sur les changements climatiques et ses impacts sur leurs activités a été révélée par ladite enquête

2.2.3 Résultats majeurs obtenus

Les résultats obtenus révèlent que plus de 99% de la population connaît le phénomène du changement climatique. Ledit phénomène est à la base des baisses de production et de rendement des cultures pratiquées dans la région selon 81% des répondants.

Pour s'adapter à cette situation, les populations ont développé des stratégies. Les cartes d'occupation du sol de 1986 et de 2000 ont montré que les zones marécageuses, non exploitées auparavant, sont aujourd'hui devenues des rizières. Aussi, pour la majorité de la population restée fidèle à l'agriculture, les méthodes résident en la multiplication des semis, l'introduction d'une nouvelle culture ou d'une variété améliorée, l'utilisation de techniques de fertilisation du sol, le reboisement, l'irrigation motorisée et l'initiation d'activités ou de cultures secondaires. Par contre, une minorité de la population a choisi d'abandonner l'agriculture soit pour s'adonner au transport ou commerce, soit pour immigrer dans les pays occidentaux ou pour aller dans les grandes villes ivoiriennes.

2.3 COMMUNICATION 2014

Thématique de recherche : Étude de la variabilité climatique dans la zone côtière Sud-Est de la Côte d'Ivoire.

Mots-clés pour l'indexation : variabilité climatique, méthodes hydro climatiques et hydrologiques, tests statistiques, modèle climatique HadCM3, zone côtière, Côte d'Ivoire.

2.3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- YAPI Assa Fabrice, Doctorant, Initialement Étudiant en DEA du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr GNAMBA Franck Maxime, Maître-Assistant, Membre associé au projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr BAKA Derving, Maître-Assistant, Assistant de la coordinatrice et premier rapporteur du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Dr YAO Koffi Théodore, Maître-Assistant, Membre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA
- Pr BIEMI Jean, Professeur Titulaire, Directeur scientifique du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS :

- Dr Oga Yéï Marie Solange +225 07856246, ogamariso@gmail.com
- YAPI Assa Fabrice +225 08193239

- Dr Kpan Oulaï Jean Gautier +225 0818415

2.3.2 *Résumé exécutif*

La présente étude a pour objectif la mise en évidence de la variabilité climatique dans la zone côtière de la Côte d'Ivoire, d'Abidjan à Aboisso. Les méthodes hydroclimatiques (Indice de Nicholson, Filtre passe-bas de HANNING d'ordre 2) et les tests statistiques (test de Pettitt, segmentation d'Hubert, méthode bayésienne de Lee et Heghinian) ont été utilisés pour la caractérisation de la variabilité. Le bilan hydrologique par la méthode de Thornwaite a été utilisé pour calculer la quantité d'eau disponible pour la recharge des nappes. Le modèle climatique HadCM3 a permis de faire une projection de l'évolution de la variabilité à l'horizon 2050.

2.3.3 *Résultats majeurs obtenus*

Les résultats obtenus sur les séries pluviométriques des stations d'Abidjan Port Bouët, de Bingerville, d'Anonkoua et d'Adiaké ont mis en évidence une alternance de phases humides, normales et sèches. Les tests statistiques ont signalé des ruptures équivalentes à une diminution des pluviométries se situant majoritairement entre 1968 et 1982. Le bilan hydrologique sur la période de 1961-2012 à Abidjan Port Bouët et de 1971-2012 à Bingerville indique une baisse de l'infiltration, donc un impact négatif du phénomène sur les ressources en eaux souterraines. L'étude de la tendance d'évolution par le scénario d'émission A2 du modèle HadCM3 indique une baisse de 22% de la pluviométrie et une augmentation de 1,29° C de la température à l'horizon 2050.

2.4 SOUTENANCE DE THÈSES ET DE MASTER

Thématique de recherche : Incidence de la variabilité climatique sur les ressources en eau, le développement agricole et la santé des populations dans le sud-est de la Côte d'Ivoire et prospectives : cas de la zone littorale d'Abidjan à Aboisso.

Mots-clés pour l'indexation : Variabilité climatique, LARS WG, déficit pluviométrique, ressources en eau, maladies à vecteurs, agriculture, adaptations, Sud-Est côtier, Côte d'Ivoire

2.4.1 *Auteurs et coordinateur du projet*

AUTEUR (noms et fonction) :

KPAN Oulaï Jean Gautier, Docteur de l'université FHB, Côte d'Ivoire Bénéficiaire d'une bourse de Doctorat dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OGA, Thèse dirigée par Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS : KPAN Oulaï Jean Gautier +2250818415

2.4.2 *Résumé exécutif*

La présente thèse a été initiée dans le but de mettre en évidence les principaux changements climatiques de cette région, d'évaluer leurs impacts sur les ressources en eau, la

santé des populations et l'agriculture afin de leur proposer des stratégies d'adaptation tout en s'appuyant sur celles qui existent.

La résolution de ce problème a fait appel aux méthodes hydroclimatiques (isohyètes, test statistique, modélisation du climat futur), hydrogéologiques, hydrogéochimiques, de télédétection, socio-économiques et sanitaires.

2.4.3 Résultats majeurs obtenus

Les résultats révèlent une baisse des amplitudes des isohyètes, qui sont passées de 2000 (Alépé) et 2300 mm (Abidjan), pendant la décennie 1961-1970, à 1400 et 1600 mm pendant la décennie 1991-2000. Une alternance de périodes humides et sèches, avec une longue période déficitaire à partir des années 1970, a été montrée. Ce déficit pluviométrique oscille entre 6,75 et 11,72% après les différentes ruptures pluviométriques observées en 1976 et 1982 dans les stations de la région. Les saisons pluvieuses sont raccourcies de 41 jours. À l'horizon 2050, les projections faites à la station d'Abidjan-aéroport, avec le logiciel LARS-WG, indiquent une hausse de la température comprise entre 0,10° C et 0,19° C, suivant les scénarii SRA1B et SRA2. Une augmentation de 4 à 5% de l'ETP sera également observée au cours de la même période. Également, les précipitations connaîtront une hausse de 3,06 à 5,85%, même si celle-ci correspondra à une baisse pluviométrique de 1,86% (SRA2) à 4,45% (SRA1B) comparativement à la moyenne observée de la SODEXAM (1963-2014).

Un déficit d'infiltration des eaux de pluie est enregistré dans la zone d'étude, qui oscille entre 14,08 et 42,20%. L'étude piézométrique a montré que la recharge de la nappe au niveau des forages profonds (plus de 60 m) se fait au cours des mois de juin à octobre, selon que les précipitations de l'année précédente sont inférieures ou supérieures à 1750 mm (pluviométrie moyenne annuelle de la région). Quant aux puits dont les profondeurs varient entre 0,45 m et 12,46 m, leur recharge se fait immédiatement après les pluies. Les volumes d'eau mobilisés du fleuve Comoé, des rivières Bia et Soumié sont restés très faibles dans la période après 1982. La classification supervisée des images satellitaires de 2000 et 2016, comparée à celle de 1986, a montré une régression du volume du lac ONO, suite à la baisse pluviométrique et au phénomène d'eutrophisation. Des liens ont été établis entre des pathologies et la fluctuation de la pluviométrie, grâce à l'ACPN, et au coefficient de Pearson. Il s'agit du paludisme associé à l'anémie et de la fièvre typhoïde, qui représentent respectivement 63 et 10% des consultations dans les centres de santé, et qui sont influencées par la pluviométrie, avec les probabilités de 0,60, et 0,64. L'enquête socio-économique a montré une baisse des productions et des rendements agricoles. Pour faire face aux impacts de la variabilité climatique, les populations ont mis en place des stratégies d'adaptation telles la multiplication des semis, l'introduction d'une nouvelle culture ou d'une variété améliorée, l'utilisation de techniques de fertilisation du sol, le reboisement, l'initiation d'activités ou de cultures secondaires et l'irrigation motorisée dans le domaine agricole. Les cartes d'occupation du sol des années 1986, 2000 et 2016 ont permis d'observer, dans le contexte d'adaptation, les différents changements opérés dans le milieu naturel. Au plan sanitaire, l'utilisation de la moustiquaire imprégnée, des insecticides à base de DEET et des spirales ainsi que la destruction des gîtes larvaires des moustiques sont couramment pratiquées. La suffisance des précipitations,

la connaissance des saisons des pluies, l'aptitude des sols et des ressources en eau à la pratique agricole ont permis d'établir un calendrier cultural pour la région.

2.5 SOUTENANCE DU DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Thématique de recherche : Impact de la variabilité climatique dans la transmission du paludisme à Samo (Côte d'Ivoire)

Mots-clés pour l'indexation : Variabilité climatique, transmission du paludisme, Samo, Côte d'Ivoire

2.5.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

TRAORÉ Adama, Thèse d'exercice en Pharmacie de l'université FHB, Côte d'Ivoire, Bénéficiaire d'une bourse de Master dans le cadre du projet PAES/UEMOA 2010/OG A, Thèse co-dirigée par Pr Menan Eby Hervé, Professeur titulaire de Parasitologie et Mycologie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, université FHB

Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES /UEMOA 2010/OGA

CONTACTS : TRAORÉ Adama, +225 07052703

2.5.2 Résumé exécutif

Cette étude avait pour objectif de déterminer l'effet du changement climatique dans la transmission du paludisme de 2000 à 2012 dans le village de Samo. Elle a consisté en la détermination de l'existence de variation des facteurs hydro-climatiques, de la prévalence du paludisme et en l'existence d'une corrélation entre la prévalence du paludisme et la variation de ces facteurs hydro-climatiques.

2.5.3 Résultats majeurs obtenus

Au cours de la période d'étude la pluviométrie et la prévalence du paludisme ont varié d'une année à une autre. Quant à la température, elle a très peu varié.

Au cours de cette dernière décennie, de 2004 à 2008, la pluviométrie et la prévalence du paludisme ont sensiblement augmenté. La température, quant à elle, n'a presque pas évolué. La corrélation entre le nombre de cas de paludisme et les facteurs hydro-climatiques a confirmé un rapport positif, mais ce lien est resté très faible voire pas significatif.

Il faut noter que les facteurs hydro-climatiques tels que la pluviométrie et la température pourraient influencer la transmission du paludisme, mais d'autres facteurs seraient à prendre en compte, notamment l'influence de l'humidité relative et des programmes de lutte contre cette affection. Cette humidité relative joue aussi un rôle important dans le développement des vecteurs. L'étude pourrait s'étendre à plusieurs endroits du territoire compte tenu de la diversité du climat.

Les changements climatiques ont des conséquences bien étendues qui vont au-delà de la santé et concernent tous les systèmes contribuant au maintien de la vie. De ce fait, ces facteurs doivent être pris en considération, dans les méthodes de prévention et de lutte d'affection transmise par des vecteurs tels que le paludisme.

2.6 SOUTENANCE DE MASTER

Thématique de recherche : Étude de la variabilité climatique et son impact sur les ressources en eau de la zone côtière de la Côte d'Ivoire (d'Abidjan à Aboisso)

Mots-clés pour l'indexation : Variabilité climatique, modèle HadCM3, LARS-WG, ressources en eau, Côte d'Ivoire.

2.6.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Yapi Assa Fabrice, Doctorant, Initialement Étudiant en DEA du projet PAES/UEMO A 2010/OGA, Master dirigé par Dr OGA Yéï Marie Solange, Maître de Conférences, Coordinatrice du projet PAES/UEMOA 2010/OGA

CONTACTS : YAPI Assa Fabrice +225 08193239

2.6.2 Résumé exécutif

Ce travail constitue les résultats préliminaires du Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur, 2010 (PAES- 2010), portant sur la variabilité climatique en zone côtière de la Côte d'Ivoire (d'Abidjan à Aboisso) et financé par l'UEMOA/BAD. Il a pour objectif de mettre en évidence la variabilité climatique et son impact sur les ressources en eau de cette zone. Les méthodes hydroclimatiques et statistiques ont été appliquées sur les données hydroclimatologiques (pluviométrie, température insolation et humidité relative de l'air) et sur les données hydrométriques (débits journaliers). Une projection jusqu'en l'an 2050 de l'évolution de la variabilité du climat a été modélisée par le modèle HadCM3 de LARS-WG.

2.6.3 Résultats majeurs obtenus

Il ressort des résultats que les séries pluviométriques étudiées présentent une alternance de phases normales (1936- 1945), humides (1945-1970), et sèches (1970-2012). Elles sont marquées par des ruptures détectées majoritairement entre 1968 et 1982 traduisant des baisses pluviométriques. À l'horizon 2050, le climat de la zone côtière sud-est enregistre une baisse de 22% de la pluviométrie et une augmentation de 1,29° C de la température. La baisse de la pluviométrie exprimant fortement les modifications du climat a un impact sur les ressources en eau de cette zone. En effet, à la station hydrométrique d'Abradinou sur la Comoé, les valeurs du coefficient de tarissement varient de 1,17.10⁻² j-1 à 2,03.10⁻² j-1, avec une valeur moyenne de 1,62.10⁻² j-1 et les volumes d'eau mobilisés par les nappes varient entre 0,65 et 7,27 km³ avec une moyenne de 3,72 km³. À la station de Bianouan sur la Bia, les valeurs du coefficient de tarissement varient entre 9,9.10⁻³ j-1 et 4,83.10⁻² j-1, avec une moyenne de 2,02.10⁻² j-1 et les volumes d'eau mobilisés oscillent entre 3,86.10⁻² km³ et 1,13 km³ avec une

moyenne de 0,65 km³. Ces valeurs révèlent une fluctuation importante du régime des cours d'eaux de la région. L'analyse de la relation pluie- débit a mise en évidence une tendance synchrone traduisant la dépendance de ce régime à la lame d'eau précipitée. La baisse avérée de la pluviométrie a entraîné un déficit de la recharge des nappes de la zone d'étude après la rupture pluviométrique de l'année 1982. Ce déficit est dans l'ordre de 35,49% à la station d'Abidjan-aéroport et de 22,61% à la station de Bingerville.

Maîtrise de l'eau : présence d'arsenic

Thème global de recherche

Maîtrise de l'eau : Impacts sanitaires de la présence d'arsenic dans l'eau de consommation et sécurisation de l'accès à l'eau potable par l'étude de solutions de traitement en Afrique de l'Ouest : cas de la région nord du Burkina Faso

Nom du coordonnateur : Pr. Yacouba KONATE, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), 01 BP 594 Ouagadougou 01 Burkina Faso, Tél : (226) 25 49 28 00; Fax : (226) 25 49 28 01, <http://www.2ie-edu.org>, E-mail : yacouba.konate@2ie-edu.org

1 Publication scientifique 1

Performances comparatives des techniques de Nanofiltration et d'Osmose inverse pour le traitement d'Eau de consommation contaminée à l'Arsenic au Burkina Faso. Thèse de doctorat

Mots-clés pour l'indexation : Arsenic ; arsénite ; arséniate ; nanofiltration ; osmose inverse

1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Dompé Ghislain Maxime AHOULÉ, doctorant

CONTACTS :

Encadreur : franck.lalanne@2ie-edu.org

Coordonnateur : yacouba.konate@2ie-edu.org

1.2 Résumé exécutif

Une étude a été menée sur la faisabilité technique du traitement de potabilisation des eaux de forage contaminées à l'arsenic par procédé membranaire. Pour ce faire, l'efficacité de deux membranes commerciales (NF270 et TW30) vis-à-vis de la rétention des espèces d'arsenic, arsénite [As (III)] et arséniate [As (V)], a été d'abord comparée

sous différentes conditions expérimentales. Ensuite, la contribution des différents mécanismes intervenant dans l'élimination des espèces d'arsenic a été identifiée. Enfin, la membrane la plus performante a été utilisée pour le traitement d'une eau souterraine naturellement riche en arsenic. Il ressort de cette étude que la pression opératoire et le pH sont les paramètres importants sur lesquels il faut agir pour améliorer l'efficacité du système membranaire pour le traitement de l'arsenic. L'As(V) est facilement éliminé par rapport à l'As (III) aussi bien avec la membrane de nanofiltration que d'osmose inverse. Toutefois, la membrane d'osmose inverse (TW30) permet une meilleure élimination des différentes espèces d'arsenic que la membrane NF270. Cela est dû au fait que la membrane TW30 est une membrane dense. L'application de cette membrane pour la production d'eau potable à partir d'une eau de forage contenant 413,74+g/L d'arsenic total dont 405,63+g/L d'As (V) et 8,11 +g/L d'As (III) a donné une concentration d'arsenic total dans l'eau traitée de 9,99 +g/L soit un taux de rétention de 97,6% et un volume d'eau traité correspondant à 70% du volume d'eau brute. Il est donc possible de mettre en place un procédé de traitement de ces eaux de forage à partir de la membrane TW30 afin de produire de l'eau potable pour les populations du nord du Burkina Faso. La performance de ce procédé peut être encore améliorée en oxydant l'As (III) en As (V) avant filtration.

1.3 Résultats majeurs obtenus

Les conditions opératoires du système de traitement ainsi que le choix du type de membrane sont déterminants.

→ ↗ P et pH ⇒ l'amélioration de l'efficacité du système ;

→ ↗ Y, [As] et force ionique ⇒ une baisse de l'efficacité

As(V) est plus facilement éliminé que l'As(III) pour les membranes NF et OI.

Les membranes de OI sont plus efficaces que les membranes de NF pour les deux espèces

2 Publication scientifique 2

Impacts sanitaires et sociaux de la pollution de l'eau à l'arsenic en Afrique Subsaharienne. Cas du Burkina Faso (Thèse de Doctorat)

Mots-clés pour l'indexation : arsenic, eau, société, Burkina Faso, santé

AUTEURS (noms et fonction) : Awa Gueye (Doctorant)

CONTACTS :

Encadreur : franck.lalanne@2ie-edu.org

Coordonnateur : yacouba.konate@2ie-edu.org

2.1 Résultats majeurs obtenus

- En moyenne 60% de la population enquêtée est sensibilisée au problème de présence d'arsenic dans les eaux mais cette valeur passe à 82% pour le village qui a connu la fermeture de certains forages suite à la pollution par l'arsenic.
- 100 % des puits échantillonnés ont une concentration en arsenic inférieure à la norme de 10 +g/L et 50% des forages (2/4) ont une concentration en arsenic largement supérieure à la norme (245 et 1450 +g/L).
- Le taux de prévalence de présence d'arsenic dans les urines (intoxication potentielle récente) est de 92% dans le village dont le forage est très contaminé et de 76% dans le village dont le forage est moyennement contaminé. Preuve que malgré la connaissance de la présence d'arsenic dans les eaux, celles-ci sont consommées.
- Le taux de prévalence de présence d'arsenic dans les ongles (intoxication potentielle ancienne) est de 95% dans le village dont le forage est très contaminé.
- Le taux de prévalence des maladies de peau (mélanoses et kératoses) est de 67,3% dans le village dont le forage est très contaminé et de 28,% dans le village dont le forage est moyennement contaminé.

3 Publication scientifique 3

Contamination des eaux souterraines par l'arsenic au Burkina Faso, Afrique de l'Ouest : prévision et vérification des régions à risque. Publication

Mots-clés pour l'indexation : Contamination a l'arsenic, Eau de boisson, Afrique de l'ouest, Minéraux sulfurés, Modélisation des risques, Menace pour la santé.

3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Anja Bretzler, Doctorante
- Franck Lalanne, Enseignant Chercheur
- Julien Nikiema, Enseignant chercheur
- Joel Podgorski, chercheur
- Numa Pfenninger, chercheur
- Michael Berg, chercheur
- Mario Schirmer chercheur

CONTACTS : franck.lalanne@2ie-edu.org, yacouba.konate@2ie-edu.org

3.2 Résumé exécutif

La contamination par l'arsenic des eaux souterraines de sous-sols cristallins en Afrique de l'Ouest n'a été étudié que dans des zones isolées et présente une menace grave pour la santé dans une région déjà confrontée à de multiples défis liés à la qualité et à la rareté de l'eau. Nous présentons un ensemble complet de données sur les concentrations d'arsenic provenant de puits d'eau potable dans les zones rurales du Burkina Faso (n = 1498), dont 14,6% ont une concentration supérieure à 10 μ g/L

Cet ensemble de données comprend 269 nouveaux échantillons provenant de régions dans lesquelles aucune donnée publiée sur la qualité de l'eau n'a été rapportée. Nous avons utilisé la régression logistique multivariée avec des mesures d'arsenic comme données d'étalonnage et des cartes de la géologie et des gisements minéraux en tant que variables indépendantes pour les modèles de prévision de l'arsenic aux seuils de concentration de 5, 10 et 50 $\mu\text{g} / \text{L}$. Ces cartes de danger délimitent les zones vulnérables de contamination par l'arsenic des eaux souterraines au Burkina Faso.

Les socles rocheux composés de schistes et de roches volcaniques de la formation Birimian, abritant potentiellement des minéraux sulfurés contenant de l'arsenic, ont la probabilité la plus élevée de produire des concentrations d'arsenic dans les eaux souterraines $N10\mu\text{g}/\text{L}$.

Combiné avec les estimations de la densité de la population, les modèles de l'arsenic indiquent qu'environ 560 000 personnes sont potentiellement exposées avec des eaux souterraines contaminées par l'arsenic au Burkina Faso. Les mêmes formations géologiques contenant de l'arsenic qui sont des prédicteurs positifs d'augmentation des concentrations d'arsenic au Burkina Faso existent également dans les pays voisins.

3.3 Résultats majeurs obtenus

- 14,6% des forages d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso sont touchés par l'arsenic $N10\mu\text{g}/\text{L}$.
- L'arsenic géogénique est lié au sulfure minéraux de roches volcaniques et schistes.
- Les cartes de danger identifient les zones vulnérables contamination par l'arsenic des eaux souterraines.
- 560 000 personnes sont potentiellement exposées aux eaux de boissons contenant de l'arsenic $N10\mu\text{g}/\text{L}$ au Burkina.
- Prise de conscience d'une eau transfrontalière problème de qualité affectant toute la région.

4 Publication scientifique 4

L'arsenic dans les eaux en Afrique : review. Publication

Mots-clés pour l'indexation : Arsenic, eau souterraine, contamination

4.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Dompé Ghislain AHOULE, Franck LALANNE, Julie MENDRET, Stephan BROSILLON

CONTACTS :

Co-auteur : franck.lalanne@2ie-edu.org

Coordonnateur : yacouba.konate@2ie-edu.org

4.2 Résumé exécutif

L'examen des études sur l'arsenic dans les eaux africaines montre que l'on peut trouver de l'arsenic en fortes concentrations dans les eaux de surface et les eaux souterraines en Afrique. Les concentrations d'arsenic dans les eaux souterraines africaines varient de 0,02 à 1760 +g L-1, tandis que le niveau d'arsenic dans les eaux de surface est supérieur à 10 000 +g L-1. Ces niveaux élevés d'arsenic dans les eaux de surface sont généralement liés aux activités minières, aux sédiments locaux, à l'élimination et à l'incinération des déchets municipaux et industriels. Contrairement aux eaux de surface, les niveaux élevés d'arsenic dans les eaux souterraines se produisent dans des conditions naturelles. Cela est dû à la présence d'oxydes de fer, de minéraux sulfurés tels que la pyrite, l'arsénopyrite, la chalcopyrite, etc., de roches volcaniques et d'eaux géothermiques. Les eaux de surface ont généralement un niveau d'arséniate [As (V)] plus élevé que celui d'arsénite [As (III)]. Dans les eaux souterraines, la présence d'As (V) ou d'As (III) dépend des conditions de pH et d'oxydoréduction. Dans les eaux souterraines moins profondes où il existe des conditions oxydantes, l'arsenic sous forme d'As (V) est prédominant et dans les eaux souterraines plus profondes où les conditions deviennent réductrices, As (V) est converti en As (III), et As (III) est la principale espèce. L'analyse des sédiments révèle un niveau élevé de pollution par l'arsenic dans les sols africains, qui constitue un risque réel pour le milieu aquatique et la santé humaine. Les humains sont exposés à cet arsenic toxique principalement par l'air, les aliments et principalement l'eau. Peu d'études en Afrique font le lien entre les problèmes de santé humaine et les niveaux élevés d'arsenic dans l'eau. En outre, seuls deux articles traitant de la dépollution de l'arsenic ont été trouvés. Cela montre que l'arsenic, qui constitue un problème de santé publique majeur dans le monde, intéresse moins les pays africains, alors que de fortes concentrations d'arsenic ont été trouvées dans les eaux de surface et les eaux souterraines dans certains pays africains et que les sols sont fortement contaminés par l'arsenic. La plupart des études menées sur les problèmes de l'arsenic en Afrique sont consacrées à la caractérisation et à la quantification de la pollution, mais les études sur les risques pour la santé humaine et les systèmes de traitement sont négligeables. La question de l'arsenic en Afrique nécessite une attention particulière afin d'éviter les problèmes rencontrés dans certaines régions, principalement en Asie.

4.3 Résultats majeurs obtenus

La présence d'arsenic en Afrique est avérée dans de nombreux pays dans diverses régions

5 Publication scientifique 5

Étude de l'exploitation d'un processus de traitement de l'arsenic par adsorption sur de l'oxyde de fer : Publication

Mots-clés pour l'indexation : arsenic, eau souterraine, contamination, adsorption, GEH, Burkina Faso

5.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Franck Lalanne, Bernard Elisée Ouedraogo

CONTACTS : franck.lalanne@2ie-edu.org, yacouba.konate@2ie-edu.org

5.2 Résumé exécutif

La contamination des eaux souterraines par l'arsenic en Afrique de l'Ouest (Ahoulé *et al.*, 2015) et au Burkina Faso est un problème grave (des teneurs [As] jusqu'à $1600\mu\text{g}/\text{L}$) (Smedley *et al.*, 2007; Bretzler *et al.*, 2017) alors que la norme est de $10\mu\text{g}/\text{L}$ (OMS, 2006). Les autorités ont réagi à la présence d'arsenic dans les eaux de forage en fermant ces points d'eau, car une exposition aiguë à l'arsenic était à l'origine de nombreuses maladies (lésions de la peau au foie et aux reins, troubles neurologiques, troubles cardiovasculaires, troubles nerveux et cancers) (USEPA, 2001; Santé Canada, 2006; ATSDR, 2007; Barro-Traoré *et al.*, 2008; Somé *et al.*, 2012). L'objectif de cette étude est de démontrer la possibilité de traiter ces eaux par une technique simple, pouvant être connectée directement à la sortie de pompes manuelles et sans consommation d'énergie : adsorption sur oxyde de fer (Lenoble, 2003). À cette fin, un pilote de traitement utilisant un matériau connu et breveté pour sa capacité de rétention de l'arsenic (GEH : Granular Eisen Hydroxyde) (GEH, 2018) a été installé. L'élimination de l'arsenic de l'eau brute a été mesurée au fil du temps, ainsi que les possibilités économiques pour la mise en œuvre du processus.

De nombreux traitements d'élimination de l'arsenic ont été mis au point (Thomas *et al.*, 2002), mais l'adsorption sélective sur l'oxyde de fer présente une facilité de mise en œuvre ainsi qu'un faible coût d'investissement et de maintenance (Lenoble, 2003). Cette méthode produit de l'eau avec une concentration [As] de moins de $10\mu\text{g}/\text{L}$. En cela, GEH (oxyhydroxyde de fer ferrique cristallisé sous la forme ($\beta - \text{FeOOH}$)) est un produit intéressant (Moles *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2004). Selon Blard (2005), la capacité d'adsorption de GEH est exceptionnelle, jusqu'à 100 000 volumes d'eau traitée par volume de matériau d'adsorption. Ce procédé est peu technique, peut être utilisé sans régénération et est adapté aux petites communautés (Welté et Montiel, 2004). Dans cette étude, il apparaît que GEH a un très bon potentiel de rétention d'arsenic avec un pourcentage d'élimination supérieur à 99%. De plus, le pilote a une durée de saturation de plusieurs années ainsi qu'un faible coût en m^3 d'eau produite. L'idée d'une mise en œuvre à plus grande échelle est donc assez réaliste avec le contexte socio-économique des zones rurales du Burkina Faso.

5.3 Résultats majeurs obtenus

L'élimination de l'arsenic des eaux souterraines utilisés comme eau de boissons est réalisable techniquement et économiquement par des technologies d'adsorption à l'échelle communautaire

La technologie du biogaz

1 Thématique de recherche

La technologie du biogaz, un facteur d'intégration agriculture – élevage pour un développement durable et l'amélioration des conditions de vie des paysans

Mots-clés pour l'indexation : intégration, agriculture, élevage, biogaz, effluent, gain pondéral

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Pr Filifing Dembélé, enseignant /chercheur Coordinateur du projet, Pr Sidiki G. Dembélé, enseignant /chercheur (IPR/IFRA de Kati-bougou); Dr Bara Ouologuem Directeur de recherche (IER/Sotuba); Mariame A.K. Maïga (DRA de Koulikoro); Famoussa Dembélé; Seydou Togo et Bouréma Traoré.

CONTACTS :

- Filifing Dembélé : tél. + 76 45 66 82 / 65 76 5818, E-mail : filifingdem@yahoo.fr ;
- Sidiki Gabriel Dembélé : tél.+76.46.53.58 / 65.70.20.93, E-mail : sidikigabriel@gmail.com ;
- Bara Ouologuem : tél. (223) 76 46 15 30; E-mail : ouologuembara@yahoo.fr ;
- Mariame Maïga : tél. + 63 92 94 27; 76 02 57 52, Email : mariameakmaiga@yahoo.fr.

3 Résumé exécutif

- Production et utilisation du biogaz dans la commune rurale de Duguwolowula.
- Utilisation de l'effluent comme engrais organique dans la production végétale.
- Utilisation de l'effluent du digesteur dans l'alimentation des bœufs d'embouche.
- Analyse économique.
- Analyses des forces, faiblesses, opportunités et contraintes du projet.

4 Résultats majeurs obtenus

L'économie du Mali repose principalement sur le secteur rural qui est caractérisé par le coût élevé des engrais chimiques et de l'aliment bétail, la faible production de fumures organiques, et la forte pression sur les ligneux pour le bois-énergie. La fermentation anaérobie de la bouse de vache produit du biogaz et l'effluent. Tout cela contribue à la résolution des problèmes posés. Ainsi nous avons conduit de 2013 à 2015 cette étude dans le cercle de Banamba. Il s'agissait d'une part de mettre en évidence la rentabilité du biogaz dans la cuisine, la réfrigération les groupes électrogène, d'autre part d'évaluer l'effet de l'effluent sur la fertilité du sol et le rendement du mil et de mettre en évidence l'influence de l'effluent sur le gain pondéral des ovins en embouche. À l'issu des différents tests, les résultats suivants ont été obtenus :

- La production du biogaz a été maîtrisée par les bénéficiaires, elle oscillait entre 1,5 m³ et 4 m³ de biogaz par jour. En moyenne 80% du biogaz produit sont consommés surtout pour la préparation du petit déjeuner (bouillie), les sauces et le chauffage de l'eau.
- Les tests de fertilisation ont mis en relief la pauvreté des sols en fertilisants organiques. L'effluent a manifesté des valeurs supérieures à celles des ordures ménagères.
- L'incorporation de l'effluent dans la ration des béliers en embouche a permis d'augmenter leur poids au même titre que l'aliment concentré bunafama et les fanes de niébé.
- L'effluent frais peut être incorporé jusqu'à 0,25 kg dans la ration des béliers. Il a été plus rentable d'inclure l'effluent et le bunfama dans la ration des béliers en embouche que les fanes de niébé. La santé des animaux n'a pas été perturbée par l'ingestion de l'effluent.

Conversion de l'énergie photovoltaïque

1 Thématique de recherche

Maîtrise de la technologie de conversion de l'énergie photovoltaïque : Conception de convertisseurs électroniques pour les systèmes photovoltaïques

Mots-clés pour l'indexation : Conception, Régulateur, Onduleur, Système PV

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Dr. Oumar BA : Electronique - Commande, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Dr. Magaye DIOP : Automatique - Automatisme - Telecom, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Dr. Abdoulaye DIENG : Electronique - Electronique de puissance - Machines Electriques, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Salif Sagana FALL, DEA : Electronique - Informatique, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Dr. Abdoulaye MBAYE : Mathématiques, Enseignant / Chercheur à l'ESP / UCAD
- Dr. Ababacar NIANG : Réseaux Electriques, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Dr. Boubacar NIANG : Electronique - Informatique Industrielle, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Talla NDIAYE, Ingénieur, agrégé en Génie électrique : Automatique - électronique de puissance - Machines électrique, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Dr. Gustave SOW : électronique de puissance - électronique - Energies Renouvelables, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Prof. Lamine THIAW : électronique de puissance - Machines électriques - Informatique - Energies Renouvelables, Enseignant / Chercheur à l'ESP/LER
- Samba GUEYE, Master 2, Doctorant : Physique - électronique de Puissance, Doctorant à l'ESP/LER

- Momar KASSE, Master 2 : Machines électriques - électronique de Puissance, Ingénieur / Chercheur à l'ESP/LER
- Dr. Alphousseynou NDIAYE, Assistant : Physique - électronique de Puissance, Chercheur à l'ESP/LER, Enseignant/Chercheur à l'UADB
- Dr. Mouhamadou THIAM, Assistant : Machines électriques - électronique de Puissance, Ingénieur au Département Génie électrique ESP, Chercheur au LER, Enseignant/Chercheur à l'EPT

CONTACTS : Lamine THIAW : Directeur du Laboratoire d'Energies Renouvelables
lamine.thiaw@ucad.edu.sn, +221-77-658-59-97

3 Résumé exécutif

Le projet vise la maîtrise de la technologie liée à la conversion de l'énergie solaire photovoltaïque. Il s'agit de définir et d'élaborer les stratégies et les méthodes de conception des convertisseurs électroniques utilisés dans les systèmes photovoltaïques (régulateurs de charge de batteries, onduleurs autonomes, onduleurs connectés aux réseaux électriques) et de réaliser des prototypes de laboratoire en vue de permettre une industrialisation dans l'espace UEMOA. Les activités du projet sont :

- Conception de régulateurs de charges de batteries de stockage.
- Conception d'onduleurs (onduleurs autonomes et onduleurs pour l'injection d'énergie dans un réseau électrique).
- Étude de la problématique de la connexion des systèmes solaires photovoltaïques aux réseaux électriques.
- Mise en place d'une micro-centrale photovoltaïque pour le fonctionnement en mode îlotage et en mode connecté au réseau électrique. Le document est subdivisé en deux parties : la première partie concerne le rapport financier à l'issue du quatrième trimestre d'exécution du projet et la deuxième partie est constituée du rapport technique présentant les activités réalisées et ceux en cours.

4 Résultats majeurs obtenus

- Régulateur série avec fonction MPPT complètement réalisé.
- Régulateur série sans fonction MPPT complètement réalisé.
- Étude de conception d'un Régulateur shunt finalisée.
- Conception d'un onduleur monophasé à commande MLI sinus : étude de conception faite, prototype réalisé.
- Conception d'un onduleur triphasé à commande MLI vectorielle : étude de conception faite, prototype réalisé.
- Étude de l'influence de l'insertion de sources photovoltaïques au réseau de distribution : terminée.
- Modélisation et simulation d'une chaîne PV connectée au réseau monophasé : terminée.
- Étude des fonctions de protection pour la sécurité matérielle et humaine : terminée.
- Acquisition d'un outil logiciel, maîtrisé par les chercheurs, pour l'étude des réseaux électriques intégrant des sources d'énergie renouvelables.

- Mini-centrale photovoltaïque réalisée.
- Étude de conception d'un système de caractérisation de modules photovoltaïques : terminée, prototype réalisé sur plaquette d'essai.

Quatrième partie

Elevage

Elevage de la pintade

1 Thématique de recherche

Développement et amélioration de l'élevage de la pintade par la lutte contre la mortalité des pintadeaux

Mots-clés pour l'indexation : Burkina Faso, avantages, inconvénients, exploitation, pintades, pintadeaux, mortalité, croissance, Burkina Faso.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Sanfo Rahamane : Chargé de Recherches, Ouoba/IMA
Sidonné : Ingénieur de Recherches, Salissou Issa : Chargé de Recherches, Tamboura
Hamidou : Maître de Recherches

CONTACTS : Sanfo : r.sanfo@yahoo.fr, Me Ouoba : imasidonie@yahoo.fr, Tamboura : hh.tamboura@hotmail.com, Salissou : salissouissa@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

L'étude comporte trois parties que sont :

- La formation des producteurs : La formation des producteurs. La formation a concerné les producteurs et productrices de Sambonaye et de Toêghin sur l'élevage des monogastriques en général et en particulier sur l'élevage des pintadeaux. L'importance de l'habitat, de l'alimentation, de la santé, de la sélection de la pintade et de sa commercialisation ont été abordés.
- Une étude sur l'exploitation traditionnelle de la pintade locale (*Numida meleagris*) dans deux villages, Toêghin et Sambonaye, au Burkina Faso. Elle a essentiellement porté sur les avantages et les inconvénients de cet élevage dans ces milieux.
- Une étude sur la "Survie et performances de croissance des pintadeaux locaux (@Numida meleagris@) en milieu contrôlé au Nord du Burkina du Burkina Faso. Elle porte sur la mise en place du protocole pour lutter contre la mortalité des pintadeaux.

4 Résultats majeurs obtenus

1. Les producteurs et productrices ont appris à mieux connaître la pintade locale, ses caractéristiques, et l'importance de ses aliments, et des éléments pouvant servir à son élevage au Burkina Faso.
2. Les producteurs et les productrices ont connu les avantages et les inconvénients de l'élevage de la pintade au Burkina Faso. Ils ont appris dans quels pourcentages les pintades sont utilisés pour la reproduction, l'autoconsommation, les dons, les sacrifices et la commercialisation.
3. Sur le pintadeau, ils ont connu les raisons de sa forte mortalité et ont particulièrement noté le rôle et la maîtrise de la température sur la mortalité. Par ailleurs, ils ont appris à bien maîtriser l'effet de l'apport du saccharose et de l'éleveuse dans la survie des pintadeaux. Ils ont appris l'importance du choix des œufs les plus lourds pour l'incubation.

Épidémiologie des trypanosomoses animales

1 Thématique de recherche

Biologie Animale et Recherche Vétérinaire. Secteur : Elevage, Épidémiologie, Pathologie et Thérapeutique. Titre du projet : Épidémiologie des trypanosomoses animales en relation avec la chimiorésistance dans les régions des Savanes et de la Kara au Togo

Mots-clés pour l'indexation : Trypanosomosis prevalence, cattle, PCV, tsetse flies, Togo

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Epidemiology of Bovine Trypanosomosis in Savannah and Kara Regions in Northern Togo

Talaki E.(1), Dayo G-K.(2), Akoda K.(3), Dao B.(4), Passaw Babi P.(1), Alfa E(1)., Lombo Y.(4), Tchamdja E.(5), Boukaya G.(5), Kpabéba A. D.(1)

- (1) Université de Lomé (UL), Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), B .P. 1515 Lomé-Togo
- (2) Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Sub-humide (CIRDES), 01B.P. 454 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso
- (3) Ecole Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar, Sénégal
- (4) Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Lomé-Togo
- (5) Direction de l'Elevage (DE) Lomé-Togo

CONTACTS : Email : talakiessodina@yahoo.fr ; Tel : (228) 91 68 13 11

3 Résumé exécutif

Trypanosomosis, diseases transmitted by tsetse flies to human and livestock, have plagued the African continent for many centuries. While sleeping sickness is clustered in specific outbreaks, African Animal Trypanosomosis (AAT) is widely distributed

with about 50 million heads of cattle and other livestock species that are at risk of disease (Mattioli et al., 2004). AAT represents a major constraint for livestock breeding in sub-Saharan Africa (Peregrine, 1994; Swallow, 2000), and the annual direct and indirect losses due to this disease for livestock are estimated at 4.5 billion USD (Affognon, 2007). In Togo, the importance of AAT is due to the fact that the country is fully seated in the area of distribution of tsetse flies (Dao, 1998) which are the main vectors of the disease.

More than 85% of the country is tsetse infested and 95% of cattle are under threat of animal trypanosomosis. The national average prevalence was estimated at 10% in 1999 (Hendrickx and Napala, 1999). In spite of the fact that the spatial distribution of tsetse flies and trypanosomosis in Togo are known, data on AAT are very old and need to be updated. The objective of this study was to better understand and update the epidemiological situation of animal trypanosomosis in Savannah and Kara administrative regions in northern Togo.

4 Résultats majeurs obtenus

From 2nd to 22nd October 2013, a cross-sectional epidemiological survey was conducted in 20 localities on a total of 1014 cattle in Savannah and Kara regions in Northern Togo. The survey aimed at determining the parasitological prevalences of bovine trypanosomosis and risk factors such as the presence of tsetse flies in the two administrative regions. Results showed the existence of trypanosomosis infections in both regions with prevalence ranging between 0 and 5.66% in Savannah region whilst the prevalence varied between 0 and 21.57% in Kara region. The average prevalence per region was $2.58\% \pm 0.21$ and $4.90\% \pm 0.63$ in Savannah region and Kara region, respectively. No significant difference was observed between the two regions at threshold 5%. Three species of animal trypanosomes (*Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. brucei brucei*) were found with a clear predominance of *T. vivax* infections and the possibility of mixed infections. The averages packed cell volume (PCV) were $26.55 + 0.16$ in Savannah region and $24.65 + 0.18$ in Kara region. Entomologically, only two tsetse flies were caught in the area of Dimouri in Kara region.

Tiques et maladies transmises

1 Thématique de recherche

Tiques et Maladies transmises

Mots-clés pour l'indexation : Résistance, Acaricide, *Rhipicephalus microplus*, larval packet test (LPT), Bénin

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Safiou B. Adehan, Chercheur à L'INRAB et à URBPSA/EPAC/UAC / Bénin
- Abel Biguezoton, Chercheur au CIRDES/Burkina-Faso
- Hassane Adakal, Chercheur au CIRDES/Burkina-Faso
- Marc N. Assogba, Enseignant chercheurs à l'EPAC/UAC/ Bénin
- Sébastien Zoungrana, Chercheur au CIRDES/Burkina-Faso
- Michel Gbaguidi, Chercheur à l'INRAB / Bénin
- Aretas Tonouhewa, Assistant de recherche URBPSA/ EPAC/UAC/ Bénin
- Souleymane Kandé, IDR/UPB / Burkina faso
- Louise Achi, Chercheur au LANADA / CSRS / Côte d'Ivoire
- Hamade Kagone, Gestionnaire de programme /CORAF/WECARD / Sénégal
- Razaki Adéhan, Enseignant chercheur à l'EPAC/UAC/Bénin
- Guy A. Mensah, Chercheur à l'INRAB/Benin
- Reginald De Deken, Chercheur IMT/Anvers/Belgique
- Maxime Madder, Chercheur IMT/Anvers/Belgique
- Souaïbou Farougou, Directeur de l'URBPSA/ EPAC/UAC/Bénin

CONTACTS :

- Docteur Hassane Adakal, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur au Département des Sciences et Techniques de l'Élevage (DSTE) / FASE, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Tél : 0022798 93 93 93, E-mail : hassaneadakal@yahoo.fr

- Professeur Souaibou Farougou, Enseignant-chercheur à l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi, BP 2420 Abomey-Calavi, République du Bénin, Téléphone : [+229 97976959]

3 Résumé exécutif

Suite à l'introduction dans la sous-région ouest-africaine de la tique invasive du bétail *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, les éleveurs ont signalé la résistance des tiques aux acaricides dans différentes régions du Bénin. Une étude longitudinale a donc été réalisée dans plusieurs fermes d'État de mars à novembre 2013. Le but était de redéfinir la faune ixodidienne des zones concernées par l'étude et d'évaluer la résistance des souches de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aux acaricides usuels disponibles sur le marché béninois. Les résultats ont révélé la présence de huit espèces de tiques réparties en quatre genres dont *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* qui a été fréquemment rencontrée sur l'ensemble des sites de collecte et a infesté les bovins aussi bien durant les mois les plus secs que les mois les plus pluvieux de l'année. Cette tique a d'ailleurs été l'espèce la plus abondante (62,4%) qui a supplanté la tique autochtone *Amblyomma variegatum* (22,33 %) reconnue autrefois comme l'espèce de tique dominante au Bénin. Les tests toxicologiques effectués sur les larves de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* par le Larval Packet Test (LPT) ont révélé que la quasi totalité des souches collectées étaient résistantes à tous les acaricides disponibles actuellement sur le marché. Il importe donc de trouver une alternative à ces acaricides usuels pour mieux lutter contre la tique invasive *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

4 Résultats majeurs obtenus

- La tique du bétail *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* introduit accidentellement dans la région Ouest-Africaine est actuellement la plus abondante dans les zones prospectées.
- *R. microplus* est résistante aux acaricides habituellement utilisés par les éleveurs pour combattre les tiques à savoir : l'alpha-cyperméthrine, à la deltaméthrine et à l'amitraz.
- D'autres méthodes de lutte et d'autres molécules doivent être envisagées pour combattre efficacement ce fléau de l'élevage qui concerne toute la sous-région Ouest- Africaine.

La qualité du lait et des produits laitiers

1 Thématique de recherche

Amélioration des techniques de production, de transformation et de la qualité du lait et des produits laitiers issus des vaches des élevages extensif et semi-intensif au Bénin (Projet Lait)

Mots-clés pour l'indexation : Lait, bovin, recettes endogènes, génétique, alimentation, performances zootechniques,

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Prof. Issaka YOUSAO ABDU KARIM, Professeur Titulaire, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Département de Production et Santé Animales, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin, Tél : 00 229 97912073/ 00 229 95285988, E-Mail : iyousao@yahoo.fr

Prof. FAROUGOU Souaïbou, Tél : 00 229 90901484 / E-Mail : farougou@gmail.com

Prof. SOUMANOU Mohamed, Tél : 97877870 E-Mail : msoumanoufr@yahoo.fr

YAPI-GNAORE Valentine, Tél : 00226)20972053, E-Mail : evayapi11@yahoo.fr

DAYO Guiguigbaza-Kossigan, Tél : 0022670855649, E-Mail : charlesdayo@yahoo.fr

AHOUNOU G. Serge, Tél : 00 229 95719988, E-Mail : agserge@yahoo.fr

KASSA S. Kévin, Tél : 00 229 94061747 E-Mail : delkassa@yahoo.fr

CONTACTS : Prof. Issaka YOUSAO ABDU KARIM, Professeur Titulaire, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Département de Production et Santé Animales, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin, Tél : 00 229 97912073/ 00 229 95285988, E-Mail : iyousao@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

Ce projet a été réalisé dans les grands bassins laitiers du Bénin des Départements de l'Atacora, de l'Alibori, du Borgou et du Mono (Kpinnou). Il a pour but de contribuer à l'atteinte de la sécurité alimentaire de la population béninoise dans le domaine du lait et des produits laitiers par la valorisation des savoirs endogènes et les innovations technologiques. Des travaux sur les savoir-faire endogènes de production, de conservation et de transformation du lait ont été d'abord réalisés. Les dominantes pathologies influençant la production de lait dans les systèmes d'élevage ont été ensuite identifiées et les méthodes de luttes ont été proposées. Les races bovines du Bénin intervenant dans la production du lait au Bénin ont été caractérisées sur le plan génétique à l'aide des marqueurs microsatellites et sur le plan zootechnique en vue d'une augmentation du niveau de production du lait. Des travaux sur la production du lait de vaches par l'alimentation en fonction des saisons et du type génétique ont été réalisés et des technologies de production et de conservation du lait et du Wagashi ont été développées. Deux thèses de doctorat ont été réalisées dont une entièrement par le projet et l'autre partiellement. Au total, 5 mémoires de Master et 12 mémoires de licence ont été réalisés

4 Résultats majeurs obtenus

- Un répertoire des savoirs sur les techniques endogènes de production, de conservation et de transformation du lait et des produits laitiers est réalisé.
- Les technologies endogènes en vue d'améliorer la production, la transformation et la conservation du lait et des produits laitiers ont été développées.
- Les zoonoses infectieuses et les zoonoses majeures ayant un impact direct sur la production laitière ont été identifiées et stratégies de lutte ont été développées.
- Des outils de diagnostic fiables socio-économiquement viables pour étudier la fréquence, la répartition spatiale et l'impact des pathologies ont été mis au point.
- La carte épidémiologique des principales pathologies animales au Bénin a été réalisée.
- Des stratégies intégrées de lutte, efficaces et socio-économiquement viables contre les pathologies ciblées ont été élaborées.
- Les races bovines du Bénin intervenant dans la production du lait au Bénin ont été caractérisées sur le plan génétique à l'aide des marqueurs microsatellites et sur le plan zootechnique.
- Les performances zootechniques des races bovines du Bénin ont été évaluées.
- Les meilleures combinaisons des proportions de pailles traitées à l'urée et des granulés pour optimiser la production du lait sont identifiées.
- La technologie de traitement de la paille de riz à l'urée a été diffusée auprès des éleveurs.
- Les activités coagulantes et le mode d'action des plantes de *Calotropis procera* de différentes régions ont été évaluées.
- Des variantes de technologie de production et de conservation de Wagashi labélisé ont été mises au point.

- Deux thèses de doctorat ont été réalisées dont une entièrement par le projet et l'autre partiellement.
- Au total, 5 mémoires de Master et 12 mémoires de licence ont été réalisés.
- 7 articles et 4 communications ont été publiés.

Souches autochtones de tilapias

1 Thématique de recherche

Caractérisation zootechnique et génétique des souches autochtones de tilapias (Perciformes : Cichlidae) et amélioration de leurs performances par la sélection génétique.

Mots-clés pour l'indexation : Aquaculture, microsattellites, performances zootechniques, tilapias, sélection.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Prof. Issaka YOUSAO ABDOU KARIM Professeur Titulaire, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Département de Production et Santé Animales, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin, Tél : 00 229 97912073/ 00 229 95285988, E-Mail : iyoussao@yahoo.fr

TOGUYENI Aboubakar, Tél : 00 226 76571124, E-Mail : toguyenia@yahoo.fr

DAYO Guiguigbaza-Kossigan, Tél : 0022670855649, E-Mail : charlesdayo@yahoo.fr

SALIFOU Chakirath, Tél : 00 229 97087720, E-Mail : chakiraths@yahoo.com

AMOUSSOU T. Olivier, Tél : 00 229 94162201, E-Mail : amssoliver@yahoo.fr

CONTACTS : Prof. Issaka YOUSAO ABDOU KARIM Professeur Titulaire, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Département de Production et Santé Animales, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin, Tél : 00 229 97912073/ 00 229 95285988, E-Mail : iyoussao@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

L'amélioration génétique des tilapias (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *Sarotherodon melanotheron* (Ruppell, 1852) et *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1962)) provenant de trois cours d'eau (lac Togbadji, lac Toho, et lac Ahémé) a été effectuée pendant 36 mois au Sud Bénin. Pour la mise en œuvre de ce projet, les performances zootechniques des souches de tilapias adaptées à l'aquaculture au Bénin ont été d'abord évaluées. Les espèces de tilapia rencontrées dans le milieu d'étude ont été

ensuite caractérisées par des marqueurs microsatellites et un programme d'amélioration génétique des trois espèces de tilapias en milieu d'élevage a été mis en place. Les travaux ont été conduits à la fois au Département de Production et Santé Animales (PSA) de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) (Bénin) et au Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Subhumide (CIRDES) (Burkina Faso). La collecte des données a été faite sur des paramètres zootechniques, sur les échantillons d'organes des tilapias pour la caractérisation génétique et sur les tilapias en élevage pour la sélection. A l'issue de ce projet, les performances zootechniques des souches locales de tilapia ont été évaluées et les souches les plus performantes ont été identifiées et diffusées auprès des « petits » pisciculteurs et des mareyeuses. Les souches de tilapia ont été caractérisées sur le plan génétique et constituent la base à l'élaboration d'un programme d'amélioration génétique intégré pour un développement durable de l'aquaculture.

4 Résultats majeurs obtenus

- Les caractéristiques morphologiques des trois espèces de tilapias ont été évaluées.
- Les souches (sous populations) de tilapia à valoriser en aquaculture ont été identifiées : 1°) souche constituée des individus du Delta de l'Ouémé et celle constituée des individus du lac Toho et du fleuve Couffo pour *O. niloticus* 2°) souche constituée des individus du Delta de l'Ouémé et lac Nokoué et celle constituée des individus du lac Toho et de la lagune de Grand-Popo pour *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis*.
- Les souches de tilapia à valoriser en aquaculture sont connues : 1°) souche constituée des individus du Delta de l'Ouémé et celle constituée des individus du lac Toho et du fleuve Couffo pour *O. niloticus* 2°) souche constituée des individus du Delta de l'Ouémé et lac Nokoué et celle constituée des individus du lac Toho et de la lagune de Grand-Popo pour *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis*.
- Les populations de tilapia ont été caractérisées à l'aide des marqueurs moléculaires.
- Les paramètres zootechniques des trois espèces de tilapia ont été évalués.
- Formation des pisciculteurs sur la sélection des tilapias d'eau douce en aquaculture dans le cadre du Projet UEMOA / PAES / Tilapia, Abomey-Calavi, du 9 au 10 décembre 2014.
- Participation à la mission de mise en place des pisciculteurs pilotes du projet PAES/Tilapia.
- Organisation de l'atelier sur la valorisation des tilapias d'eau douce en aquaculture à Abomey-Calavi du 10 au 13 août 2014.
- Une thèse de doctorat a été réalisée.
- Au total, 3 mémoires de Master et 8 mémoires de licence ont été réalisés.
- 6 articles et 4 communications ont été publiés.

L'ormeau *Haliotis tuberculata*

1 Thématique de recherche

Effet de la densité sur la croissance et la survie de l'ormeau *Haliotis tuberculata* élevé en milieu tropical

Mots-clés pour l'indexation : Ormeau ; *Haliotis tuberculata* ; élevage ; croissance ; densité

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Abdoulaye LOUM : Doctorant en Sciences Halieutiques et Aquacole/ ED-SEV/UCAD

Jean FALL : Enseignant chercheur IUPA/UCAD

Malick DIOUF : Directeur de l'IUPA/ Enseignant chercheur IUPA/FST/UCAD

Mariama SAGNE : Doctorant en Sciences Halieutiques et Aquacoles/ ED-SEV/UCAD

Alioune FAYE : Docteur en Sciences Halieutiques et Aquacoles/ ED-SEV/UCAD

Shin-Shyn Sheen : Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University, Keelung, 202, Taiwan.

CONTACTS : Abdoulaye LOUM : +221 774325635 loum.abdoulaye@yahoo.fr, Jean FALL : +221 778773664, kagoshima77@yahoo.com

3 Résumé exécutif

L'ormeau est un animal très apprécié pour son goût à travers le monde. Ce qui fait que sa demande ne cesse d'augmenter d'année en année depuis 1999. Ainsi donc, son élevage est aujourd'hui une alternative susceptible de redresser le niveau de l'offre. Toute fois la réussite de cet élevage passe par la connaissance de certains paramètres comme l'effet de la densité sur la croissance.

C'est ainsi, des juvéniles sauvages (200 individus) on été collectés le 24 mai 2014 au niveau de la baie de Ouakam. A leur arrivée à la station ils ont été mesurés et pesés en vue de déterminer la longueur de la coquille de chaque individu ainsi que son poids initial. Après la phase d'acclimatation 135 individus ayant une longueur initiale comprise entre 26 mm et 36 mm ont été sélectionnés pour les besoins de l'expérience. Ces individus ont été répartis dans des bacs de 80 L chacun à des densités différentes (10, 15 et 20) en triplicata. Les ormeaux de chaque bac ont été nourris à satiété avec des macroalgues disponibles comme *Ulva lactuca* durant les 5 premiers mois et les 3 derniers mois et le reste avec *Dictiopeterus sp.* Une fois par mois pendant 12 mois, la longueur et la largeur de la coquille des d'individus de chaque bac ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse et le poids corporel humide à l'aide d'une balance électronique (Ohaus Explorer, Florham Park, NJ, USA) (0,1 g près).

Les résultats ont montré pour la relation taille poids, que le coefficient d'allométrie b est significativement inférieur à 3 ($P < 0,05$) pour les trois densités mettant en évidence une allométrie minorante chez l'espèce. Les ormeaux de la densité 10 présentent un gain de poids (GP_a et GP_r) plus important que les densités 15 et 20 et significativement différentes de ceux de la densité 20. Ces résultats du gain de poids sont similaires avec ceux obtenus pour le taux de croissance spécifique (TCS) et le gain de longueur (GL_a et GL_r). Pour le facteur de condition l'expérience n'a pas montré une différence significative par rapport à la densité. Sa moyenne annuelle est de 18,59 pour la D10, 18,89 pour D15 et 18,72 pour D20. Pour Les paramètres de la croissance linéaire de Von Bertalanffy, l'étude a montré que les individus de la densité 20 et la densité 15 ont une vitesse de croissance similaire qui est plus importante que celle de la densité 10 entre 0 et 2 ans. Concernant la croissance saisonnière, les résultats ont montré que la saison a un effet sur la croissance de *Haliotis tuberculata* en élevage libre pour toutes les trois densités. Une augmentation de la croissance a été notée durant la période chaude allant de juin à octobre puis un ralentissement durant la période froide allant de novembre à mai

4 Résultats majeurs obtenus

La présente étude a montré que l'élevage libre de l'ormeau en bac peut se faire au Sénégal (milieu tropical) mais pour une meilleure croissance la température doit être contrôlée. Plus la densité augmente la croissance diminue.

La saison a un effet sur la croissance d'*Haliotis tuberculata* en élevage libre pour toutes les trois densité. Une augmentation de la croissance a été notée durant la période chaude allant de juin à octobre puis un ralentissement durant la période froide allant de novembre mai.

Mouton de Vogan

1 Thématique de recherche

Variabilité génétique du mouton de Vogan (mouton Djallonké x mouton Sahélien) au Togo et propositions de valorisation

Mots-clés pour l'indexation : Mouton de Vogan, caractérisation, Valorisation, Togo

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Dayo Guiguibaza-Kossigan(1), Talaki Essodina(2), Dao Balabadi(3), Alfa Essodong (2), Kanh Kpahé(4), Yapi-Gnaoré Valentine(1), Sangare Mamadou(1), Bonfoh Bédi-bété(3)

CONTACTS :

- (1) Centre International de recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES) 01 BP 454 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso;
- (2) École Supérieure d'Agronomie (ESA), Université de Lomé, Togo;
- (3) Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Lomé, Togo
- (4) Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Correspondance : charlesdayo@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

Le mouton de Vogan (MV) est une race ovine originaire de la préfecture de Vô au Togo et qui serait issue de croisements entre la brebis Djallonké (MD) et le bélier sahélien (MS). Son élevage est resté jusqu'à nos jours localisé au sud-est du Togo. Les objectifs fixés par ce projet, financé par l'UEMOA, étaient de caractériser le mouton de Vogan à l'aide de marqueurs morphobiométriques et moléculaires et de proposer des stratégies à mettre en œuvre pour préserver les populations du mouton de Vogan dans le sud-Est du Togo.

La caractérisation phénotypique a montré que les MV ont un format intermédiaire entre les MD et les MS. La couleur de la robe du MV est généralement bicolore (rousse, noire ou chocolat), mais très variée ; ce qui les rapproche des moutons Oudah rencontrés au Niger. Les cornes, de formes variables, présentes chez tous les béliers, et fines ou en vestige chez les brebis, sont pour la plupart des cas prismatiques et orientées vers l'extérieur. La hauteur au garrot, la longueur du corps, la circonférence thoracique, la longueur de la queue, la longueur des oreilles, l'espace intercornes et la profondeur du thorax du MV sont inférieurs à ceux des MS, mais largement supérieurs à ceux des MD. La plupart des caractères du MV ont été influencés par le facteur « localité » ($p < 0,05$), ce qui laisse supposer l'existence « d'écotype ». Son poids peut atteindre 102 kg.

La diversité génétique chez le MV du Togo et l'évaluation des relations du MV avec les races parentales (MD et MS) ont été étudiées en utilisant les marqueurs moléculaires de types microsatellites. Au total, 245 individus dont 104 MV, 91 MD et 50 MS ont été échantillonnés au Togo et au Burkina Faso, et génotypés à l'aide de 11 marqueurs microsatellites. Les résultats ont montré une forte diversité allélique (nombre moyen d'allèles variant entre 7 pour OarAE129 et 18 pour OarFCB304). Les valeurs d'hétérozygotie observées étaient respectivement de $0,48 \pm 0,45$ chez les moutons sahéliens, $0,61 \pm 0,18$ chez les moutons Djallonké et $0,58 \pm 0,17$ chez les moutons de Vogan. Les analyses de structuration génétique ont montré une hétérogénéité dans la population des MV. Les valeurs des indices de différenciation génétique (F_{st} , $F_{st'}$) ont montré que les MV sont génétiquement plus proches des MD même si phénotypiquement ces moutons sont très proches des MS échantillonnés au Burkina Faso. Cette structure génétique des MV proche des moutons djallonké résistantes aux trypanosomes leur conférerait leur aptitude à vivre dans le sud du Togo pourtant infesté de glossines vectrices des trypanosomoses animales.

4 Résultats majeurs obtenus

Nos travaux ont permis de mettre en valeur la race du mouton de Vogan car elle était peu connue sur le plan national qu'international :

- Le mouton de Vogan est bien une race ovine issue de croisements entre les moutons Djallonké et les moutons sahéliens ; phénotypiquement proche du mouton sahélien et génotypiquement plus proche du mouton djallonké ;
- Le système d'élevage est de type traditionnel extensif amélioré.
- Le mouton de Vogan tolère mieux les effets des trypanosomoses animales. Les moutons de Vogan auraient hérité cette aptitude des parents moutons Djallonké connus pour être trypanotolérants.

Pour tous ces résultats, il serait intéressant et indispensable en mettre en place un programme d'amélioration et de valorisation de la race. Des propositions ont été faites, discutées et validées par les acteurs de développement de l'élevage des petits ruminants du Togo lors d'un atelier de restitution notamment : la création d'une association des éleveurs du mouton de Vogan, la mise en place d'un programme de communautaire d'amélioration génétique, le renforcement des capacités des éleveurs et l'appui à l'accès aux crédits.

Bovins trypanotolérants en pays Lobi

1 Thématique de recherche 1

Gestion durable des bovins trypanotolérants en « pays Lobi » du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire et du Ghana

Mots-clés pour l'indexation : Prévalence, Trypanosomes, trypanosusceptible, zébu, « Pays Lobi ».

1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Koffi Mathurin : Enseignant-chercheur à l'université Jean Lorougnon Guédé de Dalo
- Kouadio Kpandji Isidore : Enseignant-chercheur à l'université Félix-Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan,
- Sokouri Didier.P. : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan,
- Wognin Marie.Thérèse : Doctorante à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan
- N'Guetta Assanvo SP : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Directeur du Laboratoire de Génétique

CONTACTS :

- Dr Sokouri Didier Paulin, Tél. : +225 07849741, E-mail :didiersokouri@yahoo.fr / didiersokouri2015@gmail.com
- Koffi Mathurin, Tél. : +225 09454945, M9koffi@yahoo.fr)
- N'Guetta Assanvo SP, Tél. : +225 08970873, E-mail :nguettaewatty@yahoo.fr

1.2 Résumé exécutif

L'Objectif de cette étude a été de déterminer la prévalence de la trypanosomose bovine dans le « Pays Lobi » de Côte d'Ivoire où l'on rencontre aujourd'hui beaucoup de bovins zébus trypanosensibles. Des échantillons de sang ont été prélevés chez 200 bovins mâles et femelles échantillonnés dans cinq villages du département de Bouna.

La technique PCR a été utilisée pour le diagnostic des trypanosomes. Des 200 animaux échantillonnés, 41 ont été infectés par des trypanosomes, ce qui représente une prévalence 20,5%. Le diagnostic spécifique a révélé des taux de prévalence de 2,5%, 3%, 5%, 10% pour *T. congolense* « Savannah », *T. congolense* « Forest », *T. vivax* et *T. brucei*, respectivement. Trois infections mixtes impliquant *T. congolense* « Savannah » et *T. brucei*, *T. congolense* « Forest » et *T. vivax*, *T. vivax* et *T. brucei*, ont été mises en évidence

1.3 Résultats majeurs obtenus

La trypanosomose sévit dans le « Pays Lobi » de la Côte d'Ivoire avec une prévalence de plus de 20 %. Les espèces de trypanosomes, agents pathogènes de cette pathologie, les plus rencontrés sont *T. congolense* « Savannah », *T. congolense* « Forest », *T. vivax* et *T. brucei*. Par ailleurs, le diagnostic moléculaire (par PCR) s'est révélé plus efficace que le diagnostic par observation au microscope.

2 Thématique de recherche 2

Caractérisation des bovins de race Baoulé dans le « Pays Lobi » de Côte d'Ivoire : rôles socioéconomiques, modes d'élevage et contraintes de production

Mots-clés pour l'indexation : Bovin, Baoulé, Région du Bounkani, Fonctions socioéconomiques, Utilisation durable, Côte d'Ivoire

2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Soro Brahima : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan,
- Sokouri Didier.P. : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan,
- Dayo Kossigan G : Chercheur au Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES, Bobo Dioulasso)
- N'Guetta Assanvo SP : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Directeur du Laboratoire de Génétique
- Yapi-Gnaoré C.V. : Directrice Générale du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES, Bobo Dioulasso)

CONTACTS :

- Dr Sokouri Didier Paulin, Tél. : +225 07849741, E-mail : didiersokouri@yahoo.fr / didiersokouri2015@gmail.com
- Soro Brahima, Tél. : +225 03654461, E-mail : abramsono@yahoo.fr
- Dayo Kossigan G, Tél. : +226 76588070, E-mail : charlesdayo@yahoo.fr
- N'Guetta Assanvo SP, Tél. : +225 08970873, E-mail : nguettaewatty@yahoo.fr
- Yapi-Gnaoré CV, Tél. : +226 79676889, E-mail : evayapi11@yahoo.fr

2.2 Résumé exécutif

Cette étude visait à définir les fonctions socioéconomiques, les pratiques traditionnelles de gestion et les contraintes relatives à la production des bovins Baoulé. Elle a été réalisée dans la région du Boukani, située dans le nord-est de la Côte d'Ivoire, en utilisant un questionnaire semi-structuré. Les résultats indiquent que la plupart (62,7%) des chefs d'exploitation agricole interrogés dépendent de la production végétale et de l'élevage. Les éleveurs de cette région (60%) utilisent les bovins Baoulé en raison de leurs fonctions socioéconomiques multiples, de leurs qualités d'adaptation et des faibles exigences de gestion. Les bovins Baoulé sont principalement élevés pour les cérémonies rituelles, les dons et comme assurance contre les vicissitudes de l'existence. Ces éleveurs (98,41%) utilisent majoritairement le pâturage naturel sans aucune complémentation. Dans le nord-est de la Côte d'Ivoire, l'élevage tend à se faire en fonction, due à l'intérêt secondaire accordé à la race bovine Baoulé en tant qu'animal de rente. Ceci pousse des éleveurs à effectuer des croisements des taurins Baoulé avec les bovins zébus et à investir pour assurer la santé des animaux car les zébus et les croisés zébu x taurin sont plus sensibles que les taurins aux trypanosomes animales. Au vu des fonctions multiples de la race Baoulé, des caractéristiques génétiques particulières et de la menace d'absorption qui pèse sur elle, cette ressource locale doit être conservée et valorisée pour son utilisation durable.

2.3 Résultats majeurs obtenus

Les bovins zébus gagnent du terrain dans le Pays Lobi de la Côte d'Ivoire, jadis considéré comme le berceau de la race bovine Baoulé. En effet, l'élevage dans cette région est de plus en plus fonction de la demande de bovins zébus sur le marché au détriment des bovins de race Baoulé (60 % des éleveurs utilisent encore cette race bovine) qui ont pourtant des fonctions socioéconomiques multiples, des qualités d'adaptation et de faibles exigences de gestion et de production.

3 Thématique de recherche 3

Caractéristiques morphométriques et physiques des bovins Baoulé dans le « Pays Lobi » de Côte d'Ivoire (*Morphometric and physical characteristics of Baoulé cattle in the "Pays Lobi" of Côte d'Ivoire*)

Mots-clés pour l'indexation : Race Baoulé, Conservation, Paramètres morphologiques, Caractères qualitatifs, Région Nord est de la Côte d'Ivoire (*Baoule breed, conservation, morphological parameters, northeastern of Côte d'Ivoire, qualitative traits*)

3.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Soro Brahim : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan,
- Sokouri Didier.P. : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan,

- Dayo Kossigan G : Chercheur au Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES, Bobo Dioulasso)
- N'Guetta Assanvo SP : Enseignant-chercheur à l'université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Directeur du Laboratoire de Génétique
- Yapi-Gnaoré C.V. : Directrice Générale du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Sub-humide (CIRDES, Bobo Dioulasso)

CONTACTS :

- Sokouri Didier Paulin, Tél. : +225 07849741, E-mail : didiersokouri@yahoo.fr / didiersokouri2015@gmail.com
- Soro Brahim, Tél. : +225 03654461, E-mail : abramoro@yahoo.fr
- Dayo Kossigan G, Tél. : +226 76588070, E-mail : charlesdayo@yahoo.fr
- N'Guetta Assanvo SP, Tél. : +225 08970873, E-mail : nguettaewatty@yahoo.fr
- Yapi-Gnaoré CV, Tél. : +226 79676889, E-mail : evayapi11@yahoo.fr

3.2 Résumé exécutif

La conservation des ressources zoogénétiques nécessite l'évaluation de la diversité génétique.

Cette étude visait à étudier les attributs phénotypiques et morphologiques de bovins de race Baoulé élevés dans trois localités du nord-est de la Côte d'Ivoire. Un total de 165 animaux ont été évalués. Huit paramètres morphologiques avec le poids corporel et onze caractères qualitatifs ont été évalués séparément (mâles et femelles) à différents âges. Les mensurations corporelles ont été influencées par l'âge et la localité. Pour la mesure linéaire du corps et le poids corporel, il n'y avait pas de différences entre les mâles et les femelles chez toutes les races étudiées. Les animaux avaient des motifs de couleurs variables ; le prédominant était la couleur noire (25,4%), la patte blanche et noire (20,0%) et noire et blanche (9,70%). Ils avaient aussi latéralement (11,2%), en forme de corne lâche (08,0%) et courbée (1,21%). Des animaux sans corne ont été également observés. Le visage de tous les animaux était droit et le fanon est petit dans les deux sexes avec des oreilles orientées vers le haut.

Virus de la Peste équine chez l'âne

1 Thématique de recherche

Prévalence des dominantes pathologiques et sérotypage du virus de la Peste équine chez l'âne dans les pays d'Afrique de l'Ouest (cas du Sénégal et du Burkina-Faso)

2 Auteurs et coordinateur du projet

KADJA Mireille Catherine : 00221 77 549 48 07

3 Résultats majeurs obtenus

- Séroprévalence et sérotypes du virus de la peste équine circulant chez l'âne au Burkina Faso et au Sénégal.
- Séroprévalence des trypanosomoses chez les ânes au Sénégal et au Burkina Faso.
- Séroprévalence de la Babésiose chez l'âne au Burkina Faso et au Sénégal.
- Étude macroscopique et microscopique des lésions décelées sur la viande et les abats des équidés aux abattoirs de Dakar.
- Prévalence des helminthoses gastro-intestinales chez l'âne au Burkina Faso et au Sénégal.
- État des lieux des pratiques d'élevage de l'âne au Sénégal, pathologies fréquentes et méthodes de lutte.

Tiques du bétail

1 Thématique de recherche

Tiques du bétail et agents pathogènes transmis par les tiques dans la région frontalière ivoiro-burkinabè et le long des couloirs de transhumance

Mots-clés pour l'indexation : Rhipicephalus (Boophilus) microplus – Transhumance – Nord-est Côte d'Ivoire

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

ACHI Yaba Louise épouse ATSE, Chargée de Recherche au LANADA, Directrice de l'Ecole de Spécialisation en Elevage de Bingerville

YAO Kouassi Patrick, Maître de Conférences à l'Université Félix Houphouët-Boigny

CONTACTS :

ACHI Yaba Louise épouse ATSE, louisachi@yahoo.fr, +22505983738

YAO Kouassi Patrick, ykpatrick@yahoo.fr, +22508464924.

3 Résumé exécutif

Une étude a été menée à raison d'une sortie tous les deux mois, de novembre 2014 à octobre 2016, dans huit départements situés sur le long du couloir de transhumance dans le nord-est Côte d'Ivoire, à la frontière ivoiro-burkinabè. Un total de 25 fermes a été sélectionné et un échantillon de quinze bovins par ferme fut choisi pour être détiqué manuellement à chaque visite.

Ainsi, au terme de l'étude, 12 espèces de tiques appartenant à 3 genres et un sous genre ont été identifiées le long des pistes de transhumance. Il s'agissait de *Rhipicephalus* spp, *Hyalomma* spp, *Amblyomma* spp, et *R. (Boophilus) spp*. L'espèce *R. (Boophilus) microplus* a été majoritaire, suivie de *Amblyomma variegatum* avec des proportions respectives de 66,3%, et 23,3%. *R. (B.) microplus* a montré une tendance à pulluler

en saison sèche, diminuer en début de saison des pluies, puis à augmenter vers la fin de la saison des pluies. Les imagos d'*A. variegatum* ont quant à eux un pouvoir d'infestation plus accentué en saison des pluies qu'en saison sèche.

Il a été aussi mis en évidence, au moyen de frottis sanguins, 4 espèces de pathogènes transmis par les tiques et réparties en 2 genres dont *Babesia spp* et *Anaplasma sp*. Les espèces *A. centrale* et *B. bovis* ont été les plus répandues mais l'espèce *A. marginale* a eu la prévalence la plus élevée soit (0,97%) suivi de *B. bovis* (0,92%) puis *Babesia bi-gemina* (0,14%). De façon générale, ces agents pathogènes ont été identifiés beaucoup plus en saison sèche qu'en saison des pluies.

Il conviendrait maintenant de rechercher la dynamique de transmission des agents pathogènes aux bovins par les tiques par des méthodes biomoléculaires en vue de définir une stratégie judicieuse de lutte anti vectorielle pour le bien-être des animaux et l'augmentation des revenus des éleveurs.

4 Résultats majeurs obtenus

- Couloir de transhumance

Le couloir de transhumance est remplacé par de nouvelles pistes de transhumance à la frontière ivoiro-burkinabè.

- Prévalence d'infestation des bovins

Sur un total de 3697 bovins examinés, 94,54 % ont été infestés par les tiques.

- Genres de tiques rencontrés

Un total de 03 genres et 01 sous genre ont été mis en évidence. Il s'agit de :

- *Rhipicephalus spp* (67,91%) dont *Rhipicephalus (Boophilus) spp* (67,44%);
- *Amblyomma spp* (23,26%);
- *Hyalomma spp* (8,83%).

- Abondances relatives des espèces de tiques

Les espèces de tiques rattachées à ces genres sont au nombre de 12. A savoir : *Amblyomma variegatum*, *R. (B.) microplus*, *R. (B.) geigy*, *R. (B.) annulatus* et *R. (B.) decoloratus*, *Hyalomma marginatum rufipes*, *Hyalomma truncatum*, *Hyalomma impressum*, *H. m marginatum*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus senegalensis*, et *Rhipicephalus lunulatus*.

- Influence des saisons sur la dynamique des espèces de tiques majoritaires

-*R. (B.) microplus*

Cette espèce a été plus observée pendant toute la saison sèche jusqu'au début de la saison des pluies (P 0,0014 0,05 ; P 10⁻⁴).

-*A. variegatum*

Les adultes *A. variegatum* étaient plus présentes sur les bovins du début à la fin de la saison des pluies jusqu'en début de la saison sèche. Les nymphes étaient plus abondantes sur les bovins en saison sèche qu'en début et fin SP.

- Prévalence des pathogènes transmis par les tiques

Environ 3% des animaux étaient infestés par des hémoparasites transmis par les tiques. En effet, l'analyse des frottis sanguins a permis de mettre en évidence deux genres de parasites (*Babesia* et *Anaplasma*) avec 4 espèces. Il s'agit par ordre d'importance de *Anaplasma marginale* (0,97 %), *Babesia bovis* (0,92%), *Anaplasma centrale* (0,73%) et *Babesia bigemina* (0,14 %).

- L'abondance relative de chaque parasite a varié d'un département à un autre.

La prévalence de *B. bigemina* a été constante du début à la fin de la saison des pluies. Les 3 autres espèces ont été rencontrées chez les bovins en saison sèche avec une domination de *A. marginale*. Elles ont été absentes en début de la saison des pluies mais ont réapparu vers la fin de cette même saison avec *B. bovis* dominante cette fois-ci.

Cinquième partie

Santé et développement social

VIH/SIDA et ménages agricoles : cas du Togo

1 Thématique de recherche

Analyse des mécanismes de l'impact du VIH/SIDA sur les ménages agricoles afin d'identifier les facteurs d'amélioration des interventions des Systèmes Nationaux de Recherche et de Vulgarisation Agricoles en Afrique de l'Ouest : Cas du Bénin et du Togo

Mots-clés pour l'indexation : Impact, capacités productives, PVVIH, SIDA, ATE, capital humain, ménages affectés, ménages contrefactuels, stratégie de marketing social.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Pr Egnonto Mitowanou KOFFI-TESSIO, Directeur, LARPSAD, Université de Lomé, TOGO
- KLIQUE Kossi Adé, Assistant de recherche
- KPEKPASSI Abdou-Nafiou, Assistant de recherche

CONTACTS :

Pr Egnonto Mitowanou KOFFI-TESSIO, Directeur, LARPSAD, Université de Lomé, email : emtessio@yahoo.fr, sadaocel@cafe.tg, Tel : +228-90033710

3 Résumé exécutif

Le VIH/SIDA est désormais reconnu comme un problème de développement en Afrique subsaharienne. En milieu rural, les réponses à la pandémie nécessitent une bonne connaissance de ses effets sur l'agriculture. Dans le cas du Togo, la recherche a été menée sous deux angles :

- analyse de l'Impact du VIH/SIDA sur les capacités productives des ménages agricoles ;

- prédisposition des ménages agricoles affectés par le VIH/SIDA à adopter les services de la recherche agricole : une approche en termes de marketing social dans la région maritime et des plateaux du Togo.

Pour ce faire, l'étude a été conduite auprès de 341 ménages agricoles (172 PVVIH et 169 NPVVIH) échantillonnés de façon aléatoire dans les deux régions du Sud Togo (Région Maritime et Région des Plateaux). L'analyse de l'impact du VIH/SIDA sur les capacités productives des ménages agricoles a été effectuée à l'aide du modèle ATE (Average Treatment Effects). A l'issue de l'investigation, les capacités productives impactées par le VIH/SIDA dans la Région Maritime sont : la production (-446,5122kg), les intrants(-55,3185 kg), le capital humain mesuré par le nombre d'actifs agricoles(-1,2198) et la productivité de la main d'œuvre agricole (-95,3517) dans la Région des Plateaux celles-ci sont : la production(- 251,3614 kg), la surface emblavée(-0.5838 ha), les intrants(-105,0965 kg), l'accès à la technologie (0.3794) mesurée par l'encadrement et la productivité de la main d'œuvre (-162,5413). Au regard de ces résultats qui révèlent l'étendue de l'impact du SIDA sur les ménages agricoles, il y a lieu d'identifier des systèmes alternatifs de production intégrant les contraintes spécifiques auxquelles font face ces ménages L'Analyse de la prédisposition des ménages agricoles affectés par le VIH/SIDA à adopter les services de la recherche agricole a consisté dans un premier temps, à analyser les déterminants de la prédisposition des ménages affectés par le SIDA à adopter les services de la vulgarisation et de la recherche et, dans un second temps, à formuler des approches de solutions en vue d'améliorer les interventions des Système National de Recherche et de la Vulgarisation Agricole (SNRVA), et enfin, à suggérer une stratégie de marketing social susceptible d'améliorer la communication des approches de solutions et l'intervention des systèmes de vulgarisation. Sur la base d'un modèle économétrique LOGIT, il ressort que la plus grande proportion des ménages affectés est constituée de petits producteurs vulnérables contrairement aux ménages contrefactuels qui sont moyennement vulnérables, une baisse significative de la superficie emblavée et de la production des cultures vivrières chez les ménages affectés par rapport à une hausse chez les ménages contrefactuels entre deux campagnes agricoles. En effet, une baisse significative de la production du maïs (culture dominante) chez les ménages affectés et une légère baisse seulement chez les ménages contrefactuels, engendrant ainsi une perte de revenu au Sud Togo, estimée à 6 460 811 647 FCFA (dont 157 072 FCFA en moyenne chez un ménage affecté contre seulement 21 791 FCFA chez un ménage contrefactuel). Cette situation amène les ménages, plus particulièrement les ménages affectés, à ne pas pouvoir couvrir leurs besoins alimentaires. En conséquence, on observe une réduction du nombre, de la quantité et qualité de repas pris par jour obligeant les ménages à vendre des animaux domestiques pour les soins de santé, à emprunter de l'argent et à vendre des objets personnels (bijoux, or...). En outre, le sexe du producteur, la taille de son ménage, l'utilisation de semences améliorées et son appartenance à un groupement de producteurs sont les quatre (4) facteurs qui influencent significativement la prédisposition des ménages affectés par le VIH/SIDA à adopter les services de la vulgarisation.

En termes d'approches de solutions, deux propositions sont formulées : (i) les appuis techniques à la production agricole et (ii) les appuis financiers aux activités génératrices de revenus (AGR). Une stratégie de renforcement de l'efficacité susceptible

d'améliorer l'intervention des systèmes de vulgarisation est suggérée et comporte trois (3) axes : (i) mise en place d'un cadre institutionnel multisectoriel de coordination et de gestion (ii) amélioration de la qualité de l'intervention des acteurs de la vulgarisation agricole et (iii) augmentation de la productivité agricole et amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des bénéficiaires.

4 Résultats majeurs obtenus

Évaluation de l'impact de la pandémie sur la production et la productivité agricole et identification des systèmes alternatifs de production intégrant les contraintes spécifiques auxquelles font face ces ménages

VIH/SIDA et ménages agricoles : cas du Bénin

1 Thématique de recherche

Analyse des mécanismes de l'impact du VIH/SIDA sur les ménages agricoles afin d'identifier les facteurs d'amélioration des interventions des Systèmes Nationaux de Recherche et de Vulgarisation Agricoles en Afrique de l'Ouest : Cas du Bénin et du Togo

Mots-clés pour l'indexation : VIH/SIDA, ménages agricoles, ménages affectés, mesures d'adaptation, Bénin

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

Brice J. GBAGUIDI (Chercheur, Institut International d'Agriculture Tropicale, IITA), Sylvain. EFIO (Etudiant, Université d'Abomey-Calavi / Faculté des Sciences Agronomiques Département d'Economie de Socio-Anthropologie et de Communication Laboratoire de Sociologie et de Vulgarisation Rurales, UAC/FSA/DESAC/LSVR), Z. Yves MAGNON et Rigobert Cocou TOSSOU, Enseignants-Chercheurs, Université d'Abomey-Calavi/ Faculté des Sciences Agronomiques Département d'Economie de Socio-Anthropologie et de Communication Laboratoire de Sociologie et de Vulgarisation Rurales (UAC/FSA/DESAC/LSVR)

CONTACTS : Prof. TOSSOU C. Rigobert, Maître de Conférences, Enseignant Chercheur, Université d'Abomey-Calavi/ Faculté des Sciences Agronomiques Département d'Economie de Socio-Anthropologie et de Communication Laboratoire de Sociologie et de Vulgarisation Rurales (UAC/FSA/DESAC/LSVR) 01 BP 526 Recette, Principale, Cotonou 01, République du Bénin

3 Résumé exécutif

Dans la plupart des pays africains touchés par le VIH/SIDA, l'agriculture est la principale activité et demeure essentiellement dépendante de la force humaine. Dès lors,

les effets de cette pandémie sur l'agriculture ne sont plus à démontrer. Mais face au VIH/SIDA, les ménages affectés mettent en œuvre diverses stratégies pouvant leur permettre de continuer à mener les activités agricoles. Cette étude qui vise les ménages affectés se propose d'analyser ces mesures adaptatives. Elle a porté sur 288 ménages identifiés dans quatre zones agro-écologiques du Sud-Bénin. La méthodologie adoptée a consisté en une analyse comparative du groupe cible avec un groupe témoin composé de ménages non affectés. Cette comparaison a permis de dégager les ajustements imputables à la maladie. Les outils d'analyse utilisés sont les tests t de Student et Chi deux de Pearson. Il ressort principalement de nos travaux que les ménages agricoles affectés par le VIH/SIDA développent une pluralité de stratégies qui sont, avant tout, spécifiques à leur zone agroécologique.

4 Résultats majeurs obtenus

Stratégies d'adaptation des ménages agricoles affectés par le VIH/SIDA au Sud-Bénin : combinaison d'un ensemble stratégies comprenant :

- L'exploitation des champs proches au détriment des champs éloignés plus fertiles.
- La réduction de la journée de travail au champ au profit d'autres activités nécessitant moins d'effort.
- La diminution de la superficie emblavée.
- La diminution du nombre de spéculations.
- Le changement de pratiques agricoles comme l'utilisation de semences améliorées et la rotation des cultures.

Souches du virus de la maladie de Gumboro

1 Thématique de recherche

Caractérisation moléculaire des souches du virus de la maladie de Gumboro dans les fermes avicoles de la zone périurbaine du District de Bamako

Mots-clés pour l'indexation : Exploitations avicoles modernes, Virus de la Maladie de Gumboro, Epidémiologie moléculaire, Mali

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Satigui S : Vétérinaire Microbiologiste/Epidémiologiste, Chef Service Diagnostic et Recherche, Laboratoire Central Vétérinaire (LCV), Bamako.
- Yaya S.K : Doctorant Microbiologie Appliquée (USTTB/LCV)
- Martin D : Epidémiologiste, Assistant au Chef du Laboratoire de Virologie (LCV)
- Diakaridia T : Généticien, Assistant du Chef du Laboratoire de Recherche en Microbiologie et Biotechnologie Microbienne, Faculté des Sciences des Techniques (FST), Université des Sciences des Techniques et des Technologies (USTTB)
- Alpha D : Biologiste moléculaire, Agent de l'Unité de Virologie du Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles de Dakar, Sénégal
- Adama D : Vétérinaire, Chercheur (LCV)
- Modibo S : Chef du Programme Volailles du Centre de Recherche Agronomique de Sotuba, Bamako, Mali
- Mohamed N : Vétérinaire Microbiologiste moléculaire, Institut d'Economie Rurale, Bamako
- Fousseyni S : Vétérinaire Microbiologiste, Institut Polytechnique Rural de Katiébougou, Koulikoro
- Cheick Amadou Tidiani D : Pathologiste (LCV)
- Kassim S : Vétérinaire, Laboratoire de Virologie (LCV)

- Amadou Babana D : Microbiologiste, Chef du Laboratoire de Microbiologie (USTTB)

CONTACTS :

Satigui S : Vétérinaire Microbiologiste/Epidémiologiste, Chef Service Diagnostic et Recherche, Laboratoire Central Vétérinaire (LCV), Bamako, Adresse email : sidibsatigui@gmail.com, Tél : 00223 20243344, GSM : 00223 66 40 34 60/76 05 27 85

3 Résumé exécutif

L'étude a été conduite pendant la période 2013-2015 et a permis de procéder à la caractérisation moléculaire des souches du virus de la maladie de Gumboro dans 40 exploitations avicoles modernes de la zone périurbaine du District de Bamako. Suite à l'analyse de 12 prélèvements suspects (bourses de Fabricius), par la méthode de RT-PCR, six (06) se sont révélés positifs (50 %). Le séquençage des souches obtenues a permis d'établir que parmi les six souches positives, 05 appartenaient aux variants très virulents (vvIBDV) et 01 (un) – à une souche classique similaire aux souches vaccinales classiques. Des investigations complémentaires, intégrant beaucoup plus d'exploitations avicoles du pays devraient permettre d'obtenir des données plus complètes sur l'épidémiologie moléculaire des souches du virus de la maladie de Gumboro au Mali.

4 Résultats majeurs obtenus

Suite à l'analyse de 12 prélèvements suspects (bourses de Fabricius), par la méthode de RT-PCR, six (06) se sont révélés positifs (50 %). Le séquençage des souches obtenues a permis d'établir que parmi les six souches positives, 05 appartenaient aux variants très virulents (vvIBDV) et 01 (un) – à une souche classique similaire aux souches vaccinales classiques.

Trypanosomose Humaine Africaine

1 Thématique de recherche 1

Etude du rôle du réservoir animal (domestique) dans la transmission de la Trypanosomose Humaine Africaine dans les foyers du Centre-Ouest ivoirien : perspectives pour un contrôle durable de la maladie du sommeil

Mots-clés pour l'indexation : Trypanosomoses humaine et animale, réservoir animal, caractérisation moléculaire, animaux domestiques, côte d'Ivoire

1.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Kouadio, I.K. : Assitant à l'UFHB, Abidjan
- Sokouri, D. : Maître de Conférences à l'UFHB, Abidjan
- Koffi, M. : Maître de Conférences à l'UJLoG, Daloa
- Konaté, I. : Maître de Conférences à l'UJLoG, Daloa
- Ahouty, B. : Doctorant à l'UFHB, Abidjan
- Koffi, A. : Technicien à l'Institut Pierre Richet, Bouaké
- N'Guetta, S.P. : Prof. Titulaire à l'UFHB, Abidjan

CONTACTS :

Dr Mathurin KOFFI, Maître de conférences en Génétique et épidémiologie moléculaire, Email : m9koffi@yahoo.fr, Tel : +225 09 45 49 45

1.2 Résumé exécutif

African animal trypanosomiasis (AAT) is caused mainly by *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, and *T. brucei brucei* and is the major constraint for livestock productivity in Sub-Saharan African countries. Information about animal trypanosomiasis status in Ivory Coast is missing, especially regarding molecular epidemiology. Therefore, this study intended to apply molecular tools to identify and characterize trypanosomes in Ivory Coast for sustainable control. 363 cattle blood samples were collected from Ferkessedougou Region in northern Ivory Coast in 2012. Buffy coat technique (BCT) and species-specific PCR assays were used to detect trypanosome species. Out of

363 cattle examined with BCT, 33 were found positive with all trypanosomes species accounting for an average of 9.09% prevalence whereas polymerase chain reaction (PCR) using species-specific primers showed that 81 out of 363 cattle were infected with trypanosomes with an overall prevalence of 22.31%. *Trypanosoma congolense* savannah type, *T. Vivax* and *T. brucei* sl. accounted for 28.39%, 49.38% and 23.45% of the infection rate respectively. No infection with *T. congo* forest type was detected. *T. vivax* infection was the most prevalence in the area investigated compared to the two other trypanosome species. Mixed infections with different trypanosomes species were detected accounting for 7.32% of prevalence. Regarding sex-related prevalence, male cattles were slightly more infected than female but the difference was not significant. Our results showed that there was a high prevalence of AAT in livestock in Ferkessedougou Area. There is therefore a need to strengthen control policies and institute measures that help prevent the spread of the parasites for sustainable control of animal trypanosome in this area.

1.3 Résultats majeurs obtenus

Our results showed that there is a high prevalence of AAT in livestock in Ferkessedougou Area. There is therefore a need to strengthen control policies and institute measures that help prevent the spread of the parasites for sustainable control of animal trypanosome in this area.

2 Thématique de recherche 2

The study of trypanosome species circulating in domestic animals in two human African trypanosomiasis foci of Côte d'Ivoire identifies pigs and cattle as potential reservoirs of *Trypanosoma brucei gambiense*

Mots-clés pour l'indexation :

2.1 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- N'Djetchi MK : Doctorant à l'UJLoG, Daloa
- Ilboudo H, Chargé de recherche au CIRDES de Bobo-Dioulasso
- Koffi M : Maître de conférences à l'UJLoG
- Kabore Jacques : Maître-assistant à l'Université Nazy Boni, Bobo-Dioulasso
- Kabore JW : Doctorant au CIRDES
- Kaba D : Chargé de recherche à l'Institut Pierre-Richet, Bouaké

2.2 Résumé exécutif

Important control efforts have led to a significant reduction of the prevalence of human African trypanosomiasis (HAT) in Côte d'Ivoire, but the disease is still present in several foci. The existence of an animal reservoir of *Trypanosoma brucei gambiense* may explain disease persistence in these foci where animal breeding is an important source of income but where the prevalence of animal African trypanosomiasis (AAT)

is unknown. The aim of this study was to identify the trypanosome species circulating in domestic animals in both Bonon and Sinfra HAT endemic foci.

552 domestic animals (goats, pigs, cattle and sheep) were included. Blood samples were tested for trypanosomes by microscopic observation, species-specific PCR for *T. brucei sl*, *T. congolense*, *T. vivax* and subspecies-specific PCR for *T. b. gambiense* and *T. b. gambiense* immune trypanolysis (TL). Infection rates varied significantly between animal species and were by far the highest in pigs (30%). *T. brucei s.l* was the most prevalent trypanosome species (13.7%) followed by *T. congolense*. No *T. b. gambiense* was identified by PCR while high TL positivity rates were observed using *T. b. gambiense* specific variants (up to 27.6% for pigs in the Bonon focus).

This study shows that domestic animals are highly infected by trypanosomes in the studied foci. This was particularly true for pigs, possibly due to a higher exposure of these animals to tsetse flies. Whereas *T. brucei s.l.* was the most prevalent species, discordant results were obtained between PCR and TL regarding *T. b. gambiense* identification. It is therefore crucial to develop better tools to study the epidemiological role of potential animal reservoir for *T. b. gambiense*. Our study illustrates the importance of “one health” approaches to reach HAT elimination and contribute to AAT control in the studied foci.

2.3 Résultats majeurs obtenus

This study shows that domestic animals are highly infected by trypanosomes in the studied foci. This was particularly true for pigs, possibly due to a higher exposure of these animals to tsetse flies. Whereas *T. brucei s.l.* was the most prevalent species, discordant results were obtained between PCR and TL regarding *T. b. gambiense* identification. It is therefore crucial to develop better tools to study the epidemiological role of potential animal reservoir for *T. b. gambiense*. Our study illustrates the importance of “one health” approaches to reach HAT elimination and contribute to AAT control in the studied foci.

Antibiotiques en aviculture

1 Thématique de recherche

Impact de l'usage des antibiotiques en aviculture sur la santé animale, la santé publique et l'économie des populations en Côte d'Ivoire

Mots-clés pour l'indexation : Antibiotique, Résidus, HPLC , PremiTest, Œuf, Gésier, Cuisse de poulet, Antibiorésistance, E-test, CMI, *Escherichia coli* , Salmonelle, Sérovar, Qualité, Analyse économique, Marge brute, Aviculture, Côte d'Ivoire.

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : ASSOUMY A. M. (1) (Maître-assistant), BADA-ALAMBEDJI R.(2) (Professeur), KONE P. S.(2) (Maître de conférences agrégé), TEKO-AGBO A.(1) (Chargé de recherche), AKODA K.(1) (Maître-assistant), OS-SEBI W.(3) (Assistant).

- (1) Service de pharmacie-toxicologie, Département de santé publique et environnement (DSPE), École Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISM V) de Dakar, Sénégal.
- (2) Service de microbiologie, immunologie et pathologie infectieuse, DSPE, EISMV de Dakar, Sénégal.
- (3) Service d'économie rurale et gestion, Département des sciences biologiques et productions animales, EISMV de Dakar, Sénégal.

CONTACTS :

Coordonnateur : Abdou Moumouni ASSOUMY, Etablissement d'accueil : EISMV de Dakar, Sénégal, Tél : 00221 77 505 16 89 / dr.assoumy@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

L'objectif général du présent projet est d'estimer l'impact des antibiotiques utilisés en aviculture sur la santé animale, la santé publique et l'économie des populations en Côte d'Ivoire. La méthodologie s'est articulée autour de travaux de terrain, de laboratoire et

de l'analyse de l'ensemble des données générées pour répondre à l'objectif du projet. Les travaux de terrain (district d'Abidjan et département d'Agnibilékrou) sont la collecte d'échantillons (antibiotiques, fèces, denrées d'origine avicoles) et la conduite d'enquêtes portant sur les modalités de distribution, d'utilisation et diverses variables d'intérêt, notamment économiques et de consommation. Les travaux de laboratoire ont porté sur l'étude de la qualité des antibiotiques, la recherche de leurs résidus dans les denrées d'origine avicole et la recherche de l'antibiorésistance secondaire à leur utilisation.

4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats révèlent l'utilisation anarchique des antibiotiques dans les fermes avicoles. La majorité (70%) des fermes s'approvisionne aussi bien dans le circuit officiel que parallèle. Près de 60% des exploitants avicoles pratiquent l'automédication. Au total, 80,60% des fermes enquêtées ne tiennent pas compte du délai d'attente à observer avant la mise à la consommation des denrées avicoles qu'ils produisent.

En outre, on note la mauvaise qualité des antibiotiques utilisés en aviculture. Le dosage des principes actifs a montré que 57,5%, 20% et 22,5% des échantillons sont respectivement sous-dosés, surdosés et dosés normalement.

L'analyse par le test de dépistage PremiTest a montré que les échantillons de denrées d'origine avicole analysés contiennent des résidus d'antibiotiques avec une prévalence respective de 17%, 20% et 50% pour les œufs, les cuisses et les gésiers de poulet. La recherche par HPLC de résidus danofloxacine dans les cuisses de poulet a montré une prévalence de 14% avec une concentration moyenne de 112,02 +g/kg inférieure à la LMR (200+g/kg).

Des souches d'*E. coli* et de Salmonelles fortement résistantes (84 à 99%) aux tétracyclines (doxycycline, tétracycline) et aux sulfonamides ont été mises en évidence. Une tendance à la multirésistance des souches a été également notée. Six sérovars de salmonelles ont été isolés : *S. Kentucky*, *S. Sandiego*, *S. Djugu*, *S. Agama*, *S. Poona* et *S. Mbandaka*.

La détermination de la CMI par les bandelettes E-test sur 27 souches d'*E. coli* multirésistantes a révélé pour la Tétracycline, des valeurs allant de 12µg/ml à plus de 256µg/ml pour 25 souches (donc qualifiées de résistantes) et allant de 0,19µg/ml à 0,5µg/ml pour 2 souches considérées sensibles. Pour l'association Triméthoprime-Sulfaméthoxazole, 100% des souches ont été résistantes avec une CMI supérieure à 32µg/ml correspondant à la limite supérieure du gradient de concentration sur la bandelette E-test utilisée.

L'analyse économique a révélé que les exploitations avicoles sont rentables au regard de la marge brute trouvée (356 588 FCFA pour un effectif moyen de 1 118 sujets) et ce, comparativement aux données de références. Une analyse des résultats obtenus sur l'antibiorésistance a montré une marge brute plus importante pour les exploitations où l'antibiorésistance a été observée de façon importante. La nature et la durée de l'étude n'ont pas permis d'établir une corrélation directe entre cette forte antibiorésistance sur la rentabilité de ces exploitations.

L'auto-emploi des jeunes dans l'espace UEMOA

1 Thématique de recherche

Étude sur la promotion de l'entrepreneuriat et de l'auto-emploi des jeunes dans l'espace UEMOA

Mots-clés pour l'indexation : Appui financier ; Appui non-financier ; Atelier ; Auto-emploi ; Bourse ; Chômage ; Création d'entreprises ; Demande d'emplois ; Dispositifs ; Éducation ; Emploi ; Employabilité ; Entrepreneuriat ; Formation ; Jeunes ; Jeunesse ; Offre d'emploi ; Pluriactivité ; Politique ; Programme ; Projet ; Promotion ; Sans travail ; Sous-emploi ; Taux d'emploi

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction). Par l'équipe des Mastérialia composée de :

- Dr Mouhamadou Lamine YADE, Coordonnateur Principal de l'Étude
- Issoufou TRAORE, Manager Exécutif de Youmann et Coordonnateur Adjoint de l'Étude
- Seydou BADJI, Manager Général de Youmann
- Dr Cheikh Mouhamed Fadel KEBE, Directeur Général de INNODEV
- Cheikh Oumar Tidiane TALL, Directeur Général de CEPIC
- Dr Marème CISSE THIAM, Ex-Directrice de l'entrepreneuriat féminin au Sénégal
- Windnen Blaise TOUGOUMA, consultant chez Youmann
- Brou Arsène BEDA, consultant chez Youmann
- Boubacar El Kébir COLY, consultant chez Youmann
- Arounan SANAN, consultant indépendant
- Kokou ABAH, stagiaire

CONTACTS : Youmann Consulting, Lot n°1 Sacré Coeur 3 Pyrotechnie, BP : 25562 Dakar-Sénégal, Tél. : +221 33 864 08 63, E-mail : youmann@youmann.com

3 Résumé exécutif

Le programme « les Mastériaux » a été initié par le cabinet Youmann pour promouvoir l'entrepreneuriat et l'emploi des jeunes au Sénégal. Mais son ambition est de s'étendre aux autres pays de l'espace UEMOA. C'est dans cette ambition sous-régionale que le Programme a bénéficié du financement de la Commission de l'UEMOA, parce que s'inscrivant en droite ligne avec sa politique, pour mener une Étude sur la promotion de l'entrepreneuriat et de l'auto-emploi des jeunes dans l'espace UEMOA. L'objectif de l'Étude est de porter un regard croisé sur :

- Les orientations politiques en faveur de la création d'entreprises et de l'auto-emploi.
- Les dispositifs légaux et réglementaires d'incitation à la création d'entreprises.
- Les dispositifs de renforcement des capacités en termes de compétences entrepreneuriales.
- Les Fonds d'appui à l'entrepreneuriat.
- Les banques et institutions de microfinance d'appui à l'entrepreneuriat.
- Les nouveaux acteurs de l'accompagnement des entreprises.
- Les modèles de réussite et d'échec en affaires hors dispositifs d'accompagnement.

Pour mener à bien cette étude, l'équipe a eu recours aux outils tels que : - La revue documentaire. - Des enquêtes auprès de structures d'appui à l'entrepreneuriat. - Des ateliers de réflexions à Bissau, Dakar et Abidjan. - Des interviews télévisées et des prises de vues auprès d'acteurs clés aux fins de production de deux documents audiovisuels de 13 minutes : l'un sur les dispositifs institutionnels d'appui à la promotion de l'entrepreneuriat des jeunes et l'autre sur des exemples de réussite en matière d'entrepreneuriat dans l'espace UEMOA.

L'Étude formule également, après un état des lieux des dispositifs de promotion de l'entrepreneuriat et de la création d'emploi des jeunes, des recommandations pour une meilleure prise en compte de l'entrepreneuriat et la création d'emploi pour les jeunes dans l'espace sous-régional.

4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats obtenus à l'issue de l'Étude sont présentés ici en termes de livrables. Il s'agit de :

4.1 Rapport d'étude sur l'état des lieux de l'emploi des jeunes dans les pays de UEMOA

L'essentiel de cet état des lieux de l'emploi des jeunes a porté sur un constat de la situation de l'entrepreneuriat et de l'emploi des jeunes ainsi que sur les dispositifs de

promotion de l'emploi et de l'entrepreneuriat mis en place aux niveaux nationaux et au niveau sous-régional.

4.1.1 Etat des lieux de l'entrepreneuriat et l'emploi des jeunes

En dépit des taux de croissance économique relativement satisfaisants des pays de l'UEMOA, le niveau de vie des populations est resté faible, car cette croissance n'est pas suffisamment pro-emploi. Ce qui se traduit par des taux de chômage relativement élevés chez les jeunes. Cette situation des jeunes s'explique en grande partie par un faible niveau d'employabilité de la population de manière générale. En effet, on assiste à un manque d'adéquation entre le profil de formation des populations avec les besoins en compétences de l'environnement économique des pays de l'Union. Une des manifestations de ce faible niveau d'employabilité dans ces pays est le développement d'une économie informelle qui emploie une part importante des jeunes. Par ailleurs, on assiste à un nombre de demandeurs d'emploi qui croît d'année en année, alors que sur le marché de l'emploi l'offre ne suit pas. L'on constate que le secteur agricole est le principal bassin d'emploi des jeunes en âge de travailler, suivi de l'économie informelle non agricole et du secteur moderne. En termes d'initiative entrepreneuriale, le secteur des TIC et les innovations technologiques semblent être le centre d'intérêt majeur des jeunes qui décident de se lancer.

4.1.2 Etat des lieux des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat et à la création d'emploi

Aux niveaux nationaux, la plupart des pays de l'espace UEMOA disposent d'un cadre juridique et institutionnel, d'une politique ou stratégie pour la promotion de l'emploi et du travail des jeunes de manière générale. Toutefois, ces dispositifs n'ont pas donné de résultats satisfaisants au regard des résultats de l'état des lieux de l'emploi qui a été fait dans ces pays. Ou, lorsqu'elles ont donné des résultats, leur impact n'atteignait pas un seuil critique de cible. A côté des politiques nationales, d'importantes initiatives soutenues par des partenaires non gouvernementaux (ONG, Associations, etc.) et des privés (incubateurs, fablabs, maison d'entreprise, etc.) émergent pour sensibiliser, apporter l'encadrement qualitative et l'accompagnement en vue de promouvoir l'entrepreneuriat de la jeunesse dans les différents pays. En plus de ces acteurs, l'on note également une floraison d'acteurs de promotion et d'accompagnement de l'entrepreneuriat et de la création d'emploi. Au niveau sous-régional, l'UEMOA dispose également d'une politique en faveur de la création d'entreprises et de l'entrepreneuriat qui se traduit sur le terrain par un ensemble de programmes. En somme, les autorités politiques des différents pays de l'UEMOA, ainsi que d'autres acteurs privés consacrent des efforts de plus en plus considérables pour promouvoir l'entrepreneuriat et l'emploi des jeunes. L'UEMOA en premier lieu n'a ménagé aucun effort dans la prise en compte des jeunes dans le processus de développement des pays, tout en favorisant leur employabilité. En dépit des difficultés notées ci et là, il est important de relever que des exemples de réussite existent et, méritent d'être partagés. Ce qui a justifié par production par l'équipe de recherche d'un petit film documentaire sur ces succès.

4.1.3 *Recommandations*

Les résultats de l'état des lieux des dispositifs mis en place dans les différents pays et au niveau sous-régional pour promouvoir l'entrepreneuriat dans l'espace UEMOA, ont permis de formuler un certain nombre de recommandations pour une meilleure prise en compte de la question de l'entrepreneuriat des jeunes et de l'emploi de manière générale. L'une des recommandations principale est la synergie qu'il importe de créer entre les acteurs de l'écosystème pour plus d'efficacité dans la chaîne de promotion de l'entrepreneuriat et de l'emploi des jeunes.

4.2 **Autres livrables**

En sus du rapport d'étude sur la promotion de l'entrepreneuriat et de l'auto-emploi des jeunes dans l'espace UEMOA, deux films documentaires ont été produits afin de donner la parole aux acteurs et imprimer un caractère plus vivant à cette étude. . Il s'agit de : - Un film documentaire de 13 minutes sur les dispositifs institutionnels d'appui à l'entrepreneuriat et à la création d'entreprises, et - Un autre film documentaire de 13 minutes sur des exemples de réussite en matière d'entrepreneuriat des jeunes.

Contrôle des bilharzioses

1 Thématique de recherche

Modélisation mathématique et informatique appliquée au contrôle des bilharzioses en Afrique de l'Ouest

Mots-clés pour l'indexation : Modélisation mathématique; Computational Simulation; General Incidence; Reproduction Number; Schistosomiasis Model; Stochastic Differential Equation

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- Mariama SENE WADE, Maître assistante, UGB, Saint-Louis (Sénégal)
- Lena TENDENG, Assistante Université de Ziguenchor (Sénégal)
- Ali TRAORE, Maître-assistant Université Ouaga-I Pr Joseph KI-ZERBO
- Stanislas OUARO, Professeur Université Ouaga-I Pr Joseph KI-ZERBO
- Mouhamadou DIABY, Assistant UGB, Saint-Louis (Sénégal)
- Gauthier SALLET, Retraité
- Abderahmann Iggidr, CNRS Metz (France)
- Adda Phillipe, CNRS Metz (France)
- Mamadou SY, Professeur UGB, Saint-Louis (Sénégal)
- Abdou SENE, Professeur UGB, Saint-Louis (Sénégal)

CONTACTS :

- Stanislas OUARO, Professeur, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO : ouaro@yahoo.fr
- Mariama SENE WADE, Université Gaston Berger de Saint Louis (UGB), Sénégal : mariama-sene.wade@ugb.edu.sn

3 Résumé exécutif

Le projet de recherche sur la « modélisation mathématique et informatique appliquée au contrôle des bilharzioses en Afrique de l'Ouest » est un projet regroupant des cher-

cheurs du Burkina Faso, du Sénégal, du Mali et du Niger. Il s'est exécuté finalement sur deux pays que sont le Burkina Faso et le Sénégal.

Il est financé par le PAES de l'UEMOA et le réseau EDP-modélisation et contrôle.

4 Résultats majeurs obtenus

Il ressort de façon générale des résultats des travaux de recherche que la lutte par chimio-thérapie à elle seule n'est pas efficace pour l'éradication de la bilharziose mais plutôt une lutte intégrée. Cette conclusion a été confirmée par des chercheurs biologistes et géographes du Burkina Faso et du Sénégal lors de leur participation au colloque sur la modélisation mathématique et informatique des bilharzioses en Afrique de l'Ouest tenue à Bobo Dioulasso du 21 au 26 avril 2014.

Le séquençage de l'ADN effectué par Dr Mariama Wade/Sène au Laboratoire National History Museum à Londres en Angleterre confirme l'hybridation du parasite. En effet, il ressort de ce séquençage que la transmission d'Homme à Bovin et vice-versa est tout à fait possible. Ce qui implique la nécessité de considérer désormais dans les modèles de transmission de la bilharziose, les bovins.

Projet-pilote de lutte contre le diabète sucré à Bobo – Dioulasso

État des lieux et évaluations comparatives après interventions

1 Publication n° 1 : Thèse de doctorat en médecine

1.1 Thématique de recherche

Connaissances des agents de santé des hôpitaux publics de Bobo Dioulasso sur le diabète, préliminaire à un programme de formation à l'éducation des patients

Mots-clés pour l'indexation : Diabète, Connaissances, Agents de santé, Burkina-Faso

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs (noms et fonction) :

Thésard : Sawadogo Amidou, et actuellement médecin néphrologue au CHUSS

Directrice de thèse : Yaméogo Téné Marceline, Maitre de conférence Agrégé en médecine interne

Contacts : teneline@gmail.com, +226 70 07 51 40 / Thésard : sawadou10@yahoo.fr, +22670575891

1.3 Résumé exécutif

En 1^{re} phase de l'élaboration d'un programme de formation sur le diabète, nous avons évalué les connaissances sur le diabète des agents de santé des 3 hôpitaux publics de la ville, à l'aide d'un questionnaire auto-administré de 51 items. Cette étude a mis en évidence une insuffisance de connaissance des agents sur le diabète.

1.4 Résultats majeurs obtenus

283/374 (75,6%) agents ont participé à l'enquête, dont 92,6% de paramédicaux. Le score moyen de connaissance était de $32,1 \pm 6,0/51$. Seuls 6,7% avaient un bon niveau de connaissance ($\geq 80\%$ des items évalués). Le niveau était bon dans 33,2% et 22,6% pour l'hypoglycémie et son traitement ; 51,2% et 4,0% pour l'effet et les choix d'aliments ; 50,2% pour l'activité physique ; 42,4% et 2,5% pour les objectifs de glycémie et d'hémoglobine glyquée ; et 42,0% pour le pied diabétique. La qualification, la structure (CHUSS) et le niveau d'instruction étaient associés à un bon niveau.

2 Publication n° 2 : Article de revue et thèse de doctorat en médecine

2.1 Thématique de recherche

Audit of Diabetes Knowledge among Adults with Diabetes in Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : A Cross-Sectional Study Prior to Intervention Strategy. Thèse : Connaissances des diabétiques suivis au CHUSS sur leur maladie : préliminaire à un programme d'éducation

Mots-clés pour l'indexation : Diabète, Connaissance des patients, Education thérapeutique, Burkina Faso

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs (noms et fonction) :

Équipe de recherche du projet : Yaméogo TM, Kyelem CG, Guira O, Sombié I, Lan-koandé D et coll.

Thésarde : Sidibé Annick RO, actuellement médecin à la direction de la prévention par la vaccination

Directrice de thèse : Yaméogo Téné Marceline, Maitre de conférence Agrégé en médecine interne

Contacts auteurs / Coordinatrice : teneline@gmail.com, +226 70 07 51 40 / Thésard : annickraissa_s@yahoo.fr

2.3 Résumé exécutif

En 1^{re} phase de l'élaboration d'un programme d'éducation thérapeutique, nous avons évalué les connaissances des diabétiques suivis depuis 1 an au moins au CHUSS, à l'aide d'un questionnaire de 51 items administré en Dioula, Mooré et Français par des enquêteurs. Le niveau de connaissance était globalement insuffisant.

2.4 Résultats majeurs obtenus

268 diabétiques ont été enquêtés (type 2 : 93,3%). Le score total moyen était de $25,4 \pm 1,0/51$. Seuls 2 patients avaient un bon niveau de connaissance ($\geq 80\%$ des items évalués). Les rubriques les moins maîtrisées étaient l'alimentation (0,8%), l'hémoglobine glyquée (4,5%) et les signes d'hypoglycémie (7,8%); les mieux connus

étaient les effets de l'exercice physique (37,7%) et des aliments (36,9%) sur la glycémie et les objectifs glycémiques (32,8%). La résidence ($p=0,05$) et le niveau d'instruction ($p=0,01$) étaient associées à un meilleur niveau.

3 Publication n° 3 : Thèse de doctorat en médecine

3.1 Thématique de recherche

Projet diabète-Bobo : étude des facteurs de risque cardiométaboliques en milieu scolaire urbain de Bobo

Mots-clés pour l'indexation : Facteurs de risque cardiométabolique, gradient, élèves, Burkina-Faso

3.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs (noms et fonction) :

Thésard : Coulibaly Bazoumana, et actuellement médecin à Dieboungou, inscrit au DU de Diabétologie

Directrice de thèse : Yaméogo Téné Marceline, Maître de conférence Agrégé en médecine interne

Contacts auteurs / Coordinatrice : teneline@gmail.com, +226 70 07 51 40 / Thésard : coolbazoumana@yahoo.fr, + 226 70 43 20 11

3.3 Résumé exécutif

En préalable à un plaidoyer/sensibilisation pour la prévention des facteurs de risque cardiovasculaire dans les lycées, nous avons mené une étude transversale dans tous les lycées publics et un échantillon de lycées privés de la ville, à l'aide d'un questionnaire auto-administré et mesure des paramètres physiques et de la glycémie, après consentement des parents et sous la supervision d'enquêteurs. Cette étude a montré une prévalence croissante des facteurs de risque cardiométabolique dans le cursus scolaire.

3.4 Résultats majeurs obtenus

1995 élèves ont été enquêtés : 649 en 6^e, 673 en 3^e et 673 en Terminale. L'âge moyen était de $17,5 \pm 3,7$ ans, le sex-ratio 0,7. La prévalence de la surcharge pondérale était de 7,3% (5,9 % en surpoids et 1,4 % obèses). Ils étaient 18,3 % avec un comportement sédentaire. La prévalence du diabète était nulle (0%); celle de l'HTA était de 5,8 %, plus importante en cas de surpoids ($p= 0,005$) et en Terminal ($p= 0,007$). La prévalence du tabagisme était de 1,1 %, plus élevée chez les garçons ($p < 0,001$), chez les 15 ans et plus ($p= 0,038$) et avec le niveau ($p= 0,007$).

4 Publication n° 4 : Thèse de doctorat en médecine

4.1 Thématique de recherche

Déterminants du comportement alimentaire des élèves de la ville de Bobo – Dioulasso

Mots-clés pour l'indexation : Comportement alimentaire, élèves, Burkina Faso

4.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs (noms et fonction) :

Thésard : Tapsoba Mireille MD, et actuellement médecin généraliste

Directrice de thèse : Yaméogo Téné Marceline, Maitre de conférence Agrégé en médecine interne

Contacts auteurs / Coordinatrice : teneline@gmail.com, +226 70 07 51 40 / Thésard : mimimadeb@gmail.com, + 226 70 09 53 28

4.3 Résumé exécutif

En préalable à un plaidoyer/sensibilisation pour la prévention des facteurs de risque cardiovasculaire dans les lycées, nous avons mené une étude transversale dans tous les lycées publics et un échantillon de lycées privés de la ville, à l'aide d'un questionnaire auto-administré, après consentement des parents et sous supervision d'enquêteurs. Cette étude a mis en évidence une insuffisance générale dans les apports alimentaires recommandés de fruits, légumes, protides, féculents et produits laitiers, et la consommation régulière d'aliments gras, sucrés et d'alcool pour un quart d'entre eux

4.4 Résultats majeurs obtenus

La majorité des élèves (90,5%) déclarait consommer au moins 3 repas par jour. Les recommandations alimentaires étaient différemment observées selon les groupes d'aliments. Ainsi, les légumes (90,0%), les fruits (75,4%) et les produits laitiers (79,3%) étaient les aliments les moins bien consommés par rapport aux recommandations. Les apports protidiques et en féculents étaient insuffisants chez respectivement 39,7% et 58,2% d'entre eux. Près de $\frac{1}{4}$ avait une consommation hebdomadaire régulière d'alcool (23,4%) tandis qu'une consommation excessive de boissons sucrées et d'aliments frits était notée chez 12,7% et 28,2% d'entre eux, respectivement.

5 Publication n° 5 : Thèse de doctorat en médecine

5.1 Thématique de recherche

Évaluation des pratiques médicales en matière de prise en charge des diabétiques hospitalisés au CHUSS de Bobo

Mots-clés pour l'indexation : Diabétiques, Hospitalisation, Recommandations

5.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs (noms et fonction) :

Thésard : Derra Nassira, actuellement médecin généraliste

Directrice de thèse : Yaméogo Téné Marceline, Maitre de conférence Agrégé en médecine interne

Contacts auteurs / Coordinatrice : teneline@gmail.com, +226 70 07 51 40 / Thésarde : nassira.derra@yahoo.com, + 226 71 48 22 99

5.3 Résumé exécutif

Dans le but d'évaluer la prise en charge des diabétiques admis au CHUSS, nous avons mené une étude transversale par revue des dossiers des cas hospitalisés entre le 01/01/2015 et le 31/12/2016. Les éléments évalués étaient la recherche d'une acidocétose et l'insulinothérapie en cas d'hyperglycémie avec trouble de la conscience, et le dépistage des autres facteurs de risque cardiovasculaire chez les nouveaux cas de diabète. Cette étude a montré une insuffisance de l'application des recommandations dans la prise en charge des diabétiques hospitalisés.

5.4 Résultats majeurs obtenus

Les dossiers de 216 diabétiques hospitalisés dont 32,9% de nouveaux cas de diabète ont été examinés. Parmi les cas admis en état d'hyperglycémie, 65 (33,7%) avaient un trouble de la conscience : seulement 39 (60,0%) d'entre eux ont bénéficié d'une recherche de la cétonurie, 4 (6,2%) d'un dosage des bicarbonates et 54 (83,1%) d'une insulinothérapie.

Parmi les 71 nouveaux cas, la mesure de la pression artérielle, le dépistage de l'obésité et d'une dyslipidémie ont été documentés dans 67 (94,4%), 17 (23,9%) et 28 (39,4%) cas respectivement

6 Publication n° 6 : Article de revue

6.1 Thématique de recherche

Observance des recommandations pour le screening biologique de l'acidocétose diabétique : niveaux d'application au CHU de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

Mots-clés pour l'indexation : Acidocétose diabétique, Recommandations, Burkina Faso

6.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs, Équipe de recherche du projet : Yaméogo TM, Kyelem CG, Guira O, Sombié I, Lankoandé D et coll.

Contacts Coordinatrice : teneline@gmail.com / +226 70 07 51 40

6.3 Résumé exécutif

Afin de vérifier si les paramètres biologiques entrant en ligne de compte dans le diagnostic de l'acidocétose, dès lors que la glycémie $\geq 14\text{mmol/l}$, étaient pris prescrits par les agents des admissions du CHUSS, nous avons réalisé une étude transversale sur la période 01/01/2015 et le 31/12/2016, par revue des dossiers des diabétiques admis en hyperglycémie. Les recommandations de la Fédération Internationale du Diabète et le protocole acidocétose élaboré dans le cadre du projet ont servi de référentiel. Dans tous les cas avec glycémie $\geq 14\text{mmol/l}$, la recherche d'une cétonurie + gluco-

surie, le dosage des bicarbonates et/ou des gaz du sang ont été vérifiés. Cette étude a révélé que les recommandations sur le screening biologique de l'acidocétose étaient insuffisamment appliquées au CHUSS.

6.4 Résultats majeurs obtenus

Sur 646 diabétiques ayant consulté, 225 ont été hospitalisés soit un taux d'hospitalisation de 34,8%. A l'admission, 90,7% était en état d'hyperglycémie, dont 69,4% avec une glycémie ≥ 14 mmol/L. La recherche de la cétonurie couplée à la glucosurie a été effective dans 47,9% des cas ; 3,7% ont bénéficié d'une recherche de la cétonurie – glucosurie associée à un dosage des bicarbonates. Aucun cas (0%) n'a eu de dosage des gaz du sang.

7 Publication n° 7 : Article de revue

7.1 Thématique de recherche

Determinants of Fruit and Vegetables Intake among Secondary School Pupils in the City of Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : A Cross-Sectional Study (Déterminants de la consommation de fruits et légumes chez les élèves de la ville de Bobo Dioulasso)

Mots-clés pour l'indexation : Déterminants –fruits et légumes – Elèves – Burkina Faso

7.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs Équipe de recherche du projet : Yaméogo TM, Kyelem CG, Guira O, Sombié I, Lankoandé D et coll.

Contacts Coordonnatrice : teneline@gmail.com / +226 70 07 51 40

7.3 Résumé exécutif

L'alimentation est un déterminant des maladies chroniques non transmissibles. L'objectif de cette étude était de décrire les habitudes alimentaires des élèves de la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Pour ce faire, nous avons réalisé une étude transversale de Mars à Avril 2016, auprès des élèves de 6^e, 3^e et Terminale des établissements publics et privés de la ville. Les méthodes d'enquête alimentaire étaient le rappel des dernières 24 heures associé au questionnaire de fréquence de consommation. Cette étude a mis en évidence une insuffisance dans les apports alimentaires recommandés de fruits et légumes, associés à des facteurs modifiables comme le niveau d'études et l'influence des mères.

7.4 Résultats majeurs obtenus

Au total, 1993 élèves ont été enquêtés. Les recommandations étaient observées chez seulement 24,6% des élèves pour les fruits et 10,0%, pour les légumes. Les facteurs indépendamment associés à la consommation insuffisante de légumes étaient : classe de 3^e ou Terminale, mère de corpulence maigre ou en surpoids/obésité ; ceux associés à la consommation insuffisante de fruits étaient : sexe masculin, lycée public, classe de 3^e ou Terminale et inactivité physique.

8 Publication n° 8 : Article de revue

8.1 Thématique de recherche

Food behavior of pupils in the city of Bobo Dioulasso (Burkina Faso) (Comportement alimentaire des élèves de la ville de Bobo Dioulasso)

Mots-clés pour l'indexation : Comportement alimentaire, élèves, Burkina Faso

8.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs Équipe de recherche du projet : Yaméogo TM, Kyelem CG, Guira O, Sombié I, Lankoandé D et coll.

Contacts Coordonnatrice : teneline@gmail.com / +226 70 07 51 40

8.3 Résumé exécutif

En préalable à un plaidoyer/sensibilisation pour la prévention des facteurs de risque cardiovasculaire dans les lycées, nous avons mené une étude transversale dans tous les lycées publics et un échantillon de lycées privés de la ville, à l'aide d'un questionnaire auto-administré, après consentement des parents et sous supervision d'enquêteurs. Cette étude a mis en évidence une insuffisance générale dans les apports alimentaires recommandés de fruits, légumes, protides, féculents et produits laitiers, et la consommation régulière d'aliments gras, sucrés et d'alcool pour un quart d'entre eux

8.4 Résultats majeurs obtenus

La majorité des élèves (90,5%) déclarait consommer au moins 3 repas par jour. Les recommandations alimentaires étaient différemment observées selon les groupes d'aliments. Ainsi, les légumes (90,0%), les fruits (75,4%) et les produits laitiers (79,3%) étaient les aliments les moins bien consommés par rapport aux recommandations. Les apports protidiques et en féculents étaient insuffisants chez respectivement 39,7% et 58,2% d'entre eux. Près de $\frac{1}{4}$ avait une consommation hebdomadaire régulière d'alcool (23,4%) tandis qu'une consommation excessive de boissons sucrées et d'aliments frits était notée chez 12,7% et 28,2% d'entre eux, respectivement.

9 Publication n° 9 : Article de revue

9.1 Thématique de recherche

Too sweet/too fatty food consumption : determinants among secondary school pupils in the city of Bobo Dioulasso (Burkina Faso) (Déterminants de la consommation excessive de boissons sucrées et d'aliments frits chez les élèves des lycées de la ville de Bobo Dioulasso (Burkina Faso))

Mots-clés pour l'indexation : Trop gras, Trop sucré, Sujets jeunes, Élèves, Burkina / Too sweet, Too fatty food consumption, Young subject, Pupils

9.2 Auteurs et coordinateur du projet

Auteurs Équipe de recherche du projet : Yaméogo TM, Kyelem CG, Guira O, Sombié I, Lankoandé D et coll.

Contacts Coordonnatrice : teneline@gmail.com / +226 70 07 51 40

9.3 Résumé exécutif

L'alimentation, en particulier quand elle est trop sucrée ou trop grasse, est un déterminant majeur des maladies chroniques non transmissibles. L'objectif de cette étude était de déterminer la fréquence et les facteurs associés à la consommation excessive de boissons sucrées et d'aliments frits chez les élèves, nous avons réalisé une étude transversale de Mars à Avril 2016, auprès des élèves de 6^e, 3^e et Terminale des établissements publics et privés de la ville. Les méthodes d'enquête alimentaire étaient le rappel des dernières 24 heures associé au questionnaire de fréquence de consommation. La consommation excessive de boissons sucrées était définie par la consommation de plus de 3 sucreries (soda) ou jus sucrées par jour (33cl x 3) ; celle d'aliments frits par la consommation de plus d'une ration d'aliments frits/cuits dans l'huile par jour. Cette étude a mis en évidence que manger trop sucré et trop gras concernait respectivement 1/10 et 3/10 élèves de la ville de Bobo-Dioulasso. Les principaux facteurs modifiables de ces habitudes alimentaires comprenaient le niveau d'études, la composition du petit-déjeuner et l'influence des mères

9.4 Résultats majeurs obtenus

Sur 1993 élèves enquêtés, a consommation excessive de boissons sucrées et d'aliments frits était notée chez 12,7% (n=253) et 28,2% (n=561) des élèves, respectivement. Les facteurs associés à la consommation sucrées étaient : le sexe féminin, la sédentarité, le désir de grossir, la corpulence maigre ou normale de la mère et la prise de petit-déjeuner ; ceux associés à la consommation excessive d'aliments frits étaient le sexe féminin, être en 6^e ou 3^e, la pratique d'activité physique et la prise de petit-déjeuner. Par contre, fréquenter un lycée privé, avoir une mère de corpulence normale et une concordance entre l'image de soi et le statut pondéral réel étaient protecteurs vis-à-vis de la consommation excessive d'aliments frits.

Cancer de l'estomac

1 Thématique de recherche

Rapport entre le cancer de l'estomac et le *too* à la potasse

Mots-clés pour l'indexation : *too*, potasse, cancer, estomac, UEMOA

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) :

- TRAORE Drissa^{1,2,3}, chirurgien, investigateur principal
- TRAORE Cheick Bougadari^{2,3}, anatomie pathologiste, co-investigateur
- DEMBELE Mamadou^{2,3}, interniste, endoscopiste, co-investigateur
- KOUMARE Benoît^{2,3,4}, spécialiste en chimie analytique, co-investigateur, Directeur du Laboratoire national de la Santé du Mali
- KOUMARE Abdel Karim^{1, 2,3}, co-investigateur, expert dans la formation des formateurs, en éducation et en recherche, Directeur de l'IAFPRESS

¹ *African Institute of Training in Pedagogy, Research and Évaluation in Health Sciences (IAFPRESS) – Bamako – Mali*

² *University of Sciences, Techniques and Technologies, Bamako – Mali*

³ *University hospital of Point G, Bamako – Mali*

⁴ *National laboratory of health, Bamako – Mali*

CONTACTS :

Dr Drissa Traoré, Maître de Conférences Agrégé, African Institute of Training in Pedagogy, Research and Évaluation in Health Sciences (IAFPRESS) Bamako, Mali, Quartier du Fleuve, street : 303, door : 234, PO Box : 334 Bamako, phone : 00(223) 20225700, Email : traored2003@yahoo.fr

3 Résumé exécutif

Introduction : Le *too* à la potasse est un aliment traditionnel consommé le plus souvent au Mali que dans les pays voisins. Il est sous forme de purée; préparé en y ajoutant

de la potasse hyper concentrée. Le Mali est le seul pays en Afrique de l'Ouest qui a une prévalence du cancer de l'estomac 3 à 4 fois plus élevée que dans les pays voisins, d'après l'OMS.

Notre hypothèse de recherche est : La consommation de *too* à la potasse favorise la survenue du cancer de l'estomac.

Patients et méthodes : Il s'agissait d'une étude cas- témoins avec appariement, portant sur les participants consommant le *too* à la potasse, atteints du cancer de l'estomac (cas) et sur des participants non atteints de cancer de l'estomac (témoins). La taille de l'échantillon a été calculée à partir d'Epi info. L'étude a été faite en 2013 à Bamako, Mali.

Résultats : Nous avons colligé 350 participants dont 127 cas de cancer de l'estomac et 223 témoins. Les participants qui ont consommé le *too* avec la potasse à une fréquence supérieure ou égale 3 fois par semaine ont eu 4,34 fois plus de risque d'avoir le cancer de l'estomac par rapport à ceux qui l'ont consommé à une fréquence inférieure à 3 fois par semaine car l'odds ratio = 4,34. La différence était hautement significative car $p < 10^{-6}$. Le *too* à la potasse a été mis dans un modèle de régression logistique inconditionnelle avec le poisson fumé ou séché, le tabac et l'alcool. Le *too* à la potasse est resté plus lié statistiquement à la survenue du cancer de l'estomac avec un $p < 10^{-4}$.

Conclusion : La consommation du *too* à la potasse favorise très probablement la survenue du cancer de l'estomac.

Financement : L'Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA)

4 Résultats majeurs obtenus

Les participants qui ont consommé le *too* avec la potasse à une fréquence supérieure ou égale 3 fois par semaine ont eu 4,34 fois plus de risque d'avoir le cancer de l'estomac par rapport à ceux qui l'ont consommé à une fréquence inférieure à 3 fois par semaine car l'odds ratio = 4,34. La différence était hautement significative car $p < 10^{-6}$. Le *too* à la potasse a été mis dans un modèle de régression logistique inconditionnelle avec le poisson fumé ou séché, le tabac et l'alcool. Le *too* à la potasse est resté plus lié statistiquement à la survenue du cancer de l'estomac avec un $p < 10^{-4}$.

La consommation du *too* à la potasse favorise la survenue du cancer de l'estomac.

Environnement et santé publique

Thématique globale de recherche

Environnement et Santé Publique : Adaptation de la réglementation des Médicaments Traditionnels Améliorés (MTA) à l'évolution de la contamination métallique et organique des plantes médicinales en Afrique de l'Ouest

1 PREMIÈRE PUBLICATION

1.1 Titre de la publication ou communication

Évaluation du potentiel ethnopharmacologique et de production de phytomédicaments au Togo

Mots-clés pour l'indexation : Phytomédicaments, screening pharmacologiques, Médecine Traditionnelle, Togo.

1.2 Auteurs et coordinateur du projet

- Dr Koudouvo K
- Prof EDORH A. Patrick
- Prof Agbonon A
- Prof Ketoh G.K
- Prof Ouedraogo S
- Prof Attisso S
- Prof Gbeassor M

CONTACTS : Adresse : 03 BP 0994, Cotonou, Bénin. Tél. 00(229) 97 071 596. Email : patrickedorh@yahoo.fr

1.3 Résumé exécutif

Une enquête ethnopharmacologique a été menée en 2013 pour recenser les phytomédicaments les plus utilisés en médecine traditionnelle dans deux régions sanitaires du Togo, afin d'en disposer des informations sur l'efficacité, l'année d'invention, l'existence ou non de l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), la formulation galé-

nique, l'emballage et le nombre de plantes entrant dans la composition du phytomédicament. Auprès de 12 tradithérapeutes dont 4 femmes, 105 phytomédicaments dont 21 produits à base d'une seule plante, et soignant 64 différentes pathologies ont été recensés mais aucun n'a obtenu l'AMM. Ce qui veut dire que depuis 40 ans qu'ils sont produits et consommés au Togo, pas un seul n'ait rempli les normes toxicologiques pour être officiellement vendu dans les pharmacies en raison de la quasi inexistence et de l'appropriation des critères d'homologation des médicaments à base de plantes en Afrique de l'Ouest.

1.4 Résultats majeurs obtenus

Malgré l'importance de la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest, rares et même inexistantes sont les phytomédicaments qui ont obtenu l'Autorisation pour la Mise sur le Marché (AMM). Au Togo, les travaux scientifiques ayant véritablement abordé le sujet pour inventorier ces médicaments traditionnels et identifier ceux qui ont rempli les critères de classification en médicaments traditionnels améliorés (MTA) suivant les normes du code togolais de la santé et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour obtenir l'AMM, sont très rares. A cet effet, un recensement d'un échantillon de phytomédicaments produits par les praticiens de la médecine traditionnelle (PMT) a été effectué et leurs caractéristiques de production élucidées afin de poser les bases du processus devant aboutir à l'obtention de l'AMM. Auprès de 12 tradithérapeutes (4 femmes et 8 hommes), 105 phytomédicaments avec 21 parmi eux produits chacun à base d'une seule plante, soignant 64 différentes pathologies ont été recensés. Le paludisme, les vers intestinaux, les stérilités, le diabète et les maladies hépatiques qui ont été les plus citées, parmi celles figurant sur la liste des maladies prioritaires de l'OMS. Selon l'année d'invention, 16 phytomédicaments sont vieux de 38 à 40 ans, 44 sont d'âge entre 12 et 15 ans. Seuls 2 médicaments sont plus récents (produits en 2010) signifiant une stagnation dans l'invention. Les liquides ou sirop (48,54%) et poudres (35,92%) constituent l'essentiel des 10 formulations galéniques de ces phytomédicaments qui sont conditionnés dans leur majorité en bouteilles plastiques (57,28%) et en sachets (18,44%). Des 105 phytomédicaments recensés, aucun n'a obtenu l'AMM, ce qui veut dire que depuis au moins 40 ans qu'ils sont produits et utilisés au Togo, pas un seul n'ait rempli les normes pour être officiellement vendu dans les pharmacies, ce qui constitue un grand danger pour la santé de la population. Vu l'importance et la réputation de l'efficacité de ces phytomédicaments, il urge que leurs profils pharmacologiques soient améliorés mais aussi que les structures en charge de la santé publique et des médicaments mettent à jour les critères d'homologation adaptés à la contamination métallique et organiques des plantes médicinales pour permettre à ces MTA d'obtenir des AMM pour se retrouver dans les pharmacies.

2 DEUXIÈME PUBLICATION

2.1 Titre de la publication ou communication

Sanitary Risks Connected to the Consumption of Infusion from *Senna rotundifolia* L. Contaminated with Lead and Cadmium in Cotonou (Benin)

Mots-clés pour l'indexation : Paludisme, Plantes médicinales, Métaux lourds, Contamination, Risques sanitaires

2.2 Auteurs et coordinateur du projet

- Dr S. A. Montcho
- Dr K. Koudouvo
- Prof A. P. E. Yehouenou
- Dr P. Guedenon
- Dr L. Koumolou
- Prof M. Oke Sopoh,
- Dr V. Dougnon,
- Prof Mensavi F. Gbéassor
- Prof E. E. Creppy
- Prof M. Boko
- Prof A. P. Edoh

CONTACTS : Adresse : 03 BP 0994, Cotonou, Bénin. Tél. 00(229) 97 071 596 Email : patrickedorh@yahoo.fr

2.3 Résumé exécutif

Cette étude a révélé au niveau des plantes médicinales utilisées contre le paludisme et achetées sur les marchés de Dantokpa, de Vossa et de Godomey à Cotonou, Bénin, une contamination par les métaux lourds plomb et cadmium avec un dépassement des normes admises. L'évaluation des risques a révélé que les DJE pour le plomb et le cadmium à travers la consommation des recettes à base des plantes antipaludiques dépasse les normes de l'OMS, ce qui constitue un risque de santé publique, en particulier pour les enfants.

2.4 Résultats majeurs obtenus

L'importance de la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest n'est plus à démontrer. Au Bénin, plusieurs marchés de Cotonou sont le lieu de vente de plantes médicinales. Cette étude s'inscrit dans le cadre du Projet MTA-AO sur l'Adaptation de la réglementation des Médicaments Traditionnels Améliorés (MTA) à l'évolution de la contamination métallique et organique des plantes médicinales en Afrique de l'Ouest. A cet effet, cette étude a fait une évaluation des risques sanitaires liés à la consommation des plantes médicinales contaminées par le plomb et le cadmium à Cotonou. Vingt-cinq (25) échantillons de plantes antipaludiques ont été prélevés et analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique. L'évaluation des risques a suivi une méthode standardisée de Ricoux et Gasztowtt. Les résultats montrent une contamination de ces plantes avec un dépassement des normes admises au niveau des marchés de Dantokpa, de Vossa et de Godomey. L'espèce *Senna rotundifolia* est plus contaminée respectivement en plomb ($2,733\text{mg/kg} \pm 0,356\text{mg/kg}$) et en cadmium ($1,825\text{mg/kg} \pm 0,133\text{mg/kg}$) au marché de Vossa qu'au marché Dantokpa ($0,583\text{mg/kg} \pm 0,044\text{mg/kg}$ et $0,062\text{mg/kg} \pm 0,015\text{mg/kg}$).

L'évaluation des risques a révélé que les DJE pour le plomb et le cadmium à travers la consommation des recettes à base des plantes antipaludiques donne respectivement des valeurs de 33,76 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ et de 1,14 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ pour le Cd pour les enfants et 21,05 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ et de 0,71 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ pour les adultes comparées à la norme de l'OMS qui est de 3,6 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ pour le plomb et de 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le cadmium. Ceci représente un risque pour la santé.

Moringa oleifera

1 Thématique de recherche

Moringa oleifera Lamarck (Moringaceae) : Une ressource phytogénétique à usage multiple.

Mots-clés pour l'indexation : *Moringa oleifera* Lam., phytothérapie, valorisation, Région Maritime, Togo

2 Auteurs et coordinateur du projet

AUTEURS (noms et fonction) : Atakpama W., Kponor E., Kanda M., Dourma M., Naré M., Batawila K. et Akpagana K.

CONTACTS : Tél. : +22890 125234 / Koffi2100@gmail.com

3 Résumé exécutif

Moringa oleifera Lam., arbre tropical, courant en Afrique, est passé, en une décennie du statut de plante marginale à celui de nouvelle ressource alimentaire et économique. Différentes propriétés sont conférées aux organes de la plante. La présente étude, qui s'est déroulée dans la ville de Lomé (Région Maritime, Togo), a pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance des différentes vertus de *M. oleifera* dans une optique de valorisation de la ressource. La méthode utilisée est basée sur des enquêtes ethnobotaniques sous forme d'interviews individuelles semi-structurées de 113 personnes dont 41 ménagers, 35 fonctionnaires d'officines, 26 commerçants, et 11 tradithérapeutes utilisant *M. oleifera* ou des produits à base de *M. oleifera*.

4 Résultats majeurs obtenus

Les résultats montrent que *M. oleifera* est une plante à usage multiple reconnue et utilisée par la population de Lomé. Les feuilles, les graines, les racines, l'écorce lui confèrent de nombreuses propriétés thérapeutiques. La plante est plus utilisée dans le traitement de l'hypertension artérielle, le diabète et les maladies infectieuses. Les feuilles ont une grande valeur nutritionnelle exceptionnelle et interviennent dans la

lutte contre la malnutrition. Hormis ces vertus, les tourteaux des graines ont des propriétés purificatrices de l'eau. La plupart des résultats rapportés ont été confirmés par les données scientifiques justifiant ainsi son utilisation en médecine traditionnelle. Mais d'autres usages, en particulier les usages médicinaux ne sont pas encore validés scientifiquement.

Table des matières

1	Préface <i>Abdallah BOUREIMA</i>	1
2	Propos liminaire <i>Jacqueline BERGERON, Filiga Michel SAWADOGO</i>	3
3	Introduction	5
I	Agriculture et sécurité alimentaire	7
4	Variétés de manioc	9
5	La rizipisciculture au Mali	11
6	Produits locaux fermentés	13
7	Recherche sur les emballages-feuilles	19
8	Mucuna et autres cultures fourragères	23
9	<i>Thryonomys swinderianus</i>	25
10	Diversité des espèces alimentaires ligneuses	29
11	Impacts négatifs en agriculture urbaine	37
12	Le Gari et l'Attieké	39

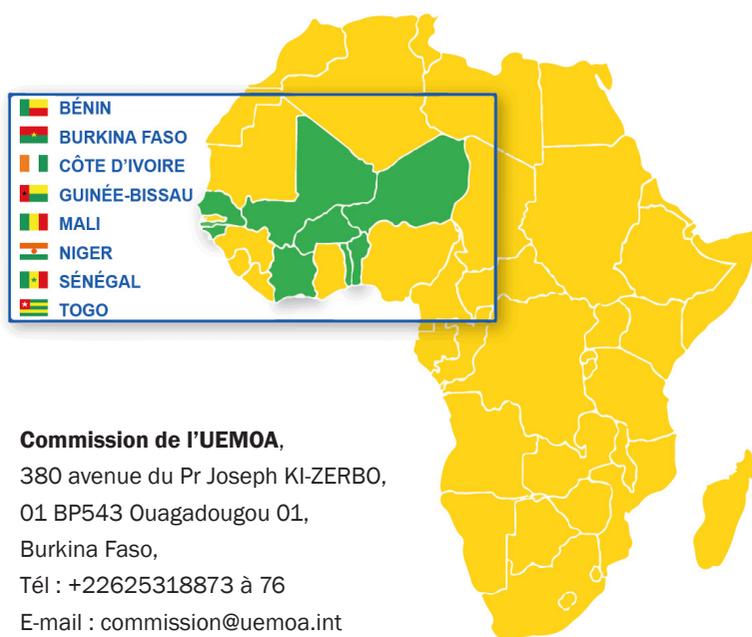
13 Agriculture	41
14 Introduction durable des mycorhizes	43
15 La qualité des eaux de surface et des eaux souterraines	45
16 Changement climatique et production agricole	49
17 Impact des pesticides utilisés en agriculture	51
18 La racine de manioc en Côte d'Ivoire	73
19 Agriculture	77
II Développement durable et environnement	79
20 Protection de l'environnement : matériaux latéritiques	81
21 Peuplements naturels de <i>Pterocarpus erinaceus</i>	87
22 Ressources phytoplanctoniques des écosystèmes aquatiques	105
23 Termites de l'Afrique de l'Ouest	107
24 Distribution de la fraction argileuse dans le fleuve Sénégal	109
25 Ressources en eau du bassin versant de la Comoé	111
26 Qualité des ressources en eau	115
27 Techniques d'inventaire de la flore	117
28 Protection de l'environnement minier	121
29 Déchets de phosphate d'alumine	123

III Eau, Energie et Assainissement	125
30 Le biseau salé	127
31 Maîtrise de l'eau : normes hydrologiques	131
32 Traitement d'eau de consommation	139
33 Cellules photovoltaïques à colorant	143
34 Protection de l'environnement : subsurface du riz	147
35 Nanofils de Silicium	157
36 Variabilité climatique et impact sur les ressources en eau	165
37 Maîtrise de l'eau : présence d'arsenic	177
38 La technologie du biogaz	183
39 Conversion de l'énergie photovoltaïque	185
IV Elevage	189
40 Elevage de la pintade	191
41 Épidémiologie des trypanosomoses animales	193
42 Tiques et maladies transmises	195
43 La qualité du lait et des produits laitiers	197
44 Souches autochtones de tilapias	201
45 L'ormeau <i>Haliotis tuberculata</i>	203
46 Mouton de Vogan	205
47 Bovins trypanotolérants en pays Lobi	207

48 Virus de la Peste équine chez l'âne	211
49 Tiques du bétail	213
V Santé et développement social	217
50 VIH/SIDA et ménages agricoles : cas du Togo	219
51 VIH/SIDA et ménages agricoles : cas du Bénin	223
52 Souches du virus de la maladie de Gumboro	225
53 Trypanosomose Humaine Africaine	227
54 Antibiotiques en aviculture	231
55 L'auto-emploi des jeunes dans l'espace UEMOA	233
56 Contrôle des bilharzioses	237
57 Projet-pilote de lutte contre le diabète sucré	239
58 Cancer de l'estomac	247
59 Environnement et santé publique	249
60 <i>Moringa oleifera</i>	253

Achevé d'imprimer en juin 2019 par LEN S.A.S. - 93400 St Ouen
Imprimé en France

**Compendium des travaux de recherche soutenus
par le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur
(PAES) dans les pays de l'UEMOA
(2012-2016)**



Commission de l'UEMOA,

380 avenue du Pr Joseph KI-ZERBO,

01 BP543 Ouagadougou 01,

Burkina Faso,

Tél : +22625318873 à 76

E-mail : commission@uemoa.int

Sites internet : www.uemoa.int / www.izf.net

Twitter : @uemoa_officiel

FaceBook: @uemoaofficielle

