



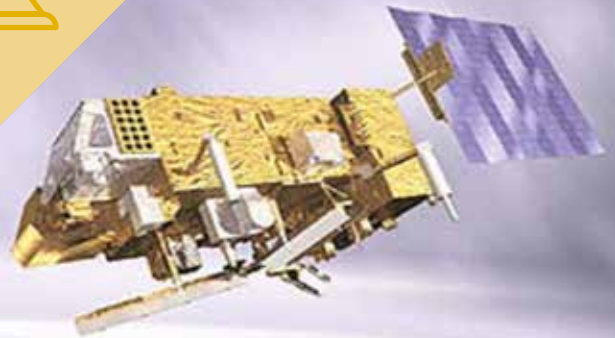
COMITÉ PERMANENT INTER-ÉTATS DE LUTTE
CONTRE LA SÉCHERESSE DANS LE SAHEL

PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR
DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL

COMITÉ PERMANENTE INTER-ESTADOS
DE LUTA CONTRA A SECA NO SAHEL

اللجنة الدائمة المشتركة لمحاربة التصحر في الساحل

Acquis du CILSS
dans **LE DOMAINE
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION**



*50 ans d'engagement au service des populations
sahéliennes et ouest-africaines*

**ACQUIS DU CILSS
DANS LE DOMAINE DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION**

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	5
1. INTRODUCTION	8
2. PRINCIPALES RÉALISATIONS	10
2.1. Sur le plan institutionnel	10
2.2. Sur le plan des activités de recherche	19
2.2.1. Dans le domaine de l'agronomie et des productions végétales	19
2.2.2. Dans le domaine de la protection des végétaux	21
2.2.3. Dans le domaine de la gestion des ressources naturelles	23
2.2.4. Dans le domaine du climat et ses impacts sectoriels	24
2.2.5. Dans le domaine de la maîtrise de l'eau et des ressources en eaux	33
2.2.6. Dans le domaine de la sécurité alimentaire et nutritionnelle	35
2.2.7. Dans le domaine des populations et développement durable	36
2.2.8. Dans le domaine de l'accès aux marchés	38
3. IMPACTS ET CHANGEMENTS INDUITS	39
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	41
5. ANNEXES	42
5.1. Annexe 1 : Liste des thèses soutenues par des experts d'AGRHYMET	42
5.2. Annexe 2 : Liste des thèses encadrées par les experts d'AGRHYMET	43

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACCIC	Projet d'Appui à l'adaptation au Changement Climatique par l'amélioration de l'Information Climatique
ACDI	Agence Canadienne pour le Développement International
ACMAD	African Center for Meterological Applications to Development
AfriCultures	Enhancing Food Security in AFRICan AgriCULTUral Systems with the Support of REmote Sensing
AgMIP	Agricultural Models Intercomparison and improvement Project)
AGRHYMET	Centre Régional de Formation et d'Application en Agrométéorologie et Hydrologie opérationnelle
AICCRA	Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research in Africa
AMESD	African Monitoring of Environment for Sustainable Development
AMMA	Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine
AVRDC	Centre de recherche et de développement des cultures maraîchères d'Asie
CAMES	Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur
CCAFS	Climate Change, Agriculture and Food Security
CEDEAO	Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest
CH	Cadre Harmonisé
CILSS	Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CIRAD	Centre International de Recherche Agricole pour le Développement
ClimSA	Intra ACP project on Climate Services and related Applications
CORDEX	Coordinated Downscaling Experiement
CNRADA	Centre National de Recherche Agronomique et de Développement Agricole de Mauritanie
CNRA	Centre National de Recherche Agronomique de Côte d'Ivoire
CRA	Centre Régional AGRHYMET
CSP	Conseil Scientifique et Pédagogique du CRA

DHC	Diagnostic Hydrique des Cultures
DMP	Dry Matter Productivity
ENRACCA-WA	Renforcement de la capacité de résilience et d'adaptation au changement climatique par la gestion intégrée des terres, de l'eau et des éléments nutritifs dans les zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest
ESPACE	Évaluation et Suivi de la Production Agricole en fonction du Climat et de l'Environnement
FACE	Faire Face aux Changements Ensemble
FANFAR	Reinforced cooperation to provide operational flood forecasting and alerts in West Africa
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
GCCA	Global Climate Change Alliance
GFCS	Global Framework for Climate Services
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat
HPC	High Performance Computer
HYPE	Hydrological Prediction for Environment
IER	Institut d'Économie Rurale du Mali
INRAN	Institut National de la Recherche Agronomique du Niger
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles du Burkina Faso
INSAH	Institut du Sahel
IPS	Indice Pluviométrique Standardisé
IRI	International Research Institute on climate and society, New York
ISACIP	Institutional Support to African Climate Institutions Project
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
ITRAD	Institut Tchadien de Recherche Agricole pour le Développement
LUBILOSA	Lutte Biologique contre les Locustes et Sautériaux
MESA	Monitoring of Environment for Security in Africa
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index

OMM	Organisation Météorologique Mondiale
PNT	Prévision Numérique du Temps
PRÉLISS	Programme Régional de Lutte Intégrée contre les Sautériaux respectueuse de l'environnement au Sahel
PRESAGG	Prévisions Saisonnères pour les pays du Golfe de Guinée
PRESAO	Prévisions Saisonnères pour l'Afrique de l'Ouest
PRESASS	Prévisions Saisonnères pour les zones Soudaniennes et Sahéliennes
PRISMA	Projet de Recherche et Innovation pour des Systèmes agro-pastoraux productifs, résilients et sains en Afrique de l'Ouest
R3S	Réseau de Recherche sur la Résistance à la Sécheresse
RCP	Representative Concentration Pathway
RFE	Rainfall Estimation
ROSELT	Réseau d'Observatoires de Surveillance Écologique à Long Terme
SARRA-H	Système d'Analyse des Risques Agro-climatiques (Version Habillée)
SARRA-O	Système d'Analyse des Risques Agro-climatiques (Version Ocelet)
SAWIDRA	Information satellitaire et météorologique pour la réduction des risques de catastrophes en Afrique de l'Ouest
SIGMA	Stimulating Innovation for Global Monitoring of Agriculture and its Impact on the Environment in support of GEOGLAM
SNRA	Systèmes Nationaux de Recherche Agricole
TAMSAT	Tropical Applications of Meteorological Satellites
UAM	Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger
USPCALERS	Upscaling Site-Specific Climate-smart Agriculture and Land use practices to Enhance Regional Production Systems in West Africa
USAID	United States Agency for International Development
USGS	United States Geological Survey
WRF	Weather Research and Forecasting model

1. INTRODUCTION

Le CILSS et ses institutions spécialisées, à savoir l'Institut du Sahel (INSAH) et le Centre Régional AGRHYMET, ont été créés au début des années 1970 pour répondre aux différents défis posés aux populations sahéliennes et ouest-africaines par la grande sécheresse que la sous-région a connue à cette époque. Parmi ces défis, les plus importants étaient d'ordre climatique, à travers notamment la disponibilité des ressources en eau pour les populations, le cheptel, les cultures et les pâturages, et d'ordre phytosanitaire, à travers les maladies et ravageurs des cultures qui causent d'importantes pertes de productions. Ces deux fléaux, auxquels s'est ajoutée l'insécurité civile ces dernières années, ont été à la base de la situation d'insécurité alimentaire quasi permanente dans la

sous-région sur plusieurs décennies. C'est donc tout naturellement que la recherche en vue d'améliorer la production agricole a trouvé une place de choix dans la mission assignée au CILSS et à ses institutions spécialisées. Cette tâche fut assurée à travers la mobilisation de ressources financières et leur mise à la disposition des institutions nationales de recherche des pays membres, le renforcement des ressources humaines, la capitalisation des recherches menées dans les États, et la participation aux diverses initiatives internationales sur les principales thématiques d'intérêts communs aux différents États membres du CILSS. Ainsi, durant ses 50 ans d'existence, le CILSS s'est investi dans plusieurs thématiques, dont notamment la sécurité alimentaire et nutritionnelle (l'agronomie,

la protection des végétaux, l'élevage), la gestion des ressources naturelles (le climat, les ressources en eau, les ressources pastorales), la démographie et les marchés. En plus des activités opérationnelles de production et de diffusion d'informations à l'attention des décideurs politiques et des populations, les experts du CILSS ont mené et continuent de mener des activités de recherche appliquée en vue d'améliorer la qualité des différents produits. Ces recherches font recours aux outils et technologies de pointe comme la télédétection, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et la modélisation.

Dans leurs activités de recherche, les experts du CILSS sont impliqués dans plusieurs initiatives régionales et internationales dans lesquelles leurs contributions ont permis

d'accroître la visibilité de l'institution et de la positionner aujourd'hui au cœur de plusieurs initiatives internationales sur la sécurité alimentaire et les changements climatiques. Les résultats de ces travaux ont été valorisés sous forme d'articles dans les revues scientifiques, de thèses de doctorat et de masters, de chapitres dans des ouvrages, de présentations à des conférences internationales ou de conférences débats.



2. PRINCIPALES RÉALISATIONS



2.1. Sur le plan institutionnel



+ de 4

**pôles de
recherche**
mis en place
depuis 1991

Au début des années 1990, la multiplication des chocs d'insécurité alimentaire et environnementaux a suscité la création de nombreuses institutions afin d'apporter des solutions, à travers notamment des activités de recherche. C'est dans ce contexte de multiplicité d'intervenants que les instances dirigeantes statutaires du CILSS ont décidé de confier à l'Institut du Sahel, son Institution spécialisée, la coordination et la facilitation des interventions des acteurs de la recherche et du développement agricoles dans l'espace sahélien. Cette initiative était appuyée par le Programme Spécial pour la Recherche Agricole en Afrique (SPAAR) mis en place en Décembre 1991. Elle a abouti à la réorganisation de l'espace sahélien en une entité soudée autour des outils de coopération scientifique appelés Pôles de Recherche. Ainsi, un certain nombre de pôles de recherche, dont la responsa-

bilité et la coordination au niveau sous régional étaient confiées à des institutions nationales, ont été mis en place. Il s'agit notamment :

- ➊ du pôle de recherche sur le sorgho (Mali),
- ➋ du pôle de recherche sur le mil (Niger),
- ➌ du pôle de recherche sur les productions animales (Sénégal), et
- ➍ du pôle de recherche sur la gestion des ressources naturelles et systèmes de production,

avec trois thématiques majeures :

- la conservation des eaux et des sols (Burkina Faso),
- la gestion des sols et de l'environnement des systèmes irrigués (Niger), et
- l'agroclimatologie (Mali).

Ces thèmes d'intérêt régional sont regroupés sous l'appellation « programmes thématiques régionaux ou PTR ».

Ainsi, l'Institut du Sahel a pu tisser des relations avec les autres acteurs de la recherche et du développement agricoles de la sous-région pour faciliter l'intégration des programmes des SNRA sahéliens ou inciter au partenariat sur des thèmes complémentaires. La réunion annuelle des Directeurs Généraux de la Recherche (DIGRA) constituait une action clef de l'activité de coordination de l'INSAH.

Quoique le mandat de coordination et d'harmonisation de la recherche aie été confié à l'INSAH, des activités de recherche au niveau du CILSS ont toujours été menées par ses deux institutions spécialisées, à savoir l'INSAH et du Centre Régional AGRHYMET. C'est ainsi que le CILSS s'est investi dans la recherche à travers la mobilisation de ressources financières pour renforcer les capacités des institutions nationales de recherche des pays membres, de même que de l'INSAH et le Centre Régional AGRHYMET. Ces appuis ont permis non seulement d'avoir des équipements et des laboratoires de recherche, mais aussi du personnel qualifié dans différents domaines pour mener des recherches de pointe en vue de générer des technologies et innovations à même d'améliorer les conditions de vie des populations sahéliennes et ouest africaines. Les activités conduites par l'INSAH dans

le cadre du Programme majeur AGRO-SOC ont consisté, notamment à :

- 1 entreprendre et conduire des études sur les systèmes de production et les systèmes de vie des populations sahéliennes,
- 2 renforcer la synergie entre les SNRA pour un espace scientifique Sahélien plus soudé et ouvert à la coopération internationale, et
- 3 diffuser et valoriser les résultats de recherches agro-socio-économiques (UNIVAR) (figure 1).

La qualité scientifique des travaux de recherche menés dans ses institutions a toujours été un souci majeur des hautes autorités du CILSS. Ceci a conduit à la Décision n°62/SE du 8 novembre 1996 prise par le Secrétaire Exécutif de l'époque demandant de mettre en place des Comités Scientifiques dans chaque institution spécialisée. Ces comités scientifiques, qui sont composés de personnalités scientifiques de la région sahélienne et ouest-africaine, ainsi que d'autres régions du monde, ont pour mandat de donner des avis consultatifs et de faire des recommandations en vue d'améliorer les contenus scientifiques, techniques et opérationnels des projets et programmes mis en œuvre.



Figure 1 : Différentes publications de l'Institut du Sahel dans le domaine des recherches agro-socio-économiques

Ainsi, au niveau du Centre Régional AGRHYMET, le Conseil Scientifique et Pédagogique (CSP), a été mis en place à partir de l'année 2001. Sa première session s'est tenue du 18 au 24 Septembre 2001. Il était composé de huit (8) personnalités scientifiques, dont quatre (4) du Nord et quatre (4) du Sud (figures 2 et 3).

Après ses deux premières sessions tenues en 2001 et 2002, le CSP, ayant constaté la diversité des activités de formation, de recherche et d'information menées au sein du CRA, a recommandé, lors de sa troisième session tenue du 17 au 20 février 2004, qu'une Unité de Coordination Scientifique (UCS) soit créée au sein du CRA. Cette recommandation a été mise en œuvre dans l'organigramme du CRA adopté le 03 mai 2005 et ses révisions subséquentes. Par ailleurs, dans ce même organigramme, le mandat de recherche a été formellement assigné aux départements chargés de la formation et de l'information, en les nommant respectivement Département Formation et Recherche (DFR) et Département Information et Recherche (DIR).

Les attributions de l'UCS ont été définies dans la décision n°0009/AGRHYMET/DG/2006 du 19 mai 2006. Ainsi, conformément à cette décision, l'unité de Coordination Scientifique des Activités de Formation, d'Information et de Recherche (UCS) est une entité transversale qui appuie et assiste les autres entités du CRA dans le domaine scientifique. Elle est chargée de veiller :

- ❶ au respect des normes éthiques et scientifiques des programmes de formation, d'information et de recherche mis en œuvre par le CRA et de leur cohérence avec le mandat des programmes régionaux du CILSS et
- ❷ à la cohérence scientifique des projets et programmes d'information, de formation et de recherche du CRA.

À la suite de la création de l'UCS, une stratégie de recherche a été élaborée pour le CRA. Cette stratégie définit les objectifs de la recherche au CRA, les modalités de mise en œuvre, les activités à mener à court, moyen et long termes. Dans la mise en œuvre de cette stratégie, une commission



Figure 2 : Membres du CSP du CRA présents à la 6^{ème} session tenue du 09 au 10 Janvier 2008.

De gauche à droite : Dr Mamadou Kabirou N'DIAYE (IER, Mali, rapporteur), M. Mohamed Yahya Ould Mohamed Mahmoud (DG/CRA), Pr Jean ROUSSELLE (École Polytechnique de Montréal, Canada), Pr Abdoulaye GOURO (CIRDES, Président du CSP), Pr Eric TOLLENS (UCL, Belgique), Dr Clémentine DABIRÉ (INERA, Burkina Faso), Pr Gerrit HOOGENBOOM (University of Georgia, USA)

*Empêchée : Pr Marie Françoise COUREL (École Pratique des Hautes Études, Paris, France),



Figure 3 : Membres du CSP du CRA présents à la 8^{ème} session tenue du 05 au 07 Juin 2013.

De gauche à droite : Dr Abou AMANI (UNESCO, Paris), Dr Jacques IMBERNON (CIRAD, France), Mme Salifou Maïmouna SOUMAÏLA représentante du Recteur (Université Abou Moumouni, Niger), Dr Sidy Mohamed SECK (Université Gaston BERGER, Sénégal, rapporteur), Pr Abdoulaye GOURO (ex-président du CSP), Dr Mannava SIVAKUMAR (OMM, Genève, président élu du CSP), Dr Olivier HAMEL (CIRAD, France), Dr Jens H. CRISTIENSEN, (Danish Meteorological Institute, Danemark), Dr Catherine ARAUJO-BONJEAN (Université de Clermont Ferrand, France)



Figure 4 : Pages de garde de quelques rapports scientifiques et pédagogiques présentés aux différentes sessions du CSP du CRA

chargée de la recherche a été mise en place. Cette commission, composée de sous-commissions thématiques, est chargée de la préparation des sessions du CSP, notamment l'élaboration des différents documents à soumettre à l'attention des membres (figure 4). Elle assure également le secrétariat durant les différentes sessions du CSP. Sa structuration actuelle est la suivante :

Sous-commission 1 :
Sécurité Alimentaire, Nutrition
et Marchés

Sous-commission 2 :
Climat et risques
hydroclimatiques

Sous-commission 3 :
Gestion des Ressources
Naturelles/Environnement

Sous-commission 4 :
Innovations Technologiques

Sous-commission 5 : Formation,
Capitalisation et Valorisation
des connaissances

Le rythme des réunions du CSP du CRA a été ralenti ces dernières années, à cause essentiellement des raisons d'ordre budgétaire, sécuritaire et/ou sanitaire (COVID-19). La liste des nouveaux membres du CSP est donnée dans le tableau 1.

Une autre recommandation importante du CSP a été l'exhortation des experts du CRA à se faire évaluer au niveau du CAMES (Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur) et aussi à faire valider les diplômes du CRA par cette même institution. C'est ainsi que plusieurs experts se sont inscrits aux différents Comités Techniques Spécialisés (CTS) du CAMES pour la recherche de grades successifs. Dans cette optique, 9 experts du CRA ont passé le grade de Maître-Assistant/Chargé de Recherche parmi lesquels 6 sont passés au grade de Maître de Conférences/Maître de Recherche et 1 à celui de Professeur titulaire. Actuellement, le personnel du CRA comprend un Professeur titulaire, 3 Maîtres de conférences/Maître de Recherche et 4 Maîtres-Assistants. Une dizaine d'experts se sont inscrits et ont soutenu des thèses de doctorat dans cette perspective (voir liste en annexe 1). Par ailleurs, les experts du CRA ont encadré ou co-encadré une vingtaine de doctorants d'universités partenaires (voir liste en annexe 2). Cette présence de chercheurs et d'enseignants-chercheurs

évalués par le CAMES au sein du personnel permet de maintenir le label CAMES pour les différents diplômes délivrés par le CRA. Cette dynamique a permis aux experts de valoriser les bases de données et connaissances existant au niveau du CRA pour faire des publications dans des revues scientifiques à comité de lecture. Ainsi, depuis 2001, les experts du CRA ont été auteurs et co-auteurs de plus de 170 articles scientifiques, 45% dans celui de la gestion des ressources naturelles et des changements climatiques dont 41% dans le domaine de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, et 14% dans les domaines des ressources en eau (figure 5).

+ de
170

articles
scientifiques
écrits par les
experts du CRA

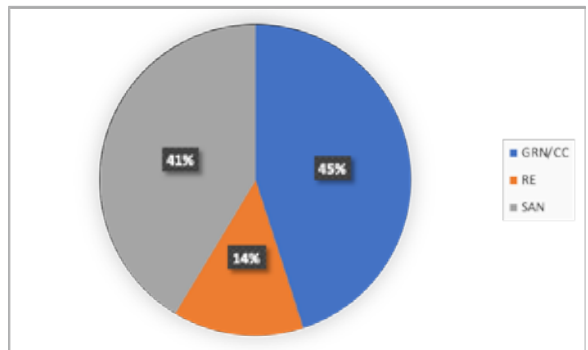


Figure 5 : Répartition des articles scientifiques publiés par les experts du Centre Régional AGRHYMET entre les différents axes thématiques majeurs du mandat du CILSS

Tableau 1 : Composition actuelle du Conseil Scientifique et Pédagogique (CSP) du CRA

N°	Prénom et Nom	Institution d'appartenance	Expertise	Nationalité
1	Pr Ali DOUMMA	CAMES, Ouagadougou	Formation, Capitalisation et Valorisation des connaissances	Nigérienne
2	Dr Pascal BONNET	CIRAD, Montpellier	Innovations Technologiques	Française
3	Pr Kossi Euloge AGBOSSOU	Université d'Abomey Calavi	Gestion des Ressources Naturelles/ Environnement	Bénoïse
4	Pr Mansur BAKO MATAZU	Nigerian Meteorological Agency (NiMET), Abuja	Climate and hydro-climatic risks	Nigérienne
5	Dr Alfred De JAGER	EC Joint Research Center (JRC), Ispra, Italie	Natural Resource Management/Environnement	Allemande
6	Pr Abdourahmane BALLA	Université Abdou Moumouni, Niamey	Sécurité Alimentaire, Nutrition et Marchés	Nigérienne
7	Pr Arnold VAN HUIS	Université de Wageningen	Food security, Nutrition and Markets	Néerlandaise
8	Pr Boubacar YAMBA	Université Abdou Moumouni, Niamey	Sécurité Alimentaire, Nutrition et Marchés	Nigérienne
9	Pr. Frédéric OUATTARA	Université Norbert Zongo, Koudougou	Innovations Technologiques	Burkinabè

Le CSP a également recommandé au CRA d'organiser régulièrement des conférences scientifiques internationales pour présenter les résultats obtenus au sein de l'institution, et aussi solliciter les contributions des scientifiques de par le monde qui travaillent dans les mêmes domaines. C'est suite à cela que le CILSS a organisé, en 2007 et 2022, deux

conférences scientifiques internationales sur le changement climatique en Afrique de l'Ouest et au Sahel, qui ont vu la participation de plusieurs centaines de chercheurs et d'acteurs du développement. Cette dynamique devrait se poursuivre dans le futur afin de maintenir la qualité scientifique des produits du CILSS et d'accroître la visibilité des actions menées en son

sein par la communauté scientifique de la sous-région et au-delà.

Le CSP a aussi recommandé au CRA de faire reconnaître ses diplômés, notamment de Masters par le CAMES. Cette reconnaissance des diplômés du CRA par le CAMES a permis à de nombreux étudiants de poursuivre leurs études dans d'autres institutions. C'est ainsi que de nombreux étudiants ont pu effectuer leurs masters et thèses de doctorat dans les programmes WASCAL.

Au niveau de l'INSAH, le Comité Scientifique figure parmi les organes de contrôle et de gestion, avec pour mission d'examiner et de valider les productions scientifiques et techniques de l'institution et de définir les priorités en matière de recherche. C'est dans ce cadre que la première réunion de ce Comité a été organisée du 24 au 25 juin 2013 afin de valider les productions scientifiques et techniques réalisées par l'INSAH entre 2011 et 2013. La deuxième réunion du Comité Scientifique s'est tenue les 12 et 13 août 2015 et la troisième, du 04 au 06 avril 2023 (figure 6). À l'issue de ces différentes sessions, le Comité Scientifique a fait plusieurs recommandations à l'INSAH, parmi lesquelles :

- la dynamisation de la collaboration avec les Systèmes Nationaux de Recherche Agricole (SNRA) des pays membres du CILSS, en tenant régulièrement les réunions annuelles des Directeurs Généraux de la Recherche Agricole ;
- la valorisation des résultats des recherches de façon à ce que ces derniers puissent servir à résoudre les problèmes concrets des populations ;
- l'élargissement de la gamme des supports de diffusion et de dissémination des résultats de recherche obtenus, en particulier sous forme de « Policy Briefs » pour informer les décideurs, et d'articles scientifiques pour des journaux à comité de lecture ;
- le renforcement des efforts de mobilisation de ressources financières.



Figure 6 : Pages de garde des rapports des différentes sessions du Conseil Scientifique de l'INSAH

Le tableau 2 donne la composition actuelle du Comité Scientifique de l'INSAH.

Tableau 2 : Composition du Conseil Scientifique de l'INSAH lors de sa troisième session en avril 2023

N°	Prénom et nom	Institution d'appartenance	Expertise	Nationalité
1	Pr Marie Françoise COUREL	École Pratique des Hautes Études, Paris	Géographe	Française
2	Victoire Damienne AGUEH	Institut Régional de Santé Publique Comlan Alfred QuÉnum (IRSP-CAQ), Ouidah, Bénin	Médecin de santé publique, nutritionniste, épidémiologiste	Bénoise
3	Jean-Pierre GUENGANT	Institut de Recherche pour le Développement (IRD) Académie de Sciences de l'Outre-Mer	Démographe	Française
4	Sibiri Jean ZOUNDI	OCDE/Secrétariat Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (SWAC/OECD), Paris	Recherche Agronomique	Burkinabè
5	Modibo SYLLA	Institut d'Économie Rurale (IER), Mali	Recherche Agronomique	Malienn
6	Ladji Siaka DOUMBIA	Université de Ségou, Mali	Démographe	Malienn
7	Cheikh Saad Bouh CAMARA	Université de Nouakchott, Mauritanie	Sciences Sociales	Mauritanienne
8	Harouna MOUNKAILA	Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger	Géographe	Nigérienn
9	Sidi OULD ELY MENOUM	Centre National de Recherche Agronomique et de Développement Agricole – CNARADA, Mauritanie	Recherche Agronomique	Mauritanienne



2.2. Sur le plan des activités de recherche

2.2.1. Dans le domaine de l'agronomie et des productions végétales

Depuis sa création en 1978, l'INSAH a eu comme mission de coordonner, harmoniser et promouvoir les recherches agro-socio-économiques et en population/développement afin d'apporter des réponses aux préoccupations du Sahel dans ces domaines. Ainsi, plusieurs programmes ont été initiés dans le domaine de l'agronomie et des productions végétales comme les programmes mil, maïs, niébé et sorgho, qui ont permis de mettre à la disposition des agriculteurs des variétés adaptées aux conditions agroécologiques et pluviométriques du Sahel (200 à 1 200 mm) et d'élaborer un catalogue régional de variétés vulgarisées dans les pays membres du CILSS.

En matière de gestion de l'eau et de l'espace rural, les projets R3S (Réseau de Recherche sur la Résistance à la Sécheresse) et ESPACE (Évaluation et Suivi de la Production Agricole en fonction du Climat et de l'Environnement) ont abouti à la mise au point d'un indice de rendement espéré des cultures annuelles permettant de faire des prévisions des rendements quelques mois avant les récoltes en utilisant les données climatiques, à un zonage agroclimatique des potentialités agricoles de la zone soudano-sahélienne (Burkina Faso, Mali,

Côte d'Ivoire, Togo, Tchad) et à la mise au point d'un référentiel sur les techniques culturales testées dans cette même zone. Les principales actions de l'INSAH entrant dans le domaine de *l'agronomie et des productions végétales et entrant dans le cadre des programmes majeurs AGROSOC ont été détaillées dans la section 2.1.1.*

Quoique ces recherches aient été initiées et coordonnées au niveau de l'INSAH, le Centre Régional AGRHYMET y a été associé de près dans leur mise en œuvre, à travers les activités de formation et de valorisation des résultats dans le domaine de la production de l'information. Avec le temps, beaucoup d'initiatives ont vu le jour au Centre, notamment dans les domaines de la protection des végétaux, du climat et de la gestion des ressources naturelles.

Au niveau du Centre régional AGRHYMET, des expérimentations agronomiques ont été conduites entre 2002 et 2003 dans le cadre d'une thèse de doctorat en physiologie végétale avec pour objectif de collecter des données sur trois variétés de mil en vue de calibrer le modèle SARRA-H de simulation de la croissance des cultures. D'autres expérimentations et enquêtes en milieu paysan ont,

**Des études
conduites au CRA**
sur les stratégies
d'adaptation du mil
face aux variabilités
climatiques

par la suite, été menées en collaboration avec les institutions nationales de recherche agronomique des pays (Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal) pour collecter les données permettant de valider le même modèle SARRA-H pour les principales céréales pluviales des pays sahéliens (mil, sorgho et maïs). Ces résultats ont permis, une fois le modèle SARRA-H calibré, de l'utiliser non seulement pour le suivi de la campagne agricole et la prévision des rendements au niveau régional et dans l'ensemble des pays de la sous-région, mais aussi pour les études d'impacts des changements climatiques sur les rendements du mil en utilisant différents scénarios futurs.

En 2012 et 2013, une autre étude a été conduite au CRA dans le cadre du projet FACE financé par le CRDI dans le but de proposer des stratégies d'adaptation du mil face aux variabilités pluviométriques et au changement climatique. Ainsi, les effets de la transplantation (précoce et tardive) de jeunes plants ont été testés sur la croissance et le développement de trois variétés de mil (HKP, cycle de 90 jours, Sounna 3, cycle

de 105 jours et Somno, photopériodique). Les résultats obtenus ont montré que la transplantation des plants, cultivés en pépinière pendant environ un mois avant la date moyenne de début de la saison des pluies et transférés au champ dès la première pluie utile ($\geq 15\text{mm}$), a permis de réduire significativement la durée de la croissance végétative des plants au champ (notamment la durée du stade de tallage). Elle a également permis d'augmenter les rendements en pailles et en grains des variétés à cycles courts (HKP et Sounna 3) par rapport au traitement témoin. Ces résultats permettent de conclure que cette technique constitue une stratégie assez prometteuse pour accroître la production du mil dans un contexte de variabilité pluviométrique et de changement climatique au Sahel. Ces mêmes résultats ont servi à adapter le modèle SARRA-H pour les variétés utilisées dans l'étude.

Des recherches ont également été menées à partir de 2005 au CRA sur les espèces « orphelines » comme l'oseille de Guinée, le fonio et le sésame, et qui visent à explorer les ressources

génétiques de ces espèces qui sont disponibles au Niger et à établir un itinéraire technique de production. D'autres recherches ont porté sur les possibilités d'améliorer l'association et la rotation céréale-légumineuse en utilisant plusieurs variétés de niébé et d'arachide, cultivées à différentes densités de semis et d'autre part à tester leur résistance au déficit hydrique.

2.2.2. Dans le domaine de la protection des végétaux

Dès 1980, le CILSS a obtenu un financement de l'USAID pour mettre en œuvre, avec l'appui technique de la FAO, un projet de lutte intégrée contre les ravageurs des cultures (insectes, maladies et mauvaises herbes) afin d'accroître les productions vivrières et de contribuer ainsi à la politique des pays sahéliens de tendre vers l'autosuffisance alimentaire. Ce projet a contribué à atteindre les résultats ci-après :

- ① le développement des infrastructures pour mener les travaux de recherche en lutte intégrée,
- ② l'implantation dans les pays du Sahel de plusieurs postes d'observation pour la surveillance des ravageurs,
- ③ la formation de spécialistes sahéliens en protection des végétaux,
- ④ l'identification des ravageurs d'importance économique des différentes cultures,
- ⑤ le recueil et l'analyse d'un ensemble de données sur ces ravageurs afin de déterminer les stratégies les plus appropriées pour réduire leur nuisance, en tenant compte de leur rentabilité et de leur acceptation par les producteurs sahéliens.

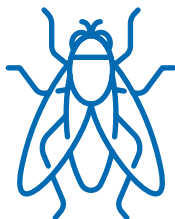
Ce projet a aussi permis de former des cadres et techniciens de recherche en gestion intégrée des ennemis des cultures dans tous les pays membres du CILSS.

Le Centre Régional AGRHYMET, grâce à des projets

comme LUBILOSA (Lutte Biologique contre les Locustes et Sautériaux), PRÉLISS (Programme Régional de Lutte Intégrée contre les Sautériaux respectueuse de l'environnement au Sahel) qu'il a exécutés dans les pays sahéliens, a contribué à la mise en œuvre des stratégies de gestion durable des nuisibles des cultures à travers les actions de renforcement des capacités (formations diplômantes et continues), la contribution au développement et à la vulgarisation du biopesticide GREEN MUSCLE® à base de champignon (*Metarhizium anisopliae* var. *acridum*), le développement d'un système d'aide à la décision pour la lutte antiacridienne à travers le développement et la mise à disposition des pays de deux modèles informatiques SahelEco et SahelOSE, la mise à jour de la cartographie des aires grégarigènes du Criquet pèlerin au Sahel, le suivi des conditions écologiques dans les aires grégarigènes, l'élaboration d'une cartographie des zones sensibles aux insecticides utilisés en lutte antiacridienne, le montage d'une collection de référence sur les vertébrés et les invertébrés ravageurs, les adventices et les maladies des cultures de la sous-région, la mise au point d'une méthode de gestion de la pourriture charbonneuse du niébé et d'autres cultures, la mise au point de méthodes de lutte biologique contre les pathogènes Telluriques, etc.

Avec l'avènement des changements climatiques, on assiste actuellement à l'augmentation de l'incidence et de la sévérité de certains nuisibles considérés jusque-là comme mineurs ou inconnus, d'où le risque élevé de bouleversement de la structure et de la dynamique des populations des nuisibles. Des recherches ont été menées au Centre, notamment sur les maladies et ravageurs émergents comme la pourriture charbonneuse du niébé (*Macrophomina spp*) ainsi que le syndrome de la mort subite du poivron (*Meloidogyne enterolobii*) et la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797), pour produire des connaissances permettant de restreindre leur progression et de lutter préventivement contre leur dissémination.

Tout récemment, le Centre Régional AGRHYMET s'est doté d'un laboratoire de biologie moléculaire, afin de disposer d'outils plus performant pour le diagnostic des ennemis des cultures, la conduite de recherches et l'organisation d'enseignements pratiques dans le domaine de la génétique moléculaire. Ce laboratoire commun avec l'INRAN et l'UAM, sert actuellement de cadre pour les séances de travaux pratiques pour les élèves Ingénieurs en Protection des Végétaux du CRA, les étudiants de Master 1 de l'UAM, et de recherche de doctorants.



2.2.3. Dans le domaine de la gestion des ressources naturelles

Des recherches ont été menées sur la cartographie de l'occupation de l'espace et des terres, l'inventaire des pratiques de GRN « Land Use / Land Cover », la mise au point de méthodes de réhabilitation des écosystèmes dégradés, la mise au point d'une méthodologie de surveillance écologique à long terme (ROSELT), le suivi de la végétation naturelle, des feux de brousse et des points d'eau naturels pour les besoins de l'élevage transhumant. D'autres initiatives telles que le « Pôle Régional de Recherche sur la Gestion des Ressources Naturelles/Systèmes de Production (GRN/SP) » et le Programme régional de GDT et d'adaptation aux changements climatiques au Sahel et en Afrique de l'Ouest 2011-2016 (PRGDT) ont été mis en œuvre dans la sous-région sous la coordination de l'INSAH.

2.2.3.1. Suivi des pâturages

Dans le cadre des projets AMESD, MESA et AfriCultures, le CRA a développé un système de suivi et d'évaluation des pâturages en utilisant les produits dérivés des images satellitaires NDVI, RFE2 et DMP. Ces différents indices permettent non seulement de faire un suivi régulier du front de végétation, mais également de faire une estimation de la production de biomasse potentielle et de la comparer à une moyenne de référence, et d'évaluer la Capacité de Charge.

2.2.3.2. Atlas des paysages de l'Afrique de l'Ouest

Le CILSS et ses partenaires que sont l'USAID, l'USGS et les institutions des 17 pays du CILSS et de l'Afrique de l'Ouest, ont élaboré un atlas des paysages de l'Afrique de l'ouest qui montre l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des terres de 1975 à 2013. Cet atlas est un excellent outil d'aide à la décision et de planification de la gestion durable des terres dans le contexte du changement climatique. Il renferme une importante quantité de données sur la dynamique de l'utilisation des terres et permet aux utilisateurs d'accéder aux données historiques sur les paysages, d'analyser et de comparer les engagements climatiques nationaux,



1 atlas

élaboré pour aider
à la décision et
la planification
durable des terres

de découvrir comment les objectifs climatiques peuvent aider à atteindre les objectifs de développement durable, à comprendre les vulnérabilités aux impacts climatiques, et à utiliser des modèles pour tracer de nouvelles voies vers un avenir à faible teneur en carbone.

2.2.4. Dans le domaine du climat et ses impacts sectoriels

Les connaissances acquises dans le domaine des sciences du climat sont l'aboutissement d'une longue histoire liée au développement de la climatologie et de l'hydrologie au sein du Centre Régional AGRHYMET (CRA). Elles sont le fruit de nombreuses initiatives et programmes sous régionaux et internationaux mis en place en Afrique de l'Ouest à la suite des épisodes de sécheresses enregistrées au cours des décennies 1970 et 1980. Ces études ont connu un regain d'intérêt à partir de la fin des années 1990, marquée par l'intensification du réchauffement de la planète et la recrudescence de phénomènes météorologiques extrêmes tels que les sécheresses, les inondations, les vagues de chaleur. Ce nouveau contexte climatique a fait naître de nouveaux enjeux et des risques qui ont pleinement justifié la mise en place, au sein

du CRA et de l'INSAH, de programmes de recherches sur le climat et ses impacts sectoriels (AMMA, CILSS/ACDI, GCCA, GCCA+, ACCIC, FFEM, CCAFS, FERMES DU FUTUR, ENRACCA, USPCALERS, PRISMA, ...), et de programmes de renforcement des capacités institutionnelles (ISACIP ; SAWIDRA, GFCS/ClimSA) pour lui permettre de jouer le rôle de Centre Climatique Régional pour l'Afrique de l'Ouest et le Sahel (CCR-AOS). Ces études de climatologie diagnostique ont été possibles grâce à l'existence d'une base de données régionale centralisant les données météorologiques au pas de temps journalier des pays membres du CILSS. Les analyses des impacts futurs ainsi que l'effet des mesures d'adaptation et d'atténuation ont permis de proposer des stratégies intégrées permettant aux populations d'être plus résilientes.

2.2.4.1. *Mise à jour des connaissances sur le régime pluviométrique*

Au Sahel, la pluie est de loin la variable climatique la plus importante, au point où l'on considère qu'elle permet à elle seule de déterminer l'évolution de l'environnement climatique dans cette région du globe. Par conséquent, les études sur l'analyse de l'évolution du climat au Sahel se sont essentiellement focalisées sur la pluviométrie et ses composantes. Les travaux menés au niveau du CRA sur cette thématique ont principalement porté sur le diagnostic de la tendance actuelle du régime pluviométrique au Sahel.

Ainsi, l'analyse de l'évolution de l'Indice Pluviométrique Standardisé (IPS), couramment utilisé pour déterminer le caractère humide (excédentaire) ou sec (déficitaire) de la saison des pluies, a montré qu'au cours des années 1970 et 1980, l'Afrique de l'Ouest a connu une forte diminution des précipitations. Cela s'est traduit, pour les zones soudano-sahéliennes, par un glissement des isohyètes de l'ordre de 150 à 200 km vers le Sud et par un processus historique d'aridification du climat. Cette variabilité des pluies, souvent conjuguée à des événements extrêmes climatiques, ont eu des conséquences désastreuses sur la production agricole et les revenus des populations. Les sécheresses des années 1970 et 1980, et les fortes pluies récurrentes qui ont frappé la zone et ses habitants au cours des décennies 1990 et 2000, constituent un des événements extrêmes qui seraient amplifiés sans doute par le changement climatique. C'est ainsi qu'à partir des années 1990 et 2000, des conditions pluviométriques meil-

leures se sont réinstallées en Afrique soudano-sahéliennes. Ces conditions favorables sont, le plus souvent, associées à des pluies intenses qui occasionnent des inondations et de nombreux dégâts. Ainsi, on assiste actuellement à une forte alternance entre les années humides et sèches.

L'évolution d'autres caractéristiques de la saison des pluies a également été analysée. Ainsi, il s'avère que les dates moyennes de démarrage de la saison n'ont pas significativement changé pour les années sèches et les années humides. Par contre, une différence significative est constatée entre les années humides et les années sèches pour ce qui est des dates de fin de saison. Les années humides sont caractérisées par des dates de fin de saison tardives, les années sèches par des dates de fin de saison précoces.

Des nombreux programmes ont été initiés pour tenter d'expliquer le phénomène. Parmi ceux-ci, figurent :

- 1 le programme Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine (AMMA) dont la base de données miroir est hébergée au CRA,
- 2 le projet CILSS-ACDI dont l'objectif était d'allier les sciences du climat aux attitudes et pratiques locales des populations,
- 3 l'initiative ISACIP portant sur le renforcement du label d'excellence du CRA en matière d'information, de formation, de production et de dissémination des informations climatiques,
- 4 ACCIC qui visait à mettre à la disposition des usagers des données scientifiques et des informations climatiques de qualité,

- ⑤ FFEM, GCCA et GFCS/ClimSA qui ont contribué à la production et à la diffusion de nouvelles connaissances, dans le domaine des changements climatiques afin de susciter une meilleure intégration de cette nouvelle dimension dans les politiques.

Les chercheurs du CRA ont également été impliqués dans des réseaux internationaux de recherche sur l'analyse de l'impact de la variabilité et du changement climatique sur les rendements des cultures et de recherche de stratégies d'adaptation à ces aléas. Parmi ceux-ci, citons CCAFS (Climate Change, Agriculture and Food Security) AgMIP (Agricultural Models Intercomparison and improvement Project), FACE (faire Face aux Changements Ensemble) et AICCRA (Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research in Africa).

Pour ce qui est des activités de modélisation du climat et de prévision

numérique du temps pour la zone CILSS/CEDEAO, les projets ISACIP et SAWIDRA ont permis de renforcer les capacités du CRA aussi bien en ressources humaines qu'en équipements, dont un ordinateur de haute performance (HPC). Cet équipement permet de tourner des modèles de climat dont les sorties servent à la fois pour la prévision numérique du temps en opérationnel, mais également pour des études sur le changement climatique et ses impacts en Afrique de l'Ouest, notamment dans les secteurs de l'agriculture et des ressources en eau. Ces facilités sont également utilisées par les étudiants et stagiaires du CRA au cours de leur formation.

2.2.4.2. *Évaluation des différents produits d'estimation des pluies par satellite*

Dans le cadre d'un projet collaboratif avec l'équipe TAMSAT de l'Université de Reading, Angleterre, une étude d'inter-comparaison des différents produits d'estimation des pluies par satellite a été menée sur la zone Afrique de l'Ouest et Sahel. Les résultats de cette étude ont montré que les produits satellitaires IMERGv6-Final, MSWEP2, RFE2, ARC2, TAMSATv3.1 et CMORPHv1.0 donnent des performances satisfaisantes dans notre zone. Néanmoins, une préférence pourrait être accordée à l'un ou l'autre

produit selon l'utilisation visée. Ainsi, RFE2, ARC2, CMORPHv1.0, ou MSWEPv2 sont recommandés pour le suivi de la sécheresse, pendant que TAMSATv3.1, IMERGv6-Final, RFE2, ARC2, ou MSWEPv2 sont recommandés pour l'évaluation des ressources en eau dans les bassins fluviaux. Par ailleurs, TAMSATv3.1, MSWEP2 et CMORPHv1.0 conviendraient mieux pour la caractérisation des changements à long terme des précipitations. Enfin, IMERGv6-Final, TAMSATv3.1 et RFE2 pourraient va-

blement se substituer aux observations de terrain pour servir de prédictands (variables expliquées) pour faire la prévision saisonnière des précipitations pour les pays du Golfe de Guinée (PRESAGG), pendant que RFE2, ARC2, IMERGv6-Final, TAMSATv3.1, MSWEP2, CMORPHv1.0 sont mieux adaptés pour le même besoin dans les zones soudanaises et sahéliennes d'Afrique de l'Ouest (PRESASS).

2.2.4.3. Prévisions des caractéristiques agro-hydro-climatiques de la saison des pluies

Depuis la création des fora saisonniers sur les perspectives climatiques en Afrique de l'Ouest (PRESAO) en 1998, le Centre Régional AGRHYMET a été un membre actif du consortium composé par le Centre africain pour les applications météorologiques au développement (ACMAD) et l'Autorité du Bassin du fleuve Niger (ABN). Le résultat de ces fora consistait à délivrer, à la fin du mois de mai, les prévisions des cumuls pluviométriques pour la période Juillet-Août-Septembre (JAS) et des débits maxima dans les principaux bassins fluviaux en Afrique de l'Ouest, au Cameroun et au Tchad. Par la suite, à partir de 2012, le Centre Régional AGRHYMET a introduit la prévision d'autres caractéristiques de la saison des pluies qui sont jugées plus pertinentes pour l'agriculture pluviale, à savoir les dates de début et de fin de la saison, de même que la durée potentielle des périodes de sécheresse pendant les phases critiques de la croissance des cultures céréalières. En outre, le processus a été élargi aux zones à pluviométrie bimodale des pays du Golfe de Guinée. Actuellement, les fora de prévisions saisonnières sont organisés deux fois par an : en fin février pour les zones à régime pluviométrique bimodal des pays du Golfe de Guinée (PRESAGG) et en fin avril pour les zones soudanaises et sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest et du Sahel (PRESASS). Ces pré-fora et fora PRESAGG et PRESASS impliquent la participation des experts d'AGRHYMET CCR-AOS, de l'ACMAD, des Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux (SMHN), des organismes des bassins fluviaux de la région, ainsi que ceux des institutions internationales (OMM, IRI, Météo-France, UK met-Office et autres). Ils constituent à la fois des occasions de renforcement des capacités et d'échanges entre



2 forums/an
de prévisions
saisonnières
organisés avec le
PRESAGG et le
PRESASS

les experts sur les dernières avancées scientifiques dans le domaine de la prévision climatique à longue échéance.

2.2.4.4. Valorisation des méthodes traditionnelles de prévision des pluies dans le cadre des activités de prévision saisonnière en Afrique de l'Ouest

19
villages
de la zone des
frontières entre le
Burkina Faso,
le Mali et le Niger
ont été associés
en 2011
à une étude sur
les méthodes
traditionnelles
de prévision
des pluies

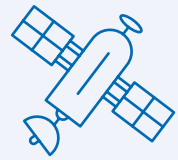
Au niveau du CRA, une étude a été entreprise en 2011 dans 19 villages de la zone des 3 frontières entre le Burkina Faso, le Mali et le Niger dans le but de collecter des informations sur les méthodes traditionnelles de prévision des pluies et de voir comment les valoriser dans le cadre des activités de prévision saisonnière en Afrique de l'Ouest. Ainsi, des questionnaires ont été élaborés et soumis à des groupes de discussion et des personnes-ressources comme les chefs religieux et les chefs coutumiers dans chacun des villages. Ces enquêtes ont permis de répertorier plus d'une centaine d'indicateurs de différentes natures qui sont utilisés par les populations rurales. Ces indicateurs sont relatifs à la phénologie des arbres (floraison, fructification), à l'observation des constellations, au comportement des oiseaux et insectes, et aux facteurs physiques comme les vagues de chaleur ou de froid et les vents. Cette étude a permis de comprendre que les paysans disposent d'un dispositif d'indicateurs dont ils se servent pour prendre des décisions par rapport à la saison à venir. Il faut cependant noter que certaines personnes âgées ont reconnu la limite de ces références traditionnelles dans le contexte actuel de dégradation de l'environnement et de changement climatique. Néanmoins, cet exercice s'avère très utile dans la communication des résultats des prévisions saisonnières aux producteurs, car constituant une base commune de discussion pour coproduire les avis et conseils à prodiguer pour une meilleure planification et conduite des activités agricoles au cours de la saison.

2.2.4.5. Suivi des cultures et prévision des rendements agricoles

Dans notre région, les principaux risques en agriculture pluviale sont principalement liés à la variabilité accrue des précipitations. Cette irrégularité des pluies a pour corol-

laire la variabilité des dates de début, de fin et la durée de la saison des pluies, et une plus grande occurrence des déficits hydriques. Les recherches menées au CRA ont concerné le développement et l'amélioration des outils et méthodes de suivi de l'état des cultures au cours de la saison pluvieuse et de la prévision de leurs rendements. Le suivi de l'état des cultures est effectué en combinant les informations transmises au Centre par les Groupes de Travail Pluridisciplinaires (GTP) mis en place dans les pays sur les dates de semis, la phénologie et la satisfaction des besoins en eau, et les sorties de modèles de simulation des cultures. Les sorties de ces modèles sont utilisées pour cartographier les dates de début de la saison dans toute la région, les taux de satisfaction des besoins en eau et les rendements potentiels. Depuis le début des années 1990, le modèle de Diagnostic Hydrique des Cultures (DHC), développé dans le cadre de projets collaboratifs entre le CIRAD, le Centre Régional AGRHYMET et les institutions nationales de recherche agronomique, a été utilisé pour simuler

les paramètres mentionnés ci-dessus. Ce modèle a évolué d'une version utilisant en entrée les données de pluies journalières du réseau régulier d'observations des pays membres du CILSS, à celle utilisant des estimations de précipitations à partir des images infrarouges du satellite METEOSAT. Des améliorations subséquentes du modèle, notamment dans le cadre des projets collaboratifs comme PROMISE, AMMA et SIGMA, ont abouti à la version SARRA-H. Cette dernière version prend en compte, en plus du bilan hydrique simple, le bilan carboné et la sensibilité à la photopériode, un caractère encore dominant dans les variétés de cultures semées par les agriculteurs d'Afrique de l'Ouest. Plus tard, du fait des contraintes liées à la remontée à temps des données météorologiques observées et de la faible densité des réseaux d'observation, le CRA a entrepris, toujours en collaboration avec le CIRAD, d'adapter une nouvelle version (SARRA-O) utilisant en entrée des données météorologiques sous forme de grille. Ces données sont issues des estimations par satellite pour ce qui concerne les pluies, et des



1 nouvelle version

du modèle de
prévision de
rendement
des cultures

(SARRA-O) à
partir des pluies
estimées par
satellites a été
mise en opération

ré analyses pour ce qui est des données de température, de radiation solaire et d'évapotranspiration.

En plus des résultats des modèles de simulation des cultures, des indices de végétation dérivés des observations par satellite servent aussi comme indicateurs des conditions de croissance des cultures. Aussi, le suivi phytosanitaire, notamment les conditions favorables au développement des Sautériaux, du criquet pèlerin et autres nuisibles des cultures, est effectué en combinant les informations transmises par les services de protection des végétaux des pays, de la FAO, les résultats des simulations faites avec le modèle SARRA-O et les indices de végétation dérivés des images satellitaires. Ces dernières années, l'utilisation de ces mêmes indicateurs a pris de l'ampleur non seulement dans le cadre du suivi, mais également de l'estimation des productions agricoles dans les zones inaccessibles à cause de l'insécurité civile liée au terrorisme.

2.2.4.6. Changements climatiques

L'un des tous premiers projets régionaux en matière de changement climatique mis en œuvre dans la région fut le projet « Appui aux capacités d'adaptation du Sahel aux changements climatiques » financé par l'ACDI porté par le CILSS. Ce projet avait pour objectifs :

- ① d'améliorer les connaissances sur les changements climatiques et leurs implications au Sahel,
- ② de renforcer les capacités des pays et des populations sahéliens à faire face aux changements climatiques,
- ③ de collecter les données sur la perception et les stratégies d'adaptation des populations dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage et des ressources en eau.

Les principaux résultats de ce projet ont été, entre autres, la mise à niveau des banques des données climatiques, hydrologiques, agrométéorologiques, phytosanitaires et environnementales du Centre Régional AGRHYMET en vue d'études d'impacts, de vulnérabilité et d'adaptation, le renforcement

du Système de gestion, de traitement et de sauvegarde/sécurisation des données aux niveaux régional (Centre AGRHYMET) et national (acquisition d'équipements, de matériels informatiques et de logiciels), l'acquisition des sorties des modèles de circulation générale recommandés par le Groupe Intergouvernemental d'Études du Climat (3^{ème} rapport GIEC).

Des analyses récentes sur le continent africain, en particulier sur les régions de l'Afrique de l'Ouest sahélienne, ont montré une tendance à la hausse significative des températures, notamment sur les 2 dernières décennies. Les travaux de recherche conduits au niveau du CRA ont montré que la tendance linéaire du réchauffement observé depuis le milieu du 20^{ème} siècle se caractérise aussi par une augmentation de l'ordre de 10 à 15% en moyenne du nombre de nuits chaudes, et une augmentation des occurrences de vagues de chaleur au niveau de toute la sous-région. Les tendances observées sur les précipitations ont été évoquées plus haut. Pour ce qui est des projections futures, tous les modèles climatiques s'accordent

sur le fait que les températures vont augmenter sur l'ensemble du globe, et en Afrique de l'Ouest, cette augmentation sera de l'ordre de 2 à 4°C. Cependant, pour les précipitations, les changements prévus ne sont pas uniformes selon les différents modèles. En effet, pendant que certains prévoient une diminution des précipitations annuelles dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest, d'autres prévoient le contraire. D'une manière générale, une diminution des précipitations annuelles est anticipée sur la partie Ouest du Sahel, pendant que dans la partie Est, c'est une augmentation qui est prévue. Par ailleurs, la distribution temporelle prévue, à savoir les quantités de pluie reçues en début et en fin de saison, est très variable selon les localités.

Dans le cadre de la mise en œuvre des phases 1 et 2 du projet GCCA (Global Climate Change Alliance), le Centre Régional AGRHYMET a mis en place des sites pilotes pour le suivi de la dynamique du carbone dans le système sol-végétation dans trois écosystèmes distincts en Afrique de l'Ouest : site Sahel au Niger, site savane au Burkina Faso et site forêt



10 à 15%
d'augmentation
de nuits chaudes
observées par le
CRA depuis le
milieu du 20^{ème}
siècle

au Bénin. Les mesures effectuées sur ces sites ont permis :



d'élaborer des équations allométriques pour une trentaine d'espèces,



d'estimer les stocks de carbone du système sol-végétation,



d'évaluer l'effet des facteurs anthropiques sur la dynamique du carbone,



et d'encadrer plusieurs étudiants (Doctorants, Masters/DEA, etc...).

Un Laboratoire bio-carbone installé au CRA, avec divers matériels scientifiques, permet d'accueillir ces étudiants ainsi que les équipes de chercheurs des institutions partenaires des pays de la sous-région.

Entre 2013 et 2021, dans le cadre des projets tels que USPCALERS (Upscaling Site-Specific Climate-smart Agriculture and Land use practices to Enhance Regional Production Systems in West Africa), ENRACCA-WA (Renforcement de la capacité de résilience et d'adaptation au changement climatique par la gestion intégrée des terres, de l'eau et des éléments nutritifs dans les zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest), PRISMA (Projet de Recherche et Innovation pour des Systèmes agro-pastoraux productifs, résilients et sains en Afrique de l'Ouest), GCCA +, l'INSAH a conduit des recherches qui ont abouti à l'identification et à la promotion des paquets technologiques adaptés aux effets du changement climatique dans l'ensemble des pays du CILSS et de l'Afrique de l'Ouest.

2.2.5. Dans le domaine de la maîtrise de l'eau et des ressources en eau

Les recherches menées au niveau du Centre régional AGRHYMET dans le domaine des ressources en eau ont porté sur les principaux thèmes suivants :

- ① l'amélioration des connaissances sur la variabilité et le changement climatique et leur impact dans le domaine des ressources en eau,
- ② le développement d'outils adaptés à la région pour renforcer la résilience des populations face à la recrudescence des événements hydroclimatiques extrêmes et la gestion intégrée des ressources en eau,
- ③ la révision des normes hydrologiques utilisées dans la conception des différents ouvrages et infrastructures hydrauliques,
- ④ l'évaluation du potentiel des ressources en eau.

2.2.5.1. Analyse de l'évolution des régimes des cours d'eau

Les analyses effectuées dans ce sens ont montré que les débits ont une tendance à la hausse durant la saison des pluies, tandis que la tendance est à la diminution durant la saison sèche. Aussi, il a été constaté que la montée des crues en début de saison des pluies est très rapide, mais que les écoulements se retirent très rapidement dès la fin des pluies. De même, la durée de la période des écoulements se réduit, alors que les débits extrêmes ont une tendance à l'augmentation, ce qui a pour conséquence la réduction de la période de retour des débits de référence. Ces tendances climatiques, combinées aux transformations rapides des états de surface du sol, ont conduit à une modification profonde du régime des cours d'eau.

2.2.5.2. *Adaptation des modèles hydrologiques et prévision des inondations*

Dans le cadre d'une collaboration avec l'institut suédois de météorologie et d'hydrologie (SMHI), le Centre Régional AGRHYMET a travaillé sur l'adaptation du modèle hydrologique HYPE (Hydrological Prediction for Environment). HYPE est un modèle qui s'adapte non seulement aux grands bassins fluviaux, mais également aux petits bassins non jaugés. En plus, ses codes informatiques sont libres d'accès. Son adaptation sur l'ensemble du bassin du fleuve Niger a permis des applications importantes dans le domaine du suivi des ressources en eau, de la prévision des inondations, de contribuer à la révision des normes hydrologiques avec la possibilité d'estimer les crues de projet dans les petits bassins non jaugés.

2.2.5.3. *Impacts potentiels des changements climatiques*

Le modèle HYPE a été forcé avec les scénarios climatiques futurs, des modèles climatiques ayant permis d'estimer l'évolution des normes hydrologiques. Les résultats ont montré que quels que soient les scénarios (minimums ou maximums) certains sous-bassins connaîtront une augmentation des débits de périodes de retour de 100 ans (débits observés en moyenne une fois tous les 100 ans). Ces résultats permettent aux différents acteurs, en particulier les bureaux d'études, d'estimer un coefficient de sécurité dans la détermination des crues de projets pour la conception des ouvrages.

2.2.5.4. *Coordination de la recherche et l'innovation en matière de maîtrise d'eau et d'irrigation*

Dans le cadre du projet PARIIS, l'INSAH appui 6 pays du Sahel (Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad) en lien avec les SNRA des 6 pays (INERA, IER, AVRDC, ISRA, CDH, CNRADA, INRA, CNRA, ITRAD). Les objectifs spécifiques de ce programme de recherche-action (RA) sont, entre autres, de :

- soutenir les activités de RA qui abordent les questions

6

pays
appuyés

par l'INSAH

au niveau de la
maîtrise de l'eau
et de l'irrigation
dans le cadre du
projet PARIIS

essentielles à l'amélioration de l'irrigation dans le Sahel ;

- accompagner les pays à concevoir, mettre en œuvre, suivre et valoriser des sites pilotes de RA dans le domaine de l'irrigation ;
- redynamiser la RA dans l'irrigation en favorisant et facilitant les échanges et l'apprentissage entre acteurs nationaux et régionaux ;
- impulser une dynamique de coopération et proposer des actions catalytiques contribuant au développement durable de l'Irrigation ;
- établir les bases d'un programme-cadre régional pour le financement de la recherche-action en agriculture irriguée.

La mise en œuvre de ces activités permet d'encadrer une dizaine d'étudiants en Master et de publier des articles scientifiques ainsi que des fiches techniques qui servent à améliorer l'irrigation dans les domaines.

2.2.6. Dans le domaine de la sécurité alimentaire et nutritionnelle

La plupart des outils et méthodologies cités plus haut sont utilisés soit au cours des campagnes agricoles pour l'alerte précoce sur la sécurité alimentaire, soit pour des études d'impacts potentiels des changements climatiques sur le même secteur. En plus, le Cadre Harmonisé (CH), qui constitue de nos jours un outil consensuel d'évaluation de la vulnérabilité des populations face à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle, a été développé dans un cadre de coopération avec plusieurs partenaires. Il permet de répondre aux questions fondamentales qui se posent aux décideurs en cas de crise alimentaire et/ou nutritionnelle : où allouer les ressources ? Pour qui faut-il intervenir ? Combien de personnes faut-il assister ? Son avantage principal est qu'il repose sur la convergence des preuves : utilisation d'indicateurs de résultats de la sécurité alimentaire et nutritionnelle corroborés par les facteurs contributifs pertinents et objectifs. La couverture géographique des pays s'est progressivement élargie pour concerner 14 pays sur 17 que



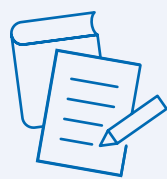
14 pays
sur 17, couverts
géographiquement
par le Cadre
Harmonisé,
pour une alerte
précoce et des
études d'impact
dans le domaine
de la sécurité
alimentaire

compte l'espace CILSS-CEDEAO-UEMOA. Cette dynamique conjointe renforce le cadre d'intégration régionale dans l'espace CILSS-CEDEAO-UEMOA, pour réaliser des analyses concertées et harmonisées de la situation alimentaire et nutritionnelle, en mettant en valeur les autres outils et méthodes d'analyse développés par les dispositifs nationaux et les partenaires.

2.2.7. Dans le domaine des populations et développement durable

Le département CERPOD (Centre d'Études et de Recherches en Population et Développement) de l'INSAH a pour missions de développer et de mettre en œuvre des options stratégiques permettant d'identifier et de maîtriser les contraintes démographiques à la sécurité alimentaire et au développement durable au Sahel. De sa création à nos jours, les chercheurs du CERPOD ont publié plus de 20 000 documents scientifiques dans ses différentes séries de publication du CERPOD (Études et Travaux, Working Papers, Rapports de Recherche, Actes de Rencontre, Rapports de Diagnostic) et des outils de sensibilisation et de vulgarisation (Pop Sahel, Nouvelles du CERPOD, brochures, plaquettes, dépliants) (Cf. base de données documentaires de l'INSAH dans le site web : insah.cilss.int) pour venir en appui à la conception, à la formulation et à l'opérationnalisation des stratégies, des politiques et des programmes de population, d'agriculture, de gestion des ressources naturelles et de sécurité alimentaire et nutritionnelle dans tous les États membres du CILSS.

Ce département conduit plusieurs travaux ayant permis la prise en compte des variables démographiques dans l'élaboration des plans nationaux de développement, l'adoption d'un cadre régional de politique de population appelé « Programme d'action de Ouagadougou sur la population et le développement », l'élaboration et l'adoption de politiques explicites de population par les États membres du CILSS, l'adoption de la « Déclaration de Bamako » sur les politiques de migration et d'urbanisation, l'élaboration des profils démographiques et socio-économiques du Sahel, l'élaboration de cartes thématiques et de données socio-démographiques, migratoires et agroenvironnementales des pays du Sahel,



+ de
20 000

publications
scientifiques
réalisées par les
chercheurs du
CERPOD depuis
sa création

etc. Ces dernières années, grâce aux financements acquis dans le cadre des projets PASANAO, PAGR-SANAD, et PACER, le CERPOD a travaillé sur les thématiques relatives à l'intégration de la dimension revenu des ménages dans le suivi de la vulnérabilité urbaine des ménages, la capitalisation des expériences positives et des bonnes pratiques en matière de nutrition et de prise en charge de la malnutrition dans cinq pays du Sahel et d'Afrique de l'Ouest, et l'analyse causale de la malnutrition des enfants de moins de cinq ans dans sept pays de l'UEMOA membres du CILSS. Ces travaux ont abouti à l'élaboration d'outils et de rapports sur la situation urbaine de référence (Baseline) et de suivi conjoncturel de la vulnérabilité urbaine des ménages, de rapports nationaux de capitalisation des bonnes pratiques de nutrition, de fiches de synthèse sur le dépistage et le diagnostic de la malnutrition par les mères, la nutrition par les arbres alimentaires indigènes, etc.

De façon plus spécifique, les principaux domaines thématiques abordés sont les suivants :

- ① Conditions juridiques et sociales de la femme dans quatre pays du Sahel,
- ② Intégration des variables démographiques dans la planification du développement dans 9 pays du CILSS,
- ③ Fécondité et activités productives des femmes sahéliennes,
- ④ Santé de la Reproduction des Adolescents (SRA) dans le Sahel,
- ⑤ Migrations et Urbanisation dans le Sahel (MURSAH),
- ⑥ Migration et Urbanisation en Afrique de l'Ouest (MUAO),
- ⑦ Analyse des biographies migratoires dans huit pays de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria et Sénégal),

8 Études et Recherche pour la promotion et le développement des politiques de population au Sahel,

9 Profil socio-démographique et économique des pays sahéliens.

En outre, les activités de recherche du CERPOD ont permis de publier un **atlas population et environnement** sous forme de cartes thématiques, un ensemble de données socio-démographiques, migratoires et agro-environnementales.

2.2.8. Dans le domaine de l'accès aux marchés

Les actions menées par le CILSS en matière d'accès aux marchés des produits agroalimentaires sont coordonnées par le programme régional du même nom et dont la coordination est assurée à partir de l'INSAH. Au fil des années, ces actions ont porté entre autres sur :

- la fourniture de l'information pour l'analyse de la sécurité alimentaire et la transparence des marchés ;
- la mesure des flux commerciaux transfrontaliers entre les pays de la sous-région ;
- la facilitation des rencontres commerciales à travers :
 - l'initiation et l'institutionnalisation de la Conférence Régionale sur les Opportunités d'échanges des produits agropastoraux (CORPAO) ;
 - l'initiation et la tenue de la première édition du Salon Africain pour l'Agriculture (SAFAGRI) en 2019 à N'Djamena (Tchad) ;
 - la contribution à l'organisation de la première édition du Salon International du Bétail et de la Viande en Afrique de l'Ouest (SIBVAO) en 2016 ;
- la construction/réhabilitation des infrastructures marchandes ;
- le renforcement des capacités des organisations et réseaux d'acteurs ;



1^{ère}
édition

du Salon SAFAGRI
organisée en 2019

et contribution à
l'organisation
du 1^{er} SIBVAO
en 2016

- la formation continue des personnels des SIM agricoles et bétail sur les méthodes de collecte de traitement et d'analyse des données.

Dans le cadre de ses activités, le PRA Marché a conduit en lien avec l'IFPRI, l'INSAH et autres partenaires une série de recherches et d'études portant notamment sur :

- ① le diagnostic des politiques, mesures et instruments commerciaux sur l'agriculture en Afrique de l'Ouest,
- ② l'analyse prospective des filières riz, maïs et oignon dans la CEDEAO,
- ③ les tracasseries administratives et corruption le long des corridors de commerce de la CEDEAO,
- ④ Integrated spatial typologies to identify food insecurity and poverty bottlenecks in Burkina Faso, Mali and Senegal.

3. IMPACTS ET CHANGEMENTS INDUITS



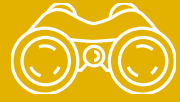
Les activités de recherche menées et coordonnées par le CILSS et ses pays membres, grâce à l'appui de ses partenaires techniques et financiers, ont non seulement permis d'augmenter la productivité des principales cultures, à travers l'adoption de variétés et de techniques culturales adaptées au nouveau contexte climatique,

mais aussi de disposer d'outils d'alerte précoce en cas de situations de déficit de production attendues. Ainsi, les dispositifs de suivi de la campagne agropastorale font actuellement usage d'outils et de méthodes éprouvés pour informer à temps les décideurs politiques et les producteurs, afin que ceux-ci puissent anticiper

sur la conduite à tenir pour amoindrir les effets néfastes et/ou tirer profit des situations attendues. C'est le cas des prévisions saisonnières des caractéristiques agro-hydro-météorologiques, des saisons de pluie, des prévisions des rendements des céréales pluviales, de la situation phytosanitaire et de la biomasse fourragère, qui entrent dans l'analyse du Cadre Harmonisé en vue de l'identification des zones et populations vulnérables à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle. Les différentes analyses faites sur l'évolution passée et future des paramètres climatiques permettent actuellement aux décideurs de la sous-région de mieux élaborer des politiques sectorielles de développement intégrant la dimension changement climatique. Elles permettent aussi aux pays de mettre à jour leurs Plans Nationaux d'Adaptation (PNA) et Contributions Déterminées Nationales (CDN) dans le

cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique, et d'accéder ainsi aux financements des différents fonds climat. Ces différents résultats ont contribué à faire du CILSS une institution incontournable dans la sous-région ouest-africaine et sahélienne sur les questions relatives à la sécurité alimentaire et aux changements climatiques. Les formations diplômantes et continues, menées par le CRA et les différents projets, ont largement contribué à renforcer les capacités des services techniques des États en mettant à leur disposition des ressources humaines hautement qualifiées et capables de relever les différents défis auxquels ils sont confrontés et de produire des connaissances à travers les mémoires des étudiants.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES



Le CILSS, depuis sa création, s'est investi dans la recherche à travers la mobilisation de ressources financières pour renforcer les capacités des institutions nationales de recherche des pays membres, de même que ses institutions spécialisées que sont l'INSAH et le Centre Régional AGRHYMET. Les résultats obtenus au fil des années ont permis à la sous-région sahélienne et ouest-africaine d'acquérir une certaine résilience face aux défis environnementaux dont elle a fait face et qui persistent toujours. Toutefois, des efforts importants restent à faire pour vulgariser ces résultats et les mettre à l'échelle, afin que toutes les populations puissent en bénéficier. Aussi, les défis qui ont été à l'origine de la création du CILSS et de ses institutions spécialisées, à savoir la péjoration climatique, la dégradation de l'environnement et l'insécurité alimentaire demeurent toujours d'actualité. En effet, les effets du réchauffement global, à savoir l'augmen-

tation de la fréquence des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, vagues de chaleur), et l'insécurité civile accrue contribuent à exacerber la vulnérabilité des populations et des écosystèmes ouest-africains aux défis environnementaux. Les réformes institutionnelles entamées par les hautes autorités du CILSS, de même que la synergie d'action avec les principales OIG de la sous-région dans la recherche de financements sont à poursuivre et amplifier afin de parvenir à un développement durable en Afrique de l'Ouest et au Sahel. Les accords entre le CILSS et la CEDEAO, d'une part, et l'UEMOA, d'autre part, pour faire du CILSS leur bras technique dans les domaines de la sécurité alimentaire et nutritionnelle et de l'environnement, de même que l'endossement du Centre Régional AGRHYMET du CILSS comme Centre Climatique Régional pour l'Afrique de l'Ouest et le Sahel (CCR-AOS) illustrent bien cette dynamique.



5. ANNEXES



5.1. Annexe 1 : Liste des thèses soutenues par des experts d'AGRHYMET

- NDIAYE, Mbaye. 2007. Ecology and Management of charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* in the Sahel. Ph.D. thesis Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands (ISBN number : 978-90-8504-664-6).
- MAIGA, Idrissa Halidou. 2008. Écologie du criquet sénégalais *Oedaleus Senegalensis* (Krauss, 1877) en Afrique de l'Ouest et stratégies de lutte. Thèse de doctorat en Évolution. Écologie. Ressources génétiques. Paléontologie. SupAgro, Montpellier, France. Co-superviseur Dr Brahim SIDIBÉ.
- DJABY, Bakary. 2010. Modélisation spatiale des flux organiques et minéraux assurant la productivité durable des agroécosystèmes culture-élevage dans le Sahel nigérien. Thèse de doctorat de l'Université de Liège. Belgique.
- LONA, Issaka. 2014. Risques climatiques et pratiques culturales du mil et du sorgho au Niger. Thèse de doctorat en Géographie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.
- BAOUA, Issoufou. 2017. Gestion des crises alimentaires dans le contexte de la décentralisation et des risques de catastrophe climatique au Niger. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.
- GARBA, Issa. 2017. Modélisation spatiale de la production fourragère en zone pastorale nigérienne. Thèse de doctorat de l'Université de Liège. Belgique.
- MAIGARY, Issoufou. 2018. Évaluation des potentialités des ressources en eau de la nappe alluviale du Dallol Bosso dans le degré carré de Filingué (région de Tillabéry au Niger) : approches géophysique, hydrogéologique, hydrochimique et isotopique. Thèse de doctorat en Hydrogéologie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.
- TINNI HALIDOU, Seydou, 2022. Évolution spatio-temporelle, prévisibilité des Dérivés Pluviométriques Caractérisant la Saison agricole (DPCSa)

et bénéfiques socio-économiques des informations climatiques dans la bande sahélo-soudanienne de l'Afrique de l'Ouest », Thèse de Doctorat Unique en Géographie Physique (Climatologie) de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.

- TRAORÉ, Sy Martial Anasthase, 2022. Contribution à l'analyse des marchés agricoles dans le cadre de l'alerte précoce pour le renforcement de la sécurité alimentaire au Sahel et en Afrique de l'Ouest ». Thèse de Doctorat Unique de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger.



5.2. Annexe 2 : Liste des thèses encadrées par les experts d'AGRHYMET

- HAOUGUI, A. 2001. Les nématodes parasites des cultures maraîchères au Niger : importance, et méthodes de lutte par utilisation de plantes. Thèse de doctorat 3^{ème} Cycle de l'Université de Dschang, Cameroun. Encadrement : M. Étienne SARR.
- ALI, Abdou. 2004. Modélisation de l'invariance d'échelles des champs de pluie au Sahel. Applications aux algorithmes d'estimation des pluies par Satellite. Thèse de Doctorat Atmosphère-Océan-Hydrologie de l'École Polytechnique de Grenoble, France. Co-superviseur : Dr Abou Amani.
- MAIGA, Idrissa Halidou. 2008. Écologie du criquet sénégalais *Oedaleus Senegalensis* (Krauss, 1877) en Afrique de l'Ouest et stratégies de lutte. Thèse de doctorat en Évolution. Écologie. Ressources génétiques. Paléontologie. SupAgro, Montpellier, France. Co-superviseur Dr Brahim SIDIBÉ.
- ALHASSANE, Agali. 2009. Effets du climat et des pratiques culturales sur la croissance et le développement du mil (*pennisetum glaucum* [L.] r.br.) au Sahel : contribution à l'amélioration du modèle SARRA-H de prévision des rendements. Thèse de doctorat en physiologie végétale. Université de Cocody, RCI. Co-superviseur : Dr Seydou B. TRAORÉ.
- PENDA SARR, Mame. 2015. Diversité génétique et dynamique temporelle de *Macrophomina* spp, responsable de la pourriture cendrée du niébé. Thèse de doctorat de l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar, Sénégal. Co-superviseur : Dr Mbaye NDIAYE.
- ASSOUMANA, Boubacar Toukal. 2016. Effect of temperature on population dynamics of *Meloidogyne* spp. and *Fusarium* spp. infesting Sweet pepper in Niger. Thèse de doctorat de l'University of Cape Coast, Ghana.

Co-superviseur : Dr Mbaye NDIAYE.

- CHAIBOU BEGOU, Djamilatou 2016. Hydrological Modeling of the Bani Basin in West Africa: Uncertainties and Parameters Regionalization. A Dissertation submitted to the WASCAL Graduate Research Program in partial fulfillment of the requirements for award of PhD Degree in Climate Change and Water Resources. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. Co-superviseur : Dr Pibgnina BAZIÉ.
- ABDYOU BAGNA, Amadou. 2016. Impacts de la variabilité climatique et du changement climatique sur les systèmes de production agricole du Niger : cas de la Korama (Sud-Zinder). Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Co-directeur de thèse : Pr Sanoussi ATTA.
- NOUHOU KOUTCHA, Mariama. 2016. Modeling the hydrology of the planting pit used for in situ water harvesting in re-afforestation schemes ». Thèse de doctorat WASCAL de Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. Co-directeur de thèse : Pr Sanoussi ATTA.
- LAWALI, Mamane Nassourou. 2017. Perceptions communautaires et Techniques agronomiques pour l'adaptation du mil (*Pennisetum Glaucum* [L.] R. Br) face à la variabilité et au changement climatique au Niger. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Co-superviseur : Dr Benoît SARR.
- TOUDOU, Daouda Abdoul Karim. 2017. Analyse des performances des systèmes culturaux à base de céréales-légumineuses adaptés pour une production en grains et fourrage au Niger. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Directeur de thèse : Pr Sanoussi ATTA.
- MOUSSA, Ibrahim. 2017. Impact on the Availability of Water resources in the Niger River Basin, with Focus the Niger Inland Delta, Thèse de Doctorat WASCAL. Co-superviseur : Dr Abdou ALI.
- ABDYOU SALEY, Inoussa. 2018. Simulation de la grande muraille verte à l'aide d'un modèle régional de climat (RegCM) : Impacts sur le climat et les extrêmes climatiques en Afrique de l'Ouest et au Sahel. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Co-superviseur : Dr Ibrah SEIDOU SANDA.
- ABDYOU LATIF, Bonkaney. 2019. Modeling the Potential Impact of Climate Change and Variability on the Electricity Demand in Republic

of Niger. Thèse de doctorat de Federal University of Technology Akure (FUTA), Nigéria. Co-superviseur : Dr Ibrah SEIDOU SANDA.

- BOJAN, Fatou. 2019. Assessing the effects of management practices and climate on lowland rice production using the DSSAT crop model in The Gambia. A Dissertation submitted to the WASCAL Graduate Research Program in partial fulfillment of the requirements for award of PhD Degree in Climate Change and Agriculture. IPR-IFRA de Katibougou, Mali. Co-superviseur : Dr Seydou B. TRAORÉ.
- KAKA KIARI, Boukar Kéllou. 2020. Effets de la fertilisation minérale et de l'ablation de l'apex de la plante sur les composantes du rendement de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.) dans différentes zones agro-climatiques du Niger. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Directeur de thèse : Pr Sanoussi ATTA.
- FATY, Bakary. 2022. Apport des données satellitaires et modélisation hydrologique à l'amélioration des connaissances des ressources en eau dans le bassin du fleuve Gambie. Thèse de doctorat de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal. Co-encadreur : Dr Abdou ALI.
- IBRAHIM TANIMOUNE, Laouali. 2023. Simulating the Characteristics of West African Monsoon Using the MPAS Model, Thèse de doctorat de Federal University of Technology Akure (FUTA), Nigéria. Co-superviseur : Dr Ibrah SEIDOU SANDA.
- BASSIROU, Hassane. 2023. Flood disaster risks assessment and climate change resilience in Niamey, Niger. Thèse de doctorat de l'Université de Lomé, Togo. Co-superviseur : Dr Ibrah SEIDOU SANDA.

**CILSS - Comité Permanent Inter-États de Lutte
contre la Sécheresse dans le Sahel**

03 BP 7049 Ouagadougou 03 - BURKINA FASO
Tél. : +226 25 49 96 00 - Fax : +226 25 37 41 32
Email : administration.se@cilss.int
www.cilss.int