



ORGANISATION DES ÉTATS D'AFRIQUE, DES CARAÏBES ET DU PACIFIQUE

Renforcer les services climatiques pour l'agriculture et la sécurité alimentaire en Afrique, dans les Caraïbes et le Pacifique



ClimSA

PROGRAMME INTRA-ACP SUR LES SERVICES CLIMATIQUES ET APPLICATIONS CONNEXES



Une initiative de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique financée par l'Union européenne



Financé par l'Union Européenne



Ce recueil d'étude de cas a été réalisé dans le cadre du Programme ClimSA, une initiative de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP), financée au titre du 11^e Fonds européen de développement (FED), dans le but de renforcer la chaîne de valeur des services climatiques dans les États membres de l'OEACP. Le Programme ClimSA est mis en œuvre à travers un partenariat impliquant huit centres climatiques régionaux et trois organisations multilatérales et le Centre commun de recherche de la Commission européenne.

CENTRES CLIMATIQUES RÉGIONAUX



Centre africain pour les applications de la météorologie au développement (ACMAD)
L'ACMAD est le centre continental de veille météorologique/climatique et un centre d'excellence désigné Centre climatique régional par l'Organisation météorologique mondiale (OMM-CCR) pour les applications de la météorologie au développement. acmad.org/



Centre régional AGRHYMET
Le Centre régional AGRHYMET fournit des services d'information, de surveillance et de prévision climatique adaptés afin de renforcer la sécurité alimentaire et la gestion des ressources naturelles en Afrique de l'Ouest et dans la région sahélienne. crr1-agrhymet.cilss.int/



Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH)
Le CIMH est une organisation de formation et de recherche désignée Centre climatique régional par l'OMM (OMM-CCR), qui contribue à renforcer les services météorologiques et hydrologiques dans les pays des Caraïbes grâce à l'éducation, la recherche et des services climatiques spécialisés. cimh.edu.bb/



Centre des applications et prévisions climatiques pour l'Afrique centrale (CAPC-AC)
Le CAPC-AC est l'institution spécialisée de la Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC), chargée de produire des informations et services climatiques, ainsi que de renforcer les capacités des utilisateurs selon les besoins spécifiques des secteurs. capc-ac.net/



Centre de prévision et d'applications climatiques de l'IGAD (ICPAC)
L'ICPAC est un centre climatique régional désigné par l'OMM (OMM-CCR), qui fournit des services et des informations climatiques pour renforcer la résilience des communautés et soutenir le développement durable dans la région de la Corne de l'Afrique. icpac.net



Commission de l'océan Indien (COI)
La COI est une organisation intergouvernementale de coopération qui renforce les liens entre les îles de l'océan Indien et soutient ses États membres dans la mise en place du Réseau régional des centres climatiques du Sud-Ouest de l'océan Indien pour le développement durable. commissionoceanindien.org/en/



Centre de services climatiques de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC-CSC)
Le SADC-CSC est un centre climatique régional qui fournit des services régionaux de surveillance climatique, de prévision et d'alerte précoce pour soutenir la résilience climatique et la réduction des risques de catastrophe en Afrique australe. csc.sadc.int/en/



Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement (SPREP) – Réseau Pacifique CCR
Le Réseau Pacifique des Centres climatiques régionaux est un centre virtuel d'excellence qui soutient les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) des îles du Pacifique dans l'amélioration des services et produits climatiques ainsi que des capacités à répondre aux besoins nationaux en matière d'information climatique. pacificmet.net/rcc

ORGANISATIONS MULTILATÉRALES



Commission de l'Union africaine (CUA)
La CUA est l'organe exécutif de l'Union africaine (UA), chargé de mettre en œuvre les décisions de l'UA. Elle assure, entre autres, un leadership politique, une orientation stratégique et un plaidoyer pour des services météorologiques et climatiques répondant aux besoins sociétaux, notamment à travers la Conférence ministérielle africaine sur la météorologie (AMCOMET). au.int/en/commission



Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT)
EUMETSAT est l'agence européenne opérationnelle de satellites chargée de la surveillance météorologique, climatique et environnementale depuis l'espace. eumetsat.int/



Organisation météorologique mondiale (OMM)
L'OMM est une agence spécialisée des Nations Unies chargée de promouvoir la coopération internationale en matière de météorologie, climatologie, hydrologie et géophysique connexe. wmo.int/

AUTRE CATÉGORIE



Centre commun de recherche (CCR)
Le CCR est le service scientifique et technique de la Commission européenne, mandaté pour mener des recherches fournissant des avis scientifiques indépendants et un appui aux politiques de l'Union européenne. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/index_en



AESA Consortium
Consortium de conseil international spécialisé en ingénierie environnementale, changement climatique et solutions de développement durable.

Renforcement des services climatiques pour l'agriculture et la sécurité alimentaire en Afrique, dans les Caraïbes et dans le Pacifique. Programme intra-ACP sur les services climatiques et les applications connexes (ClimSA).

Mai 2025

Équipe de production

Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique

Cristelle PRATT, Assistante Secrétaire Générale, département de l'environnement et de l'action pour le climat (ECA)

Peter Nyongesa WEKESA, Expert, Environnement et Gouvernance des Ressources Naturelles (ECA)

Cherryl NEWMAN, Secrétaire, Département de l'environnement et de l'action pour le climat (ECA)

Assistance technique ClimSA – Agriconsulting Europe SA – Consortium AESA

Ottavio NOVELLI, Directeur de programme

Dieudonné Nsadisa FAKA, Chef d'équipe

Michela PAGANINI, Expert pour l'engagement des parties prenantes

Erinç EBINC, gestionnaire de programme

Bori BRETUS, gestionnaire de programme

Jean-Rémy DAUE, graphisme et mise en page

Nuances Consulting Ltd, traductions en français

Concept et éditeur

GH MATTRIVERS MESSANA

Identifiant d'objet numérique (DOI)

Édition en anglais: 10.5281/zenodo.15699530

Édition en français: 10.5281/zenodo.15705479

Édition en portugais: 10.5281/zenodo.15705497

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Les informations et les points de vue exposés dans la présente publication sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement l'opinion officielle de l'Union européenne. Ni les institutions et organes de l'Union européenne ni aucune personne agissant en leur nom ne peuvent être tenus pour responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication.

Liste des contributeurs

Theodore ALLEN, Institut Caribéen de Météorologie et d'Hydrologie (CIMH).

Zachary ATHERU, Coordinateur ClimSA, Centre de Prévion et d'Applications Climatiques de l'IGAD (ICPAC).

Grégoire BAKI, Agence Nationale de la Météorologie (ANAM), Burkina Faso.

Graham CLARKSON, Université de Reading, Royaume-Uni.

Peter DORWARD, Université de Reading, Royaume-Uni.

Dieudonné Nsadisa FAKA, Programme ClimSA, Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP).

Andre Kamga FOAMOUHOUE, Centre Africain pour les Applications de la Météorologie au Développement (ACMAD).

Sherri FREDERICK, ClimSA Caraïbes, Institut Caribéen de Météorologie et d'Hydrologie (CIMH).

Chris FUNK, Climate Hazards Center, Université de Californie, Santa Barbara, États-Unis d'Amérique.

Vincent GABAGLIO, Organisation Européenne pour l'Exploitation des Satellites Météorologiques (EUMETSAT).

Sebastian GREY, Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Laura HARRISON, Climate Hazards Center, Université de Californie, Santa Barbara, États-Unis d'Amérique.

Chris HEWITT, Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Oliver KIPKOGEL, Centre de Prévion et d'Applications Climatiques de l'IGAD (ICPAC).

Lisa KIRTON-REED, Institut Caribéen de Météorologie et d'Hydrologie (CIMH).

Kamoru Abiodun LAWAL, Centre Africain pour les Applications de la Météorologie au Développement (ACMAD).

Paula MACHIO, Centre de Prévion et d'Applications Climatiques de l'IGAD (ICPAC).

Tamuka MAGADZIRE, Climate Hazards Center, Université de Californie, Santa Barbara, États-Unis d'Amérique / Réseau d'Alerte Précoce contre la Famine, Gaborone, Botswana.

Simon J. MASON, Institut International de Recherche sur le Climat et la Société, Université Columbia, États-Unis.

Jean-Baptiste MIGRAINE, Organisation météorologique mondiale (OMM).

Joshua NGAINA, Organisation météorologique mondiale (OMM).

Michela PAGANINI, Programme ClimSA, Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP).

Jodi-Ann PETRIE, Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH).

Cristelle PRATT, Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP).

Surekha RAMESSUR, Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC).

Moussa SALEH BATRAKI, Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP).

Hussen SEID, Centre de prévion et d'applications climatiques de l'IGAD (ICPAC).

Bob STEFANSKI, Organisation météorologique mondiale (OMM).

Shontelle STOUTE, Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH).

Vieri TARCHIANI, Institut de bioéconomie du Conseil National de la Recherche (CNR), Italie.

Al THIBEAULT, Ventana Systems, États-Unis d'Amérique.

Seydou H. TINNI, Centre Climatique Régional pour l'Afrique de l'Ouest et du Sahel (AGRHYMET).

Seydou B. TRAORE, Centre Climatique Régional pour l'Afrique de l'Ouest et du Sahel (AGRHYMET).

Hervé TREBOSEN, Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT).

Adrian R. TROTMAN, Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH).

Cedric J. VAN MEERBEECK, Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH).

Calistus WACHANA, Centre de prévion et d'applications climatiques de l'IGAD (ICPAC).

Peter Nyongesa WEKESA, Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP).

Ana Laura ZUANAZZI, Organisation météorologique mondiale (OMM).



Table des matières

LISTE DES CONTRIBUTEURS	5
TABLE DES MATIÈRES	7
ABRÉVIATIONS	8
PRÉFACE	12
INTRODUCTION	14
Services climatiques pour l'agriculture et la sécurité alimentaire dans les États membres de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP)	15
SECTION 1. MOBILISER LES UTILISATEURS ET LES FOURNISSEURS DE SERVICES CLIMATIQUES	20
Chapitre 1.1 Tirer parti des 25 années d'opérations du Forum des prévisions climatiques pour la région élargie de la Corne de l'Afrique (GHACOF)	22
Chapitre 1.2 Opérationnalisation d'une plateforme continentale d'interface utilisateurs pour le secteur agricole en Afrique	28
Chapitre 1.3 Services climatiques participatifs intégrés pour l'agriculture dans les Caraïbes	34
SECTION 2. RÉPONDRE AUX BESOINS DES UTILISATEURS GRÂCE AUX DONNÉES ET PRODUITS D'INFORMATION CLIMATIQUES	46
Chapitre 2.1 L'impact des services climatiques sur la production agricole dans les sites pilotes du programme ClimSA au Burkina Faso	48
Chapitre 2.2 Lien entre les services climatiques et le système d'alerte précoce des Nations Unies en Afrique de l'Est	64
Chapitre 2.3 Alerte précoce climatique pour le secteur agricole – le Bulletin agroclimatique des Caraïbes	70
SECTION 3. AMÉLIORER LES OBSERVATIONS ET LA SURVEILLANCE CLIMATIQUES	84
Chapitre 3.1 Enseignements pour l'agriculture et la sécurité alimentaire issus du Forum régional des prévisions climatiques pour l'Afrique australe	86
Chapitre 3.2 La chaleur comme aléa dans les Caraïbes: développer des informations d'alerte précoce	92
Chapitre 3.3 Assurer la surveillance climatique à long terme depuis l'espace: un effort global et innovant	101
SECTION 4. ADAPTER LA RECHERCHE, LA MODÉLISATION ET LA PRÉVISION CLIMATIQUES	106
Chapitre 4.1 Amélioration des projections climatiques et de leur répartition spatiale pour l'Afrique dans un avenir proche (2041–2060)	108
Chapitre 4.2 Tirer parti des prévisions El Niño et de leur attribution pour améliorer les prévisions et atténuer les impacts dans les régions ACP, avec un accent sur l'Afrique australe	120
SECTION 5. ENHANCING CAPACITY DEVELOPMENT	130
Chapitre 5.1 Amélioration des systèmes d'aide à la décision pour l'élaboration de politiques agricoles	132
Chapitre 5.2 Outil d'évaluation des bénéfices socio-économiques (BSE) des services climatiques dans les régions de l'OEACP	144
Chapitre 5.3 Implications politiques et pratiques pour le renforcement des services climatiques destinés au secteur agricole	164
ANNEXES	174
Liste des figures	175
Liste des tableaux	178
Liste des encadrés	179

Abréviations

ACB	Analyse coût-bénéfice	CO2M	Mission de surveillance du CO ₂
ACMAD	Centre africain pour le développement des applications météorologiques	COF	Forum des perspectives climatiques
ACP	Afrique, Caraïbes et Pacifique	CTA	Comités techniques agroclimatiques
ACR	Mécanisme africain de gestion des risques	CUA	Commission de l'Union africaine
AGRHYMET	Centre Régional du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)	EAAH	Observation des risques en Afrique de l'Est (Eau, Assainissement et Hygiène)
AMCC+	Alliance mondiale pour le changement climatique Plus	EADW	Observation de la sécheresse en Afrique de l'Est
AMCOMET	Conférence ministérielle africaine sur la météorologie	EAH	Eau, assainissement et hygiène
AMMA-CATCH	Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine – Couplage de l'atmosphère tropicale et du cycle hydrologique	EQS	Évaluation quotidienne de la sévérité
ANAM	Agence nationale de la météorologie du Burkina Faso	ESA	Agence spatiale européenne
ARBE	Département de l'agriculture, du développement rural, de l'économie bleue et de l'environnement durable	EMIE (ou GLORIA)	Évaluation mondiale des intrants et extrants
AU-IBAR	Union africaine – Bureau interafricain des ressources animales	EUMETSAT	Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques
BSE	Bénéfice socio-économique	EPS-SG	Système polaire EUMETSAT – deuxième génération
BRCCC	Programme de renforcement des capacités climatiques régionales	EWISACTs	Systèmes d'information d'alerte précoce sur les échelles climatiques
CAMI	Initiative caribéenne agro-météorologique	FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
CARDI	Institut caribéen de recherche et de développement agricoles	FCFA	Franc de la Communauté financière africaine
CAR	Carte d'allocation des ressources	FCIU / CGMS	Fonds central d'intervention d'urgence (les deux sigles peuvent être employés selon contexte)
CCR	Centre climatique régional	FEWSNET	Réseau d'alerte précoce et de famine
CCCCC	Centre de la Communauté caribéenne pour le changement climatique	FdF	Formation de formateurs
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	FICR	Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge
CE	Commission européenne	FNPC	Forum national des perspectives climatiques
CEPMMT	Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme	GCOS	Système mondial d'observation du climat
CER	Communauté économique régionale	GEOGLAM	Groupe d'observations de la Terre pour la surveillance agricole mondiale
CHIRPS	Précipitation infrarouge pour aléas climatiques avec données de stations	GHACOF	Forum climat de la Grande Corne de l'Afrique
CIC / ICMH	Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (selon contexte, l'acronyme original est ICMH pour "Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie")	GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
CILSS	Centre Régional du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel	GMet	Agence météorologique du Ghana
ClimSA	Programme intra-ACP sur les services climatiques et applications connexes	GLDA	Autorité de développement de l'élevage de la Guyane
CNSC	Cadres nationaux pour les services climatiques	GTP	Groupe de travail pluridisciplinaire
CMSC	Cadre mondial pour les services climatiques	GTRAA	Groupe de travail régional sur l'action anticipative (Afrique australe)
		IA	Intelligence artificielle

ICRISAT	Institut international de recherche sur les cultures pour les tropiques semi-arides
ICPAC	Centre de prévision et d'applications climatiques de l'Autorité intergouvernementale pour le développement
IGAD	Autorité intergouvernementale pour le développement
IO	Input/Output
IRI	Institut de recherche international sur le climat et la société (Université de Columbia)
ITH	Indice température-humidité
JRC	Centre commun de recherche de la Commission européenne
LTAC	Comité technique agroclimatique local
MHEWEAS	Système d'alerte précoce multi-risques et d'action anticipée
MSD	Sécheresse de mi-saison
MTG	Troisième génération de Meteosat
NMME	Ensemble multi-modèles nord-américain
NOAA	Administration nationale océanique et atmosphérique
NASA	Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace
OEACP	Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique
OCHA	Bureau de la coordination des affaires humanitaires
OAE	Oscillation australe El Niño
ONACC	Observatoire national sur les changements climatiques (au Cameroun)
OPA	Organisation panafricaine des agriculteurs
OPT	Outil de prévisibilité climatique
PAM	Programme alimentaire mondial
PAMS	Plan d'action médiatique saisonnier
PDSL	Pays en développement sans littoral
PIB	Produit intérieur brut
PICSA	Services climatiques intégrés participatifs pour l'agriculture
PIU	Plateforme interface utilisateur
PMA	Pays les moins avancés
PNA	Plans nationaux d'adaptation
PUMA	Préparation à l'utilisation de Meteosat en Afrique
PSP	Planification scénarios participative
RADA	Autorité de développement de l'agriculture rurale (Jamaïque)

RCOF	Forum régional des perspectives climatiques
RRC	Réduction des risques de catastrophe
SAD	Système d'aide à la décision
SAPRC (ou CREWS)	Systèmes d'alerte précoce et risques climatiques
SAMS (ou FSL)	Sécurité alimentaire et moyens de subsistance
SARCOF	Forum régional des perspectives climatiques d'Afrique australe
SCN	Système de comptes nationaux
SICC / SIC	Services d'information climatique (selon usage précis)
SMIFF (ou GWIS)	Système mondial d'information sur les feux de forêt
SMHN	Services météorologiques et hydrologiques nationaux
SREC	Scénarios représentatifs d'évolution de concentration
SSPs	Scénarios socio-économiques partagés
UA	Union africaine
UE	Union européenne
USD	Dollar des États-Unis
VCE	Variables climatiques essentielles



Avant-propos

S.E. Moussa SALEH BATRAKI

Secrétaire général de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP)

Les 79 États membres de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) constituent un groupe d'intérêt mondial crucial, avec une population combinée d'environ 1,5 milliard de personnes. Ils comptent parmi les pays et les communautés les plus vulnérables du monde, répartis sur six régions et comprennent 39 petits États insulaires en développement (PEID), 37 pays les moins avancés (PMA) et 15 pays en développement sans littoral (PDSL). Nombre d'entre eux sont confrontés à une myriade de défis en matière de développement, que la crise climatique actuelle risque d'exacerber, compromettant ainsi leur situation et entravant gravement la réalisation de l'Agenda 2030 pour le développement durable et ses dix-sept objectifs.

Les États membres de l'OEACP sont en première ligne de la crise climatique croissante, subissant de plein fouet certains des impacts les plus lourds en raison de la fréquence accrue et de l'intensification des chocs météorologiques et climatiques.

Les impacts catastrophiques récents des ouragans dans les Caraïbes, les sécheresses et inondations dans plusieurs régions d'Afrique, ainsi que les cyclones tropicaux dans le Pacifique, témoignant des expériences dévastatrices qui bouleversent la vie, les moyens de subsistance et le bien-être des populations de l'OEACP, tout en compromettant les économies ainsi que les perspectives et aspirations de développement durable à long terme des pays membres.

Malheureusement, les conclusions du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont extrêmement préoccupantes, car elles soulignent que la fréquence et l'intensité de nombreux phénomènes extrêmes devraient encore augmenter en raison du changement climatique. Par ailleurs, le risque d'événements à évolution lente — tels que l'élévation du niveau de la mer, la désertification, la perte de biodiversité, la dégradation des terres et des forêts — devrait également s'accroître.

Il est donc particulièrement opportun que le Secrétariat de l'OEACP ait signé l'accord de financement avec l'Union européenne dans le cadre du 11^e Fonds européen de développement (11^e FED), pour la mise en œuvre du Programme intra-ACP sur les services climatiques et les applications connexes – ClimSA, doté d'un budget de 85 millions d'euros.

Depuis son lancement début 2020, ClimSA a contribué à améliorer l'accès à l'information climatique et son utilisation, tout en promouvant le développement de services climatiques et d'applications permettant une prise de décision éclairée à tous les niveaux. L'amélioration de la quantité et de la qualité des services climatiques fournis par les centres climatiques régionaux et les services hydrométéorologiques dans les États membres de l'OEACP est essentielle pour contribuer à l'effort mondial de lutte contre le changement climatique et renforcer les capacités en matière d'adaptation.

Le programme ClimSA contribue également aux efforts globaux de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) des Nations unies, qui a pour mandat de rendre compte régulièrement de la situation mondiale des services climatologiques, conformément aux décisions pertinentes de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). ClimSA offre en outre aux États membres de l'OEACP et aux organisations régionales l'opportunité de réaliser des évaluations régulières de leurs besoins en matière d'adaptation, de leur mise en œuvre, ainsi que d'identifier et de combler les lacunes, de recenser les bonnes pratiques, les enseignements tirés et les lignes directrices associées.

Ce recueil d'études de cas constitue une démonstration concrète et efficace de la Coopération Sud-Sud et triangulaire, qui est l'une des caractéristiques phares du Programme ClimSA. Le recueil a bénéficié d'un large éventail de contributions de la part des partenaires de mise en œuvre de ClimSA, notamment des organisations régionales (Communautés économiques régionales - CER), des Centres climatiques régionaux (CCR) et des agences techniques de mise en œuvre telles que l'OMM, le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne, l'Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT) et la Commission de l'Union africaine (CUA), ainsi que l'OEACP et la Direction générale des partenariats internationaux de l'Union européenne (DG INTPA).

L'objectif de ce document est d'aider les décideurs, tant du secteur public que privé, à identifier et à gérer les risques et opportunités induits par le changement climatique dans les domaines de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Elle met en lumière les enseignements tirés, les bonnes pratiques ainsi que les défis rencontrés. En s'appuyant sur les résultats clés obtenus avec l'appui de ClimSA pour renforcer la chaîne de valeur des services climatiques dans les régions

de l'OEACP, cette publication vise à valoriser et à partager certaines réussites issues des pays pilotes ayant participé au programme ClimSA.

Ce document met l'accent sur l'agriculture et la sécurité alimentaire en raison de l'importance stratégique et de la nature transversale de ce secteur dans toutes les régions de l'OEACP. Il examine comment les utilisateurs et les fournisseurs de services climatiques interagissent entre eux par le biais de plateformes d'interface utilisateur (PIU) et comment les besoins des utilisateurs sont pris en compte grâce aux produits de données et d'informations climatiques (services climatiques et applications connexes). Il analyse également comment les observations et le suivi climatiques sont améliorés pour fournir des produits et services plus rapides et plus précis, au bénéfice social, économique et environnemental. Un aperçu est donné de la manière dont la recherche, la modélisation et la prévision climatiques sont adaptées aux besoins des différents utilisateurs, et comment les capacités sont renforcées pour améliorer la durabilité et la gestion des services climatiques et des applications connexes.

Je salue vivement les efforts déployés dans le cadre de ClimSA. Ils constituent une source opportune d'information, d'inspiration et de référence sur les types d'investissements qui pourraient être nécessaires pour aider et assister les gouvernements, les entreprises et les ménages à prendre de meilleures décisions, plus judicieuses et plus rapides afin de gérer et d'atténuer les impacts du changement climatique. Ces efforts sont particulièrement précieux alors que les sociétés s'efforcent de devenir plus résilientes, sûres et sécurisées, tout en poursuivant leurs objectifs, buts et aspirations en matière de développement durable, tant aujourd'hui que dans l'avenir.

INTRODUCTION



“ Je préfère recevoir des informations plutôt que de la nourriture...”

Stephen Kithuku, agriculteur, comté de Machako, Kenya*

Services climatiques pour l'agriculture et la sécurité alimentaire dans les États membres de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique

Cristelle PRATT, Peter Nyongesa WEKESA

Secrétariat de l'OEACP

L'intensification des changements et de la variabilité climatiques exige une action climatique urgente afin de renforcer l'adaptation, l'atténuation et le développement d'économies bleue et verte durables dans les États membres de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP). Dans le secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, il est essentiel de garantir une alimentation saine pour tous, aujourd'hui et demain, tout en alignant la transformation des systèmes agroalimentaires sur l'action climatique. Toutefois, les systèmes agricoles et alimentaires sont confrontés à un dilemme: produire davantage dès maintenant pour répondre aux besoins immédiats, tout en risquant de compromettre la sécurité

alimentaire et la nutrition futures — ou limiter la production afin de réduire les émissions.

Le changement climatique perturbe les marchés alimentaires et fait peser des risques sur l'approvisionnement alimentaire de l'ensemble de la population. En effet, les changements généralisés des régimes de précipitations et de températures menacent la production agricole et augmentent la vulnérabilité des personnes dont les moyens de subsistance dépendent de l'agriculture, ce qui inclut la majeure partie de la population pauvre des ACP. Ces menaces peuvent être atténuées en renforçant la capacité d'adaptation des agriculteurs grâce aux services d'information climatique.

Le programme intra-ACP sur les services climatiques et les applications connexes

Le Secrétariat de l'OEACP, financé par l'Union européenne, en partenariat avec la Commission de l'Union africaine, l'Organisation météorologique mondiale (OMM), le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne et l'Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT), s'est engagé à renforcer la capacité des centres climatiques régionaux (CCR) des régions d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP), afin de concevoir, développer et adapter des services climatologiques qui répondent aux besoins des utilisateurs sur le terrain, dans divers secteurs sensibles au climat.

Pour aider à libérer le potentiel de l'agriculture, de la sécurité alimentaire et d'autres secteurs sensibles, tout en stimulant leur transformation afin de relever les défis communs liés à l'environnement et au changement climatique, l'OEACP met en œuvre le programme intra-ACP sur les services climatiques et les applications connexes (ClimSA). Des services météorologiques et climatiques opportuns et exploitables sont essentiels pour faire avancer les agendas politiques mondiaux, régionaux ou nationaux.

*Source: vidéo sur le programme ClimSA au Kenya (produite par l'ICPAC, 2024)

Le Programme ClimSA est une initiative de 85 millions d'euros, financée dans le cadre du 11^e Fonds européen de développement (FED), issu de la coopération entre l'Union européenne et l'OEACP. L'objectif est de renforcer la production, la disponibilité, la diffusion et l'application de prévisions et de services climatiques fondés sur des données scientifiques. La réussite de la mise en œuvre du programme repose sur la collaboration entre les différentes parties prenantes et les bénéficiaires — notamment les gouvernements, les institutions de recherche et les communautés locales — afin de garantir que les services climatiques soient adaptés aux besoins spécifiques des différents partenaires concernés.

L'intervention prévoit un soutien technique, un renforcement des capacités, un renforcement institutionnel et une sensibilisation pour huit CCR dans les régions ACP. En tant que principaux utilisateurs des services climatologiques et passerelles vers d'autres utilisateurs finaux, les Communautés économiques régionales (CER) africaines, la Commission de l'Union

africaine (CUA), l'Organisation météorologique des Caraïbes (CMO) et le Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement (PROE) ont été au cœur de cette action visant à garantir l'utilisation durable des services climatiques.

Le programme ClimSA vise à renforcer la capacité des décideurs à tous les niveaux à utiliser efficacement les informations et les services climatiques. Il s'agit notamment de combler le fossé entre la science climatique et les politiques, élément essentiel pour une planification agricole et des stratégies de sécurité alimentaire efficaces. Le Programme s'inscrit dans les objectifs plus larges du développement durable, en particulier en ce qui concerne les impacts du changement climatique sur les systèmes alimentaires et la sécurité alimentaire dans l'ensemble des régions ACP.

Les principaux résultats attendus du programme ClimSA sont les suivants: (1) l'engagement des parties prenantes à travers la plateforme d'interface utilisateur (PIU); (2) la

fourniture de services climatiques à travers le système d'information sur les services climatiques (CSIS) aux niveaux régional et national; (3) l'amélioration de l'accès aux données et à l'information; (4) le renforcement des capacités pour générer et appliquer des informations et des produits climatiques; (5) l'intégration du climat dans les politiques et les programmes grâce à une prise de décision éclairée par le climat (Figure 1).

La résilience de notre société face à l'augmentation des risques climatiques dépend de notre capacité à améliorer la qualité et la quantité des services climatiques, ainsi que de l'intégration des connaissances climatiques dans les processus décisionnels. Les services climatiques constituent des éléments clés de la stratégie d'adaptation au climat des pays de l'OEACP dans tous les secteurs sensibles.

Dans le cas de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, les services climatiques sont essentiels pour développer des mesures innovantes d'adaptation au climat afin d'améliorer la production agricole et la diversification alimentaire. Dans ce secteur, le Programme, en collaboration avec les centres climatiques régionaux (Figure 2), œuvre en faveur de trajectoires résilientes face au climat à travers quatre grands axes d'intervention: (1) le renforcement de la base scientifique de l'information climatique; (2) l'accroissement de l'utilisation locale de l'information climatique pour la gestion des risques climatiques; (3) la promotion d'une évaluation efficace des bénéfices de l'information climatique sur la productivité des utilisateurs; et (4) l'intégration cohérente du financement climatique et agricole dans les processus d'élaboration des politiques.

Figure 1. Principaux résultats attendus du Programme ClimSA.

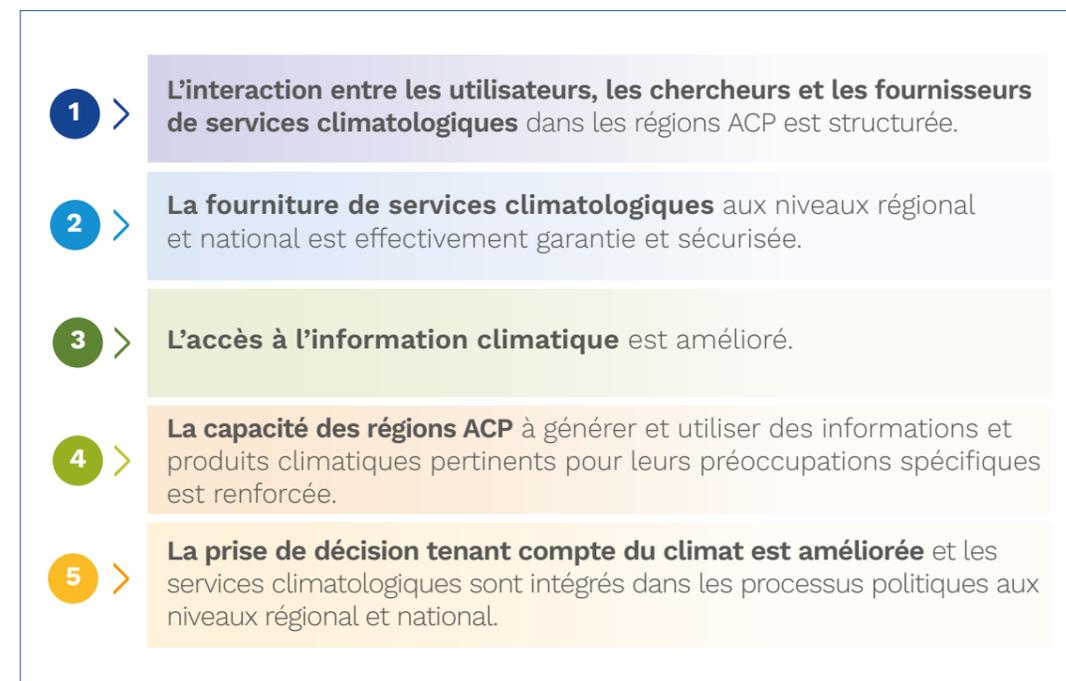


Figure 2. Centres climatiques régionaux impliqués dans la mise en œuvre du programme ClimSA.



Ce document

Le présent document vise à mettre en lumière les réalisations des produits et services de ClimSA, avec un accent particulier sur le secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Le Programme a œuvré au renforcement de la chaîne de valeur des services climatiques: de l'accès à l'information à la création de services climatiques, en passant par l'engagement et le renforcement des capacités des utilisateurs, jusqu'à l'utilisation des services climatiques qui aident les agriculteurs et les décideurs politiques à prendre des décisions éclairées.

Le recueil est structurée en cinq sections principales, s'inspirant librement des composantes clés du Cadre mondial pour les services climatiques (CMSC)¹, avec des contributions d'un large éventail d'institutions partenaires et de parties prenantes du Programme ClimSA.

Section 1. Engagement des utilisateurs et des fournisseurs de services climatiques. Cette section examine comment l'engagement entre les utilisateurs et les fournisseurs de services climatiques peut permettre aux utilisateurs de faire entendre leur voix et de s'assurer que les services proposés répondent à leurs besoins. Le premier chapitre passe en revue les 25 dernières années d'activités du Forum de Préviation Climatique de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF), en tirant des enseignements sur l'accès et l'appropriation des services climatiques à l'échelle régionale et nationale, grâce aux plateformes régionales d'interface utilisateur (PIU) du GHACOF. Le deuxième chapitre décrit la mise en œuvre d'une Plateforme d'Interface Utilisateur (PIU) continentale pour le secteur agricole en Afrique, en analysant comment cette plateforme facilite la co-conception et la co-production des services climatiques, tout en renforçant le développement collaboratif, la diffusion et l'utilisation de l'information climatique pour l'alerte précoce et l'adaptation au

changement climatique. Le dernier chapitre de la section, s'appuyant sur une longue expérience dans la région des Caraïbes, examine la conception et la mise en œuvre des Services Climatiques Intégrés Participatifs pour l'Agriculture (PICSA), qui permettent avec succès aux agriculteurs d'identifier et de mieux planifier des options agricoles et de subsistance adaptées au microclimat local, ainsi qu'aux circonstances et contextes propres à chaque agriculteur.

Section 2. Répondre aux besoins des utilisateurs grâce aux données climatiques et aux produits d'information. Cette section met l'accent sur la manière dont les services climatiques sont conçus et mis en œuvre pour la production et la diffusion de données climatiques et de produits d'information répondant aux besoins des utilisateurs. Le premier chapitre fournit un compte rendu détaillé de l'impact des services climatiques sur la production agricole au Burkina Faso, montrant que les agriculteurs peuvent accroître leur productivité agricole et améliorer leur résilience face à la variabilité climatique en utilisant les informations climatiques. Le deuxième chapitre examine l'intégration des services climatiques dans le système d'alerte précoce des Nations Unies en Afrique de l'Est, grâce à la diffusion d'informations climatiques, d'alertes précoces et d'avis par le biais de diverses plateformes en ligne qui touchent un grand nombre d'utilisateurs. Le dernier chapitre analyse les systèmes d'alerte précoce pour le secteur agricole dans les Caraïbes et la manière dont ceux-ci favorisent le développement d'une agriculture intelligente face au climat ainsi que l'élaboration de stratégies à long terme pour assurer une sécurité alimentaire durable.

Section 3. Amélioration des observations et du suivi climatiques. Cette section examine comment les observations et la surveillance systématiques sont utilisées pour générer les

données nécessaires au développement et à la mise en œuvre de services climatiques efficaces. Le premier chapitre, en prenant comme étude de cas le Forum régional sur les perspectives climatiques en Afrique australe (SARCOF), tire des leçons importantes pour le secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire dans la région. Le deuxième chapitre analyse la chaleur comme un danger dans les Caraïbes, compte tenu du risque croissant lié à la chaleur dans cette région, avec un accent particulier sur la prévision des épisodes de chaleur extrême, y compris les vagues de chaleur, et l'anticipation du stress thermique potentiel. Le dernier chapitre de la section évalue le rôle de la surveillance spatiale du climat dans le suivi des changements atmosphériques, océaniques et terrestres au fil du temps et la manière dont les services de données évoluent grâce à la dernière génération de satellites et aux récentes avancées scientifiques et technologiques.

Section 4. Adapter la recherche, la modélisation et la prévision climatiques. Cette section explore comment la recherche, la modélisation et la prévision font progresser la science nécessaire à l'amélioration des services climatiques répondant aux besoins des utilisateurs. Le premier chapitre présente des projections climatiques actualisées ainsi que leur répartition spatiale pour l'Afrique dans un avenir proche (2041-2060); en alertant les décideurs sur les catastrophes climatiques à venir, ces informations sont appelées à devenir de plus en plus cruciales alors que les nations africaines s'efforcent de répondre aux effets croissants du changement climatique au cours des prochaines décennies. Le deuxième chapitre examine le rôle du changement climatique dans l'intensification de l'épisode El Niño de 2015/2016 et ses implications pour l'Afrique australe; elle explore comment les enseignements tirés de ces événements d'El Niño récents et des études d'attribution peuvent orienter les pratiques actuelles de prévision, améliorer la résilience et alimenter les discussions internationales sur les pertes et préjudices, en particulier pour les pays ACP qui sont touchés de manière disproportionnée par la variabilité et le changement climatiques.

Section 5. Renforcement du développement des capacités. Cette section vise à examiner comment le développement des capacités soutient le développement systématique des institutions, des infrastructures et des ressources humaines nécessaires à des services climatiques efficaces. Le premier chapitre porte sur la nécessité d'investir dans l'amélioration des Systèmes d'Aide à la Décision (SAD) pour l'élaboration des politiques agricoles; en intégrant des technologies avancées, en améliorant la gestion des données, en adoptant une conception centrée sur l'utilisateur, en incorporant l'analyse de scénarios et en s'alignant sur les cadres politiques, les parties prenantes peuvent améliorer de manière significative l'efficacité et l'impact des politiques agricoles. Le deuxième chapitre présente un nouvel outil d'Évaluation des Bénéfices Socio-Économiques (EBSE) pour l'évaluation des services climatiques dans les régions de l'OEACP; la méthodologie du modèle, basée sur la dynamique des systèmes input-output, permet de calculer les effets de dommages selon différents scénarios, et, lorsqu'il est adapté et calibré pour représenter un pays spécifique, il devient un élément essentiel dans un SAD pour soutenir les actions et les décisions à prendre par les décideurs. Le dernier chapitre de la section examine les implications politiques et pratiques pour l'amélioration des services climatiques ciblant le secteur agricole, en évaluant les avancées majeures depuis la création du Cadre Mondial pour les Services Climatiques (CGSC) en 2012, qui a jeté les bases d'une approche plus systématique et coordonnée des services climatiques à l'échelle mondiale; le chapitre se projette également vers l'avenir, en explorant comment le développement de services climatiques plus centrés sur l'utilisateur, inclusifs et participatifs pourrait favoriser une meilleure intégration des politiques et un soutien financier accru, tant des gouvernements nationaux et régionaux que des instruments internationaux de financement climatique.

¹ <https://gfcs.wmo.int/site/global-framework-climate-services-gfcs/components-of-gfcs> (consulté le 15 juillet 2024).

SECTION

1

ENGAGEMENT DES UTILISATEURS ET DES FOURNISSEURS DE SERVICES CLIMATIQUES



Cette section examine comment l'engagement entre les utilisateurs et les fournisseurs de services climatiques peut permettre aux utilisateurs de faire entendre leur voix et de s'assurer que les services proposés répondent à leurs besoins.

Le premier chapitre passe en revue les 25 dernières années d'activités du Forum de Prédiction Climatique de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF), en tirant des enseignements sur l'accès et l'appropriation des services climatiques à l'échelle régionale et nationale, grâce aux plateformes régionales d'interface utilisateur (PIU) du GHACOF.

Le deuxième chapitre décrit la mise en œuvre d'une Plateforme d'Interface Utilisateur (PIU) continentale pour le secteur agricole en Afrique, en analysant comment cette plateforme facilite la co-conception et la co-production des services climatiques, tout en renforçant le développement collaboratif, la diffusion et l'utilisation de l'information climatique pour l'alerte précoce et l'adaptation au changement climatique.

Le dernier chapitre de la section, s'appuyant sur une longue expérience dans la région des Caraïbes, examine la conception et la mise en œuvre des Services Climatiques Intégrés Participatifs pour l'Agriculture (PICSA), qui permettent avec succès aux agriculteurs d'identifier et de mieux planifier des options agricoles et de subsistance adaptées au microclimat local ainsi qu'aux circonstances et contextes propres à chaque agriculteur.

CHAPITRE 1.1 Capitaliser 25 années d'activités du Forum sur les perspectives climatiques pour la Grande Corne de l'Afrique

Zachary ATHERU, Oliver KIPKOGELI, Calistus WACHANA, Hussien SEID, Paula MACHIO

Centre de prévision et d'applications climatiques de l'IGAD (ICPAC)

En 1996, l'Organisation météorologique mondiale (OMM), les Centres climatiques internationaux et les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) ont lancé les premiers Forums régionaux sur les perspectives climatiques (RCOF). Ceux-ci visent à rassembler des experts climatiques nationaux, régionaux et internationaux pour élaborer conjointement des prévisions climatiques saisonnières pour des régions spécifiques. Dès 1998, de tels forums ont été établis à travers le monde, renforçant les réseaux régionaux impliquant les fournisseurs de services climatiques et les utilisateurs dans divers secteurs (NOAA, 1988).

Le Forum sur les Perspectives Climatiques pour la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF) sert l'Autorité Intergouvernementale pour le Développement (IGAD) en Afrique de l'Est (Encadré 1).

Depuis 1998, il se réunit trois fois par an pour publier les perspectives climatiques saisonnières et élaborer des avis sectoriels, avec la participation de partenaires et parties prenantes des huit États membres de l'IGAD (Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Somalie, Soudan du Sud, Soudan et Ouganda) ainsi que de trois États non membres de l'IGAD (Burundi, Rwanda et Tanzanie).

Encadré 1. Principaux objectifs du Forum sur les perspectives climatiques de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF).

- Réfléchir aux performances et à l'impact de la saison précédente.
- Présenter les perspectives climatiques régionales objectives et consolidées pour la saison à venir.
- Discuter des implications des prévisions climatiques saisonnières sur les principaux secteurs socio-économiques et élaborer des stratégies de gestion.
- Fournir une plateforme régionale d'interaction entre les décideurs, les climatologues, les chercheurs, les utilisateurs d'informations climatiques et les partenaires du développement.
- Faciliter l'échange et la diffusion d'informations, de compétences et d'expériences en matière de climat entre les participants afin d'améliorer l'apprentissage collectif.
- Publier et diffuser les résultats du forum et de la déclaration.

Le forum régional met en œuvre une procédure objective de prévisions saisonnières, garantissant des prévisions traçables, reproductibles et vérifiables. Cette méthodologie, qui met l'accent sur la rigueur scientifique et la fiabilité, a été introduite lors du 52^{ème} Forum sur les perspectives climatiques de la Corne de l'Afrique élargie en mai 2019, marquant un changement de paradigme majeur après 20 ans d'utilisation d'une approche fondée sur le consensus.² Au cours des cinq dernières

années, la méthodologie de prévision objective a été affinée et maintenue, démontrant son efficacité et sa robustesse tout en ouvrant de nouvelles possibilités pour le développement de produits climatiques plus pertinents à destination des utilisateurs. Elle permet une plus grande flexibilité dans l'adaptation des prévisions aux besoins spécifiques sous-régionaux et nationaux, améliorant ainsi leur utilité pour les décideurs dans divers secteurs (Encadré 2).

Encadré 2. Principaux éléments du Forum sur les perspectives climatiques de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF).

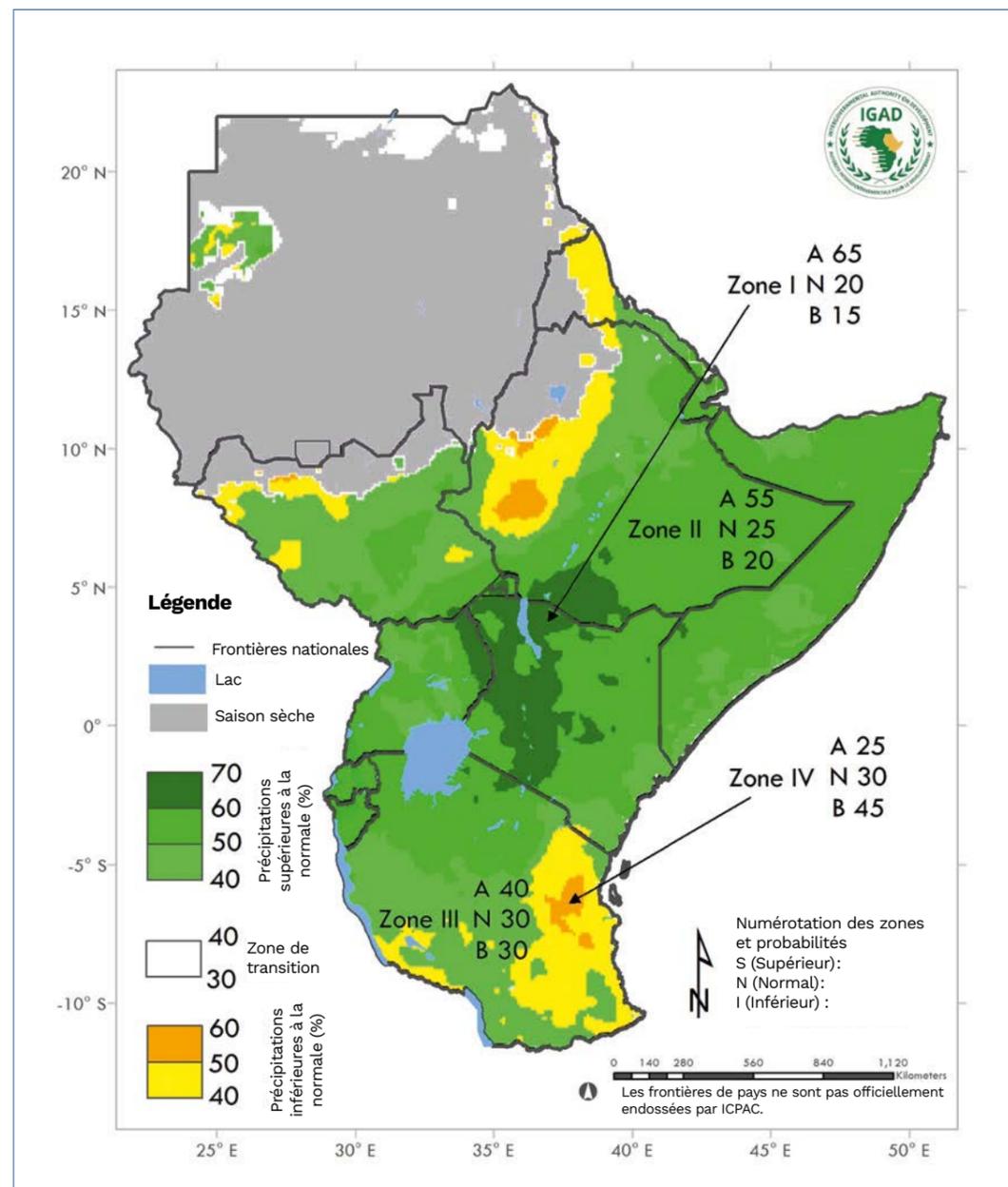
- Atelier de développement de prévisions climatiques pré-COF pour les climatologues, ainsi que des ateliers de co-production avec les secteurs clés tels que l'agriculture, l'eau, l'énergie, la santé, l'élevage, les médias et la gestion des risques de catastrophes.
- Rapport d'impact présenté par les Points focaux sectoriels nationaux de la région de la Corne de l'Afrique sur la performance de la saison des pluies passée et ses impacts sur les secteurs.
- Forum où les perspectives climatiques saisonnières régionales sont présentées aux utilisateurs qui les traduisent en impacts sectoriels et développent des stratégies de gestion pour leurs secteurs respectifs.
- Des sessions d'interface utilisateur impliquant un engagement face à face entre les fournisseurs et les utilisateurs multisectoriels.
- Élaboration et diffusion d'une synthèse à l'intention des décideurs de la région.
- Diffusion et communiqué de presse des résultats du GHACOF par le biais d'une déclaration du Forum national sur les perspectives climatiques, au cours duquel les perspectives climatiques saisonnières régionales sont ramenées aux niveaux national et infranational et diffusées aux utilisateurs nationaux et infranationaux.

² <https://icpac.medium.com/building-resilience-across-east-africa-through-the-production-and-communication-of-seasonal-11525bfff90f7> (consulté le 15 juillet 2024).

Outre les prévisions probabilistes de précipitations et de températures, le forum régional fournit également des produits climatiques adaptés aux secteurs. Ceux-ci incluent des prévisions pour le début de la saison des pluies, la durée des périodes humides et sèches au cours de la saison, ainsi que la probabilité que

les précipitations saisonnières dépassent les seuils définis par les utilisateurs. Des prévisions sur la probabilité de sécheresses météorologiques sont également fournies, sur la base de l'Indice de Précipitation Standardisé (SPI), qui suit les précipitations observées et prévues sur des périodes de 3, 6, 9, 12 et 15 mois (Figure 3).

Figure 3. Perspectives régionales de précipitations saisonnières pour diverses zones de la région de la Grande Corne de l'Afrique pour la période de mars à mai 2024.



1.1.1 Utilisation des services climatiques et résultats

En Afrique de l'Est, l'accès et l'utilisation des services climatiques aux niveaux régional et national sont en cours de renforcement grâce aux plateformes d'interface utilisateur régionales du GHACOF, telles que les projets pilotes de démonstration climatique soutenus par ClimSA dans le comté de Machakos, au Kenya, et dans le district de Kiboga, en Ouganda. L'objectif principal de ces démonstrations est de développer et mettre en œuvre des stratégies et des mesures d'adaptation visant à renforcer la résilience des secteurs vulnérables, notamment dans les domaines de l'agriculture, de la sécurité alimentaire, de l'eau et de l'énergie (Figure 4).

Cela est rendu possible grâce à la fourniture d'informations climatiques fiables et en temps utile, servant de base à l'élaboration de conseils saisonniers adaptés aux communautés locales.

Les capacités locales dans divers aspects des services climatiques et sectoriels ont été renforcées, notamment en facilitant l'accès à une interprétation collective et une compréhension partagée des prévisions climatiques saisonnières, qui alimentent la prise de décision sectorielle et en matière de moyens de subsistance à l'échelle locale.

L'approche participative qui sous-tend ces démonstrations implique la production et l'intégration des savoirs afin de répondre aux défis auxquels sont confrontés les petits exploitants agricoles ruraux face au changement climatique et à la variabilité du climat. Ce processus reconnaît qu'il n'existe pas de solution unique aux défis des petits agriculteurs, et que, par conséquent, l'intégration des connaissances ainsi que l'apprentissage et la gestion adaptatifs continus sont essentiels.

Figure 4. Agriculteurs participant à des approches climatiques participatives au niveau communautaire.



1.1.2 Résultats et leçons apprises

L'expérience acquise au cours de plus de 25 années de fonctionnement du forum régional a permis de renforcer, de multiples façons, les services climatiques dans la région de la Grande Corne de l'Afrique.

Amélioration du Système d'Information sur les Services Climatiques

Engagement des utilisateurs. En réunissant des experts et des parties prenantes pour coproduire des informations et des avis climatiques régionaux, on implique activement les utilisateurs, tels que les décideurs, les agriculteurs et les gestionnaires de ressources en eau, en veillant à ce que les services climatiques correspondent à leurs besoins et à leurs priorités.

Régionalisation de l'information climatique mondiale. Les données climatiques à l'échelle mondiale sont rendues pertinentes et exploitables au niveau local, comblant ainsi le fossé entre les données climatiques globales et les besoins spécifiques des utilisateurs.

Flux d'information bidirectionnel. L'interaction entre les fournisseurs de services climatiques et les utilisateurs permet un échange continu d'informations, de retours d'expérience, et de services climatiques adaptés.

Atténuation des impacts du changement climatique et des événements météorologiques extrêmes

Alerte précoce et préparation. Les prévisions climatiques fournies de manière opportune et précise permettent aux communautés de se préparer aux événements extrêmes tels que les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur. En anticipant les risques, les décideurs peuvent mettre en place des mesures préventives.

Stratégies d'adaptation. La régionalisation de l'information climatique mondiale la rend pertinente au niveau local, facilitant la mise en œuvre de stratégies d'adaptation sur mesure, telles que l'ajustement des pratiques agricoles, la gestion de l'eau et la réponse aux catastrophes.

Réduction des risques. La communication entre les fournisseurs de services climatiques

et les utilisateurs permet de diffuser des informations climatiques fiables, donnant aux communautés les moyens de réduire leur vulnérabilité et de renforcer leur résilience.

Collaboration scientifique. L'effort collectif consistant à réunir des experts favorise la collaboration en matière de recherche et de surveillance du climat, ce qui permet d'éclairer les politiques et les actions visant à atténuer les effets du climat.

Apprentissage croisé à l'échelle mondiale. Des forums régionaux sur les perspectives climatiques ont été mis en place dans diverses régions du monde. Toutefois, dans certains cas, cela s'est fait de manière relativement isolée, et les plateformes varient quant à leur capacité à fournir des informations aux services météorologiques nationaux et aux décideurs sectoriels. Le défi actuel est de partager les meilleures pratiques entre les forums régionaux, notamment en ce qui concerne les procédures et les réglementations relatives aux prévisions et projections, ainsi qu'à la coproduction et à la communication d'informations climatologiques de haute qualité.

Promotion de la coproduction des services climatiques. Les forums sur les perspectives climatiques servent de plateformes permettant aux scientifiques, aux décideurs politiques et aux acteurs non gouvernementaux d'interagir régulièrement et de manière collaborative. En s'engageant dans ce processus itératif, ils coproduisent des connaissances scientifiques exploitables qui éclairent la prise de décision en matière d'adaptation au climat. Des processus de coproduction efficaces au sein de ces forums contribuent également à améliorer la qualité de l'information climatique, orientant les stratégies d'adaptation pour différents secteurs.

Suivi et évaluation des services climatiques. Les forums sur les perspectives climatiques jouent un rôle clé dans la promotion du suivi et de l'évaluation des services climatiques. Grâce à l'interaction avec les utilisateurs sectoriels, les services de vulgarisation et les décideurs politiques, les implications potentielles des prévisions climatiques sur les secteurs socio-économiques sont évaluées, ce

qui permet d'adapter l'information climatique aux besoins des parties prenantes. Ces évaluations renforcent leur efficacité et garantissent que des informations climatiques exploitables parviennent aux décideurs.

Intégration de la dimension de genre dans l'action climatique. Les inégalités de genre, alimentées par les normes sociales, les rôles attribués aux femmes et aux hommes, l'accès inégal aux ressources et les pratiques discriminatoires, influencent fortement la vulnérabilité des femmes et des groupes marginalisés face aux aléas climatiques. Cela accroît non seulement leur exposition aux risques, mais limite aussi leur capacité à y faire face et à s'adapter. Par exemple, dans de nombreuses cultures, les femmes sont souvent responsables des tâches ménagères, y compris la prise en charge des enfants et des personnes âgées, ce qui peut retarder leur évacuation en cas d'inondation. Ce retard peut considérablement augmenter leur risque de blessure ou même de décès. Les systèmes d'alerte précoce qui ne tiennent pas compte des inégalités de genre peuvent exacerber ces vulnérabilités existantes.

Les considérations de genre sont de plus en plus intégrées tout au long du processus du GHACOF, y compris l'intégration du genre dans les webinaires et ateliers préalables aux forums, ainsi que l'inclusion du genre dans l'agenda des forums. Ces efforts ont permis de progresser vers des avis climatiques sensibles au genre, comme en témoignent les résumés récents du GHACOF à l'intention des décideurs.^{3,4}

S'appuyant sur ce succès, le programme ClimSA a renforcé en 2024 l'intégration du genre, en

soutenant la participation de sept points focaux sur le genre provenant de cinq États membres, en formant les points focaux nationaux à la rédaction de rapports sensibles au genre, en engageant les points focaux "genre" en amont des réunions du GHACOF, et en les impliquant dans toutes les sessions de coproduction.

En impliquant des points focaux/experts en matière de genre dans tous les secteurs sensibles au climat (agriculture et sécurité alimentaire, élevage, eau et énergie, gestion des risques de catastrophe et conflits), les considérations de genre ont été intégrées dans les avis climatiques sectoriels, aboutissant à des résultats plus adaptés, comme le reflète le résumé du GHACOF destiné aux décideurs⁵.

Promouvoir le rôle des médias et de la communication dans les services climatiques.

Un réseau dédié de journalistes climatiques et de responsables de la communication météorologique est soutenu dans la région de la Grande Corne de l'Afrique. L'objectif est de renforcer le lien entre les producteurs et les utilisateurs d'informations climatiques, en veillant à ce que les produits climatiques atteignent les utilisateurs finaux, en simplifiant les informations complexes sur le climat dans des contenus et des langues facilement compréhensibles par les communautés locales. Les GHACOF offrent une plateforme pour que les médias et les responsables de la communication météorologique se rencontrent, reçoivent les prévisions et élaborent un plan d'action médiatique saisonnier. En outre, le forum constitue une opportunité pour les médias d'interagir avec les scientifiques, renforçant ainsi leur capacité à mieux communiquer l'information climatique aux utilisateurs finaux.

Références

NOAA, 1998. Une expérience dans l'application des prévisions climatiques: "NOAA-OGP activities related to the 1997-98 El Niño event". Office of Global Programs, National Oceanic

and Atmospheric Administration, et Département du Commerce des États-Unis, Rapport, 134 pages.

³ <https://www.icpac.net/publications/summary-for-decision-makers-october-to-december-2023-season/> (consulté le 15 juillet 2024).

⁴ <https://www.icpac.net/publications/summary-for-decision-makers-march-to-may-2024-season/> (consulté le 15 juillet 2024).

⁵ <https://www.icpac.net/publications/summary-for-decision-makers-june-to-september-2024-season/> (consulté le 15 juillet 2024).

CHAPITRE 1.2 Opérationnalisation d'une plateforme d'interface utilisateur (PIU) continentale pour le secteur agricole en Afrique

Andre Kamga FOAMOUHOUE

Centre africain pour les applications de la météorologie au développement (ACMAD)

Les fournisseurs de services climatiques font face à une pression croissante de la part des utilisateurs pour des prévisions et des informations adaptées à la prise de décision et à l'action. Répondre efficacement aux besoins des utilisateurs à partir d'informations scientifiques crédibles constitue un défi bien reconnu, nécessitant un engagement approprié entre les utilisateurs et les prestataires de services climatiques.

Pour relever ce défi, et dans le cadre des activités de mise en œuvre du Programme sur les Services Climatiques et les Applications connexes (ClimSA), le Centre africain pour les applications de la météorologie au développement (ACMAD)⁶ a mis en place et opérationnalisé des Plateformes d'Interface Utilisateur (PIU) à l'échelle continentale pour les secteurs de l'agriculture (Encadré 3), de l'eau, de la santé, de la réduction des risques de catastrophe, y compris les infrastructures.

Ce chapitre vise à partager les pratiques issues de la mise en place et de l'opérationnalisation de ces PIU dans des secteurs sensibles au climat en Afrique. Il analyse comment ces plateformes facilitent la co-conception et la co-production des services climatiques, renforçant ainsi le développement, la diffusion et l'utilisation collaborative de l'information climatique pour l'alerte précoce et l'adaptation au changement climatique (Hewitt et al., 2017; OMM, 2014, 2018).

La mise en place d'une plateforme dédiée aux services climatiques pour l'agriculture a été initiée par l'ACMAD à travers un atelier de consultation tenu à Yaoundé, Cameroun, du 26 au 29 juillet 2022, avec la participation de groupes d'agriculteurs aux niveaux national, régional et continental (Encadré 4).

⁶ Le Centre africain pour les applications de la météorologie au développement (ACMAD) est désigné Centre Climatique Régional pour l'Afrique par l'OMM depuis mai 2015, et Centre continental africain de conseil multirisque de l'Union africaine dans le cadre du Système d'alerte précoce et d'action précoce multirisque (MHEWEAS) depuis octobre 2022.

Encadré 3. Institutions participant à la mise en place d'une plateforme d'interface utilisateur (PIU) sur les services climatiques pour l'agriculture en Afrique.

- Centre climatique régional de l'IGAD (ICPAC), Nairobi, Kenya. Prestataire de services.
- Centre climatique régional pour toute l'Afrique (ACMAD), Niamey, Niger. Prestataire de services.
- Centre de services climatiques de la SADC (SADC CSC), Gaborone, Botswana. Prestataire de services.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie. Conseil et soutien aux agriculteurs dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture.
- Programme alimentaire mondial (PAM), Rome, Italie. Institution de lutte contre la faim.
- Observatoire national du changement climatique (ONACC), Yaoundé, Cameroun. Détection du changement climatique et diffusion de l'information.
- Réseau de systèmes d'alerte précoce et de lutte contre la famine (FEWS NET), Washington DC, États-Unis. Analyse de l'insécurité alimentaire.
- Projets de développement agricole (PDA) Yaoundé, Cameroun.
- Institut de recherche agricole (IITA) Ibadan, Nigeria. Qualité alimentaire et analyse des sols, gestion des parasites.
- Agriculteurs à vocation commerciale. Commerce de produits agricoles.
- Organisation panafricaine des agriculteurs (PAFO), Kigali, Rwanda. Politique agricole continentale et services d'information pour le développement de l'agriculture en Afrique.
- Union africaine - Bureau interafricain des ressources animales (UA-BIRA), Nairobi, Kenya. Coordination de l'utilisation des ressources animales (pêche, faune sauvages et bétail).
- Développement agricole durable et valorisation de la profession agricole (OSACA) Akure, Ondo State, Nigeria.
- Département de l'agriculture, du développement rural, de l'économie bleue et de l'environnement durable, Commission de l'Union africaine (ARBE), Addis-Abeba, Éthiopie. Élaboration de politiques agricoles.



1.2.1 Mise en place et opérationnalisation de la plateforme d'interface utilisateur

L'atelier a passé en revue les mécanismes existants de production et de diffusion des services climatiques, la gamme de produits et services fournis au secteur agricole, ainsi que les pratiques d'utilisation et les défis, afin de démontrer la valeur ajoutée effective. Les discussions ont permis d'évaluer les lacunes des parties prenantes en matière de capacités et d'identifier les programmes pertinents de renforcement des capacités. L'engagement des participants tout au long de la consultation dans le suivi, l'évaluation et l'examen a permis de générer un retour d'information et des suggestions pour des améliorations futures et itératives.

Termes de référence et règles de procédure

Un résultat clé de la consultation a été l'élaboration et l'adoption des termes de référence de la Plateforme d'Interface Utilisateur (PIU) sur les services climatiques pour le développement agricole en Afrique. La composition de la plateforme, ses règles de procédure, le programme de travail, ainsi que les produits et

services climatiques pour le secteur agricole ont également été définis et adoptés. Un président du PIU a été élu, et le secrétariat sera soutenu par l'ACMAD.

Causes de risque et événements dans le secteur agricole africain

Les événements et causes de risques ont été identifiés, analysés et évalués, conformément aux normes reconnues en matière d'évaluation des risques (Figure 5). Les sécheresses, vagues de chaleur, inondations, périodes sèches et humides, perturbations dans le début et la fin des saisons agricoles et dans le calendrier cultural, grêlons, vents violents et orages ont été identifiés comme des causes de risques ayant un impact sur le secteur agricole. Ces phénomènes entraînent souvent une inflation sur les marchés des produits agricoles, une baisse de la production alimentaire, une pénurie d'eau pour l'irrigation, des pertes de production dues à une forte humidité et à des pluies abondantes pendant la période de récolte, ainsi que des pertes de rendement en cas d'invasion de criquets.

Encadré 4. Objectifs spécifiques des sessions de consultation impliquant les parties prenantes du secteur agricole.

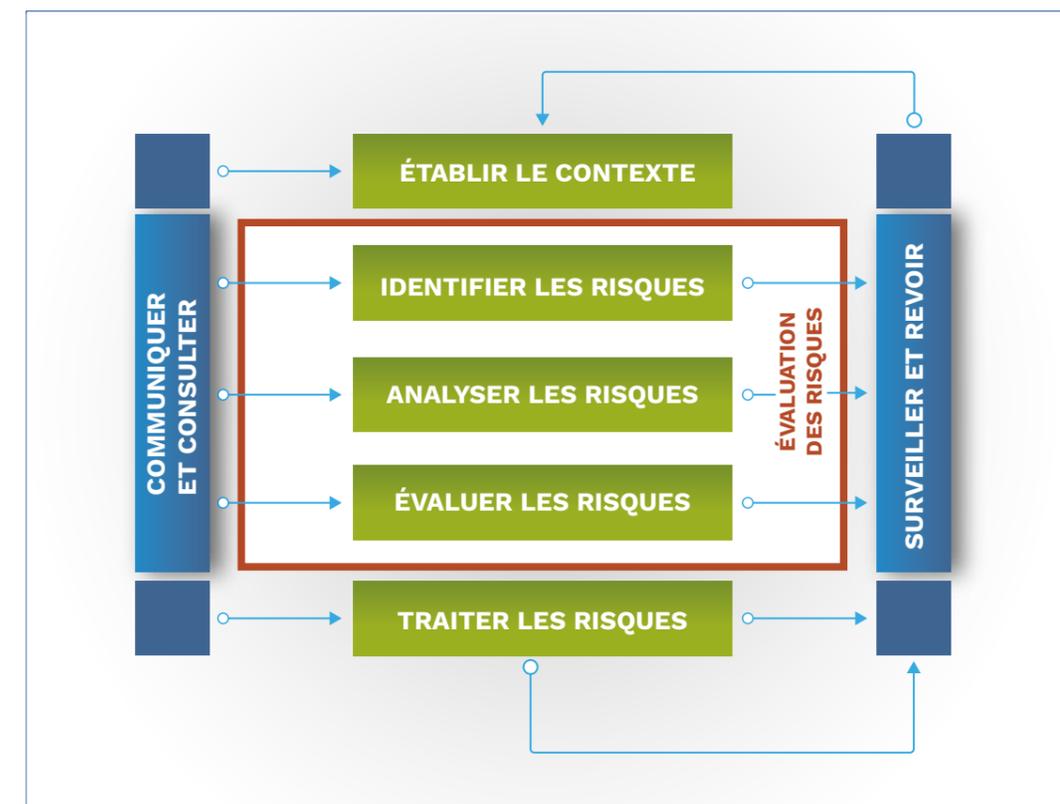
- Engager la communauté agricole au niveau continental.
- Évaluer les perspectives des parties prenantes du secteur agricole sur les risques climatiques.
- Cartographier les options et solutions existantes de gestion des risques et des opportunités climatiques.
- Faire le point sur les produits et services climatiques pour la gestion des risques et des opportunités.
- Formaliser les modalités de mise en place et de fonctionnement du PIU en fournissant des services climatiques, en recueillant et en examinant le retour d'information afin d'apporter des améliorations régulières.

Produits et services climatiques nécessaires au secteur agricole

Les discussions et le dialogue entre les parties

prenantes ont permis d'identifier les besoins en produits et services climatiques pour faire face aux risques climatiques. Il s'agit notam-

Figure 5. Description des étapes de l'évaluation des risques selon les normes ISO 31000.



ment des perspectives saisonnières sur les précipitations totales et les températures, du début et de la fin de la saison agricole, des périodes sèches et humides, des conseils pour la préparation des terres, les semis, la pulvérisation d'engrais, le contrôle et la gestion des mauvaises herbes, la récolte, la conservation des cultures, les variétés de cultures optimales pour les zones agroclimatiques, les avertissements et les alertes concernant les ravageurs et les maladies.

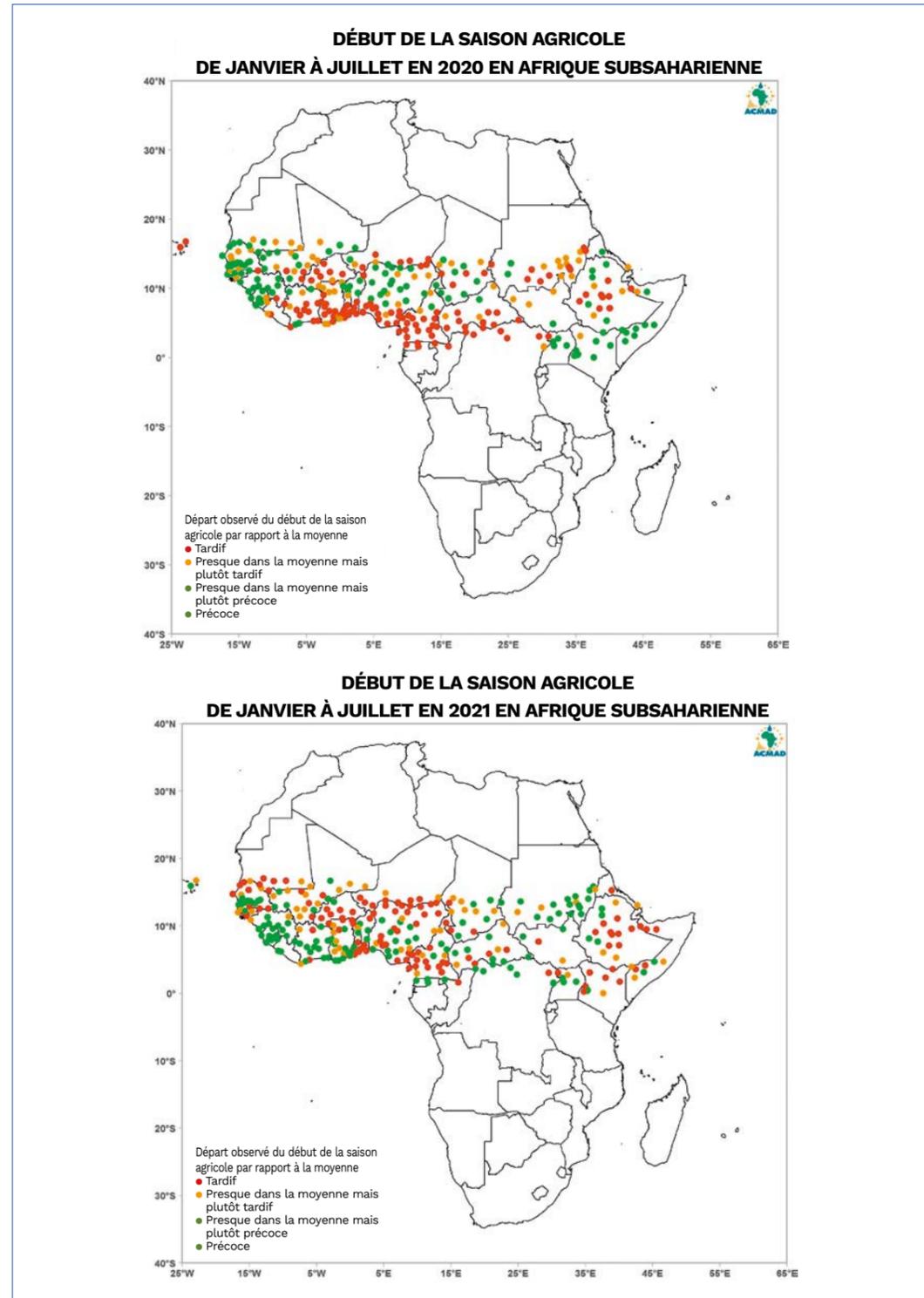
Le programme de travail conjoint pour l'opérationnalisation de la plateforme s'est basé sur l'analyse des besoins en informations climatiques tout au long de la chaîne de valeur agricole. Les principaux produits et services identifiés comprennent: des informations de surveillance et de prévision climatique basées sur les impacts, une évaluation des risques climatiques pour chaque produit agricole, l'estimation de l'offre et de la demande sur les

marchés agricoles, ainsi que la préparation de conseils destinés aux agriculteurs, éleveurs, pêcheurs et autres acteurs concernés sur tous les aspects pertinents de la chaîne de valeur.

Service phare pour le secteur agricole

L'ACMAD et ses partenaires ont développé un produit permettant de détecter et de prévoir les perturbations au début de la saison agricole. Ce produit est devenu un service phare pour le secteur agricole, avec des mises à jour hebdomadaires régulières orientant le calendrier agricole, en réponse aux besoins exprimés par l'Organisation Panafricaine des Agriculteurs (PAFO). Par exemple, au début de la campagne agricole en Afrique au cours du premier semestre de 2021, la plupart des stations au Niger ont enregistré un démarrage tardif de la saison, ce qui a entraîné un ralentissement de la croissance du produit intérieur brut (PIB) pour l'année 2021 (Figure 6).

Figure 6. Début de la saison agricole en Afrique subsaharienne au cours du premier semestre 2020 (au-dessus) et 2021 (en-dessous).



Source : http://sgbd.acmad.org:8080/thredds/fileServer/ACMAD/CDD/climatemonitoringservice/season_onset_monitoring.html

1.2.2 Leçons émergentes

Le secteur agricole, principal contributeur à l'emploi et au PIB en Afrique, est sous une pression considérable en raison de la variabilité climatique et du changement climatique, et cherche à se transformer en systèmes agricoles intelligents et résilients face au climat.

Définir les services climatiques en tenant compte des besoins spécifiques des utilisateurs agricoles. Les activités et interactions sur la plateforme ont mis en évidence la grande diversité des besoins des utilisateurs au sein du secteur agricole. Le produit de début de saison agricole développé par l'ACMAD dans le cadre du programme ClimSA (voir ci-contre) est en train de devenir un service phare pour le PAFO. La valeur des services climatiques est progressivement identifiée et des études de cas sur les bénéfices socio-économiques émergent pour accélérer le développement de nouvelles activités économiques.

Améliorer la résolution des services climatiques. Les populations vulnérables ayant besoin de services climatiques vivent souvent dans des communautés rurales pauvres. Les plateformes d'interface utilisateur au niveau régional, national et local doivent encore

être mises en place et rendues opérationnelles. Celles-ci permettraient d'accélérer l'adoption des services climatiques à échelle réduite, avec un fort potentiel pour répondre aux besoins des plus vulnérables en matière d'adaptation et de résilience au climat.

Favoriser les interactions entre les prestataires de services et les utilisateurs. L'engagement inter-institutionnel s'intensifie, les conférences virtuelles internationales accélérant l'opérationnalisation des réseaux et des plateformes. Par exemple, la collaboration entre l'ACMAD et le PAFO a permis d'atteindre plus de cent millions d'agriculteurs africains, partageant des services climatiques pour mettre à jour les calendriers agricoles.

Des investissements à long terme supplémentaires sont nécessaires pour mettre en place et rendre opérationnelles des plateformes intersectorielles et intrasectorielles afin d'accélérer l'adaptation au changement climatique et la résilience aux événements extrêmes. Ces plateformes devraient défendre, développer et fournir des services climatiques basés sur l'impact, renforçant la confiance et récoltant les bénéfices de l'engagement des utilisateurs.

Références

Hewitt, C., Stone, R., Tait, A., 2017. « Improving the use of climate information in decision-making » *Nature Clim Change* 7, 614-616 (2017). <https://doi.org/10.1038/nclimate3378>

OMM, 2014. « Annex to the Implementation Plan of the Global Framework for Climate Services – User Interface Platform Component ».

OMM, 2018. « Guidance on Good Practices for Climate Services User Engagement Expert Team on User Interface for Climate Services Commission de climatologie », WMO-No 1214, édition 2018.



CHAPITRE 1.3 Services climatiques participatifs et intégrés pour l'agriculture dans les Caraïbes

Adrian R. TROTMAN^a, Sherri FREDERICK^b, Graham CLARKSON^c, Peter DORWARD^c, Shontelle STOUTE^a, Lisa KIRTON-REED^a, Jodi-Ann PETRIE^a

^a Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH)

^b ClimSA Caraïbes / Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH)

^c Université de Reading, Royaume-Uni

1.3.1 Introduction

Les Services climatiques intégrés et participatifs pour l'agriculture (PICSA) constituent une approche holistique et intégrée développée pour répondre aux défis posés par la variabilité et le changement climatique dans le secteur agricole, en particulier au niveau de la production dans les exploitations agricoles de petite taille des pays à faible revenu. Le PICSA, désormais mis en œuvre dans au moins 23 pays (Clarkson et al., 2022), utilise des données climatiques historiques, des outils de prise de décision participative simples et faciles à comprendre, ainsi que des prévisions saisonnières et à court terme. Ainsi, les agriculteurs sont en mesure d'identifier et de mieux planifier les options agricoles et les moyens de subsistance adaptés au microclimat local ainsi qu'à leurs propres circonstances et contextes (Clarkson et al., 2022; Staub et Clarkson, 2021; Clarkson et al., 2019; Dayamba et al., 2018; Dorward et al., 2015). L'utilisation de l'information climatique dans la prise de décision n'est pas chose aisée, mais elle devient réalisable grâce à des approches participatives et contextuelles à l'échelle de l'exploitation, comme le PICSA (Staub et al., 2020).

L'un des facteurs du succès du PICSA réside dans son engagement actif auprès des agriculteurs, en leur fournissant les outils et les informations nécessaires pour prendre des

décisions éclairées dans un climat en évolution. Le manque d'interaction directe avec les agriculteurs a été considéré comme l'un des échecs des services climatiques appliqués à l'agriculture, en raison de l'utilisation d'approches trop descendantes (Clarkson et al., 2022). L'approche du PICSA s'appuie sur la philosophie selon laquelle les agents de vulgarisation agricole jouent un rôle essentiel dans l'amélioration de la productivité à l'échelle des exploitations, et ce désormais avec un accent supplémentaire sur la diffusion des services météorologiques et climatiques auprès des agriculteurs. Ce sont généralement vers ces agents que les agriculteurs se tournent pour obtenir du soutien face aux difficultés ou pour recevoir des conseils. La mise en œuvre comprend des ateliers de formation destinés au personnel de vulgarisation, qui travaille ensuite avec des groupes d'agriculteurs déjà constitués, en amont et durant la saison agricole (Clarkson et al., 2022). Les leaders communautaires, qui jouissent d'une grande confiance au sein de leurs communautés, peuvent également jouer un rôle important, aux côtés des agents de vulgarisation ou en leur absence (Staub et Clarkson, 2021; Clarkson et al., 2019).

Les fournisseurs de services climatiques, qu'ils soient nationaux ou régionaux, sont essentiels à la réussite de l'approche PICSA. Les Services

météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) et les Centres climatiques régionaux (CCR) jouent un rôle crucial dans la récupération, le nettoyage, l'organisation et l'analyse de leurs données climatiques afin de fournir les produits et services indispensables aux agriculteurs et aux facilitateurs, ainsi que dans la préparation et la production de prévisions saisonnières et à court terme (Clarkson et al., 2022). Grâce à leur participation au processus de mise en œuvre du PICSA, les fournisseurs de services climatiques sont également devenus plus conscients des besoins des agriculteurs et des défis auxquels ils sont confrontés, ce qui leur permet de remplir leurs fonctions de manière plus efficace.

Avant de pouvoir mettre en œuvre l'approche PICSA, plusieurs activités importantes doivent être réalisées pour adapter l'approche à chaque nouveau contexte. La préparation de la mise en œuvre implique généralement des activités de délimitation du champ d'application et d'établissement de relations. Ces activités sont essentielles pour comprendre les pratiques de gestion agricole, les cultures

typiques, le bétail élevé, les technologies utilisées, les services et informations agricoles disponibles ainsi que les acteurs qui gravitent autour de ces éléments. Il est également nécessaire de comprendre l'agroécologie et le (micro)climat de la zone, ainsi que la localisation des stations météorologiques qui permettent de mieux appréhender les contextes climatiques (Clarkson et al., 2022), et la façon dont les producteurs perçoivent l'influence de ces conditions sur leur production. Clarkson et al. (2022) ont souligné la nécessité de disposer de stations situées sur place ou à proximité, avec des ensembles de données de qualité, afin de faciliter la production d'informations climatiques historiques. Il est également primordial d'évaluer la disponibilité et la fiabilité des prévisions saisonnières nationales. Enfin, l'établissement d'une relation entre les différents acteurs est fondamentale pour la réussite du PICSA — entre les fournisseurs de services climatiques (nationaux et régionaux), les prestataires de services agricoles et les dirigeants communautaires — en instaurant un dialogue régulier et en planifiant ensemble la mise en œuvre.

1.3.2 L'approche PICSA en douze étapes

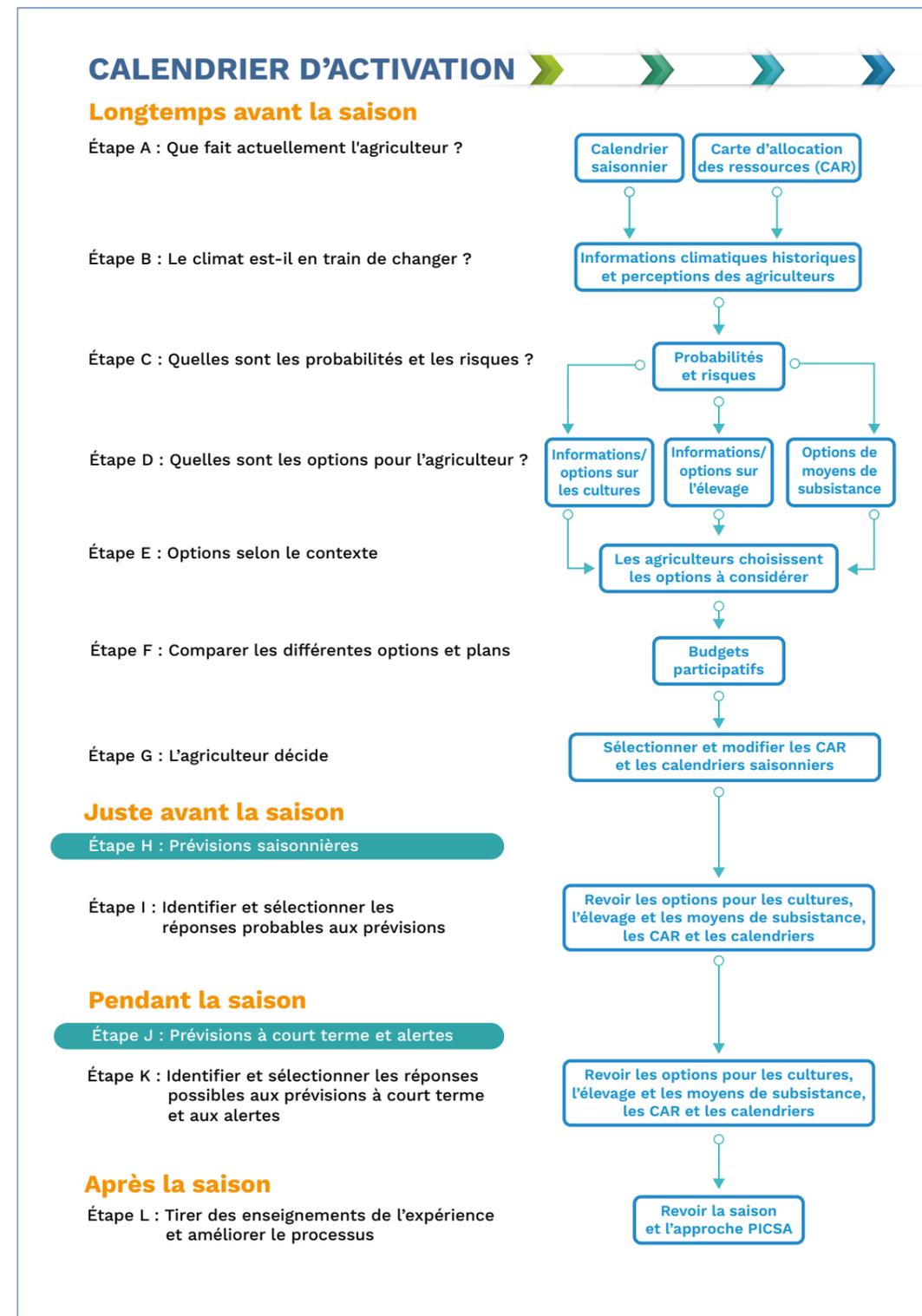
Avec une conception adaptée au nouveau contexte local, issue des activités de cadrage et de création de relations, la mise en œuvre commence par la formation des agents de vulgarisation agricole, des fournisseurs de services climatiques (Services météorologiques et hydrologiques nationaux) et/ou des leaders communautaires (ces derniers devenant des formateurs à leur tour) à une approche en douze étapes (Figure 7), pendant une semaine (Staub et Clarkson, 2021; Clarkson et al., 2019; Dayamba et al., 2018; Dorward et al., 2015). Il est également essentiel que les formateurs formés aient l'opportunité de pratiquer et de tester ce qu'ils ont appris. Pour ce faire, la quatrième journée est généralement consacrée à une sortie sur le terrain avec un groupe d'agriculteurs, durant laquelle les étapes de

l'approche et les outils simples utilisés sont passés en revue (Figure 8). Le cinquième et dernier jour est consacré à un retour sur la journée de terrain, permettant de renforcer les compétences des stagiaires dans les domaines où ils ont ressenti le besoin d'un soutien supplémentaire en ce qui concerne la méthodologie ou les outils.

Les douze étapes sont réparties en quatre phases (Figure 7):

- bien avant le début de la saison agricole;
- juste avant le début de la saison;
- pendant la saison agricole;
- peu après la fin de la saison.

Figure 7. Approche PICSA en douze étapes, avec ses quatre phases (Dorward et al., 2015).



Une fois la formation d'une semaine complétée, les agents de vulgarisation forment à leur tour les agriculteurs en groupes. Il faut généralement environ quatre séances de trois heures chacune pour parcourir les douze étapes avec les agriculteurs. Ces séances commencent bien avant la saison agricole, lorsque les agriculteurs explorent les informations climatiques historiques fournies par les services climatiques. Les caractéristiques des précipitations et des températures, y compris les événements climatiques extrêmes passés encore présents dans la mémoire des participants, sont analysées avec l'aide de l'agent de vulgarisation, ce qui renforce la littératie climatique des agriculteurs ainsi que leur connaissance du climat local et de ses tendances.

Les discussions portent également sur les cultures et le bétail produits, ainsi que sur les autres moyens de subsistance, et la manière dont ceux-ci sont gérés en fonction des conditions météorologiques et climatiques. Les agriculteurs apprennent également à utiliser des outils participatifs tels que les cartes d'allocation des ressources (Resource Allocation Maps – RAM) pour examiner ce qui est fait

sur leurs propres exploitations et par qui, ainsi que des calendriers saisonniers pour explorer quand les activités sont réalisées, par qui, et comment ces activités sont influencées par les conditions climatiques typiques aux différentes périodes de la saison.

En prenant en compte les conditions individuelles de leur exploitation, les ressources disponibles ainsi que les caractéristiques climatiques (y compris la variabilité et les tendances), les agriculteurs, avec le soutien de l'agent de vulgarisation, identifient une gamme d'options susceptibles de répondre aux défis et opportunités. Ces options peuvent inclure de nouvelles cultures, des élevages ou des activités non agricoles, et/ou des changements dans la manière de les gérer. Les agriculteurs discutent et évaluent ensemble ces options à l'aide d'un autre outil participatif (matrice d'options). Chaque agriculteur identifie les options qu'il considère comme les plus adaptées à son contexte spécifique (type de sol, taille de l'exploitation, disponibilité de main-d'œuvre et de capital, les objectifs, attitude face au risque) et planifie ensuite la mise en œuvre de chaque option de manière plus détaillée à l'aide de la budgétisation participative.

Figure 8 : Outils participatifs simples utilisés par les agriculteurs en Jamaïque.



Juste avant la saison vient la prévision saisonnière. Si les perspectives indiquent que certains aspects importants du climat seront atypiques, il pourrait s'avérer nécessaire d'ajuster les plans agricoles ou les moyens de subsistance afin de réduire les impacts négatifs potentiels ou de tirer parti des opportunités. L'agriculteur évalue alors ses options et prend une décision. **Pendant la saison**, les prévisions météorologiques à court terme permettent de réagir aux conditions imminentes, et des ajustements supplémentaires peuvent être faits en conséquence. À la fin de la saison, le processus est réévalué. Un élément clé dans la continuité de ce processus est de déterminer si les informations – tant

historiques que prévisionnelles – ont déclenché un changement d'activité, et si ces changements ont eu un impact positif sur les moyens de subsistance des agriculteurs.

Après la saison, le processus est revu et évalué sur le terrain (Staub et Clarkson, 2021; Clarkson et al., 2019; Dayamba et al., 2018). L'objectif est de voir si les agriculteurs ont apporté des modifications à leurs pratiques agricoles en fonction des informations reçues et de l'utilisation des outils de planification participative, quels effets cela a eu sur leur production et leurs moyens de subsistance, et quelles leçons peuvent être tirées du processus.

1.3.3 L'expérience ClimSA PICSA dans les Caraïbes



L'Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie (CIMH), en partenariat avec l'Université de Reading, l'Institut caribéen de recherche et de développement agricole (CARDI) et le Service hydrométéorologique de la Guyane (Hydromet Guyane), a lancé le premier projet PICSA dans les Caraïbes anglophones. Cette initiative a été mise en œuvre en Guyane, dans le cadre du Programme de renforcement des capacités régionales en matière de climat dans les Caraïbes. La mise en œuvre a inclus un exercice de cadrage et un atelier de collecte d'informations, avec la participation des parties prenantes agricoles (nationales et régionales, y compris le CARDI) ainsi que du personnel d'Hydromet de la Guyane. Des participants réunis dans la même salle ont discuté de l'agriculture en Guyane, posant ainsi les bases d'une collaboration entre les scientifiques du climat et

la communauté agricole. La formation destinée aux acteurs du secteur agricole (y compris les agents de vulgarisation) et à Hydromet Guyane a suivi le format recommandé tel que décrit précédemment. Cependant, aucun suivi ni évaluation n'a été réalisé à ce stade.

Le CIMH, à travers la mise en œuvre du Programme intra-ACP sur les Services Climatiques et leurs Applications connexes (Programme ClimSA), a poursuivi l'expansion de l'approche PICSA à travers les Caraïbes. Dans le cadre du Programme ClimSA, cette approche s'est étendue à la Jamaïque ainsi qu'à d'autres régions de Guyane, avec pour objectif d'adapter les formations aux besoins spécifiques identifiés par les agriculteurs. La section suivante se concentre sur la mise en œuvre en Jamaïque, car, contrairement à ce

qui avait été fait jusqu'à présent en Guyane, elle a bénéficié d'un suivi et d'une évaluation de l'approche PICSA dans son intégralité.

PICSA en Jamaïque

La Jamaïque est la troisième plus grande île située au nord-ouest de la mer des Caraïbes. Son climat est principalement tropical, influencé par les alizés du nord-est et les caractéristiques orographiques de l'île – notamment la chaîne de montagnes centrale (CSGM, 2022) – qui jouent un rôle essentiel dans les variations de précipitations et de températures à travers le pays. Ces influences, combinées à des phénomènes atmosphériques comme l'oscillation El Niño/Sud, sont à l'origine d'un climat variable, marqué par des extrêmes tels que des sécheresses, inondations, vagues de chaleur et vents violents, réduisant la production agricole et impactant négativement les moyens de subsistance.

Comme dans la plupart des petits États insulaires en développement (PEID) des Caraïbes, la Jamaïque connaît deux saisons distinctes définies par les précipitations (saison sèche et saison humide), avec environ 70 % des précipitations annuelles se produisant durant la moitié la plus humide de l'année (Enfield et Alfaro, 1998). Cependant, dans les régions occidentales des Caraïbes, comme la Jamaïque, la saison des pluies est bimodale, s'étendant d'avril à novembre. Elle peut être divisée en une saison des pluies précoce (avril-juin) et une saison des pluies tardive (septembre-novembre) (CSGM, 2022). Comme dans la majeure partie de la région Caraïbe (Jury et al., 2007; Taylor et al., 2011; Trotman et al., 2018 ; Van Meerbeeck, 2020), la majorité des précipitations surviennent pendant l'arrière-saison (CSGM, 2022). Un creux en juillet, appelé la sécheresse de mi-été (*Midsummer Drought* – MSD), sépare les deux périodes humides (CSGM, 2022; Gamble et al., 2008).

Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois d'été, de juin à sep-

tembre, tandis que les plus basses se produisent entre décembre et mars. La variation annuelle des températures moyennes mensuelles est faible, allant de 23,0 à 27,1 °C pour la période 1990-2019. Les températures maximales moyennes (journée) peuvent atteindre 31°C durant les mois les plus chauds dans certaines régions, tandis que les températures minimales moyennes (nuit) peuvent descendre jusqu'à 18,4°C pendant les mois les plus frais. Au cours des dernières décennies, les températures dans le bassin caribéen ont augmenté, avec une fréquence des journées et des nuits chaudes en hausse de respectivement 3,31 % et 4,07 % par décennie entre 1961 et 2010, tandis que la fréquence des journées et des nuits fraîches a diminué de 1,80 % et 2,55 % par décennie (Stephenson et al., 2014). Ces évolutions ont conduit à une augmentation des vagues de chaleur, qui dans les années 1980 étaient principalement limitées aux mois d'août et septembre, mais qui sont désormais ressenties dès le mois de mai jusqu'en octobre (Van Meerbeeck et al., 2020), rendant les conditions très inconfortables pour les ruminants et la volaille.

Un exercice de cadrage a inclus un atelier d'une demi-journée permettant de mieux comprendre la gestion agricole, les pratiques locales, ainsi que les caractéristiques climatiques et les zones agro-écologiques du pays. Fait important, l'atelier a réuni autour d'une même table les fournisseurs de services climatiques et les acteurs du secteur agricole pour discuter des préoccupations liées au climat dans le secteur. Le reste de la semaine a été consacré à une série de visites sur le terrain pour observer les systèmes agricoles et échanger directement avec les agriculteurs. À l'issue de ces visites, une approche de formation adaptée au contexte jamaïcain a été définie.

Du 27 février au 3 mars 2023, un atelier de formation de formateurs (*Training of Trainers – ToT*) d'une semaine s'est tenu au Twickenham Farmers Training Centre, à St Catherine. Un

total de 26 participants issus de diverses organisations ont été formés, dont 16 de la *Rural Agriculture Development Authority (RADA)*, deux de l'*Agro Invest Corporation (AIC)*, trois des clubs 4H, quatre de la *Jamaica Agricultural Society (JAS)*, et un du CARDI. Par la suite, des sessions de formation pour des groupes d'agriculteurs ont été programmées et réalisées entre avril et mai 2023. L'objectif de ces formations était d'autonomiser les agriculteurs en leur transmettant les connaissances et compétences nécessaires pour prendre des décisions éclairées, réduire les risques et renforcer la résilience de leurs exploitations.

Il est à noter qu'une session en ligne, organisée avant la saison des pluies 2023, a permis aux formateurs déjà formés et à d'autres parties prenantes clés d'obtenir un aperçu des conditions prévues pour la saison à venir (étape J). De telles sessions offrent non seulement une formation complémentaire sur les informations climatiques et les produits disponibles, mais renforcent également le dialogue et l'engagement entre les fournisseurs de services climatiques et les agriculteurs. Un point crucial a été que les agriculteurs ne se sont pas

simplement vus transmettre ou donner accès à l'information climatique; ils ont également eu l'occasion de discuter ensemble des conditions prévues et de proposer des réponses possibles pour atténuer les impacts négatifs. Une part importante des échanges a porté sur la manière dont les prévisions différaient des conditions habituelles de la saison des pluies.

Les formateurs issus de la RADA et d'autres agences ont travaillé avec sept groupes d'agriculteurs répartis dans sept paroisses: Portland, St Catherine, St Elizabeth, Manchester, Clarendon, St Andrew et St Mary (comme présenté dans le Tableau 1). Grâce à la formation, les agriculteurs ont appris des techniques pratiques pour atténuer les effets de la variabilité et des extrêmes climatiques sur leurs cultures et leur bétail, dans le but d'améliorer leur production globale. Cela devrait contribuer de manière significative à leurs moyens de subsistance et à ceux de la communauté au sens large. Les activités de formation ont été menées à bien pour tous les groupes, et les agriculteurs ont exprimé un retour très positif et partagé des témoignages élogieux sur la qualité de la formation reçue.

Tableau 1. Liste des groupes d'agriculteurs engagés dans les formations PICSA.

PAROISSE	Groupe d'agriculteurs	Nombre d'agriculteurs ciblés
Manchester	Groupe d'agriculteurs Sea Air	15
St Andrew	Groupe d'agriculteurs Brandon Hill	30
Portland	Mahoe PMO	20
St Mary	Groupe d'agriculteurs de la ville de Jeffry	30
Clarendon	Groupe d'agriculteurs de Clarendon Park	15
St Catherine	Groupement des agriculteurs de Guinep Ridge	20
St Elizabeth	Groupe des agriculteurs de Bull Savannah	20
TOTAL	7 groupes	130

Source : *Rapport de Formation des Agriculteurs 2023, "Rural Agriculture Development Authority", Jamaïque.*

Résultats de la formation

Le programme de formation PICSA a connu un succès remarquable lors de la phase pilote de sa mise en œuvre dans les sept paroisses, touchant positivement environ 160 agriculteurs. Le programme était structuré autour d'une moyenne de quatre sessions hebdomadaires par groupe d'agriculteurs. Le succès du programme s'est reflété dans la participation

active des agriculteurs, qui ont accueilli avec enthousiasme cette opportunité de formation précieuse.

Les résultats clés partagés à l'issue de l'exercice de suivi et d'évaluation (95 participants), réalisé en avril 2024, ont mis en évidence les réussites suivantes:

- **79 % des agriculteurs formés ont apporté des changements dans leurs cultures**, leur élevage et/ou d'autres moyens de subsistance à la suite de la formation PICSA (87 % des femmes et 71 % des hommes);
- **60 % ont modifié leurs cultures** (63 % des femmes et 57 % des hommes);
- **31 % ont modifié leur cheptel** (41 % des femmes et 20 % des hommes);
- **7 % ont modifié leurs autres moyens de subsistance** (9 % des femmes et 6 % des hommes);
- **81 % des agriculteurs formés ont déclaré que leur confiance en matière de planification et de prise de décision s'était améliorée** grâce la formation (85 % de femmes et 78 % d'hommes);
- **60 % des agriculteurs formés ont déclaré que la sécurité alimentaire de leur ménage s'était améliorée** grâce aux décisions qu'ils avaient prises à la suite de la formation (72 % de femmes et 49 % d'hommes);
- **59 % ont rapporté une amélioration de leurs revenus** grâce aux décisions prises suite à la formation (65 % des femmes; 53 % des hommes);
- **76 % ont déclaré que leur capacité à faire face aux années difficiles causées par les conditions météorologiques s'était renforcée** grâce aux décisions prises après la formation (87 % des femmes; 65 % des hommes).

1.3.4 Conclusions

Sur la base des retours reçus pendant et après la formation, ainsi que de l'exercice d'évaluation, les agriculteurs ont jugé l'approche PICSA bénéfique et enrichissante. Les cartes d'allocation des ressources, les calendriers saisonniers, ainsi que les graphiques et cartes climatiques figuraient parmi les outils les plus populaires auprès des agents de vulgarisation et des agriculteurs formés. Ce succès et cette popularité s'expliquent en partie par le fait que ces outils étaient faciles à comprendre

et qu'ils rendaient la fourniture de services climatiques aux producteurs beaucoup plus agréable et plus simple à appliquer dans leur prise de décision sur le terrain. PICSA ajoute également une nouvelle dimension aux services de vulgarisation dans les Caraïbes, où la mise à disposition d'informations climatiques, leur interprétation et l'introduction d'innovations climato-intelligentes en réponse aux conditions prévues, deviennent des éléments essentiels au succès des agriculteurs.

Plusieurs raisons expliquant le succès de PICSA en Jamaïque — et certainement, la plupart, voire toutes, s'appliquent aussi à d'autres territoires anglophones comme la Guyane et la Dominique⁷:

Simplicité d'utilisation: des outils simples que la communauté agricole (et même les agents de vulgarisation ou d'autres techniciens agricoles) peuvent utiliser, parfois même au-delà de la prise de décision liée au climat. Par exemple, les cartes d'allocation des ressources (Figure 9) et les **calendriers saisonniers** (Figure 10) sont très prisés par les agriculteurs.

Participation et engagement. Grâce au processus de formation, les agriculteurs sont engagés dans un dialogue non seulement avec les agents de vulgarisation qui les accompagnent habituellement, mais aussi avec leur service météorologique national qui les aide à comprendre les informations relatives au climat. En même temps, les agriculteurs échangent entre eux des réponses climato-intelligentes face aux conditions climatiques difficiles. À l'aide d'outils participatifs simples, les agriculteurs formés sont également en mesure d'élaborer leurs solutions aux conditions en fonction de leurs contextes individuels - ces solutions étant des réponses concrètes aux informations reçues (voir ci-dessus).

Figure 9 : Agent de vulgarisation en Jamaïque présentant la carte d'allocation des ressources de l'un des agriculteurs.



⁷ <https://dominicanewsonline.com/news/homepage/news/women-farmers-in-dominica-collaborate-to-boost-local-capacity-at-undp-symposium/>.

Approche intégrée. L'ensemble du processus, de la formation des agents de vulgarisation à la formation des agriculteurs, implique la participation et le soutien d'acteurs issus de divers horizons, tous essentiels au bon déroulement, y compris des parties prenantes locales, nationales et régionales.

Le défi à venir est de garantir la durabilité de l'approche PICSA en Jamaïque. Un engagement

du Ministère de l'Agriculture, via la RADA, à intégrer cette approche dans ses programmes en tant qu'activité climato-intelligente soutenant la prise de décision des agriculteurs, qui est fondamentale. Cet engagement devrait également être appuyé par les Services météorologiques de la Jamaïque. Il est également suggéré que d'autres entités agricoles, telles que la *Jamaica Agricultural Society*, rejoignent le partenariat avec la RADA dans le cadre de ces efforts.

Figure 10 : Un agent de vulgarisation examine le calendrier saisonnier préparé par un agriculteur jamaïcain.



Références

Chambers, A., 2023. Farmers Training Report Produced by the Division of Technology, Training and Technical Information Division, Rural Agricultural Development Authority (Jamaica).

Clarkson, G., Dorward, P., Osbahr, H., Torgbor, F., Kankam-Boadu, I., 2019. An investigation of the effects of PICSA on smallholder farmers' decision-making and livelihoods when implemented at large scale – the case of Northern Ghana. *Clim. Serv.* 14, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.02.002>.

Clarkson, G., Dorward, P., Poskitt, S., Stern, R.D., Nyirongo, D., Fara, K., Gathenya, J.M., Staub, C.G., Trotman, A., Nsengiyumva, G., Torgbor, F., 2022. Stimulating small-scale farmer innovation and adaptation with participatory integrated climate services for agriculture (PICSA): lessons from successful implementation in Africa, Latin America, the Caribbean and South Asia. *Clim. Serv.*, 26 (2022), 10.1016/j.cliser.2022.100298

Climate Studies Group, Mona (CSGM), 2022. State of the Jamaican Climate (Volume III): Information for Resilience Building Produced for the Planning Institute of Jamaica (PIOJ), Kingston, Jamaica.

Dayamba, D.S., Ky-Dembele, C., Bayala, J., Dorward, P., Clarkson, G., Sanogo, D., Mamadou, M.D., Traore, I., Diakite, A., Nenkam, A., Binam, J.N., Ouedraogo, M., Zougmore, R., 2018. Assessment of the use of Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA) approach by farmers to manage climate risk in Mali.

Dorward, P., Clarkson, G., Stern, R., 2015. Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA): field manual. A step-by-step guide to using PICSA with farmers. Walker Institute, University of Reading, pp64. ISBN 9780704915633.

Gamble, D. W., Parnell D. B., Curtis, S., 2008. Spatial variability of the Caribbean midsummer drought and relation to north Atlantic high circulation. *International Journal of Climatology* 28(3). <https://doi.org/10.1002/joc.1600>

Jury M., Malmgren B.A., Winter, A., 2007. Subregional precipitation climate of the Caribbean and relationships with ENSO and NAO. *J. Geophys. Res.*, 112, D16107. <https://doi.org/10.1029/2006JD007541>

Staub, C.G., Clarkson, G., 2021. Farmer-led participatory extension leads Haitian farmers to anticipate climate-related risks and adjust livelihood strategies. *J. Rural Stud.* 81, 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.10.029>

Staub, C.G., Clarkson, G., 2021. Farmer-led participatory extension leads Haitian farmers to anticipate climate-related risks and adjust livelihood strategies. *J. Rural Stud.* 81, 235–245. <https://doi.org/10.1007/s11111-020-00351-9>

Stephenson, T.S., Vincent, L.A., Allen, T., Van Meerbeeck, C., McLean, N., Peterson, T., Taylor, M., Aaron-Morrison, A., Auguste, T., Bernard, D., Boekhoudt, J., Blenman, R., Braithwaite, G., Brow, G., Butler, M., Cumberbatch, C., Etienne-Leblanc, S., Lake, D., Martin, D., McDonald, J., Zaruela, M., Porter, A., Ramirez, M., Tamar, G., Roberts, B., Mitro, S., Shaw, A., Spence, J., Winter, A., Trotman, A., 2014. Changes in Extreme Temperature and Precipitation in the Caribbean Region, 1961-2010. *Int. J. Climatol.* 34, 2957– 2971. <https://doi.org/10.1002/joc.3889>

Taylor M.A., Stephenson T.S., Owino A., Chen A.A., Campbell, J.D., 2011. Tropical gradient influences on Caribbean rainfall. *J. Geophys. Res.* 116, D00Q08. <https://doi.org/10.1029/2010JD015580>

Trotman, A., Joyette, A., Van Meerbeeck, C., Mahon, R., Cox, S., Cave, N., Farrell, D., 2018. Drought Risk Management in the Caribbean Community: Early Warning Information and Other Risk Reduction Considerations. In: Wilhite, D. and Pulwarty, R. (Eds.) (2018). *Drought and Water Crises*. Boca Raton: CRC Press <https://doi.org/10.1201/b22009>

Van Meerbeeck, C. J., Scott, W., Allen, T., Brathwaite, C., Nissan, H., Mahon, R., Trotman, A. R., 2020. Climate Extremes and Early Warning: From excessive rainfall and flooding to drought, heat and hurricanes. *State of the Climate 2017*. CDB.



SECTION

2

RÉPONDRE AUX BESOINS DES UTILISATEURS GRÂCE AUX DONNÉES CLIMATIQUES ET AUX PRODUITS D'INFORMATION



Cette section met l'accent sur la manière dont les services climatiques sont conçus et mis en œuvre pour la production et la diffusion de données climatiques et de produits d'information répondant aux besoins des utilisateurs

Le premier chapitre fournit un compte rendu détaillé de l'impact des services climatiques sur la production agricole au Burkina Faso, montrant que les agriculteurs peuvent accroître leur productivité agricole et améliorer leur résilience face à la variabilité climatique en utilisant les informations climatiques.

Le deuxième chapitre examine l'intégration des services climatiques dans le système d'alerte précoce des Nations Unies en Afrique de l'Est, grâce à la diffusion d'informations climatiques, d'alertes précoces et d'avis par le biais de diverses plateformes en ligne qui touchent un grand nombre d'utilisateurs.

Le dernier chapitre analyse les systèmes d'alerte précoce pour le secteur agricole dans les Caraïbes et la manière dont ceux-ci favorisent le développement d'une agriculture intelligente face au climat ainsi que l'élaboration de stratégies à long terme pour assurer une sécurité alimentaire durable.

CHAPITRE 2.1 Impact des services climatiques sur la production agricole dans les sites pilotes du programme ClimSA au Burkina Faso

Grégoire BAKI^a, Seydou H. TINNI^b, Seydou B. TRAORE^b

^a Agence Nationale de la Météorologie (ANAM), Burkina Faso

^b AGRHYMET, Centre climatique régional pour l'Afrique de l'Ouest et le Sahel

2.1.1 Introduction

La plupart des activités agricoles en Afrique, et plus particulièrement au Burkina Faso, dépendent des cultures pluviales et sont fortement affectées par des conditions hydro-météorologiques souvent défavorables, telles que les déficits de précipitations, les longues périodes de sécheresse, les inondations et les températures élevées. Pour une meilleure gestion de ces risques, il est nécessaire de soutenir la production de connaissances scientifiques destinées à la prise de décision, et de renforcer les systèmes opérationnels de prévention et de gestion de ces risques. C'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif global du Programme sur les Services Climatiques et Applications Connexes (ClimSA), qui vise à contribuer au développement durable en améliorant l'accès à l'information climatique et l'utilisation des services climatiques et de leurs applications dans les processus décisionnels à tous les niveaux en Afrique de l'Ouest et au Sahel.

Des études ont montré que l'utilisation d'informations agro-climatiques et météorologiques peut réduire la vulnérabilité des agriculteurs tout en leur permettant de maximiser les opportunités lorsque les conditions sont favorables (Ingram et al., 2002; Hansen, 2002; Roncoli et al., 2009; Sultan et al., 2008; Crane et al., 2011; Roudier et al., 2014; Bacchi et al., 2020). Il a également été démontré que les utilisateurs finaux africains s'intéressent à

l'information agro-climatique afin de mieux gérer leur environnement de vie et améliorer les rendements agricoles. Ainsi, des systèmes de culture intégrant les prévisions saisonnières de certains paramètres agro-climatiques, tels que la pluviométrie cumulée, les dates de début et de fin de saison, la durée de la saison et les périodes de sécheresse (Tinni et al., 2021), peuvent traduire les anomalies climatiques prévues en impacts anticipés sur la production et les résultats économiques (Hansen et Indeje, 2004). Cependant, l'information agro-climatique n'a pas de valeur intrinsèque: elle sert de base à la prise de décision, mais ne constitue pas à elle seule une solution climatique (Hammer et al., 2000). Il est donc essentiel d'adapter cette information aux besoins des utilisateurs afin de générer des résultats objectifs ou économiques.

À cette fin, la méthode ex ante est généralement utilisée pour évaluer les bénéfices potentiels de l'appui, des interventions ciblées et de l'utilisation de l'information dans le secteur agricole (Hansen et Indeje, 2004; Tinni et al., 2023).

Les services climatiques sont un outil d'aide à la décision qui s'inscrit dans le cadre des efforts déployés pour mettre en œuvre des stratégies et des actions d'atténuation et d'adaptation au titre du Cadre mondial pour les services climatiques (CMSC). L'utilisation

de services climatiques adaptés aux besoins des utilisateurs finaux est une innovation relativement récente, appelée "agriculture intelligente face au climat" lorsqu'elle est appliquée au secteur agricole. Elle consiste à mettre en place un système d'alerte précoce pouvant aider les communautés à faire face aux effets négatifs des sécheresses et des inondations. Ce système offre des avantages potentiels, comme l'augmentation des revenus des agriculteurs. Une hausse de revenus de l'ordre de 6,9% a été observée dans certaines régions du Niger dans le cadre du projet AMMA-CATCH⁸ (Roudier et al., 2011; 2016). Suite à cette expérience, les agriculteurs de la zone ont modifié leurs pratiques culturales (choix de la variété de mil, date de semis et de l'apport d'engrais) en fonction des informations agro-climatiques. Par ailleurs, les informations agro-climatiques reçues et prises en compte lors des processus de planification dans certaines communes du sud-ouest du Niger ont permis d'augmenter la production et de réduire de nombreux risques de catastrophes, notamment les inondations et les sécheresses, qui entraînent souvent des pertes matérielles et humaines (Tinni et al., 2023).

La diffusion rapide et en temps opportun de l'information agro-météorologique joue un rôle très important dans la gestion des risques agricoles (Meza et al., 2008), car elle permet non seulement d'anticiper les effets néfastes des conditions de précipitations extrêmes, mais aussi de prendre des décisions sur les meilleures pratiques agricoles à adopter (Gunda et al., 2017). Ces informations peuvent guider les choix tactiques à court terme (sélection des variétés, dates de semis) et/ou stratégiques à plus long terme. À cet égard, les radios rurales communautaires sont les principaux relais d'information pour les agriculteurs, suivis par les services de vulgarisation et les réseaux sociaux. Cette

diffusion permet aux agriculteurs d'avoir un accès rapide à une information agro-météorologique actualisée, de qualité, ainsi qu'à des conseils pratiques pour tirer le meilleur parti des prévisions. Dans le cadre du programme ClimSA, des accords de diffusion d'information agro-météorologique ont été signés avec des radios communautaires émettant dans les zones pilotes du Burkina Faso. L'information a été diffusée par la radio communautaire la plus populaire, non seulement en français, mais également dans la langue locale la plus parlée sur chaque site pilote. En outre, cette information a été transmise via WhatsApp aux agriculteurs identifiés comme leaders, qui ont reçu des smartphones du programme ClimSA. Cela leur a également permis de recevoir en temps quasi-réel les informations de l'Agence nationale de la météorologie du Burkina Faso (ANAM-BF) et du Centre Climatique Régional AGRHYMET pour l'Afrique de l'Ouest et le Sahel (CCR-AOS), qu'ils ont pu à leur tour partager avec les autres agriculteurs de leurs villages respectifs. Des informations agro-météorologiques précises et opportunes peuvent renforcer l'impact des bonnes pratiques agricoles et garantir des rendements élevés et durables.

L'objectif principal des services climatiques pour l'agriculture, tel que défini dans le Programme ClimSA, est d'aider les agriculteurs à s'adapter au changement climatique en diffusant et contextualisant l'information climatique. Ce travail vise à démontrer l'hypothèse selon laquelle les services agrométéorologiques peuvent effectivement améliorer la productivité et la durabilité agricoles, à condition que des mécanismes appropriés soient mis en place pour garantir l'accès, l'utilisation et l'action. Une enquête a ainsi été menée afin d'analyser l'impact des services climatiques sur la production agricole lors de la mise en œuvre de ClimSA au Burkina Faso.

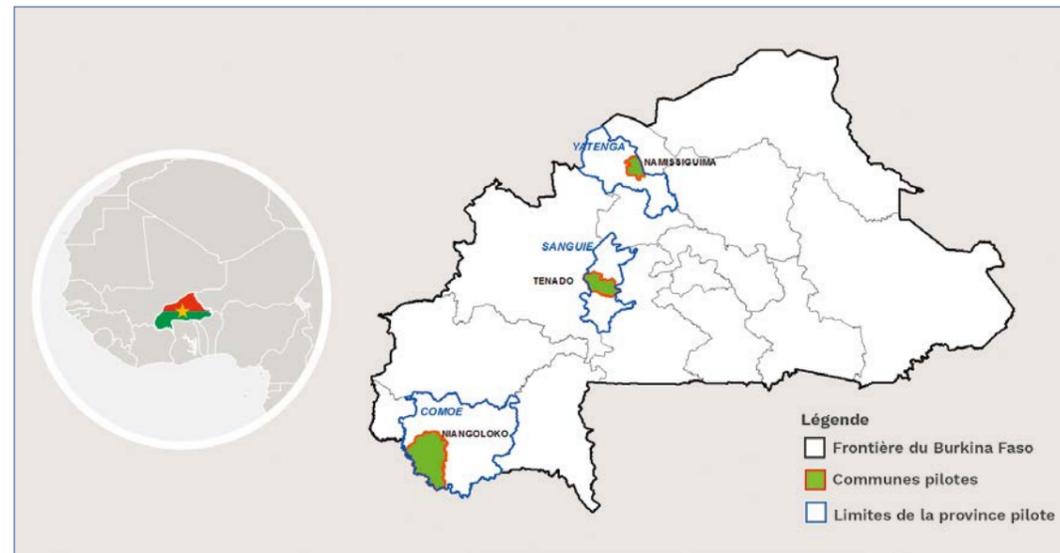
⁸ Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine - Couplage de l'Atmosphère Tropicale et du Cycle Hydrologique (AMMA-CATCH project).

2.1.2 Méthodologie

Les sites pilotes du programme ClimSA sont situés dans les trois zones agroclimatiques du Burkina Faso: la zone soudanienne, la zone

soudano-sahélienne et la zone sahélienne (voir Figure 11).

Figure 11. Localisation des municipalités pilotes de ClimSA : Niangoloko, Ténado et Ouahigouya au Burkina Faso.



L'économie dans ces zones repose sur des activités du secteur primaire, principalement la production agro-sylvo-pastorale, avec une prédominance de l'agriculture. Celle-ci y est essentiellement pluviale et de subsistance, caractérisée par de petites exploitations familiales. Le travail manuel y est majoritaire, la traction animale étant rarement utilisée. Les principales contraintes agricoles sont la répartition spatiale et temporelle des pluies, ainsi que la faible fertilité naturelle des sols. Malgré ces contraintes, la culture des céréales et des cultures de rente reste répandue. Les principales activités économiques sont la culture des céréales (riz, sorgho, mil et maïs), des cultures de rente (coton, arachides, sésame, fonio, niébé, pois Bambara et pommes de terre), ainsi que le commerce.

Le site de Ténado est situé dans la région du Centre-Ouest du Burkina Faso. Il se trouve dans la zone climatique soudano-sahélienne,

avec une pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 900 mm. Dans cette commune pilote, la saison des pluies s'étend de mai à octobre et se caractérise par une forte variabilité spatio-temporelle (voir Figure 12), avec des périodes sèches récurrentes. Ces sécheresses, souvent longues, peuvent impacter les rendements agricoles (Barron et al., 2003).

La commune de Niangoloko se trouve dans la région du Sud-Ouest du Burkina Faso, au sein de la partie méridionale de la zone climatique soudanienne. Elle est caractérisée par une pluviométrie annuelle très variable, avec une moyenne de 1 120 mm (voir Figure 13), et deux saisons distinctes: une saison des pluies de six mois (mai à octobre) et une saison sèche de six mois (novembre à avril).

La région de Namissiguima possède un climat sub-sahélien, avec deux saisons alternées: une longue saison sèche s'étendant généra-

lement d'octobre à mai, et une courte saison des pluies de juin à septembre. Les précipitations annuelles sont très variables, avec une moyenne autour de 675 mm (voir Figure 14). L'économie de la région repose sur des activités du secteur primaire, principalement la production agro-sylvo-pastorale, l'agriculture étant l'activité dominante. L'agriculture y est essentiellement pluviale et de subsistance,

caractérisés par de petites exploitations familiales. Les principales cultures vivrières sont le sorgho et le mil. Les cultures de rente sont principalement le niébé, le sésame, l'arachide et les légumes.

Les principales contraintes agricoles sont la répartition spatiale et temporelle des précipitations et la faible fertilité des sols.

Figure 12. Tendances pluviométriques interannuelles à Ténado.

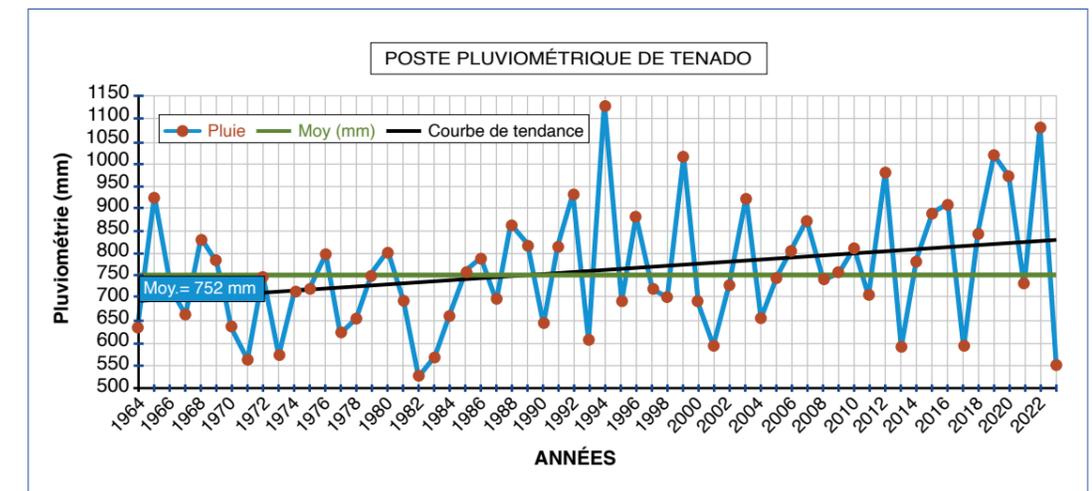


Figure 13. Tendances pluviométriques interannuelles à Niangoloko.

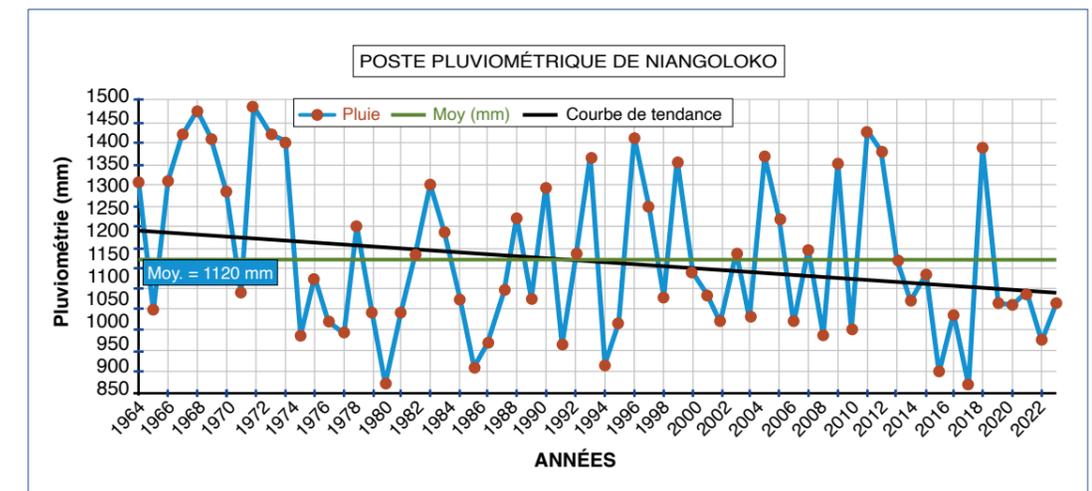
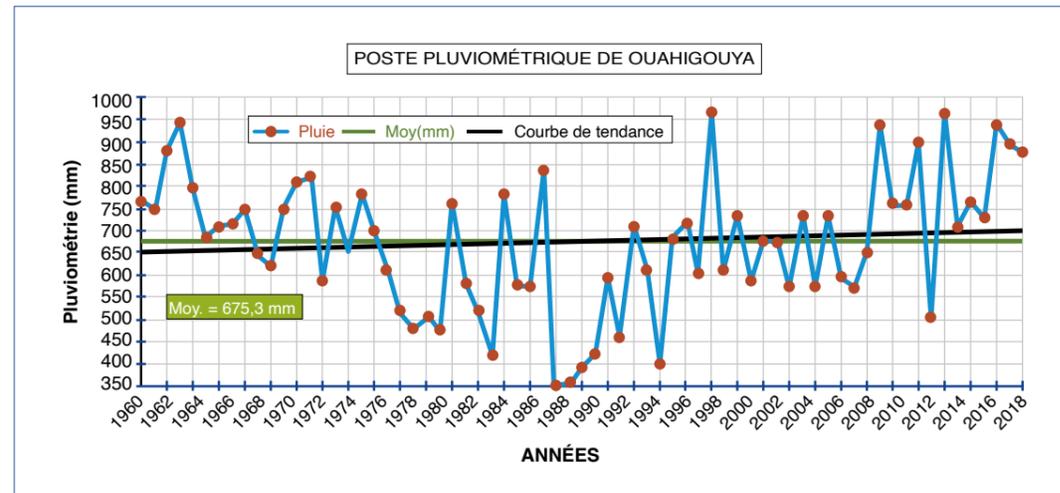


Figure 14. Tendances pluviométriques interannuelles à Ouahigouya, la station pluviométrique la plus proche de Namissiguima avec des enregistrements à long terme.



2.1.3 Données

Données d'enquête

Deux enquêtes ont été menées sur les sites pilotes de Ténado, Namissiguima et Niangoloko. La première a consisté à mettre en place des carrés de rendement durant les trois campagnes agricoles successives au cours desquelles les activités du programme ClimSA ont été mises en œuvre, à savoir en 2021, 2022 et 2023. Les activités ont été réalisées dans 30 villages, soit dix villages par site. Dans chaque village, deux groupes d'agriculteurs ont été sélectionnés, comprenant deux agriculteurs dits « modèles ou pilotes » et deux agriculteurs « témoins ».

La deuxième enquête a été menée dans le cadre du suivi des activités agro-météorologiques sur les sites pilotes. L'objectif était de connaître le degré de satisfaction des agriculteurs vis-à-vis des produits agro-météorologiques mis à leur disposition par l'ANAM et le Centre Régional AGRHYMET, et également de savoir si les agriculteurs interrogés prenaient en compte ces informations agro-météorologiques lors de la planification et la

mise en œuvre de leurs activités agricoles, et si cela avait un impact réel sur leurs niveaux de production. L'enquête a également mis en lumière les préférences des agriculteurs et agricultrices locaux concernant la diffusion des informations climatiques, ainsi que les décisions stratégiques et tactiques qui en découlent dans leurs pratiques agricoles

Ces activités ont dû être réduites par rapport à la méthodologie initialement prévue, en raison du manque de temps pour mettre pleinement en œuvre le système de suivi et d'évaluation dès le début du projet, et également en raison de la situation sécuritaire qui prévaut dans le pays.

Données des carrés de rendements

La deuxième série de données concerne les rendements mesurés dans les parcelles agricoles en 2021, 2022 et 2023 dans les communes pilotes de Niangoloko et de Ténado. Il s'agit d'un échantillonnage systématique de 120 parcelles de rendement, dont 80 dans la commune de Ténado et 40 dans celle de Niangoloko. Ces

échantillons proviennent de 60 agriculteurs sélectionnés dans le cadre de l'évaluation de l'impact des informations agro-climatiques. Parmi ces groupes d'agriculteurs, deux agriculteurs formés et deux agriculteurs non formés ont été sélectionnés au hasard dans des villages de chacun des sites pilotes de ClimSA, en vue de mesurer les rendements agricoles. Il est donc important de noter que le groupe témoin est aléatoire et représente l'ensemble de la

population. Le groupe expérimental a également été sélectionné aléatoirement parmi les participants ayant suivi la formation sur l'introduction et l'utilisation des produits agro-météorologiques. Le maïs a été utilisé à Niangoloko, tandis que le sorgho était la culture principale à Ténado. Les parcelles de rendement du site pilote de Namissiguima n'ont pas été suivies en raison de la situation sécuritaire difficile dans la localité.

2.1.4 Résultats et discussion

Amélioration de l'accès à l'information climatique

Les stations de radio rurales communautaires sont encore reconnues comme les principaux canaux de relais d'information pour les agriculteurs, suivies des services de vulgarisation et des réseaux sociaux. Dans le cadre du programme ClimSA, des conventions annuelles (trois par an depuis le début du projet) ont été signées avec la station de radio communautaire la plus populaire de chaque site pilote pour la diffusion d'informations agro-

météorologiques (Figure 15). L'information était diffusée en français ainsi que dans la langue locale la plus parlée. Ces informations ont également été transmises aux agriculteurs identifiés comme leaders via WhatsApp, auxquels le programme ClimSA avait attribué une cinquantaine de téléphones portables. Cela a permis à ces leaders de recevoir quasi en temps réel les informations agro-météorologiques de l'ANAM l'ANAM-BF et du CCR-AOS AGRHYMET, et à leur tour, de les partager avec les autres agriculteurs.

Figure 15. Discussion des besoins en services climatiques avec les communautés locales.



Renforcement des capacités des parties prenantes clés à utiliser l'information agro-météorologique

Afin d'atteindre ses différents objectifs, le programme ClimSA a mis l'accent sur le renforcement des capacités des agriculteurs locaux à travers des formations sur le terrain organisées à Niangoloko, Ténado et Namissiguima. Ces formations visaient à leur permettre de réagir de manière efficace et en temps opportun face aux aléas de l'environnement agro-hydroclimatiques, tout en tirant pleinement parti des opportunités offertes par certains événements météorologiques. Suite aux forums sur les prévisions saisonnières, l'ANAM-BF, en collaboration avec le CCR-AOS de l'AGRHYMET, a organisé environ cinq ateliers de sensibilisation ainsi que des séminaires itinérants. L'objectif de ces ateliers était de montrer aux agriculteurs, aux agents de vulgarisation et aux professionnels des médias comment interpréter les prévisions saisonnières et utiliser chaque type de produit, afin que les principaux acteurs locaux puissent les intégrer dans leurs stratégies d'adaptation au changement climatique.

Opérationnalisation des services climatiques pour la prise de décision

L'utilisation appropriée d'informations agro-climatiques et météorologiques fiables permet

aux utilisateurs finaux (les agriculteurs) de prendre des décisions visant à réduire l'impact des conditions météorologiques défavorables et constitue une base solide pour la planification. Des recherches ont confirmé que l'adoption de telles pratiques peut accroître la productivité, améliorer la sécurité alimentaire en milieu rural (Partey et al., 2018), augmenter les revenus, et également réduire l'impact des catastrophes (Tinni et al., 2023).

Conformément à l'approche du programme ClimSA, une enquête de terrain a été réalisée au lancement des activités afin d'identifier les besoins en information agro-climatique des principaux acteurs, dans le but de développer et fournir des produits agro-météorologiques répondant à leurs attentes. À l'issue de cette analyse des parties prenantes, il est apparu que les informations agro-climatiques les plus demandées concernaient les dates probables de début et de fin de la saison des pluies, les cumuls pluviométriques, ainsi que la durée des périodes sèches. Ces résultats confirment les travaux de Roudier et al. (2011b) et d'Ingram et al. (2002) sur les besoins des agriculteurs du Sahel en matière d'informations climatiques et de prévisions, qui ont mis en évidence les variables les plus pertinentes pour les stratégies agricoles. En réponse à cette demande, l'ANAM-BF, en collaboration avec le CCR-AOS de l'AGRHYMET à travers ClimSA:

- **a fourni aux communautés des sites pilotes, avant et pendant la saison des pluies, des informations agro-climatiques pour les aider à faire les meilleurs choix.** Ces informations comprenaient des prévisions saisonnières (pour les trois mois à venir), des prévisions à court terme sur 24 heures, ainsi que des prévisions sous-saisonnières sur 7 jours, accompagnées de conseils pratiques et d'alertes en lien avec les prévisions. Le choix de la date de semis est un facteur crucial dans la stratégie de l'agriculteur, qui doit s'assurer que le semis ne soit pas suivi d'une longue période sèche et que la plante puisse atteindre sa maturité à la fin de la saison des pluies;
- **a attribué des smartphones équipés des applications e-Agrhymet et ClimObs à des agriculteurs modèles.** Ces applications permettent l'échange de messages et le partage de données entre les agriculteurs modèles et l'ANAM;
- a mis à disposition des agriculteurs des **pluviomètres**;
- **a dispensé des formations sur :** (i) l'utilisation des pluviomètres pour effectuer des relevés quotidiens et partager les informations avec les autres membres de leur localité à des fins de prise de décision; (ii) l'utilisation des applications e-Agrhymet et ClimObs pour transmettre des données et des informations à l'aide de smartphones; et (iii) l'interprétation et la diffusion de l'information agro-climatique à l'intention des médias locaux (Figure 16).

Figure 16. Formation sur l'opérationnalisation des services climatiques.



Utilisation de l'information agro-climatique

Tout au long des campagnes agricoles de 2021, 2022 et 2023, l'ANAM a poursuivi la diffusion d'informations et de produits agro-météorologiques (y compris les prévisions saisonnières) auprès des agriculteurs locaux, à travers des séminaires itinérants, des campagnes de sensibilisation, des radios communautaires et par téléphone. Un échantillonnage systématique a été réalisé à l'aide d'un questionnaire comportant une trentaine de questions, administré à une centaine d'agriculteurs sur les sites pilotes de Ténado et Niangoloko, dont 37 % de femmes.

Selon les résultats, 82 % des agriculteurs interrogés se sont dits très satisfaits de la mise à disposition de l'information agro-météorologique, et 18 % satisfaits. La clarté de la traduction de l'information dans les langues locales par les radios communautaires a été jugée très satisfaisante par 72 % des répondants, contre 28 % qui se sont dits satisfaits. La grande majorité des personnes interrogées (99 %) ont déclaré que les informations météorologiques et climatiques fournies étaient satisfaisantes ou très satisfaisantes. Plus précisément, entre 96 % et 97 % des répondants ont estimé que les prévisions saisonnières et les informations agro-météorologiques quotidiennes étaient fiables (Figure 17).

Figure 17. Niveau de satisfaction des agriculteurs vis-à-vis des informations mises à disposition (en %).

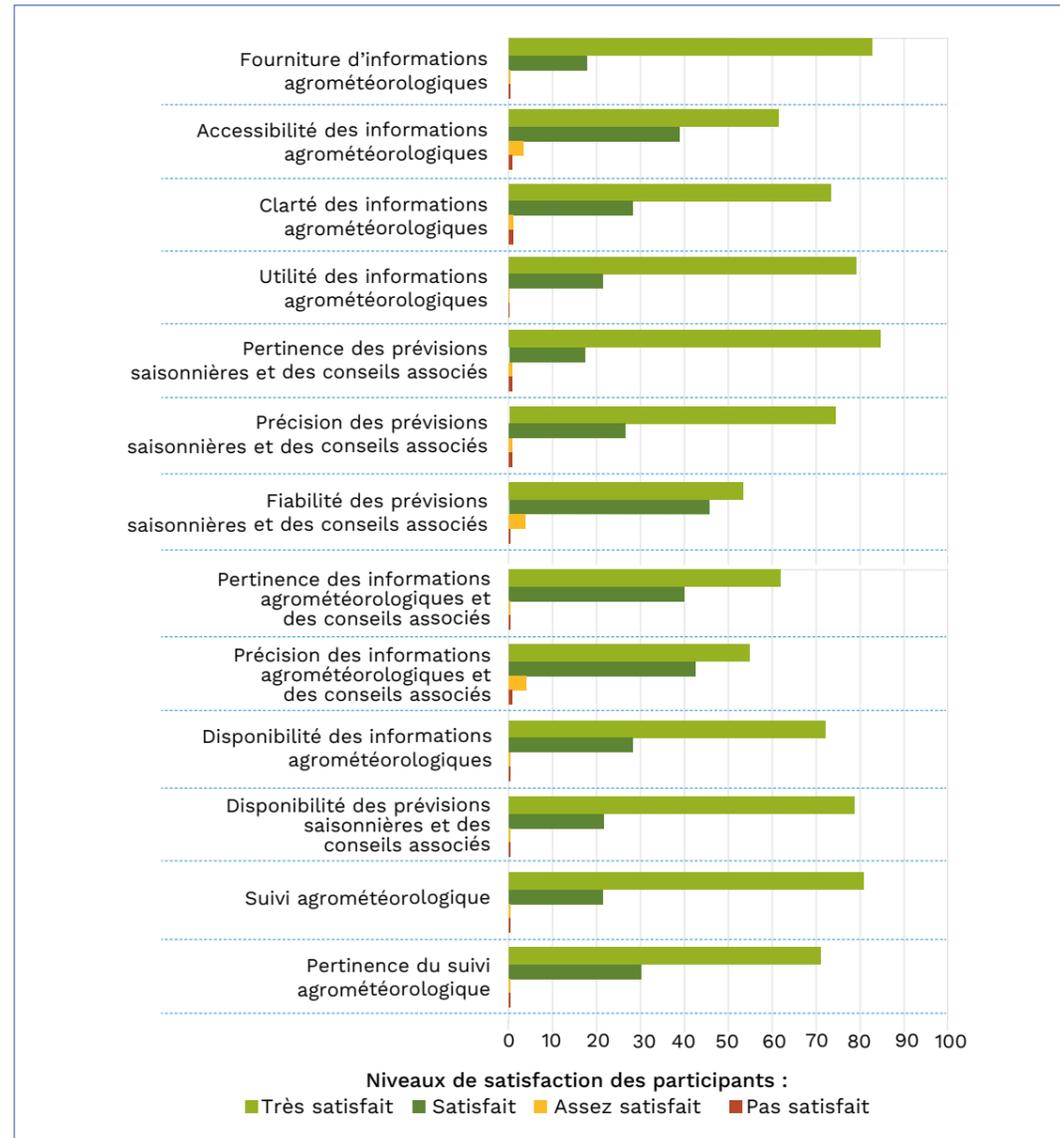
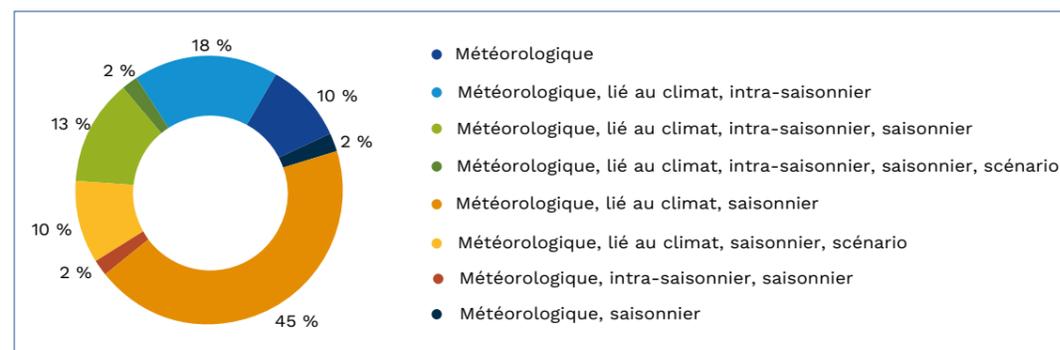


Figure 18. Préférences et types d'informations mises à la disposition des utilisateurs finaux dans les sites pilotes de ClimSA.



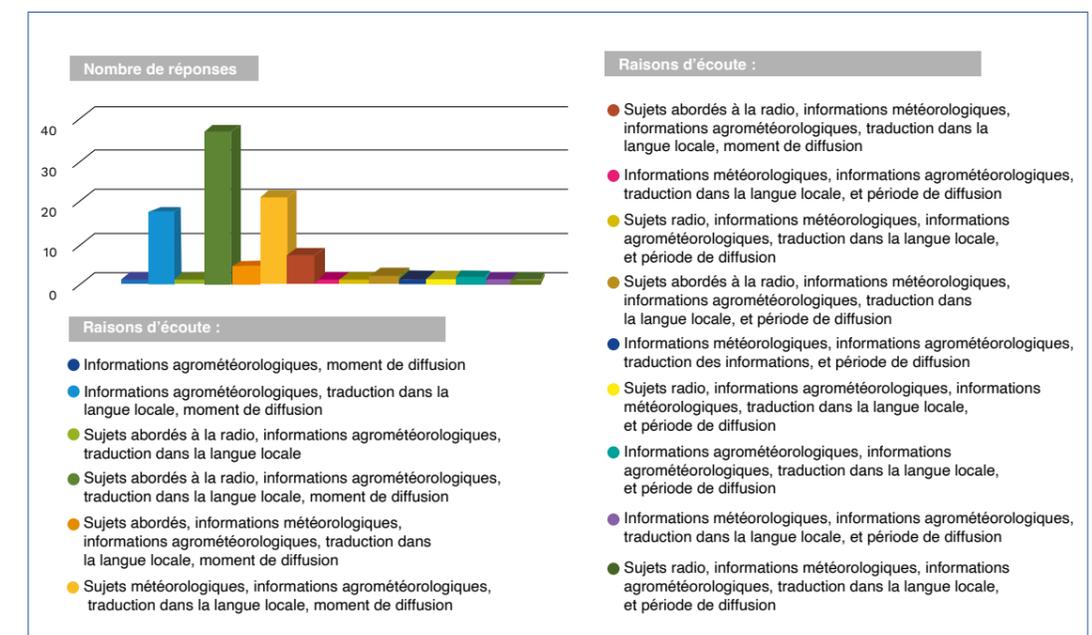
Divers types d'informations liées au climat ont été mis à la disposition des agriculteurs, mais les plus recherchées étaient les prévisions saisonnières, suivies des informations agrométéorologiques quotidiennes et des prévisions intra-saisonnières (Figure 18).

Presque tous les répondants (99 %) ont reçu les informations transmises par l'ANAM et le Centre Régional AGRHYMET, et les ont prises en compte dans leurs activités agro-pastorales. Celles-ci les ont guidés dans leurs pratiques agricoles, telles que l'entretien des cultures, l'application d'engrais et les traitements phy-

tosanitaires, ayant tous un impact positif sur la production agricole.

La radio était le média le plus populaire pour la diffusion des informations agro-météorologiques. Parmi le total des répondants, 37 % ont déclaré écouter la radio en raison de la fiabilité des informations météorologiques et 21 % en raison de la pertinence des informations agro-météorologiques. De plus, 17 % des répondants écoutaient la radio en raison de la traduction précise des informations dans la langue locale, facilitant ainsi leur utilisation dans les activités agricoles et améliorant les rendements (Figure 19).

Figure 19. Niveau d'utilisation et d'appréciation des informations agrométéorologiques par les agriculteurs.



Impact des services climatiques sur les parcelles de mesure du rendement

Sur le site pilote de Niangoloko, le maïs a été utilisé, tandis que le sorgho a été la principale culture sur le site de Ténado. Les parcelles de rendement du site pilote de Namissiguima

n'ont pas été suivies en raison de la situation sécuritaire difficile. Pour les besoins de cette description, nous utiliserons principalement les données du site de Niangoloko. Le tableau ci-dessous présente les statistiques pour chaque attribut.

Tableau 2. Statistiques sur la culture du maïs à Niangoloko, par attribut.

TYPE D'AGRICULTEUR	N	MOYEN	MÉDIANE	SD	VAR	MIN	MAX	Q1	Q3
Pilote	30	4.37	4.36	0.53	0.28	3.48	5.53	3.93	4.78
Contrôle	30	2.14	1.77	0.80	0.64	0.89	3.51	1.49	2.87

Performance. Le groupe "pilote" a montré un niveau de performance significativement plus élevé en moyenne (4,37) que le groupe "témoin" (2,14). Une tendance similaire est observée au niveau de la médiane, avec 4,36 pour le groupe pilote et 1,77 pour le groupe de contrôle.

Distribution des valeurs. La distribution des valeurs dans le groupe "pilote" est plus concentrée autour de la moyenne, comme le montre un écart-type plus faible (0,53) que dans le groupe "témoin" (0,80). Cela signifie que les valeurs du groupe "pilote" sont plus homogènes.

Variabilité. La variance dans le groupe "témoin" (0,64) était plus de deux fois supérieure à celle du groupe "pilote" (0,28), ce qui indique un éventail plus large de résultats pour le groupe "témoin". En d'autres termes, les rendements varient considérablement d'un agriculteur témoin à l'autre. En revanche, les rendements des agriculteurs pilotes n'ont pratiquement pas varié, c'est-à-dire qu'ils sont restés pratiquement les mêmes.

Plage de données. Le groupe "pilote" avait une fourchette de données (max - min) plus étroite (2,05) que le groupe "témoin" (2,62). Les valeurs du groupe "pilote" varient de 3,48 à 5,53, tandis que celles du groupe "témoin" varient de 0,89 à 3,51.

Quartiles. Les intervalles interquartiles révèlent une différence significative. Le groupe "pilote"

avait un intervalle interquartile (IQR) de 0,85 (4,78 - 3,93) tandis que le groupe "témoin" avait un IQR de 1,38 (2,87 - 1,49), ce qui indique un éventail plus large de valeurs centrales pour le groupe "témoin".

Ces observations suggèrent que le groupe "pilote" a non seulement obtenu de meilleurs résultats dans l'ensemble, mais aussi de manière plus constante que le groupe "témoin" (tableau 2). Les résultats de cette analyse statistique montrent que l'utilisation d'informations agro-climatiques contribue de manière significative à l'amélioration des rendements des agriculteurs. Le rendement moyen des agriculteurs pilotes était de 4,37 t/ha contre 2,14 t/ha pour les agriculteurs témoins. Les analyses statistiques comparant les deux groupes d'agriculteurs ("pilote" et "témoin") ont révélé des différences significatives en termes de rendements en faveur du groupe « pilote ».

Impact sur les rendements du maïs à Niangoloko

Les rendements de maïs des agriculteurs modèles ou pilotes suite à l'utilisation d'informations agro-climatiques et le rendement moyen sur le site de Niangoloko sont présentés dans la figure 20. La production de 2022 a été légèrement supérieure à celle de 2021, et celle de 2023 légèrement supérieure à celle de 2022. Les rendements ont été supérieurs à la moyenne tout au long de ces

campagnes (figure 20). Ils ont également été significativement plus élevés que ceux des agriculteurs témoins sur tous les sites pendant les trois années consécutives (Figure 21). Cette augmentation progressive est en partie due à des conditions climatiques et météorologiques favorables, mais aussi et surtout au fait que

les agriculteurs des sites pilotes ont mis en pratique de manière plus efficace les conseils agro-météorologiques basés sur les résultats du PRESASS (Forums régionaux sur les perspectives climatiques pour la région soudano-sahélienne) et les bulletins agro-météorologiques quotidiens et hebdomadaires.

Figure 20. Rendements moyens de maïs à Niangoloko pour les agriculteurs pilotes et témoins de 2021 à 2023.

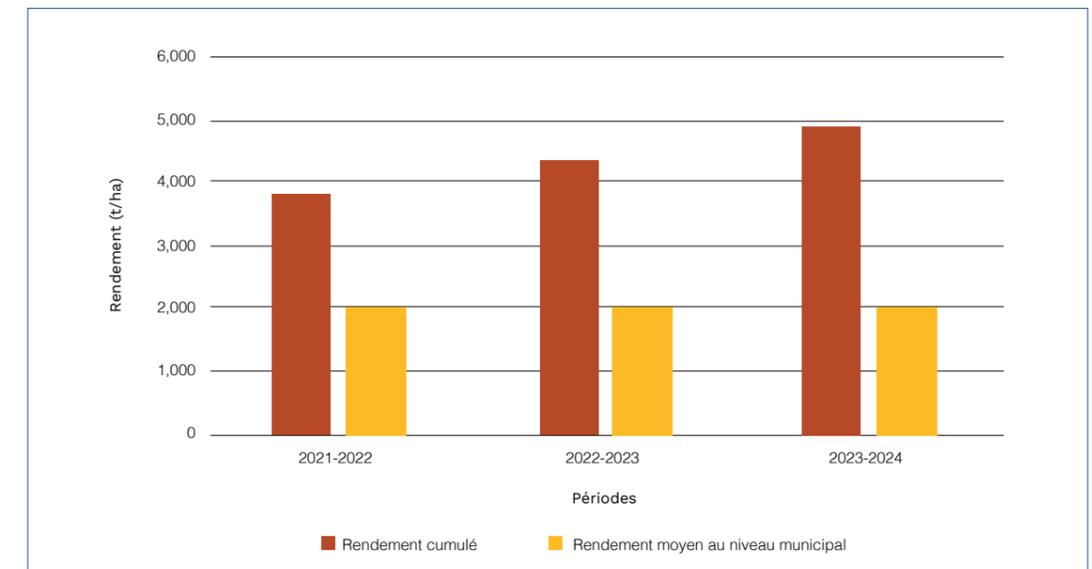


Figure 21. Rendements moyens de maïs des agriculteurs pilotes à Niangoloko de 2021 à 2023, comparés aux rendements moyens municipaux.

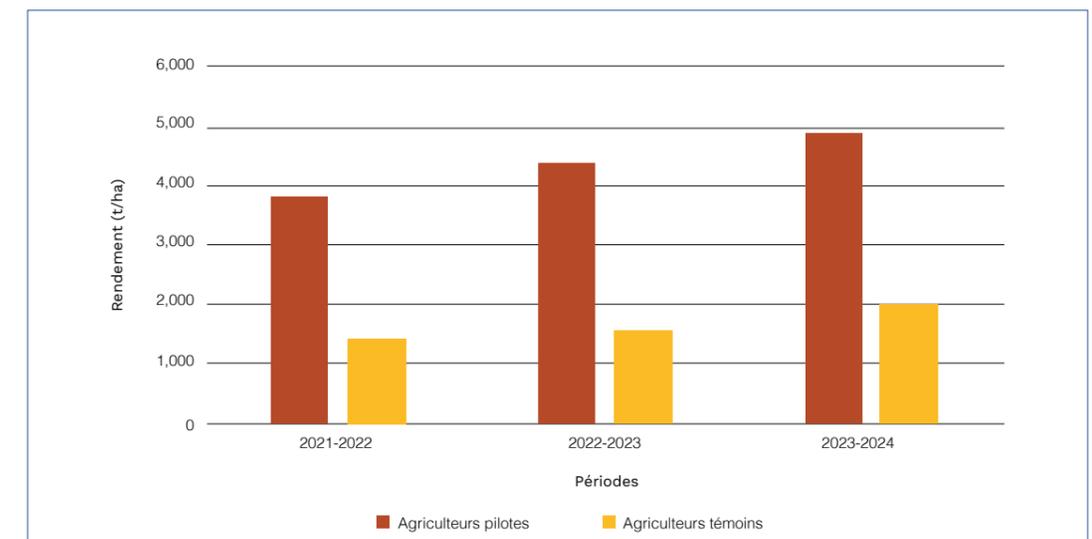


Figure 22. Rendements moyens de sorgho à Ténado de 2021 à 2023, comparés aux rendements moyens municipaux.

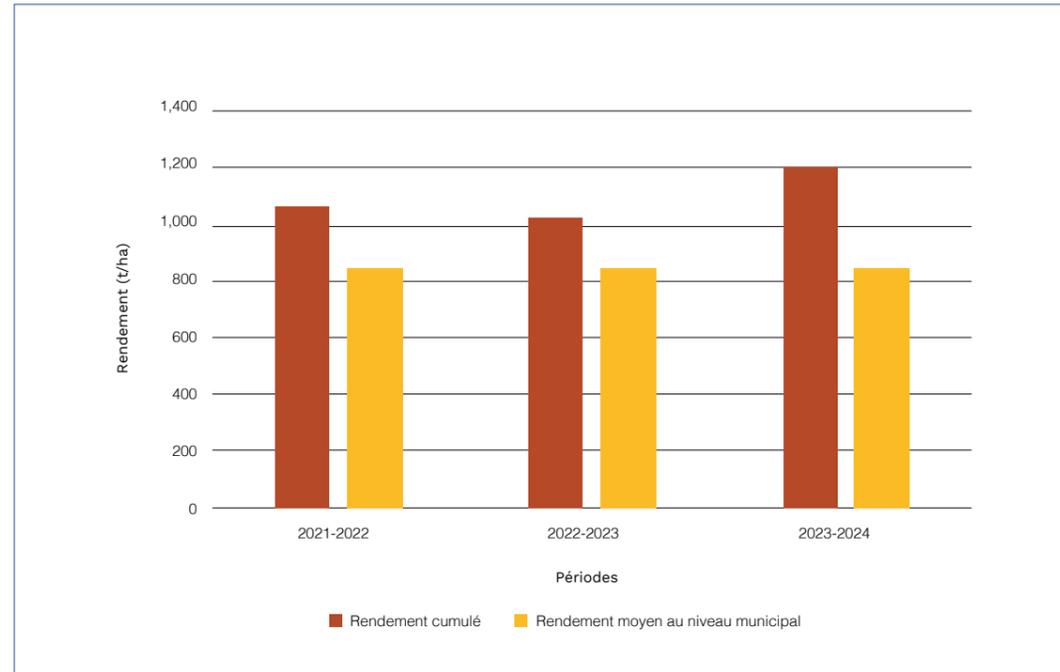
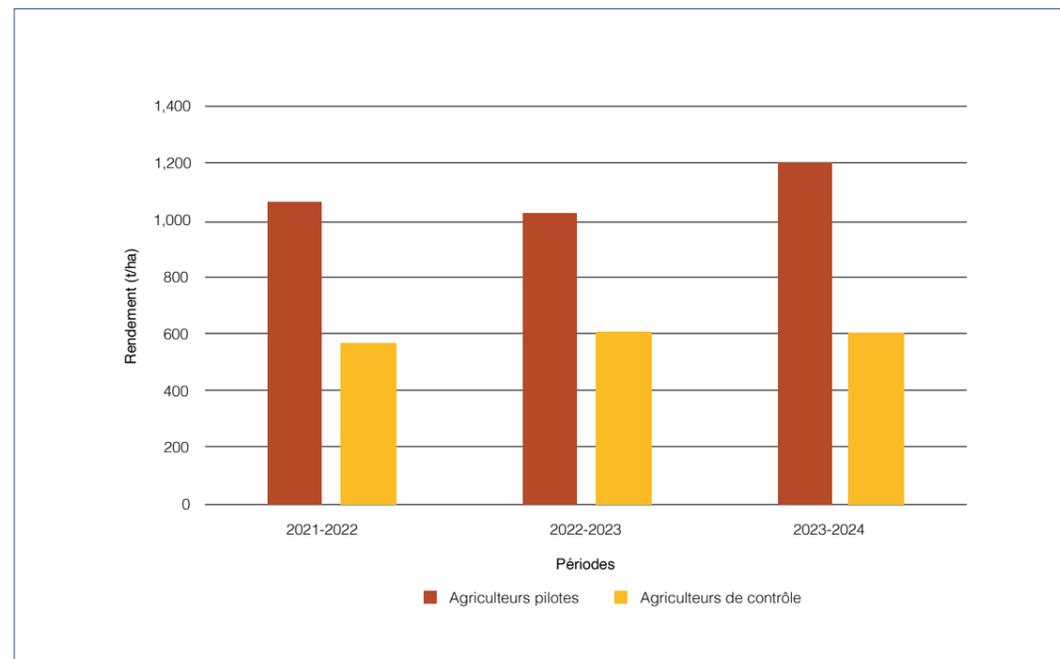


Figure 23 : Rendements moyens de sorgho à Ténado pour les agriculteurs pilotes et de contrôle de 2021 à 2023.



Sur le site de Ténado, la production de sorgho en 2022 a été légèrement inférieure à celle de 2021. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la zone a connu des niveaux de précipitations très élevés, avec l'occurrence d'événements pluvieux extrêmes ayant eu un impact sur les rendements des cultures. Cependant, les rendements en 2023 ont été plus élevés qu'en 2022, malgré les précipitations plus faibles enregistrées au cours de la campagne agricole 2023 (figure 22). L'impact sur les rendements est certainement dû à l'adoption de pratiques agricoles basées sur les prévisions saisonnières des précipitations cumulées, des dates de début et de fin de la saison agricole, ainsi que de nombreuses autres stratégies d'adaptation enseignées aux agriculteurs lors des formations. Cela confirme l'exemple de la Mauritanie, où les rendements de sorgho ont augmenté de 64% grâce à l'utilisation des informations et services climatiques (Tarchiani et al., 2018).

Impact sur les rendements de sorgho à Ténado

Les rendements des agriculteurs pilotes sur le site de Ténado étaient non seulement supérieurs à la moyenne, mais aussi supérieurs à ceux des agriculteurs témoins (figure 23). Les agriculteurs pilotes ont déclaré que les pré-

visions les avaient aidés à prendre des décisions lors de la planification de leurs activités agricoles.

Les agriculteurs ayant bénéficié de formations et ayant reçu les informations climatiques et agro-météorologiques appropriées ont modifié leur manière de gérer leurs cultures. L'expérience a montré que les changements observés dans les parcelles des agriculteurs pilotes et l'amélioration des rendements des cultures ont eu des impacts positifs pour les agriculteurs et ont suscité l'intérêt d'autres agriculteurs dans les mêmes villages, qui étaient sceptiques au début du projet. Cet intérêt est sans doute dû aux observations des rendements améliorés dans les champs des agriculteurs pilotes. Il convient de noter qu'aujourd'hui, dans les sites pilotes du programme ClimSA, les agriculteurs ne se contentent plus d'attendre de recevoir des informations climatiques ou météorologiques, mais partent à leur recherche. Ces résultats confirment l'expérience précédente du projet Systèmes d'Alerte Précoce et de Risques Climatiques (CREWS) dans les sites pilotes du programme ClimSA à Ténado, affirmant que l'information climatique a un impact positif sur les rendements agricoles. Elle permet également de réduire les pertes de revenus et le nombre de semis, d'optimiser l'utilisation des engrais et le nombre de jours de travail, etc.



2.1.5 Conclusions

Les services agro-climatiques et agro-météorologiques encouragent l'adoption de stratégies visant à s'adapter à la variabilité climatique et à augmenter la production agricole. Cependant, pour que les services climatiques soient efficaces, ils doivent être accessibles et adaptés aux besoins des utilisateurs agricoles, comme cela a été le cas sur les sites du programme ClimSA. L'étude a montré que les agriculteurs qui reçoivent et adoptent les services agro-climatiques ajustent leurs pratiques agricoles en fonction des informations reçues par le biais de divers canaux de diffusion, ce qui permet une meilleure gestion des intrants et une meilleure planification des activités pour stimuler la productivité agricole et améliorer leur résilience face à la variabilité climatique. L'adoption de pratiques climatiques a eu un impact positif sur les rendements des cultures vivrières. L'analyse

révèle également que la majorité des agriculteurs ont besoin d'informations climatiques et agro-météorologiques pour éclairer leurs décisions lorsqu'ils planifient leurs activités agricoles.

Les changements de comportement observés illustrent également que les formations sur les pratiques agro-météorologiques et les campagnes de sensibilisation menées sur les sites pilotes du projet peuvent renforcer efficacement les relations et la confiance entre les agriculteurs et les entités productrices d'informations climatiques, telles que le Centre Régional AGRHYMET et l'ANAM. En conséquence, ces actions nécessitent un soutien accru pour leur durabilité et leur mise à l'échelle afin de réduire encore davantage la vulnérabilité des communautés face aux impacts du climat sur les systèmes de production agricole.

Références

Bacci, M., Baoua, Y. O., Tarchiani, V., 2020. Agrometeorological Forecast for Smallholder Farmers: A Powerful Tool for Weather-Informed Crops Management in the Sahel. *Sustainability* 2020, 12, 3246. <https://doi.org/doi:10.3390/su12083246>

Barron, J., Rockström, J., Gichuki, F., Hatibu, N., 2003. Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. *Agric. Forest Meteorology*, 117 (1-2), 23-37. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(03\)00037-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(03)00037-6)

Crane, T. A., Roncoli, C., Hoogenboom, G., 2011. Adaptation to climate change and climate variability: The importance of understanding agriculture as performance. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 57(3-4), 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2010.11.002>; <http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2010.11.002>

Gunda, T., Bazuin, J. T., Nay, J., Yeung, K. L., 2017. Impact de l'utilisation des prévisions saisonnières sur le revenu agricole dans un système avec des coûts et des rendements variables des cultures: une simulation empirique. *Environmental Research Letters*, 12 (3). <http://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5ef7>

Hammer, G.L., Carberry, P., Stone, R. 2000. Comparing the value of seasonal climate forecasting systems in managing cropping systems. In *Applications of Seasonal Climate Forecasting in Agricultural and Natural Ecosystems. The Australian Experience*; Hammer, G.L., Nicholls, N., Mitchell, C., Eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2000; pp. 183-195.

Hansen, J.W., Indeje, M., 2004. Linking dynamic seasonal climate forecasts with crop simulation for maize yield prediction in semi-arid Kenya. *Agric. For. Meteorol.* 2004, 125, 143-157.

Ingram, K.T., Roncoli M.C., Kirshen P.H., 2002. Opportunities and constraints for farmers of West Africa to use seasonal precipitation forecasts with Burkina Faso as a case study. *Agric. Systems*, 74 (2002) 331-349

Meza, F.J., Hansen, J. W., Osgood, D., 2008. Valeur économique des prévisions du climat saisonnier pour l'agriculture: examen des évaluations ex-Ante et recommandations pour la recherche future. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47 (5): 1269-1286. <http://doi.org/10.1175/2007JAMC1540.1> <http://doi.org/10.1175/2007JAMC1540.1>

Moorhead, A., 2009. *Climate, Agriculture and Food Security: A Strategy for Change*. Alliance of the CGIAR Centers: Washington, DC, USA, 2009.

Partey S.T., R. B. Zougmore, M. Ouedraogo, B. M. Campbell. 2018. Developing climate-smart agriculture to face climate variability in West Africa: Challenges and lessons learnt. *Journal of Cleaner Production* 187 (2018) 285e295.

Roncoli, C., Jost, C., Kirshen, P., Sanon, M., Ingram, K.T., Woodin, M., Somé, L., Ouattara, F., Sanfo, B. J., Sia, C., Yaka, P., Hoogenboom, G., 2009. From accessing to assessing forecasts: an end-to-end study of participatory climate forecast dissemination in Burkina Faso (West Africa). *Climatic Change* (2009) 92: 433-460. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9445-6>

Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., Baron, C., Alhassane, A., Traoré, S.B., Muller, B., 2011. An ex-ante evaluation of the use of seasonal climate forecasts for millet growers in SW Niger. *Int. J. Clim.* 2011, 32, 759-771. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2014.02.001>

Roudier, P., Muller, B., D'Aquino, P., Roncoli, C., Soumaré, M.A., Batté, L., Sultan, B.N., 2014. The role of climate forecasts in smallholder agriculture: Lessons from participatory research in two communities in Senegal. *Climate Risk Management*, 2 : 42-55.

Sultan, B., Janicot, S., Baron, C., Dingkuhn, M., Muller, B., Traoré, S. B., Sarr, B., 2008. Les impacts agronomiques du climat en Afrique de l'Ouest: une illustration des problèmes majeurs. *Sécheresse*, 19 (1): 29-37.

Tarchiani, V., Camacho, J., Coulibaly, H., Rossi, F., Stefanski, R., 2018. Services agrométéorologiques pour les petits exploitants agricoles en Afrique de l'Ouest. *Advances in Science and Research*, 15 : 15-20.

Tinni, H. S., Alhassane, A., Lona, I., Bouzou, M.I., 2021. Analyse de l'évolution spatio-temporelle des dérivés pluviométriques caractérisant la saison agricole au Sahel-Central. *Afr. Sci.* 2021, 19, 102-121.

Tinni, H. S., Alhassane, A., Sita, A., Traore, S. B., Lona, I., Bouzou, I.M., 2023. Evaluation of the Impact of Seasonal Agroclimatic Information Used for Early Warning and Farmer Communities' Vulnerability Reduction in Southwestern Niger. *Climate* 2023, 11.

CHAPITRE 2.2 Relier les services climatiques au système d'alerte précoce des Nations Unies en Afrique de l'Est

Zachary ATHERU, Oliver KIPKOGEI, Calistus WACHANA, Hussien SEID, Paula MACHIO

Centre de prévision et d'applications climatiques de l'IGAD (ICPAC)

Les systèmes d'alerte précoce (SAP) ont pour but d'alerter en temps utile sur les risques imminents tels que les inondations, les sécheresses ou les tempêtes et — et d'en réduire les impacts en permettant aux communautés de prendre des mesures préventives, d'évacuer ou de se préparer aux situations d'urgence. La collaboration entre les différents acteurs, tels que le système d'alerte précoce des Nations unies, les agences régionales et nationales, renforce considérablement la préparation et la capacité de réponse.

L'établissement d'un lien entre les services climatologiques et les systèmes d'alerte précoce en Afrique de l'Est peut grandement améliorer la capacité de la région à anticiper, à se préparer et à réagir face aux risques climatiques en fournissant des informations climatiques précises pour l'évaluation des risques, en permettant des alertes précoces fondées sur des données climatiques, en soutenant les stratégies d'adaptation et en facilitant la prise de décision éclairée par les risques.

2.2.1 L'Observatoire des risques en Afrique de l'Est

Grâce au soutien du programme ClimSA, l'ICPAC a développé d'importants outils numériques pour améliorer les services d'alerte précoce dans la région de l'Afrique de l'Est. L'Observatoire des risques en Afrique de l'Est est un

Cela exige toutefois un effort concerté pour traduire les alertes précoces en actions concrètes, en créant un continuum allant de l'aide humanitaire au développement. Les impacts des catastrophes — notamment ceux liés au changement climatique et aux dangers environnementaux — nécessitent une résilience accrue dans la région qui soit alignée sur les systèmes d'alerte précoce multirisques, y compris l'utilisation de plateformes numériques.

Pour qu'une alerte précoce soit réellement efficace, elle doit être opportune, accessible et facilement compréhensible. Le Centre de Prévisions et d'Applications Climatiques de l'IGAD (ICPAC) participe activement à la diffusion d'informations climatiques, d'alertes précoces et de conseils via des plateformes telles que "East Africa Hazards Watch" (L'Observatoire des risques en Afrique de l'Est), le site web de l'ICPAC, MailChimp, X (anciennement Twitter), LinkedIn et Facebook. Ces efforts ont permis de toucher environ 2 millions d'utilisateurs sur les différentes plateformes en ligne, avec une audience combinée d'environ 155 000 utilisateurs.

"guichet unique" qui se concentre sur les domaines thématiques du climat et quelques risques prioritaires pour les prévisions climatiques et météorologiques, les prévisions et la diffusion d'alertes précoces (figure 24).

Ce dispositif vise à renforcer la résilience des pays membres de l'IGAD en diffusant des informations d'alerte et des avis destinés aux actions anticipées, ainsi qu'à la préparation et à la réponse. Par exemple, les prévisions hebdomadaires des précipitations indiquent la quantité de pluie attendue sur une semaine, ainsi que les zones susceptibles de recevoir des pluies fortes, très fortes ou extrêmement fortes. Ces données sont essentielles pour repérer les populations vulnérables exposées aux crues éclair dans les régions inondables (Figure 25).

L'Observatoire des risques en Afrique de l'Est héberge plusieurs outils d'alerte précoce spécialisés qui s'intègrent parfaitement à l'écosystème numérique de l'ICPAC, offrant une panoplie de services géospatiaux d'alerte

précoce qui complètent efficacement le système de visualisation et d'analyse (<https://eahazardswatch.icpac.net/>).

L'Observatoire de l'agriculture en Afrique de l'Est

Cet outil d'alerte précoce spécialisé a été lancé en février 2021, lors du 57^e Forum sur les perspectives climatiques de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF 57), un événement régional triennal organisé par l'ICPAC pour coproduire et publier les prévisions climatiques saisonnières et les avis sectoriels afférents. L'outil de surveillance agricole est essentiel pour détecter les déficits à court terme de production culturelle, face à divers facteurs, en particulier dans les zones fréquemment touchées par une forte insécurité alimentaire.

Figure 24. L'interface de l'East Africa Hazard Watch (EAHW).

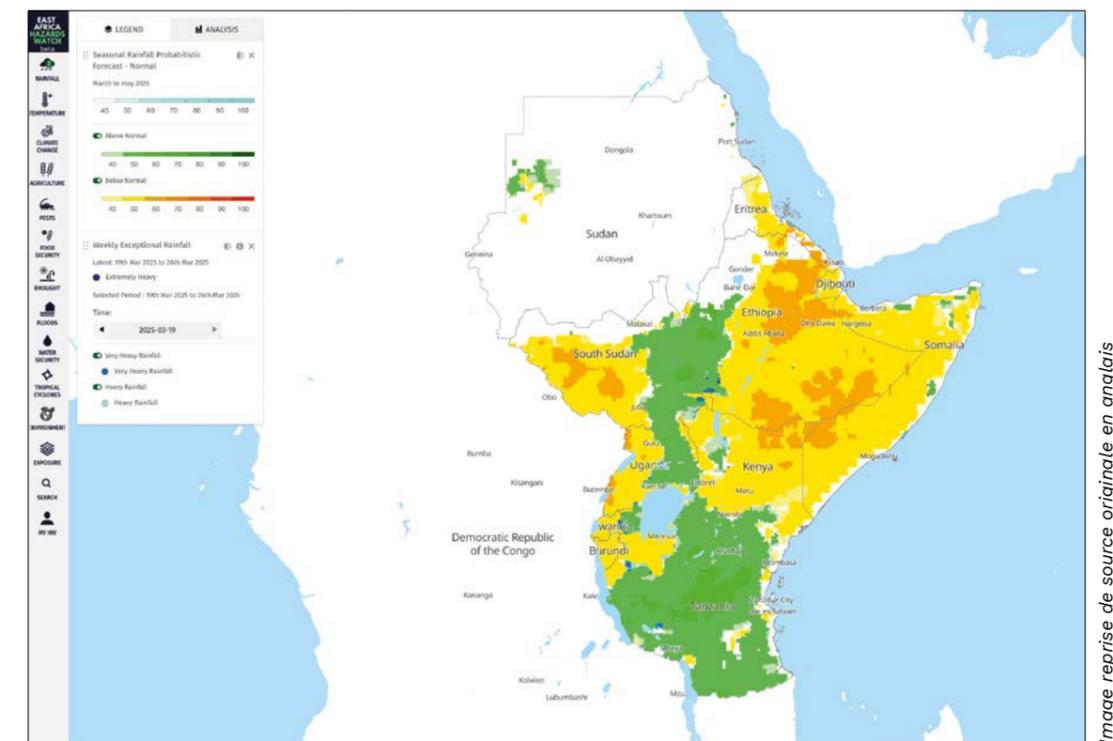


Image reprise de source originale en anglais

Figure 25. Prévisions hebdomadaires des précipitations totales (à gauche) et des précipitations exceptionnelles (à droite) disponibles dans l'Observatoire des risques en Afrique de l'Est.

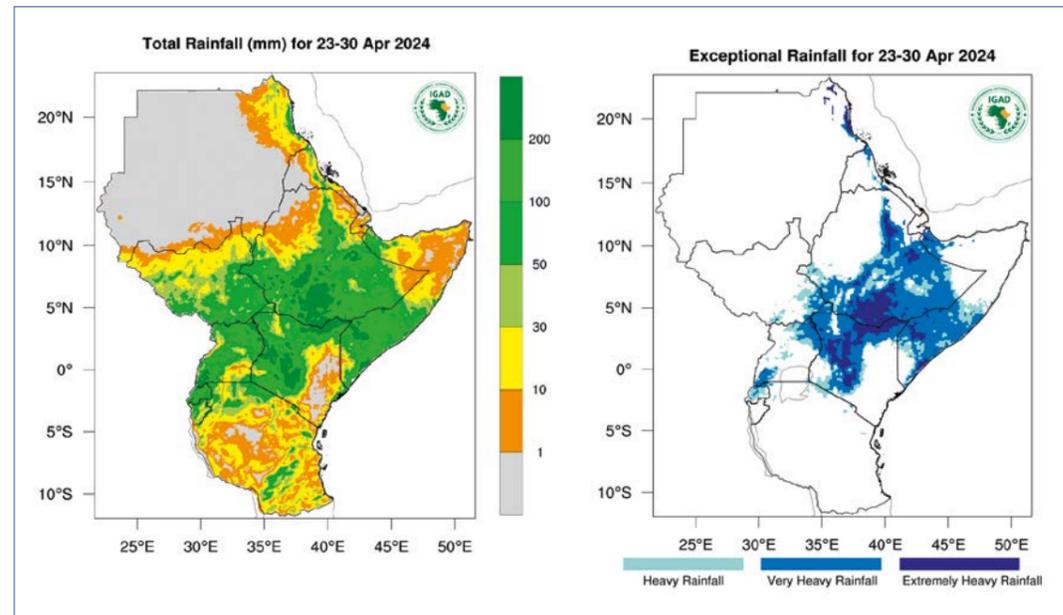


Image reprise de source originale en anglais

Pour l'Afrique de l'Est, qui est fortement vulnérable à l'insécurité alimentaire en raison d'une exposition à de multiples chocs – extrêmes climatiques, conflits, etc. – l'Observation de la Terre (OT) offre une opportunité sans précédent de suivi agricole à grande échelle, quasi en temps réel, fournissant une information d'alerte précoce opportune.

Dans ce contexte, l'ICPAC, en collaboration avec le Centre commun de recherche (JRC) de l'Union européenne, met en œuvre un service thématique de suivi agricole dans la région de l'Afrique de l'Est. L'objectif est de renforcer la capacité des États membres à utiliser les données OT pour améliorer la prise de décision dans les secteurs de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, aux niveaux régional, national, infranational et dans les zones transfrontalières des pays de l'IGAD (Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Somalie, Soudan du Sud, Soudan et Ouganda).

En 2020, une équipe de scientifiques et de développeurs de l'ICPAC, en collaboration avec l'équipe du JRC chargée des points chauds d'anomalie de la production agricole, a transféré et adapté le système du JRC à la région. Le système personnalisé, appelé "East Africa Agriculture Watch" [L'Observatoire de l'agriculture en

Afrique de l'Est] (<https://agriculturehotspots.icpac.net/>) présente la plupart des fonctionnalités de l'original et demeure synchronisé avec sa base de données (figures 26 et 27).

Cette plateforme alimente les groupes de travail existants, qui se réunissent régulièrement pour actualiser les dernières informations sur les risques climatiques et les vulnérabilités en matière de sécurité alimentaire. L'information est partagée avec des acteurs clés des secteurs climatique, humanitaire et du développement, tels que: le Forum de Prédiction du Grand Corne de l'Afrique, le Groupe de Travail sur la Sécurité Alimentaire et la Nutrition, le réseau GEOGLAM de Suivi régional des Cultures pour l'Alerte Précoce, les ministères de l'agriculture des États membres, les agences nationales de surveillance de la sécheresse et les services nationaux de météorologie et d'hydrologie. Le système a également été adopté comme système de surveillance de la sécurité alimentaire au sein du Centre des Opérations des Catastrophes de l'IGAD, chargé de fournir des analyses de situation intégrées sur les multiples aléas frappant la région. Enfin, une série d'ateliers de formation sur le système a été organisée pour le personnel technique et les utilisateurs de l'ICPAC.

Figure 26. L'interface de l'Observatoire de l'agriculture en Afrique de l'Est (ICPAC - Warning Explorer).

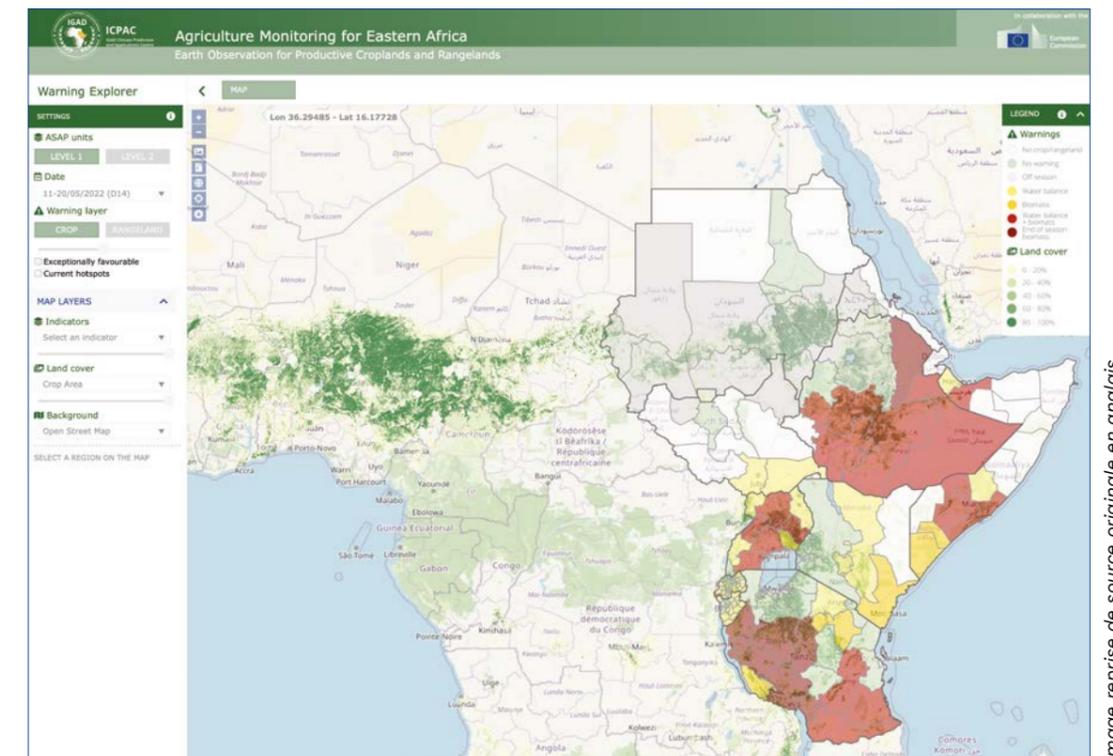


Image reprise de source originale en anglais

Figure 27. Interface des statistiques du système de l'Observatoire de l'agriculture en Afrique de l'Est.



Image reprise de source originale en anglais

Observatoire de la sécheresse en Afrique de l'Est

L'Observatoire de la sécheresse en Afrique de l'Est évalue la sécheresse en combinant plusieurs indicateurs sur des périodes allant de dix jours à plusieurs mois, voire années, grâce à des paramètres clés tels que les précipitations, l'humidité du sol et l'état de la végétation.

L'Indicateur combiné de sécheresse repose sur l'Indice de précipitation standardisé (SPI), l'humidité du sol et la vigueur de la végétation. Il permet d'identifier les zones susceptibles de

connaître une sécheresse agricole; de repérer celles où la végétation est déjà affectée; et de suivre les zones en phase de retour à la normale après un épisode de sécheresse.

Les impacts et prévisions de sécheresse sont décrits au mieux par une courbe chronologique illustrant l'évolution de l'Indicateur Combiné de Sécheresse (ICS) pendant toute la période de suivi. Les séries temporelles d'un lieu donné (la région de l'IGAD par exemple) sont générées sur la base de l'IDC qui est décrit graphiquement à l'aide de différents niveaux d'alerte représentés par des codes de couleur (Figure 28).

Figure 28. Exemples de produits extraits de l'Observatoire de la sécheresse en Afrique de l'Est (EADW).

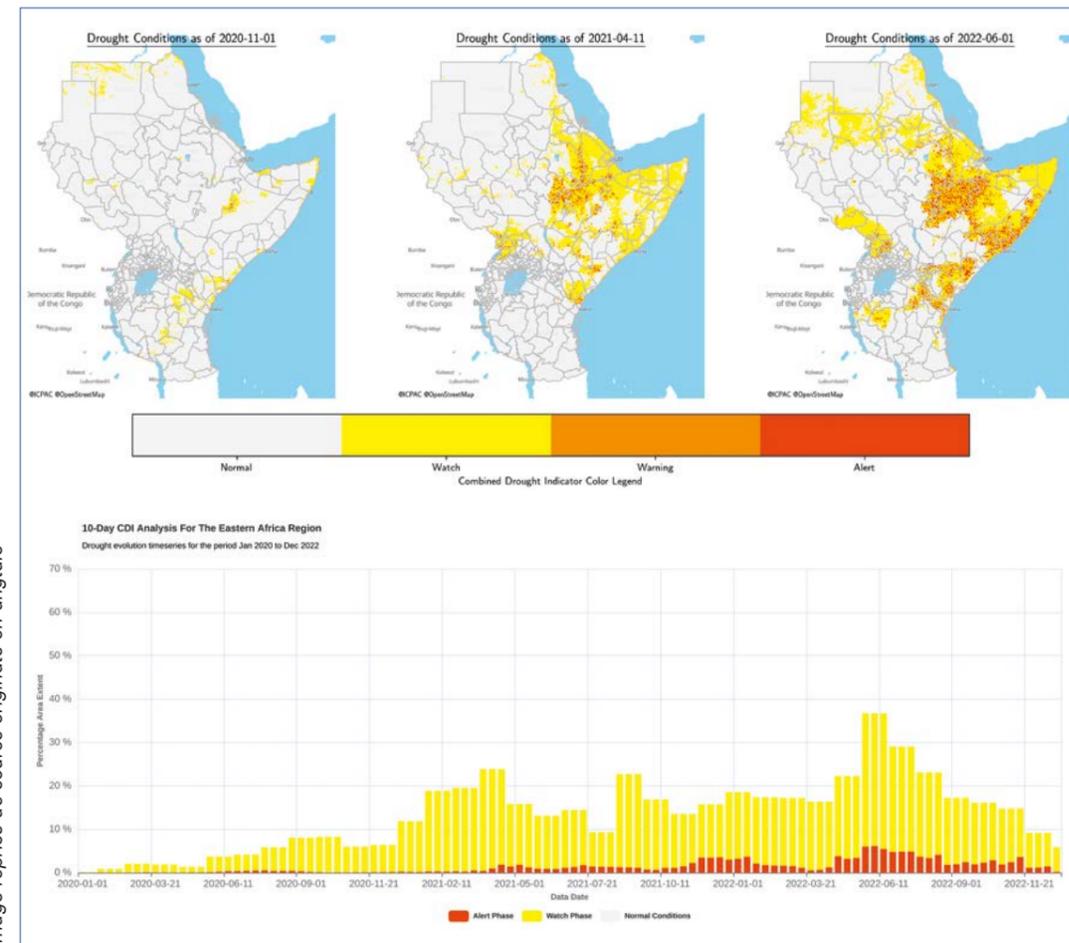


Image reprise de source originale en anglais

La Station climatique ClimSA

La nouvelle station climatique, installée avec succès à l'ICPAC, est une version orientée vers le climat de l'eStation, développée par le Centre commun de recherche (JRC) dans le cadre du programme ClimSA. La station climatique est conçue pour traiter automatiquement l'acquisition, le traitement, la visualisation et l'analyse de paramètres environnementaux clés dérivés de données de télédétection, ainsi que des réanalyses et de certains modèles sélectionnés (figure 29).

Outre les services de traitement, le système propose un accès web hautement personna-

lisé. Celui-ci permet aux utilisateurs finaux de générer des données thématiques et des indicateurs environnementaux sur mesure; toutes les étapes de traitement sont configurables, offrant la possibilité de modifier les indicateurs générés ou d'en ajouter de nouveaux.

La station intègre des produits de prévision et de projection, des données d'observation satellitaire, des données de stations locales, et des modules complémentaires tels que les carnets Jupyter. Elle fournit ainsi des données et informations climatiques destinées à soutenir la recherche sur le changement climatique, l'élaboration de politiques et la prise de décision.

Figure 29. Interface d'analyse de la station climatique ICPAC.

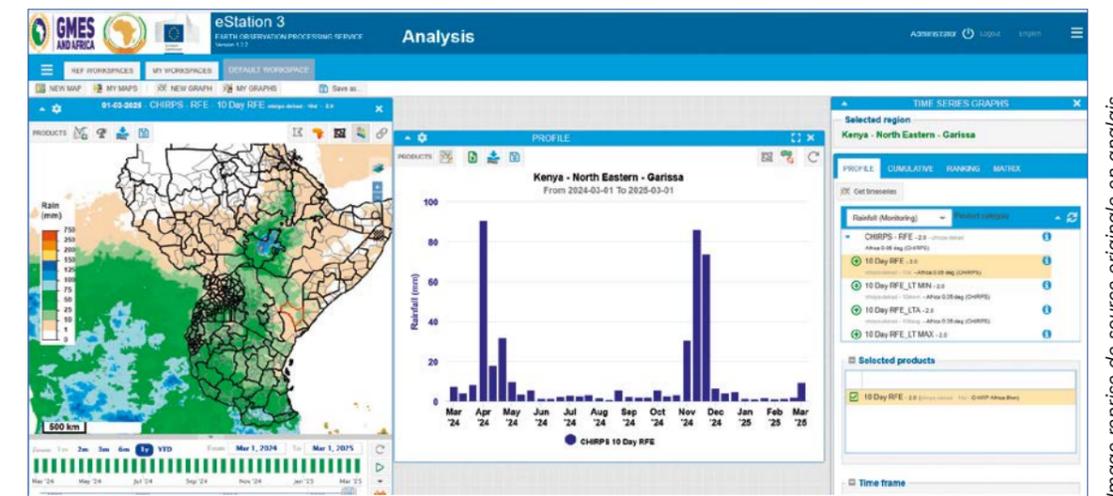


Image reprise de source originale en anglais

CHAPITRE 2.3 Alerte climatique précoce pour le secteur agricole - le bulletin agroclimatique des Caraïbes

Adrian R. TROTMAN, Cedric J. VAN MEERBEECK, Shontelle STOUTE

Institut de météorologie et d'hydrologie des Caraïbes (CIMH)

2.3.1 Introduction



Les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes, la variabilité du climat et le changement climatique à long terme représentent des défis majeurs pour l'agriculture et la sécurité alimentaire. Les catastrophes liées au climat, telles que les vents violents, les sécheresses, les inondations et les chaleurs marines et terrestres excessives, peuvent entraîner des pertes de récoltes, un stress thermique chez les ruminants et les volailles, une diminution des prises de poissons, une perte de forêts et de biodiversité, une insécurité alimentaire, une hausse des prix des denrées alimentaires, des répercussions négatives sur les moyens de subsistance et un ralentissement de l'activité économique. Les tendances dans les Caraïbes montrent déjà une augmentation des températures dans toute la région (Climate Studies

Group Mona 2020; Stephenson et al. 2014), et ce réchauffement devrait se poursuivre tout au long du siècle (Climate Studies Group Mona 2020; Van Meerbeeck 2020). Tous les éléments qui influencent la sécurité alimentaire — disponibilité, accès, stabilité et utilisation — sont affectés par les événements climatiques (FAO 2019a).

Les inFORMations climatiques et leurs applications sectorielles, notamment pour l'agriculture et la sécurité alimentaire, sous-tendent de nombreux objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies, notamment l'action pour le climat, la faim zéro, la bonne santé et le bien-être, l'eau propre et l'assainissement, l'absence de pauvreté⁹, chacun d'eux étant directement ou indirectement impacté par les

phénomènes météorologiques et climatiques. Dans de nombreux pays des Caraïbes, l'agriculture contribue entre 7 % et 17 % du PIB, mais représente une part nettement plus importante de l'emploi - entre 10 % et 25 %, et près de 50 % en Haïti (FAO, 2019b). En tant que principal employeur, notamment de femmes et de populations rurales pauvres, l'agriculture joue un rôle crucial dans l'atteinte des ODD dans les îles des Caraïbes. En Guyane en particulier, la part du PIB provenant de l'agriculture a avoisiné les 20 % ces dernières années, mais plus récemment, elle a diminué à 14 % (FAO 2019b) — employant environ 13,4 % de la population en 2017, dont 3,4 % de femmes. Le maintien et le développement de la production agricole sont essentiels pour améliorer les conditions de vie et les moyens de subsistance dans les petits États insulaires en développement (PEID) de la région des Caraïbes.

La production et l'utilisation d'informations et de services climatiques peuvent faciliter la transition vers un avenir résilient et durable. L'agriculture, y compris la gestion et la production de cultures, d'élevages et de pêches, est sans doute le secteur le plus vulnérable à la variabilité et au changement climatique. C'est d'ailleurs le secteur avec lequel les Services météorologiques et hydrologiques nationaux

(SMHN) interagissent traditionnellement dans les Caraïbes (Mahon et al., 2018). Les investissements dans les sciences et les services météorologiques et climatiques permettraient aux agriculteurs de prendre des décisions clés pour accroître la production — par exemple: 'que cultiver', 'quand planter', 'quand fertiliser', et comment protéger les cultures et le bétail' contre les ravageurs, les maladies et les dangers climatiques tels que les cyclones tropicaux, les vagues de chaleur, les inondations et les incendies de forêt. Les informations et services climatiques sont également des éléments clés pour la prise de décision et l'élaboration de politiques publiques au sein des gouvernements et des grandes entreprises, afin de renforcer la souveraineté et la sécurité alimentaires.

Le bulletin agroclimatique mensuel des Caraïbes, élaboré et diffusé conjointement par le Centre climatique régional des Caraïbes et l'Institut de recherche et de développement agricole des Caraïbes (CARDI), est un produit climatique conçu pour transmettre de telles informations à la communauté agroalimentaire. Cet article présente les produits et services du bulletin agroclimatique des Caraïbes et la manière dont le programme ClimSA cherche à renforcer sa pertinence pour le secteur agricole.

2.3.2 Information d'alerte précoce ciblant l'agriculture et la sécurité alimentaire dans les Caraïbes

Les fournisseurs de services climatiques dans les Caraïbes – le CIMH et les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) – produisent des informations saisonnières et sous-saisonnières bien adaptées pour appuyer la prise de décision dans le secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Cependant, la nature technique et probabiliste de ces informations climatiques rend leur interprétation très difficile pour les non-experts (Vaughan et Desai, 2014). C'est pourquoi une

source d'information a été conçue pour regrouper ces données, aider à leur interprétation, fournir leurs implications et recommander des réponses adaptées au climat sur la base des produits climatiques, afin de renforcer la prise de décision. Le premier bulletin agroclimatique a été publié en 2011 dans le cadre de l'Initiative agro-météorologique caribéenne (CAMI)¹⁰. Lancée en novembre 2009, CAMI était un partenariat entre le CIMH, le CARDI, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et

⁹ Dans les Caraïbes, environ 26% de la population vit en dessous du seuil de pauvreté (FAO, 2019).

¹⁰ <https://cimh.edu.bb/cami/> (Consulté le 27 janvier 2025).

dix SMHN caribéens, soutenu financièrement par l'Union européenne via le Programme Science et Technologie (S&T) du Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP) (Trotman, 2012). Le bulletin CAMI fournissait des résumés régionaux et nationaux des conditions climatiques récentes, ainsi que des prévisions saisonnières (sur trois mois) des précipitations régionales sous forme de terciles, et des mises à jour sur le phénomène El Niño – Oscillation australe (ENSO).

Parallèlement, certains pays produisaient également leurs propres bulletins nationaux. Dans le cadre de CAMI, les informations contenues dans les bulletins constituaient des points clés de discussion lors des forums agricoles et du Forum des perspectives climatiques des Caraïbes. Le renforcement de la résilience climatique dans le secteur agricole et de la sécurité alimentaire a marqué une avancée importante, en ouvrant la voie à un dialogue constructif entre les agriculteurs et les fournisseurs d'informations climatiques, tout en reconnaissant que la prise de décision restait limitée (Vogel et al., 2017).

En collaboration avec des partenaires internationaux tels que l'Institut International de Recherche sur le Climat et la Société (IRI) de l'Université Columbia, les fournisseurs de services climatiques des Caraïbes ont accordé la priorité au développement d'informations climatiques personnalisées, conçues pour faciliter la prise de décision des praticiens des secteurs concernés. Ils ont fait évoluer leurs produits de prévision saisonnière au-delà du format traditionnel en terciles, souvent jugé insuffisant pour prendre des décisions critiques (Hansen et al., 2022). Ainsi, le nouveau format d'information repose en grande partie sur des produits personnalisés qui mettent en évidence les risques climatiques potentiels – tels que la sécheresse, les périodes sèches, les précipitations excessives, les risques d'inondation et les vagues de chaleur extrême – afin de renforcer la prise de décision.

Le premier produit climatique personnalisé de ce type fut la prévision des risques de sécheresse, introduite en 2014. L'année suivante, la gamme s'est élargie pour inclure des prévisions de la fréquence des jours et périodes de pluie. Pendant ce processus, le Consortium Caraïben des Systèmes d'Alerte Précoce Sectoriels à Différentes Échelles Temporelles Climatiques¹¹ (EWISACTs) a été mis en place pour faciliter des décisions éclairées et fondées sur les risques dans les secteurs sensibles au climat, dans les Caraïbes, notamment l'agriculture et la sécurité alimentaire, en adoptant une approche intégrée. Il ressort également clairement de la littérature que la co-production d'informations sur le climat avec les praticiens des secteurs concernés, aux niveaux national et régional, améliorerait leur pertinence et leur adoption (Mahon et al., 2019; Vogel et al., 2017).

Depuis mai 2017, le CIMH et son partenaire le CARDI co-produisent et diffusent chaque mois le bulletin agroclimatique de la *Caribbean Society for Agricultural Meteorology* (CarisAM) (Figure 30). À l'image du bulletin CAMI qui l'a précédé, le bulletin CarisAM regroupe des informations générales – mais désormais largement personnalisées – de suivi climatique saisonnier et de prévisions, accompagnées d'implications et de conseils climato-intelligents pour les cultures, le bétail et la volaille. Le bulletin est publié sur la plateforme CarisAM – un portail destiné à faire progresser le dialogue et l'engagement entre les fournisseurs de services climatiques, les chercheurs et les acteurs agricoles (y compris les agriculteurs). Il sert de forum interactif pour les discussions, le partage de connaissances et d'expériences, ainsi qu'un point de référence rapide pour trouver des solutions aux défis liés au climat et à la météo dans le secteur agricole – y compris ceux que peuvent poser les perspectives climatiques à trois à six mois. La plateforme permet également d'accéder à des personnes-ressources clés et fait office de centre de diffusion d'informations agrométéorologiques pour la région Caraïbe.

Ce qui suit est un résumé des produits personnalisés selon les aléas climatiques présents ou mentionnés dans le bulletin CarisAM.

Informations d'alerte précoce sur la sécheresse et les périodes sèches

La sécheresse est un phénomène à évolution lente, provoqué par un déficit de précipitations, parfois aggravé par des tempé-

ratures élevées et une évapotranspiration excessive, ce qui entraîne une diminution des ressources en eau, avec des répercussions majeures sur les cultures et le bétail à l'échelle mondiale. Depuis 2009, l'espace des Caraïbes porte une attention accrue à ce risque, notamment à la suite d'événements ayant eu des impacts significatifs, y compris dans le secteur agricole (Trotman et al. 2018; Farrell et al. 2010).

Figure 30. Bulletin agroclimatique du CarisAM.

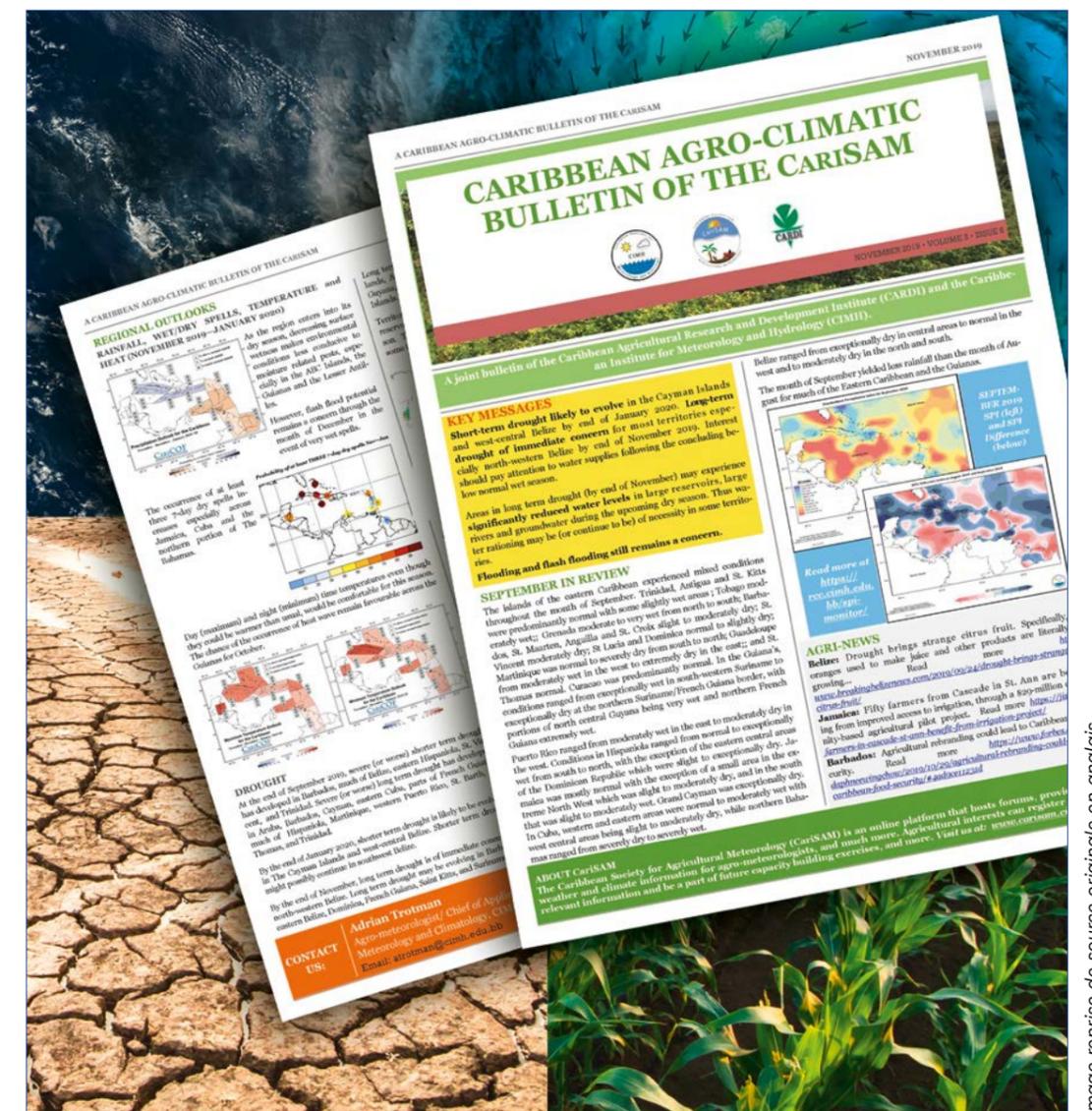


Image reprise de source originale en anglais.

¹¹ <https://rcc.cimh.edu.bb/ewisacts/> (Consulté le 27 janvier 2025).

En 2014, le CIMH et ses partenaires ont commencé à développer un système d'alerte précoce pour la sécheresse qui est largement utilisé dans les Caraïbes. Dans le bulletin CarisAM, plusieurs produits liés à la sécheresse sont présentés ou référencés et les implications pour le secteur sont discutées sur la base de ces produits :

- **La nature progressive de la sécheresse rend la surveillance climatique essentielle dans les activités d'alerte précoce.** Chaque mois, le Centre climatique régional caribéen (RCC) produit et diffuse des outils de suivi climatique¹² à l'aide d'une application personnalisée développée en interne avec le langage "R". Ces outils incluent les totaux mensuels de précipitations; les températures moyennes mensuelles et annuelles; les anomalies de température sur 1, 3, 6 et 12 mois; les indices SPI (Indice de Précipitations Standardisé) et SPEI (Indice de Précipitations et d'Évapotranspiration Standardisé) sur 1, 3, 6, 12 et 24 mois; ainsi que les variations mensuelles relatives de ces deux indices pour chaque intervalle. Outre le fait qu'ils fournissent une indication de la gravité du déficit et de l'excès de précipitations, les SPI et SPEI servent également à détecter les anomalies pluviométriques.
- **En collaboration avec les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) des Caraïbes, plusieurs produits de prévision climatique saisonnière sont élaborés**

et mentionnés dans le bulletin agroclimatique (voir Figure 31). Ceux-ci comprennent des alertes saisonnières sur les risques de sécheresse à court terme (impactant généralement les ruisseaux, petites rivières et étangs) et à long terme (touchant généralement les grands cours d'eau, les réservoirs et les nappes phréatiques) pour une période de 3 mois. Les prévisions de sécheresse à long terme évaluent les niveaux d'alerte à la fin des deux saisons principales dans la Caraïbe (saison des pluies et saison sèche). Ces produits identifient les zones présentant des problèmes de sécheresse en cours ou émergents et sont compilés dans le Bulletin sur la sécheresse dans les Caraïbes¹³. Le Bulletin CarisAM fournit également des informations pratiques sur la manière de répondre efficacement à ces situations. On y trouve également une définition de la relation entre les niveaux d'alerte à la sécheresse et les niveaux d'action qu'ils déclenchent.

En complément des alertes sécheresse, spécifiquement développées pour le secteur agricole, des prévisions saisonnières de la fréquence des périodes sèches sont produites¹⁴. Ces dernières peuvent provoquer un stress hydrique pour les cultures. Les prévisions et implications de la fréquence des séquences de 7, 10 et 15 jours secs consécutifs — un jour sec étant défini comme une période de 24 heures avec moins de 1 mm de précipitations — peuvent signaler la nécessité d'irriguer, par exemple (figure 32).

Figure 31. Au-dessus : conditions observées pour les indices SPI6 et SPI12 à la fin du mois de mai 2024. En dessous : alertes prévisionnelles émises à la fin du mois de février 2024 pour la sécheresse à court et à long terme attendue à la fin du mois de mai 2024.

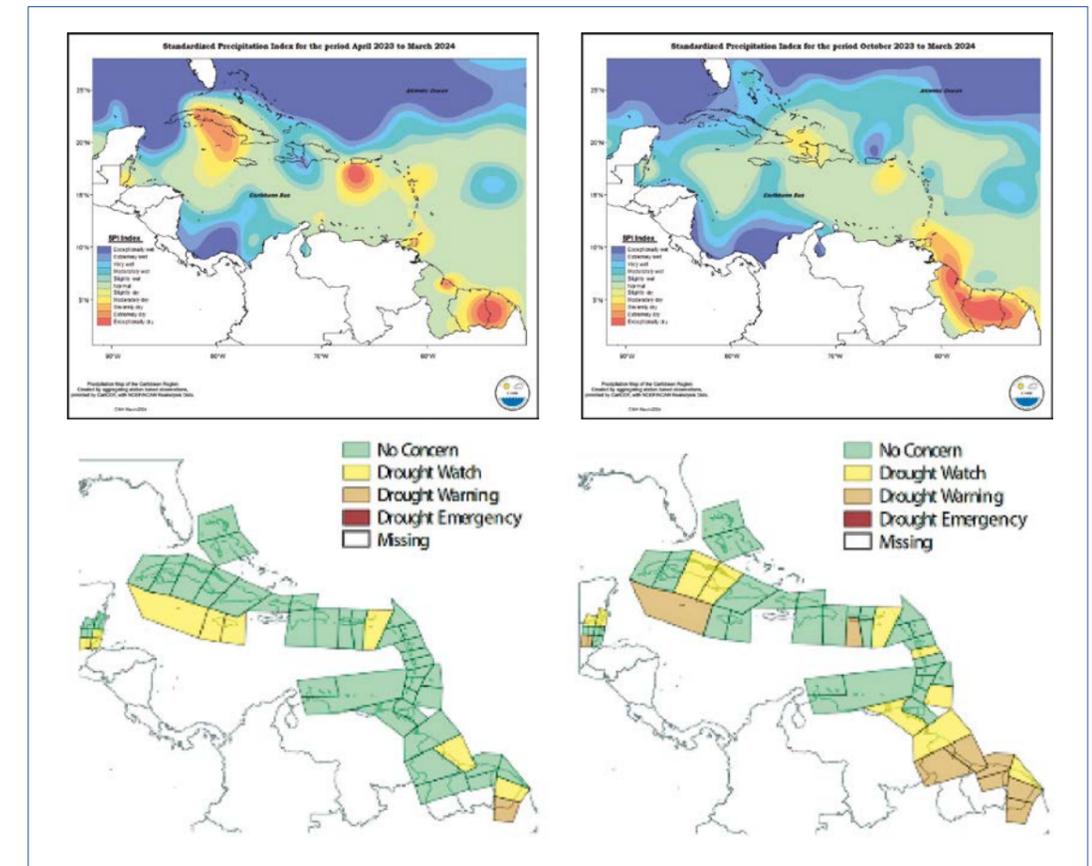


Image reprise de source originale en anglais

Figure 32. Probabilité d'au moins trois périodes de sécheresse de 7 jours entre mars et mai 2024 (à gauche) et nombre maximal de périodes de sécheresse de 15 jours pour la même période (à droite).

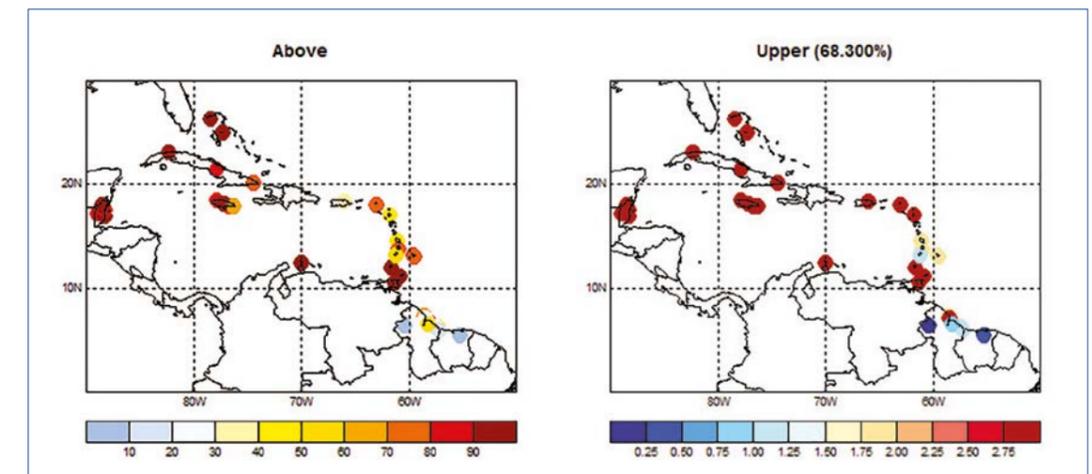


Image reprise de source originale en anglais

12 <https://rcc.cimh.edu.bb/ewisacts/> (Consulté le 27 janvier 2025).
 13 <https://rcc.cimh.edu.bb/climate-monitoring/caribbean-drought-and-precipitation-monitoring-network/> (Consulté le 25 janvier 2025).
 14 <https://rcc.cimh.edu.bb/drought-bulletin-caribbean/> (Consulté le 25 janvier 2025).

Alerte précoce en cas de précipitations excessives

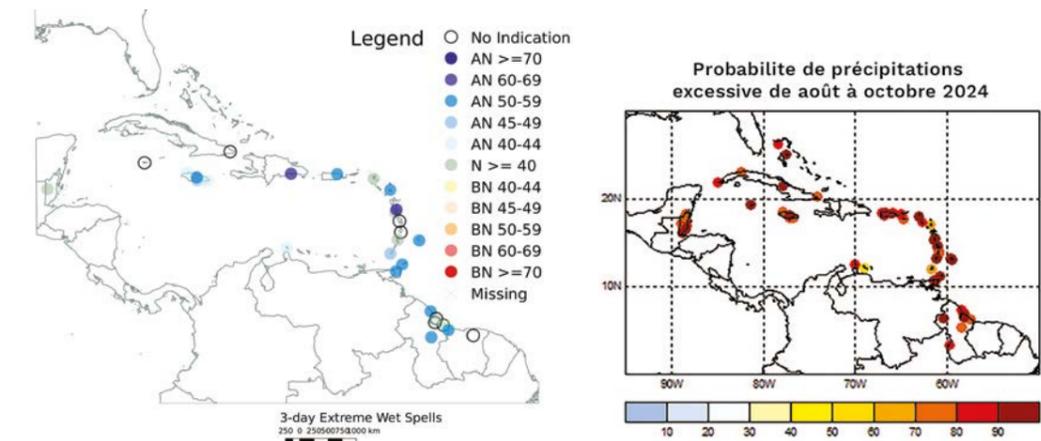
Bien que la disponibilité en eau soit indispensable à la production agricole et animale, un excès d'eau peut entraîner des conditions anaérobies dans les sols, une érosion accrue, une prolifération de parasites et de maladies, ainsi que la noyade du bétail et de la volaille. Une alerte précoce face à de telles conditions permet d'améliorer la gestion sur le terrain et d'accroître la productivité.

Les produits présentés ou mentionnés dans le Bulletin Agricole incluent (voir Figure 33) :

- Des prévisions saisonnières, des prévisions à 0 mois et des climatologies concernant l'occurrence et la fréquence des jours humides et des périodes humides de différentes intensités et durées de précipitations¹⁵⁻¹⁶. Ces périodes humides permettent d'évaluer le potentiel de saturation des nappes phréatiques, de dessèchement des sols, d'inondations, entre autres conditions dangereuses.
- Des prévisions saisonnières, des prévisions à 0 mois et des climatologies du potentiel de crues éclair, fournissant des informations sur les épisodes de précipitations excessives¹⁷ susceptibles de provoquer des crues soudaines, ainsi que sur le nombre de ces épisodes qui pourraient déclencher de telles crues.



Figure 33. A gauche : changement prévu de la fréquence des épisodes pluvieux extrêmes (1 % supérieur) sur 3 jours. A droite : probabilité d'un épisode pluvieux excessif d'août à octobre 2024.



Alerte précoce en cas de températures élevées et de chaleur excessive

Les températures élevées peuvent réduire la productivité des cultures, du bétail et de la volaille. C'est pourquoi le Centre Climatique Régional des Caraïbes (RCC) se réfère aux prévisions du tercile supérieur à 0 mois des températures diurnes (maximales) et nocturnes (minimales), ainsi qu'à un aperçu de la chaleur mis à jour mensuellement avant et pendant la saison de la chaleur dans les Caraïbes qui, de nos jours, s'étend d'environ avril à octobre. Après le mois d'octobre, les conditions sont plus fraîches. Les températures anormalement élevées et la

possibilité d'une chaleur excessive ayant un impact, en raison de nombreuses journées de canicule, n'affectent pas seulement la production directement, mais créent également des conditions qui paralysent l'activité physique et peuvent menacer la santé des agriculteurs, ce qui a un impact supplémentaire sur les niveaux de production. Les bulletins de perspectives de chaleur produits par le RCC des Caraïbes comprennent des prévisions à 0 mois d'échéance, couvrant une durée de 1 à 6 mois, sur la fréquence des jours de canicule, des climatologies, ainsi qu'une évaluation du potentiel d'impact de la chaleur.¹⁸

¹⁸ Les précipitations excessives sont définies comme des événements comportant au moins 30 mm de pluie en une journée. Les prévisions du potentiel d'inondation éclair peuvent être consultées sur : <https://rcc.cimh.edu.bb/climate-outlooks/flash-flood-potential-outlook/>



¹⁵ <http://rcc.cimh.edu.bb/dry-spells-outlook-experimental/> (Consulté le 25 janvier 2025).
¹⁶ <http://rcc.cimh.edu.bb/wet-days-wet-spells-outlook/> (Consulté le 25 janvier 2025).
¹⁷ <https://rcc.cimh.edu.bb/climate-outlooks/flash-flood-potential-outlook/> (Consulté le 25 janvier 2025).

2.3.3 Contribution de ClimSA à l'alerte précoce pour le secteur agricole dans un avenir proche

L'un des axes du programme ClimSA pour les Caraïbes, en collaboration avec le consortium EWISACTs, est de développer des informations climatiques spécifiques au secteur agricole. Cela diffère des informations génériques, bien que ciblées sur les risques, actuellement diffusées avec des messages et des implications spécifiques au secteur agricole. Les efforts pour fournir des résultats spécifiquement destinés à ce secteur ont déjà commencé et continuent de progresser. Ces produits et services, qui viendront enrichir le Bulletin CarISAM, devraient renforcer la confiance dans la prise de décision et l'élaboration des politiques.

Le CIMH collabore pour la toute première fois avec des parties prenantes des sous-secteurs de la volaille et du bétail, dans le cadre de tests sur des indices de chaleur permettant de prévoir les risques de stress thermique. Il est recommandé de donner la priorité à ces travaux, car certains animaux, par exemple en Jamaïque, pourraient déjà subir des périodes prolongées de stress thermique, même pendant l'hiver relativement frais de l'hémisphère nord (Lallo et al., 2018).

Des discussions ont déjà été entamées avec la *Caribbean Poultry Association*, une entité régionale du secteur privé, qui a exprimé son intérêt pour ce type d'informations climatiques. Un intérêt similaire a été manifesté par la *Guyana Livestock Development Authority* (GLDA). Ce projet représente également une nouvelle opportunité de renforcer ou de nouer des partenariats avec d'autres organisations caribéennes pertinentes, telles que le CARDI et l'Université des Antilles (Faculté d'Agriculture et d'Alimentation). Dans le cadre du programme ClimSA, il est prévu que les recherches menées, en particulier dans ce pays cible, la Guyane, aboutissent à la mise en place d'un système de prévision du stress thermique pour les ovins et les poulets de chair — très probablement à l'aide d'indices tels que l'Indice Température-Humidité (ITH). L'approche d'alerte précoce repose principa-

lement sur l'évaluation de la probabilité que ces seuils soient atteints ou dépassés.

Le système d'alerte précoce à la sécheresse existant sera renforcé grâce à l'intégration des résultats des recherches récentes et en cours sur l'Indice de Précipitation Standardisé (SPI) et d'autres indices, dans le cadre du programme ClimSA. Cette activité utilisera les seuils déterminés du SPI pour prévoir les niveaux d'impact de la sécheresse sur le secteur agricole, dans un premier temps en Guyane, avec l'intention d'étendre cette approche à d'autres pays des Caraïbes. Ces informations seront également essentielles à l'élaboration de plans de gestion de la sécheresse agricole pour la Guyane.

Pendant la saison sèche, les feux de brousse représentent une menace sérieuse pour l'agriculture dans les Caraïbes, une menace exacerbée en période de sécheresse (Trotman et al., 2018; Farrell et al., 2010). Grâce à une formation sur la station climatique développée par le Centre commun de recherche (JRC) de la Commission européenne, les conditions météorologiques favorables aux incendies sont désormais activement surveillées par le RCC des Caraïbes et les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) de la région (Figure 34), et devraient faire l'objet de fréquentes références pendant la saison sèche dans les Caraïbes.

Dans le cadre d'une autre initiative financée par l'Union européenne - l'Alliance Mondiale contre le Changement Climatique Plus (AMCC+) exécutée par le « Caribbean Community Climate Change Centre » (CCCC), le CIMH, en collaboration avec l'université de Florence, en Italie, a dirigé le développement de modèles de risque d'une part, pour le développement de l'oïdium et du mildiou dans les courges et d'autre part, de la mouche blanche dans les tomates (figure 35). Après quelques tests préliminaires à la Barbade et à Antigua-et-Barbuda, l'intention, dans le cadre du programme ClimSA, est de tester et valider plus rigoureusement ces modèles dans les conditions spécifiques de la Guyane.

Figure 34. Indice de gravité quotidien (DSR) du Système mondial d'information sur les feux de forêt (GWIS) pour la Barbade (en haut) et la Guyane (en dessous) en 2024 (rouge), comparé aux indices climatologiques maximum (noir), minimum (vert) et moyen (bleu). À noter : des conditions météorologiques très propices aux incendies.

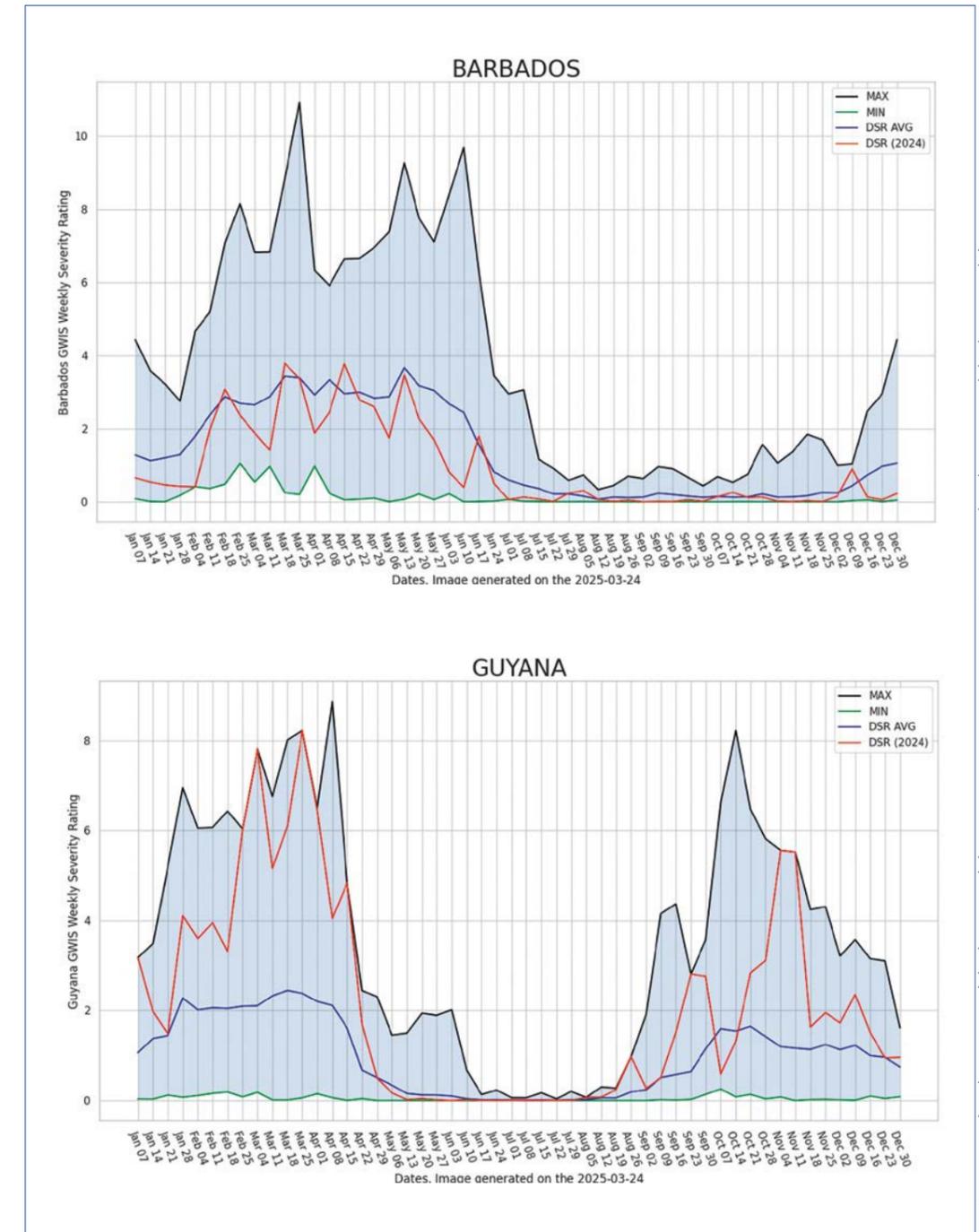
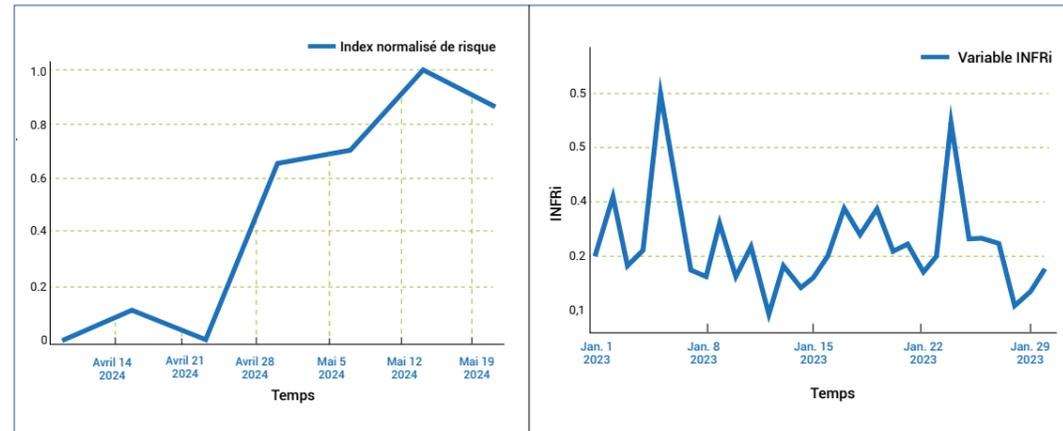


Image reprise de source originale en anglais

Image reprise de source originale en anglais

Figure 35. (a) Indice de risque généré par le modèle d'aleurode (mouche blanche) dans la tomate (à gauche), et (b) Taux d'infection de l'oïdium dans la courge (à droite).



ClimSA soutient le renforcement du Bulletin CarisAM ainsi que de son portail, en vue de son relancement prochain. L'amélioration de la diffusion et de la transmission des informations climatiques à la communauté agricole inclut l'introduction de résumés vidéo du bulletin. Cette approche permet de toucher un public plus diversifié d'agriculteurs, renforçant ainsi leur résilience et leur durabilité. Grâce à ClimSA aux Caraïbes, la communauté agricole pourra bientôt accéder au bulletin mensuel à la fois en version imprimée et en format vidéo.

La mer constitue une source alimentaire majeure pour les petits États insulaires en développement (PEID) à travers le monde – y compris dans les Caraïbes. Les récifs coralliens sont des habitats essentiels pour les poissons et d'autres espèces marines qui représentent une part essentielle du régime alimentaire caribéen. Les environnements marins chauds peuvent avoir un impact significatif sur ces habitats.

Développé par le CIMH en collaboration avec le *Global Coral Reef Watch* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), le *Caribbean Coral Reef Watch* a été produit pour la première fois en 2015 (Figure 36). Le bulletin suit les températures actuelles de la surface de la mer et la santé des récifs coralliens qui en découle, à l'échelle mondiale et en particulier dans les Caraïbes. Il cartographie les niveaux de stress thermique régionaux et

le risque de blanchiment des coraux avec un délai de 20 semaines. Cet outil d'alerte précoce comprend également des perspectives détaillées pour les pays les plus exposés au risque de blanchiment des coraux. Il est publié entre mai et décembre pour correspondre à la saison pendant laquelle le blanchiment peut se produire.

Étant donné que le poisson constitue une source essentielle de protéines dans la région, il serait pertinent d'inclure à l'avenir des informations marines, telles que le blanchissement corallien, dans les bulletins agroclimatiques, d'autant plus que dans de nombreux pays caribéens, la pêche est considérée comme un volet important de la production agricole et de la sécurité alimentaire. De plus, le CIMH, en collaboration avec les SMHN des Caraïbes et l'OMM, intensifie ses efforts pour renforcer les capacités régionales des SMHN afin de fournir des informations sur les conditions marines aux parties prenantes.

À terme, des informations relatives, par exemple, aux vagues de chaleur marines (et vagues de froid marines) pourraient devenir utiles pour la gestion des ressources marines, en particulier dans les écosystèmes récifaux caribéens (Cetina-Heredia et Allende-Arandía, 2023). Ces informations marines pourraient également être intégrées au bulletin par le biais de formats vidéo.

Figure 36. Caribbean Coral Reef Watch (<http://rcc.cimh.edu.bb/caribbean-coral-reef-watch/>).

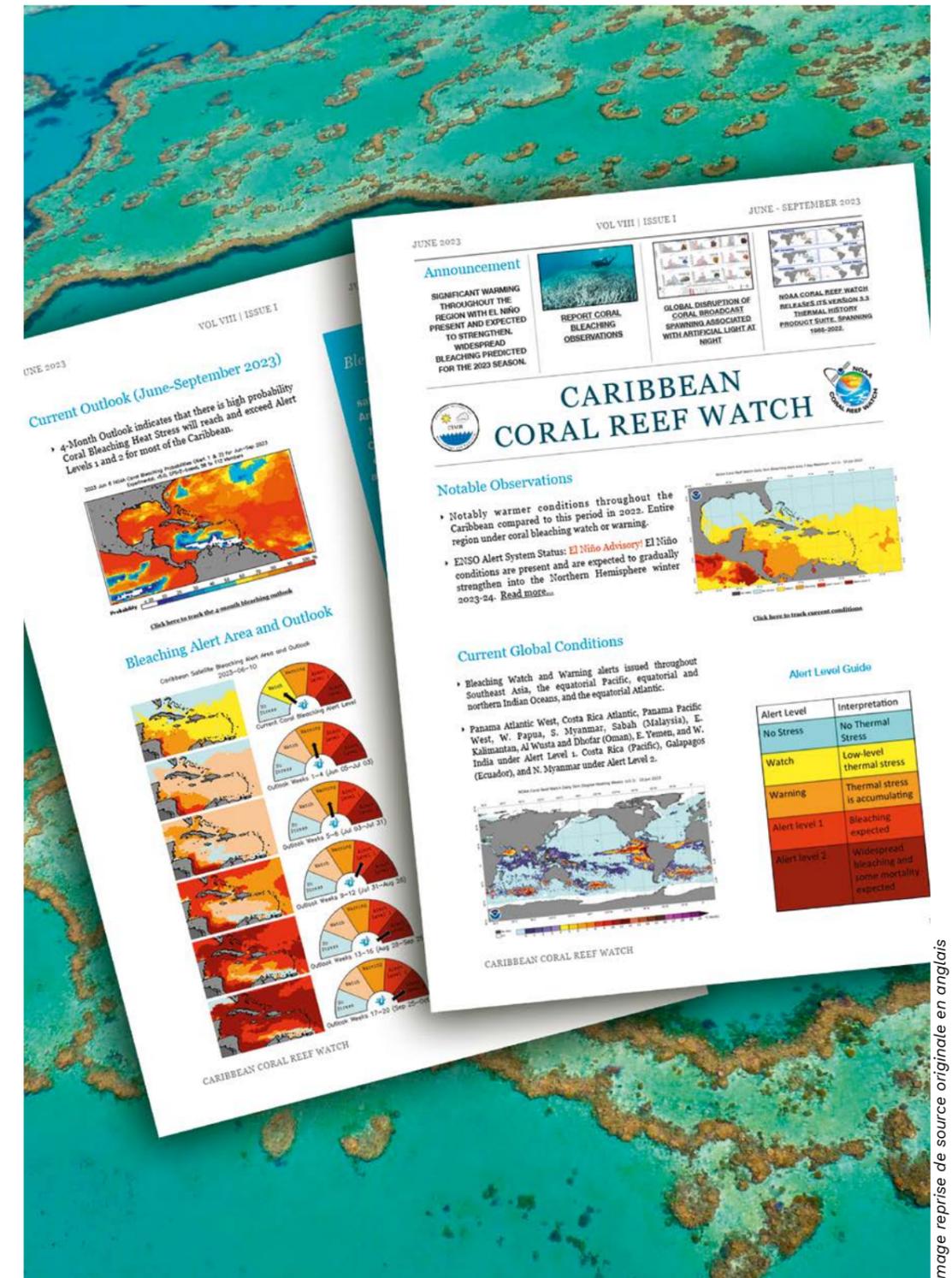


Image reprise de source originale en anglais

Conclusions

L'agriculture intelligente face au climat (Climate Smart Agriculture) est un concept qui définit des stratégies agricoles visant à garantir la sécurité alimentaire de manière durable dans un climat variable et en évolution. Elle vise à : (i) accroître de manière durable la productivité agricole et les revenus, (ii) renforcer la résilience face à la variabilité et aux changements climatiques, et (iii) réduire la contribution du secteur aux impacts liés au climat (FAO, 2019a).

Pour prendre des décisions éclairées en matière d'agriculture intelligente face au climat, il est nécessaire d'évaluer divers types d'informations – liées aux périodes sèches, à

la sécheresse, aux inondations, à l'excès d'eau et à la chaleur extrême – afin de déclencher des réponses appropriées.

Les décideurs auront probablement besoin de différents niveaux de soutien pour prendre des décisions fondées sur les risques et sur l'ensemble des informations dont ils disposent. Le Bulletin CariSAM répond à ces besoins en surveillant et en prévoyant les conditions potentiellement dangereuses lorsqu'elles se présentent. L'exploitation de ces informations peut certainement contribuer à renforcer la résilience face à un climat variable et changeant, et par conséquent, accroître durablement la productivité agricole.

Références

Cetina-Heredia, P., Allende-Arandía, M. E., 2023. Caribbean Marine Heatwaves, Marine Cold Spells, and Co-Occurrence of Bleaching Events. *JGR Oceans*. Volume 128, Issue 10. <https://doi.org/10.1029/2023JC020147>

Climate Studies Group, Mona (Eds.), 2020. "The State of the Caribbean Climate". Produced for the Caribbean Development Bank. <https://www.caribank.org/sites/default/files/publication-resources/The%20State%20of%20the%20Caribbean%20Climate%20Report.pdf>

FAO, 2019a. Handbook on climate information for farming communities – What farmers need and what is available. Rome. 184 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FAO, 2019b. Current Status of agriculture in the Caribbean and implications for Agriculture Policy and Strategy. 2030 – Food, Agriculture and rural development in Latin America and the Caribbean, N°14. Santiago de Chile. FAO. 28p Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Farrell, D., Trotman, A., Cox, C., 2010. Drought early warning and risk reduction: A case study of the drought of 2009–2010. https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/Farrell_et_al_2010.pdf (accessed June 7, 2020)

Hansen, J.W., Dinku, T., Robertson, A.W., Cousin, R., Trzaska, S. Mason, S.J., 2022. Flexible forecast presentation overcomes longstanding obstacles to using probabilistic seasonal forecasts. *Front. Clim.* 4: 908661. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.908661>

IDMP, 2022. Drought and Water Scarcity. WMO No. 1284. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden and World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

Lallo, C.H.O., Cohen, J., Rankine, D., Taylor, M., Cambell, J., Stephenson, T., 2018. Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI)—prospects for a warmer Caribbean. *Reg Environ Change* 18, 2329–2340 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1359-x>

Mahon, R., Farrell, D., Cox, S.A., Trotman, A., Van Meerbeeck, C. J., Barnwell, G., 2018. Climate Services and Caribbean Resilience: A Historical Perspective. *Social and Economic Studies*, 67(2&3), 239–260. <https://www.mona.uwi.edu/ses/article/145>

Mahon, R., Greene, C., Cox, S.A., Guido, Z., Gerlak, A.K., Petrie, J.A., et al., 2019. Fit for purpose? Transforming National Meteorological and Hydrological Services into National Climate Service Centers. *Climate Services*, 13, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.01.002>

Stephenson, T.S., Vincent, L.A., Allen, T., Van Meerbeeck, C.J., McLean, N., Peterson, T.C., Taylor, M.A., Aaron-Morrison, A.P., Auguste, T., Bernard, D., Boekhoudt, J.R.I., Blenman, R.C., Braithwaite, G.C., Brown, G., Butler, M., Cumberbatch, C.J.M., Etienne-Leblanc, S., Lake, D.E., Martin, D.E., McDonald, J.L., Zaruela, M.O., Porter, A.O., Ramirez, M.S., Tamar, G.A., Roberts, B.A., Mitro, S.S., Shaw, A., Spence, J.M., Winder, A., Trotman, A.R., 2014. Changes in extreme temperature and precipitation in the Caribbean region, 1961–2010. *Int J Climatol* 34: 2957–2971. <https://doi.org/10.1002/joc.3889>

Trotman, A.R., 2012. Climate Services and Agriculture in the Caribbean. pp 59–62. *Climate Exchange*. – Tudor-Rose

Trotman A., Joyette A., Van Meerbeeck C., Mahon R., Cox S., Cave N., Farrell D., 2018. Drought Risk Management in the Caribbean Community: Early Warning Information and Other Risk Reduction Considerations. In: Wilhite, D. and Pulwarty, R. (Eds.) (2018). *Drought and Water Crises*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b22009>

Van Meerbeeck, C., 2020. Climate Trends and Projections for the OECS region. OECS AfD.

Vaughan, C., Dessai, S., 2014. Climate services for society: origins, institutional arrangements, and design elements for an evaluation framework. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change* 5, 587–603.

Vogel, J., Letson, D., Herrick, C., 2017. A framework for climate services evaluation and its application to the Caribbean Agrometeorological Initiative. *Clim. Serv.* 6, 65–76.

Warner, D., Moonsammy, S., Joseph, J., 2022. Factors that influence the use of climate information services for agriculture: A systematic review, *Climate Services*, Volume 28, 2022, 100336, ISSN 2405-8807. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100336>

WMO, 2019. State of Climate Services Report 2019. WMO 1242.

SECTION

3

AMÉLIORER LES OBSERVATIONS ET LA SURVEILLANCE DU CLIMAT



Cette section examine comment les observations et la surveillance systématiques sont utilisées pour générer les données nécessaires au développement et à la mise en œuvre de services climatiques efficaces.

Le premier chapitre, en prenant comme étude de cas le Forum régional sur les perspectives climatiques en Afrique australe (SARCOF), tire des leçons importantes pour le secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire dans la région.

Le deuxième chapitre analyse la chaleur comme un danger dans les Caraïbes, compte tenu du risque croissant lié à la chaleur dans cette région, avec un accent particulier sur la prévision des épisodes de chaleur extrême, y compris les vagues de chaleur, et l'anticipation du stress thermique potentiel.

Le dernier chapitre de la section évalue le rôle de la surveillance spatiale du climat dans le suivi des changements atmosphériques, océaniques et terrestres au fil du temps et la manière dont les services de données évoluent grâce à la dernière génération de satellites et aux récentes avancées scientifiques et technologiques.

CHAPITRE 3.1 Leçons pour l'agriculture et la sécurité alimentaire tirées du Forum régional sur les perspectives climatiques en Afrique australe

Sureka RAMESSUR

Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC)

Le Secrétariat de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) organise le Forum régional sur les perspectives climatiques pour l'Afrique australe (SARCOF) depuis 1997. Ce Forum est coordonné par le Centre de services climatiques de la SADC (SDC), basé à Gaborone (Botswana), et couvre l'ensemble des 16 États membres de la SADC.

Chaque année, des météorologues ainsi que des représentants des ministères, d'organisations non gouvernementales (ONG) et du secteur privé se réunissent pour établir un consensus régional sur les prévisions saisonnières des précipitations pour les trois à six mois à venir. Ces prévisions sont destinées à appuyer les secteurs sensibles au climat, tels que l'agriculture et la sécurité alimentaire, la santé, l'énergie et les ressources en eau. Dans le cadre du Programme ClimSA, le Centre de services climatiques de la SADC a poursuivi l'organisation du SARCOF et a progressivement renforcé le Forum en mettant en œuvre des méthodes de prévision saisonnière objectives et en améliorant ses services climatiques. En s'appuyant sur les lignes directrices élaborées par l'Organisation météorologique mondiale (OMM), des plates-formes d'interface utilisateur régionales spécifiques aux secteurs ont été développées. Ce processus a été initié par une exploration

conjointe des besoins des utilisateurs lors du SARCOF-26 (tenu en ligne en août 2022), suivie d'une réunion de revue organisée à Johannesburg, en décembre 2022, incluant des consultations régionales avec les utilisateurs.

Lors du SARCOF-27, tenu en septembre 2023 à l'île Maurice, le Centre de services climatiques de la SADC a promu les plates-formes d'interface utilisateur régionales pour les secteurs prioritaires de ClimSA, à savoir le nexus Eau-Énergie-Alimentation, ainsi que le secteur transversal de la Réduction des risques de catastrophe (RRC). Les points focaux des États membres de la SADC pour ces quatre secteurs ont été financés par le programme ClimSA afin de participer au Forum. L'implication active des utilisateurs sectoriels durant cet événement a renforcé les échanges entre les prévisionnistes climatiques et les parties prenantes, et a favorisé la co-production, élément clé du développement de services climatiques sur mesure et du renforcement de la chaîne de valeur des services climatiques à l'échelle régionale.

En prenant SARCOF-28 comme étude de cas, ce rapport résume les leçons tirées de l'engagement du secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, en particulier l'évaluation de leurs besoins spécifiques en services climatiques.

3.1.1 Liens avec la communauté d'utilisateurs et plate-forme associée

Le SARCOF-28 s'est tenu à Maputo, au Mozambique, du 29 janvier au 2 février 2024, en format hybride. Il a été précédé par une réunion

des experts climatiques du 22 au 28 janvier 2024. À cette occasion, les avis sectoriels émis en septembre 2023 ont été réévalués

et un nouveau consensus régional a été émis concernant les précipitations pour la période de février à juin 2024 dans la région SADC.

Le forum a permis de renforcer l'établissement des plates-formes d'interface utilisateur sectorielles régionales, à travers des activités de co-production de produits de suivi climatique, ainsi que la diffusion d'informations et de mises à jour sur le guichet d'assistance technique (Helpdesk) et la Communauté de pratique, tous deux introduits lors du SARCOF-27.

Les utilisateurs et parties prenantes ont été informés de la méthodologie optimisée, et des échanges ont eu lieu en séance plénière sur les années analogues et les facteurs climatiques influents. D'autres produits pertinents pour les secteurs concernés ont été présentés, et les utilisateurs ont été formés à l'utilisation de ces produits climatiques sur mesure, notamment les dates de début des précipitations, les périodes sèches consécutives, ainsi que, entre autres, l'indice de précipitation standardisé.

Figure 37. (a) (à gauche) Prévisions pour la période octobre-novembre 2023, publiées en septembre 2023, et (b) (à droite) Catégories de précipitations observées selon les données CHIRPS2 et la moyenne à long terme 1981-2010.

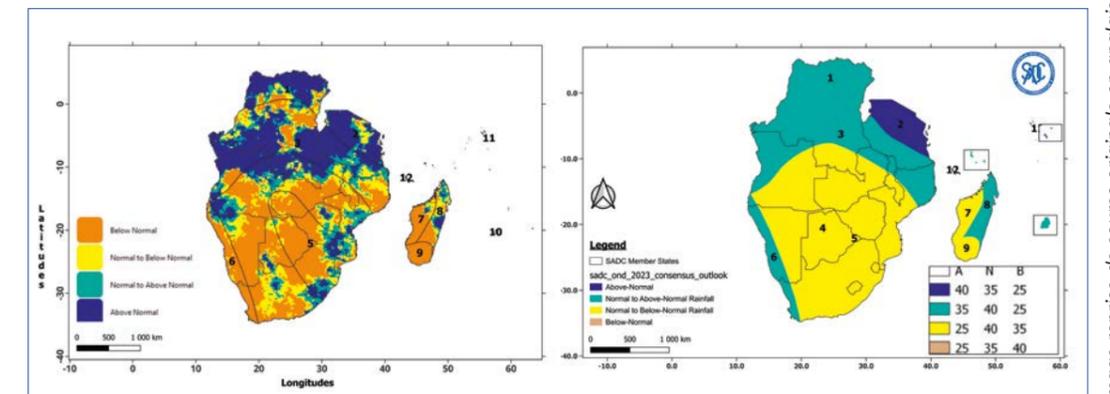


Image reprise de source originale en anglais

3.1.2 Évaluation des précipitations pour la période octobre-novembre-décembre 2023

Lors du SARCOF-27 organisé en septembre 2023, les experts climatologues issus des services météorologiques et hydrologiques nationaux de la SADC avaient prévu que la majeure partie de la région connaîtrait des précipitations normales à inférieures à la normale pour la période octobre-décembre 2023. À l'inverse, des précipitations normales à supérieures à la normale étaient attendues en République

démocratique du Congo et en République-Unie de Tanzanie (voir Figure 37a). Les précipitations observées, basées sur les données CHIRPS¹⁹ pour cette même période (voir Figure 37b), confirment partiellement ces prévisions, avec des conditions normales à supérieures à la normale observées dans la partie nord de la région SADC, et des conditions normales à inférieures à la normale observées dans la partie sud.

¹⁹ Climate Hazards InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS) est une base de données sur les précipitations quasi-mondiale couvrant plus de 30 ans. Elle combine des images satellites à une résolution de 0,05° avec des données issues de stations météorologiques in situ, afin de produire des séries chronologiques de précipitations maillées, utilisées pour l'analyse des tendances et le suivi des sécheresses saisonnières.

3.1.3 Perspectives climatiques régionales pour la période de février à juin 2024

Le SARCOF-28 a également introduit un nouveau format de prévisions, incluant des indicateurs de niveaux de confiance selon les zones géographiques. Ceux-ci varient d'un niveau de confiance élevé à un niveau plus faible (voir Figure 38). L'objectif était d'offrir des éléments d'interprétation supplémentaires aux utilisateurs des prévisions, afin qu'ils puissent prendre des décisions mieux informées, en

tenant compte de la fiabilité relative des différentes prévisions.

En comprenant les variations de niveaux de confiance, les utilisateurs peuvent mieux évaluer les risques et planifier leurs actions en conséquence, renforçant ainsi leur capacité à atténuer les impacts négatifs potentiels tout en tirant parti des conditions favorables.

Figure 38. Prévisions des précipitations pour la période (a) février-avril 2024 (à gauche) et (b) avril-juin 2024.

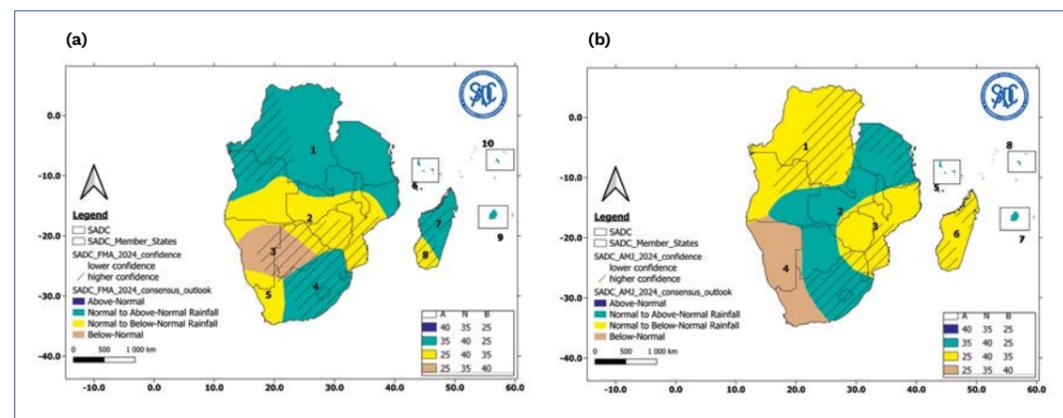


Image reprise de source originale en anglais

3.1.4 Planification et mesures d'atténuation

Cette section présente une synthèse des discussions issues des groupes sectoriels sur l'agriculture et la sécurité alimentaire. Conformément à la pratique habituelle, les communautés d'utilisateurs ont débattu des stratégies de planification et d'atténuation, en lien avec les perspectives climatiques pour la saison à venir. Ces échanges ont permis de formuler des orientations générales, sans toutefois établir de plan d'action détaillé pour chaque État membre concernant l'utilisation de la Déclaration du SARCOF.

Certaines régions touchées par une faible pluviométrie ont subi l'échec de la saison agricole octobre-décembre, en raison de l'absence de pluie. Cette situation a été aggravée dans les zones ayant déjà connu une mauvaise saison

précédente, sans amélioration au cours de la saison en cours.

Conséquences et mesures d'atténuation liées aux prévisions pour la période février-mai 2024

Zones avec prévisions humides

Des précipitations excessives étaient anticipées en Tanzanie, aux Seychelles et à l'île Maurice. Ces perspectives ont été jugées favorables à l'élevage grâce à une meilleure repousse des pâturages. En revanche, des rendements agricoles réduits pourraient résulter de l'engorgement des sols. Les crues soudaines étaient une préoccupation majeure, notamment pour les deux États insulaires.



Sur la base des conclusions du groupe technique de travail pour la période février-avril, les mesures d'atténuation potentielles en cas de précipitations normales à supérieures à la normale sont résumées comme suit:

- **Investir dans la collecte des eaux pluviales** et en faire la promotion, notamment via les jeunes entrepreneurs du secteur de l'eau.
- **Construire des structures de stockage des récoltes.**
- Pratiquer la **vaccination et le trempage du bétail.**
- **Construire des serres renforcées** pour limiter les dégâts dus à la grêle.
- **Développer les infrastructures numériques** pour faciliter la diffusion rapide de l'information.
- **Mettre en œuvre des mesures de lutte anti-acridienne** et contre les autres ravageurs.
- **Appliquer localement les engrais** selon les besoins des cultures.
- **Sensibiliser les producteurs à l'importance de récoltes anticipées** (mars-mai) dans les zones à fortes précipitations.
- **Déboucher les systèmes d'évacuation des eaux usées** et les **réseaux d'assainissement** pour éviter la contamination.

Zones avec prévisions sèches

Les prévisions régionales indiquaient que plusieurs régions/pays devraient enregistrer des précipitations inférieures à la normale durant la période février-avril 2024, notamment: la moitié sud de l'Angola; le nord-est et la majeure partie de l'ouest du Botswana; le sud du Malawi; la plus grande partie du Mozambique; les zones périphériques du nord et la majeure partie du centre et du sud de la Namibie; les régions nord-ouest et sud-ouest de l'Afrique du Sud; le sud de la Zambie; le Zimbabwe.

Ces prévisions pourraient entraîner un retard dans le démarrage de la saison des pluies, et par conséquent, un retard de la saison agricole, avec un impact négatif sur la sécurité alimentaire à Madagascar.

On prévoit également des séquences sèches prolongées et un risque accru de sécheresse, susceptibles de réduire la productivité agricole. Des épidémies de maladies telles que la chenille légionnaire d'automne sont également attendues au cours de cette période.

Stratégies d'atténuation recommandées selon les prévisions publiées en janvier 2024

En s'appuyant sur les travaux et recommandations du groupe technique pour la période février-avril, les mesures d'atténuation potentielles face à des conditions normales à inférieures à la normale, classées comme zones sèches, sont les suivantes:

- **Maintenir et renforcer les systèmes d'irrigation;**
- **Constituer des réserves de fourrage** pour le bétail;
- **Diversifier vers des systèmes agricoles alternatifs** (par exemple, plantation d'arbres, élevage de larves pour l'alimentation des volailles);
- **En période de sécheresse, la propagation de maladies zoonotiques** telles que l'anthrax est possible en raison d'une interaction accrue entre humains et animaux;
- **Activer les plans d'urgence sécheresse** dans la plupart des États membres touchés afin de guider les réponses visant à protéger les moyens de subsistance et à prévenir les pertes humaines et animales;
- **Renforcer la coordination des réponses à la sécheresse** à tous les niveaux pour en assurer l'efficacité.

3.1.5 Leçons et recommandations

Le SARCOF constitue une plateforme essentielle de dialogue et d'action face aux défis climatiques affectant les secteurs de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. À l'issue des échanges avec les acteurs de ces secteurs lors du SARCOF-28, plusieurs besoins prioritaires et recommandations ont émergé en vue de renforcer l'efficacité des services climatiques dans leur soutien aux parties prenantes agricoles.

Analyse des tendances en matière de précipitations. L'un des besoins fondamentaux identifiés concerne la nécessité de recherches approfondies sur les tendances des événements extrêmes de précipitations. Ce type d'analyse est crucial pour déterminer si les changements observés relèvent d'une tendance à long terme ou de simples fluctuations ponctuelles. Une analyse rigoureuse des tendances permet aux acteurs du secteur agricole de prendre des décisions éclairées sur le choix des cultures, les besoins en irrigation et les pratiques de gestion des exploitations.

Cartographie nationale des zones touchées par la sécheresse. Le SARCOF-28, organisé en janvier 2024 au cœur d'un fort épisode El Niño, a mis en lumière les risques ou impacts déjà en cours de sécheresse sévère dans plusieurs pays de la SADC. Les utilisateurs ont exprimé le souhait que les services météorologiques et hydrologiques nationaux fournissent des données détaillées au niveau infranational, identifiant précisément les zones touchées.

Ce niveau de détail est indispensable aux agences d'intervention pour cibler efficacement leurs actions. Une localisation précise des zones à risque permet une allocation plus efficiente des ressources, garantissant que le soutien atteigne les communautés les plus vulnérables.

Dans le contexte agricole, une identification et un suivi précis des conditions de sécheresse sont essentiels. Les agriculteurs doivent pouvoir disposer d'informations fiables et opportunes pour planifier les semis, l'irrigation et les récoltes. Cela suppose aussi la sélection de variétés résistantes à la sécheresse, l'optimisation de l'usage de l'eau et la mise en œuvre de techniques de conservation des sols. Les

évaluations en temps réel facilitent en outre le déclenchement anticipé de mécanismes d'appui, tels que la distribution de semences tolérantes à la sécheresse, la fourniture d'eau d'urgence ou la mise en œuvre de programmes d'aide alimentaire. Un ciblage précis de ces interventions permet de prévenir les pertes agricoles majeures et de préserver une sécurité alimentaire pour les communautés affectées.

Alerte précoce et cartographie des risques. Les producteurs de services climatiques apportent une contribution essentielle à l'évaluation en temps réel de la sécheresse, ce qui facilite l'activation rapide des mécanismes de soutien. Il s'agit notamment de collecter et d'analyser des données provenant de diverses sources, dont l'imagerie satellitaire, les stations météorologiques et les technologies de télédétection, afin de détecter les schémas et les tendances des conditions météorologiques, des niveaux d'humidité du sol et des taux de précipitations. En outre, il est essentiel de prévoir l'apparition et la gravité des conditions de sécheresse et d'émettre des alertes précoces à l'intention des parties prenantes, telles que les agences gouvernementales, les agriculteurs et les organisations humanitaires.

La surveillance continue et la cartographie détaillée des risques permettent d'identifier les zones et les populations les plus vulnérables, ce qui oriente les interventions ciblées et l'allocation des ressources. Les fournisseurs de services climatiques nationaux et régionaux doivent également communiquer et diffuser efficacement ces produits d'information sur la sécheresse par le biais de canaux multiples afin que toutes les parties prenantes soient informées et préparées.

Mécanismes de coordination et de communication. Les participants au SARCOF-28 ont également insisté sur l'importance de renforcer la coordination intersectorielle. Une meilleure articulation entre services météorologiques, agriculteurs et agences d'intervention permet de fluidifier la circulation de l'information, d'accroître la réactivité face aux crises, et de mettre en place des stratégies intégrées. Des

données climatiques fiables et adaptées soutiennent l'élaboration de politiques publiques, tandis que des programmes de renforcement des capacités permettent aux communautés, aux agriculteurs et aux agents gouvernementaux d'interpréter les données et d'agir efficacement face aux sécheresses. Cela garantit que les évaluations climatiques soient robustes, opportunes et exploitables, et permettent une activation rapide des mécanismes de soutien, minimisant ainsi les pertes agricoles et assurant la sécurité alimentaire des populations touchées.

Recommandations en matière d'actions anticipées

Les utilisateurs du SARCOF ont également formulé plusieurs recommandations axées sur les mesures anticipative et offrant des enseignements précieux aux producteurs de services climatiques, notamment pour renforcer leur soutien à l'agriculture et à la sécurité alimentaire. Ces enseignements soulignent l'importance de prévisions précises, d'une surveillance continue, d'une communication efficace et de la documentation pour améliorer la préparation et la réponse aux défis liés au climat.

Prévisions de température. Les utilisateurs ont souligné le manque de prévisions de température, pourtant essentielles pour anticiper les épisodes de chaleur extrême, susceptibles de provoquer des coups de chaleur et des décès. Il est recommandé que les producteurs de services climatiques développent et diffusent des prévisions de température précises et ponctuelles. Ces données permettraient aux agriculteurs et aux communautés de mettre en œuvre des mesures de protection, telles que l'ajustement des horaires de travail, une meilleure gestion de l'eau ou des réponses de santé publique adaptées. À ce jour, le SARCOF est centré sur les précipitations et ne fournit que peu d'informations sur les températures – ce qui constitue une lacune à combler.

Suivi continu du climat et diffusion d'alertes précoces. Les utilisateurs ont également recommandé une surveillance continue des conditions météorologiques et la diffusion d'informations d'alerte précoce en utilisant tous

les canaux disponibles, y compris les médias sociaux. La surveillance continue des conditions météorologiques est essentielle pour la détection précoce des phénomènes météorologiques extrêmes. Les producteurs de services climatiques doivent s'assurer qu'ils disposent de systèmes robustes pour la surveillance des conditions météorologiques en temps réel, en utilisant des données satellitaires, des capteurs au sol et d'autres technologies pour suivre les tendances météorologiques et détecter les anomalies. Une fois les menaces potentielles identifiées, il est essentiel de diffuser des informations d'alerte rapide en utilisant tous les canaux disponibles, y compris les médias sociaux, la radio, la télévision et les alertes mobiles. L'utilisation efficace de diverses plateformes de communication garantit que les alertes atteignent rapidement un large public, ce qui permet d'agir à temps pour atténuer les impacts. Cela ne concerne pas seulement les utilisateurs des secteurs de l'agriculture et de la sécurité alimentaire.

Adapter les avis d'alerte précoce. Les utilisateurs ont également recommandé la diffusion en temps utile de communications d'alerte rapide adaptées à l'objectif visé. La diffusion en temps utile des informations relatives aux alertes précoces est essentielle, mais il est tout aussi important de veiller à ce que les messages soient adaptés à l'objectif visé. Les producteurs de services climatologiques doivent élaborer des avertissements clairs, concis et facilement compréhensibles par différents publics, y compris les communautés locales. Les messages doivent être exploitables et fournir des indications précises sur les mesures à prendre en réponse à l'alerte. L'adaptation de la communication au contexte local, y compris les considérations linguistiques et culturelles, augmente la probabilité que les communautés tiennent compte des avertissements et prennent les mesures qui s'imposent.

Informez les décideurs sectoriels. Il est essentiel de soutenir les décideurs agricoles en leur fournissant des informations pertinentes et en temps utile, afin qu'ils puissent intégrer les facteurs climatiques et environnementaux dans leurs stratégies de planification, tant au niveau national, régional que mondial.

CHAPITRE 3.2 La chaleur comme risque dans les Caraïbes: développer un système d'alerte précoce

Cédric J. VAN MEERBEECK^a, Simon J. MASON^b, Theodore ALLEN^a et Adrian R. TROTMAN^a

^a Institut caribéen de météorologie et d'hydrologie, Barbade

^b Institut international de recherche sur le climat et la société, Université de Columbia, États-Unis

3.2.1 La chaleur excessive comme risque dans les Caraïbes

La température de l'air varie peu entre les saisons et d'une année à l'autre dans la région des Caraïbes. La chaleur dans cette région est atténuée par une brise d'est, en particulier dans les zones de basse altitude. Historiquement, la chaleur a donc été considérée comme une nuisance périodique plutôt que comme un aléa majeur. On peut dire que la chaleur ne constituait pas un défi significatif jusqu'à ce que des épisodes de chaleur record, accompagnés d'un inconfort physique croissant, soient enregistrés dans les Caraïbes à partir de 1995, notamment pendant la saison chaude. La saison chaude caribéenne – qui, depuis environ 2010, s'étend de avril/mai à octobre – se caractérise par la survenue récurrente de vagues de chaleur. Cependant, lorsque les chaleurs extrêmes de 2023 (c'est-à-dire, lorsque la majorité des sites caribéens surveillés ont enregistré des températures record pendant la saison chaude – Stephenson et al., 2024) se sont prolongées en 2024, cela a suscité une prise de conscience sociétale du risque lié à la chaleur.

La vulnérabilité à la chaleur n'est actuellement pas surveillée dans les Caraïbes avec le niveau de détail ni la couverture spatiale requis pour une quantification détaillée du risque thermique. Cependant, une telle quantification du risque a été réalisée dans de nombreuses régions du monde, y compris dans les zones tropicales, et les premières études pour les Caraïbes commencent à être disponibles. L'ex-

position excessive à la chaleur a des impacts sur de nombreux secteurs socio-économiques dans les Caraïbes, notamment:

- **Santé humaine:** augmentation de la mortalité et de la morbidité liées à la chaleur (par exemple, dans trois pays/territoires de l'est des Caraïbes – Pascal et al., 2022); aggravation de la vulnérabilité chez les personnes ayant une moindre condition physique; hausse de l'apathie et de l'agressivité; prolifération accélérée des maladies vectorielles telles que la dengue, etc. (par exemple, pour la Barbade – Lowe et al., 2018).
- **Gestion de l'eau:** l'augmentation des taux d'évapotranspiration sous des conditions plus chaudes contribue à la sécheresse, en réduisant la disponibilité des eaux de surface (par exemple, pour les Caraïbes – Herrera et al., 2018).
- **Éducation:** les capacités d'apprentissage des enfants diminuent significativement avec une exposition accrue à la chaleur (par exemple, aux États-Unis et à l'échelle internationale – Park et al., 2020).
- **Énergie:** augmentation de la demande en refroidissement et diminution de l'efficacité de la production énergétique.
- **Productivité nationale:** perte de dizaines à centaines de milliers d'heures de travail par pays/territoire caribéen, en particulier pour les travailleurs en extérieur dans les secteurs de la construction et de l'agriculture (par exemple, analyse mondiale – Watts et al., 2020).

- **Environnement:** aggravation des sécheresses (par exemple, les Caraïbes – Herrera et al., 2018; Van Meerbeeck, 2020); facilitation des incendies de végétation; stress accru sur les populations animales.
- **Agriculture et sécurité alimentaire:** pertes de récolte dues au flétrissement ou à la chute des fleurs (comme dans les cultures de tomates – Mills et al., 1988); mortalité et morbidité sévères liées au stress thermique chez le bétail et la volaille, avec notamment une réduction de la production de lait et

- d'œufs, respectivement (par exemple, Lallo et al., 2018); réduction de la productivité du travail chez les agriculteurs (Watts et al., 2020).
- **Environnement urbain:** besoin accru d'ombrage et d'espaces verts, ainsi que de centres de rafraîchissement pour les communautés à risque; besoin croissant de techniques de construction adaptées à la chaleur et de systèmes de refroidissement domestiques (par exemple, toitures adaptées, ventilation efficace, climatisation).

3.2.2 Tendances de chaleur dans les Caraïbes

Les observations climatiques, ainsi que les projections du changement climatique futur, fournissent de nombreuses preuves d'une augmentation des températures, ainsi que de la fréquence, de la durée et de la magnitude des vagues de chaleur au cours des dernières décennies et à venir dans les Caraïbes (Peterson et al., 2002; Stephenson et al., 2014; McLean et al., 2015; Climate Studies Group Mona, 2020; Van Meerbeeck, 2020; di Napoli et al., 2022) (voir Figure 39). Les conclusions les plus importantes concernant les températures dans la région de l'Organisation des États de la Caraïbe orientale (OECO) depuis les années 1960 sont les suivantes (Van Meerbeeck, 2020):

Nature actuelle et évolution de la chaleur en tant que danger

- Les journées et les nuits inconfortablement chaudes surviennent en moyenne 20 à 50 % du temps pendant le pic de la saison chaude.
- Il existe une tendance fortement positive du nombre de journées inconfortablement chaudes, avec en moyenne douze journées supplémentaires par décennie, ainsi qu'une augmentation de cinq à neuf nuits incon-

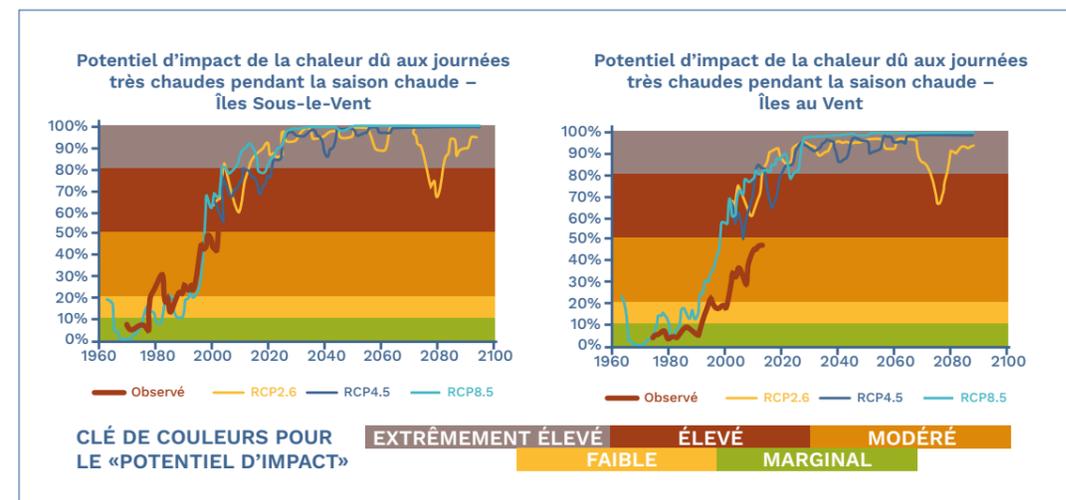
fortablement chaudes supplémentaires par décennie.

- On observe une augmentation par un facteur de quatre à cinq de la fréquence annuelle des vagues de chaleur entre les périodes observées avant et après 1995, ce qui témoigne du fait que la chaleur constitue un aléa relativement récent.

Nature future de la chaleur en tant que danger

- En se basant sur les indicateurs actuels de survenue des vagues de chaleur, la proportion projetée du temps passé en situation de vague de chaleur entre mai et octobre dans la région de l'OECO dépassera 80 % dès les années 2040.
- Des saisons chaudes comportant au moins 50 % du temps passé en vague de chaleur se manifesteront très probablement dès les années 2020, quel que soit le scénario futur de changement climatique (comme le confirment les observations de 2023 et 2024 dans plusieurs sites des Caraïbes).

Figure 39. (a) Impact potentiel récent et futur de la chaleur dans les îles Sous-le-Vent (à gauche) et (b) îles Au Vent (à droite) des Caraïbes orientales, mesuré par le pourcentage de jours chauds pendant la saison de chaleur annuelle (mai à octobre). Source : Van Meerbeeck (2020).



Source : Van Meerbeeck (2020).

3.2.3 Un cas de fourniture d'informations sur les alertes précoces à la chaleur pour les Caraïbes

Compte tenu des fortes tendances observées en matière de chaleur dans la région et des impacts dévastateurs de la chaleur sur la santé publique, la productivité nationale et l'agriculture, le développement de la résilience face à la chaleur dans les Caraïbes nécessitera des investissements significatifs. En réalité, atténuer les pires impacts d'une multitude d'aléas climatiques impose l'adoption de systèmes d'information d'alerte précoce multirisques, capables de signaler et de permettre de répondre de manière adéquate aux menaces imminentes. Cela est particulièrement vrai lorsque les aléas climatiques se succèdent rapidement ou coïncident, comme dans le cas de vagues de chaleur survenant juste après des ouragans (Guido et al., 2022). Au cours des dernières années, la majorité des décès indirects causés par plusieurs ouragans dévastateurs ont été dus à une vague de chaleur survenant immédiatement après un ouragan majeur – comme ce fut le cas de l'ouragan Maria (2017) à Porto Rico (Kishore et al., 2018).

la chaleur sont publiées chaque mois avant et pendant la saison chaude sur le site du RCC Caraïbes, à la page dédiée suivante: (rcc.cimh.edu.bb/heat-outlook). Elles fournissent des informations sur les impacts attendus de la chaleur (et, de manière qualitative, le niveau de ces impacts) dans plusieurs secteurs socio-économiques, ainsi que des données historiques, des prévisions saisonnières de température, des prévisions de fréquence des jours de vague de chaleur et de la proportion de temps passée en vague de chaleur pendant la période concernée.

En complément des prévisions saisonnières portant sur une variété de risques²⁰, le RCC Caraïbes, dans le cadre du CariCOF, a récemment commencé à produire des prévisions expérimentales sous-saisonnières du risque d'épisodes de fortes pluies et du nombre de jours secs. Ces prévisions ont été lancées, entre autres, grâce à une collaboration dans le cadre d'un projet financé par l'Union européenne, à travers l'initiative Alliance Mondiale contre le Changement Climatique Plus (AMCC+). Compte tenu du risque de chaleur s'accroissant de manière rapide dans les Caraïbes, il est nécessaire de mettre en œuvre des prévisions sous-saisonnières de température, avec une attention particulière portée à la prévision des chaleurs extrêmes, y compris des vagues de chaleur. La recherche et développement, ainsi que le déploiement d'une telle ligne de prévisions sous-saisonnières, constitue l'une des activités principales du projet ClimSA Caraïbes, qui sera mis en œuvre par le CIMH, en collaboration avec l'IRI, à partir de 2024. L'activité proposée contribuera à la mise en œuvre de prévisions en temps réel du risque de chaleur extrême sous-saisonnières dans la région.

Depuis 2017, le Centre climatique régional désigné par l'OMM (RCC Caraïbes) – hébergé par l'Institut Caribéen de Météorologie et d'Hydrologie (CIMH) – produit opérationnellement des perspectives saisonnières sur la chaleur dans le cadre de sa gamme de produits et services de prévision saisonnière. Cela a été rendu possible, grâce à la collaboration entre le RCC Caraïbes et les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) de la région qu'il dessert, sous l'égide du Forum caribéen sur les perspectives climatiques (CariCOF), ainsi qu'au soutien en recherche et développement de l'*International Research Institute for Climate and Society* (IRI) de l'Université Columbia. Ces perspectives sur

²⁰ Les prévisions sous-saisonnières anticipent les conditions climatiques et les aléas associés sur une période d'une à deux semaines, avec une publication effectuée une à quatre semaines à l'avance.

3.2.4 Vers une prévision du stress thermique sub-saisonnier à saisonnier dans les Caraïbes

Redéfinir les vagues de chaleur en tenant compte du stress thermique chez l'humain

Une récente publication de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) a passé en revue une liste d'indicateurs de chaleur et de stress thermique (OMM 2024 – à paraître), en améliorant les tentatives précédentes de définition des vagues de chaleur. Les caractéristiques des vagues de chaleur devraient idéalement inclure :

- **Référence locale** – les vagues de chaleur sont définies par rapport à la climatologie locale, et non à partir de seuils absolus ;
- **Chaleur excessive** – le niveau de chaleur au-dessus d'un seuil défini principalement en fonction de la climatologie annuelle (afin de distinguer les vagues de chaleur des périodes chaudes, ces dernières correspondant à des épisodes de chaleur excessive hors saison chaude) ;
- **Chaleur cumulative** (la chaleur excessive s'accumule sur une succession de jours) ;
- **Chaleur soutenue** (la chaleur persiste la nuit et se prolonge sur plusieurs jours consécutifs).

Une multitude de facteurs environnementaux (par ex. : température, vent, humidité, rayonnement), facteurs physiologiques humains (par ex. : âge, maladies chroniques préexistantes, taux métabolique, prise de médicaments, etc.) et stratégies d'adaptation à la chaleur (par ex. : type de vêtements, accès à des espaces rafraîchis, etc.) déterminent le niveau de stress thermique ressenti par une personne à un moment donné.

Ainsi, une quantification précise du stress thermique individuel nécessite des modèles sophistiqués, souvent très exigeants en données. En alternative, on peut caractériser le niveau d'impact thermique à l'aide d'indices de chaleur beaucoup moins gourmands en données.

Les modèles sophistiqués de stress thermique sont difficilement utilisables à des fins d'alerte précoce dans des régions où les données sont limitées, comme les Caraïbes. Puisque l'objectif général de l'alerte précoce sur la chaleur est d'informer la mise en œuvre d'actions anticipatoires appropriées (préparation et réponse), l'utilisation d'indices de chaleur simples pour caractériser le stress thermique peut s'avérer une alternative réalisable et efficace.

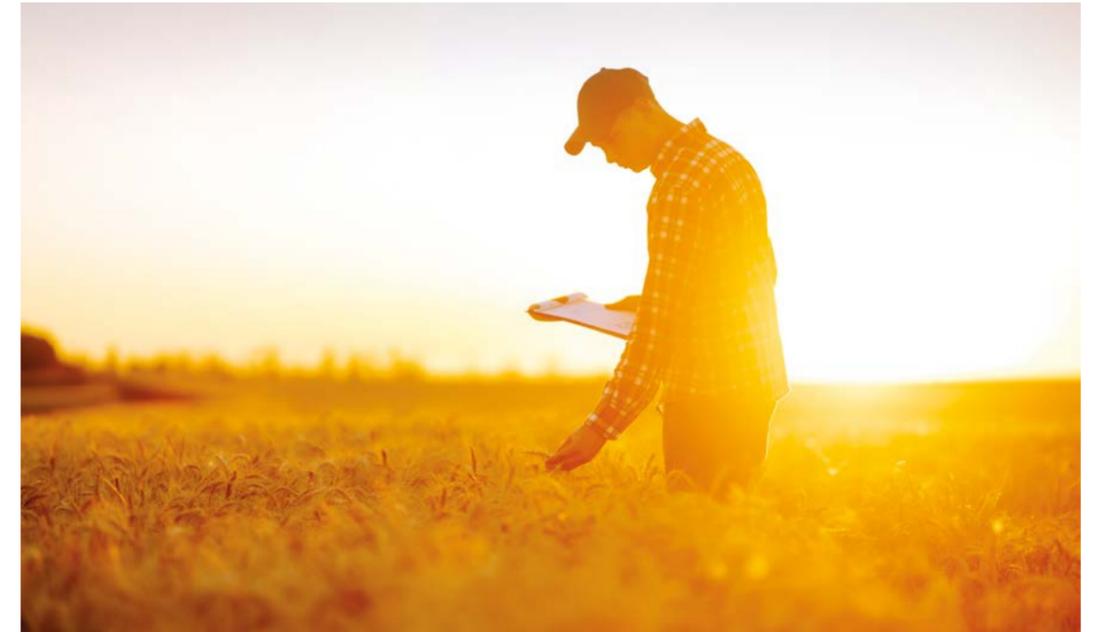
Conception d'un système de prévision sub-saisonnier du stress thermique

La définition actuelle des vagues de chaleur du CariCOF (c'est-à-dire une période d'au moins deux jours consécutifs pendant laquelle les températures maximales diurnes se situent dans les 10 % les plus élevés des mesures historiques) intègre actuellement trois des caractéristiques de définition, mais ne tient pas compte de la chaleur soutenue. La chaleur soutenue pourrait être incorporée en prenant en compte les températures minimales journalières. En outre, la définition du CariCOF ne tient pas compte de l'humidité. Cette définition est avant tout un compromis pratique, basé sur les limites des données dans la région, bien qu'il ait été reconnu que c'est la chaleur humide, par opposition à la chaleur sèche, qui constitue une menace dans la région.

Dans le cadre de la composante Caraïbes du programme ClimSA, une consultance vise à aider à la conception d'un système de prévision sub-saisonnier du stress thermique basé sur les étapes suivantes :

a) Affiner la définition des chaleurs extrêmes

Les données sur l'humidité sont indisponibles et/ou inutilisables pour une grande partie de la région. À la place, les températures minimales pourraient être incluses (i) comme une approximation raisonnable de l'humidité, et (ii)



pour intégrer la composante de chaleur soutenue dans la définition OMM des vagues de chaleur. Des définitions plus précises des chaleurs extrêmes seront proposées et utilisées comme base pour de nouvelles prévisions sous-saisonniers et pour améliorer les prévisions saisonnières existantes.

b) Faciliter le calcul des prévisions sub-saisonniers et saisonnières des chaleurs extrêmes

Le calcul automatique des prévisions d'épisodes météorologiques (weather-spells) à partir de données journalières en entrée sera intégré dans le *Climate Predictability Tool* (CPT), utilisé dans toute la région pour les prévisions opérationnelles. Ces épisodes météorologiques permettront de définir les vagues de chaleur, en tenant compte de la chaleur cumulative.

c) Évaluer la prévisibilité sous-saisonnaire de la chaleur extrême

Une évaluation de la compétence des prévisions de chaleur extrême à l'échéance de la 2^e semaine, puis aux semaines 3 et 4, sera

réalisée à partir des modèles climatiques globaux opérationnels de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis et du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF).

Alors que le modèle de la NOAA a déjà été utilisé pour alimenter le CPT pour les prévisions d'extrêmes pluviométriques, le modèle de l'ECMWF – reconnu comme l'un des plus performants au monde pour les prévisions sous-saisonniers – a récemment commencé à rendre ces prévisions disponibles en accès libre. Pour tirer parti de cette avancée, un système d'ensemble multi-modèles sera mis en œuvre.

d) Formation

Des formations à la production et à l'interprétation de ces nouvelles prévisions seront organisées à l'intention des météorologues et climatologues lors d'une série d'ateliers de formation pré-CariCOF en 2024 et 2025; et à destination des professionnels de santé, météorologues et autres parties prenantes, lors d'un atelier multi-acteurs prévu en 2025.

Références

- Climate Studies Group Mona (Eds.), 2020. "The State of the Caribbean Climate". Produced for the Caribbean Development Bank. <https://www.caribank.org/sites/default/files/publication-resources/The%20State%20of%20the%20Caribbean%20Climate%20Report.pdf>
- Di Napoli, C., Allen, T., Méndez-Lazaro, P.A., Pappenberger, F., 2022. Heat stress in the Caribbean: Climatology, drivers, and trends of human biometeorology indices. *Int. J. Climatol.* (2022). <https://doi.org/10.1002/joc.7774>
- Herrera, D.A., Ault, T.R., Fasullo, J.T., Coats, S.J., Carrillo, C.M., Cook, B.I., Park Williams, A.P., 2018. Exacerbation of the 2013–2016 Pan-Caribbean drought by anthropogenic warming. *Geophysical Research Letters*, 45, 10,619–10,626. <https://doi.org/10.1029/2018GL079408>
- Guido, Z., Allen, T., Mason, S.J., Méndez-Lázaro, P.A., 2022. Hurricanes and anomalous heat in the Caribbean, *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL099740. <https://doi.org/10.1029/2022GL099740>
- Kishore, N., Marqués, D., Mahmud, A., Kiang, M. V., et al., 2018. Mortality in Puerto Rico after hurricane Maria. *New England J. Medicine*, 379(2), 162-170.
- Lowe, R., Gasparrini, A., Van Meerbeeck, C.J., Lippi, C.A., Mahon, R., Trotman, A.R., et al., 2018. Nonlinear and delayed impacts of climate on dengue risk in Barbados: A modelling study. *PLoS Med.* 2018; 15:e1002613. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002613>
- McLean, N.M., Stephenson, T.S., Taylor, M.A., Campbell, J.D., 2015. Characterization of Future Caribbean Rainfall and Temperature Extremes across Rainfall Zones. *Advances in Meteorology* (2015), pp. 18. <https://doi.org/10.1155/2015/425987>
- Mills, L., Johnson, W., 1988. Common Tomato Disorders Under Desert Conditions. University of Nevada Reno. Retrieved October 2024, from <https://naes.agnt.unr.edu/PMS/Pubs/1988-3266.pdf>
- Ozores-Hampton, M., Kiran, F., MacAvoy, G. (n.d.). Blossom drop and reduced fruit set in tomatoes. Retrieved October 2024, from <https://swfrec.ifas.ufl.edu/docs/pdf/veg-hort/tomato-institute/presentations/ti2011/ozores.pdf>
- Park, R.J., Behrer, A.P. and Goodman, J., 2021. Learning is inhibited by heat exposure, both internationally and within the United States. *Nat. Hum. Behav.* 5, 19–27. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00959-9>
- Pascal, M., Wagner, V., Corso, M., Lagarrigue, R., Solet, J., Daudens, E., Aubert, L., Rousseau, C., 2022. Influence of temperature on mortality in the French overseas regions: a pledge for adaptation to heat in tropical marine climates. *International Journal of Biometeorology*. 2022 Jun;66(6):1057-1065. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02257-7>
- Peterson, T.C., Taylor, M.A., Demeritte, R., Duncombe, D.L., et al., 2002. Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. *J. Geophys. Res.* 107(D21): 4601. <https://doi.org/10.1029/2002JD002251>
- Stephenson, T.S., Taylor, M.A., Trotman, A., Van Meerbeeck, C.J., Clarke, L., et al., 2024. Regional Climates - Caribbean. [in "State of the Climate in 2023"]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 105 (8), S292–S294.
- Stephenson, T.S., Vincent, L.A., Allen, T., Van Meerbeeck, C.J., et al., 2014. Changes in extreme temperature and precipitation in the Caribbean region, 1961–2010. *Int. J. Climatol.* (2014). <https://doi.org/10.1002/joc.3889>
- Van Meerbeeck, C.J., 2020. Climate Trends and Projections for the OECS Region. OECS Climate Change Adaptation Strategy & Action Plan - Technical Report Ref. 8 41 2412. Organisation of Eastern Caribbean States Commission, pp. 80. <https://rcc.cimh.edu.bb/files/2021/08/OECS-Climate-Report.pdf>
- Watts, N., et al., 2020²¹. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, Volume 394, Issue 10211, 1836 - 1878.
- WMO, *in press*. Handbook of Extreme-Heat Indicators, Indices and Metrics; A Measurement Guide for Characterising and Monitoring Heatwaves for Impact Services.

²¹ Pour obtenir la liste complète des auteurs, visitez [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)32596-6/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)32596-6/abstract)

CHAPITRE 3.3 Assurer une surveillance climatique à long terme depuis l'espace: un effort global et innovant

Hervé TREBOSEN et Vincent GABAGLIO

Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT)

3.3.1 Introduction

Face à l'accélération du changement climatique, le besoin d'une surveillance cohérente et à long terme du climat n'a jamais été aussi pressant. Les observations spatiales jouent un rôle crucial dans le suivi des évolutions atmosphériques, océaniques et terrestres au fil du temps.

Les satellites offrent une perspective globale, permettant la collecte de données essentielles pour comprendre la variabilité et les tendances climatiques. Toutefois, exploiter pleinement ce potentiel nécessite des efforts internationaux concertés en matière de recalibrage et retraitement des données, d'extraction d'archives climatiques, et de mise à disposition de ces informations aux utilisateurs finaux et aux scientifiques.

Un effort mondial collaboratif a vu le jour pour garantir la continuité des observations climatiques, en s'appuyant sur des technologies avancées et des innovations visant à améliorer la précision et la fiabilité des données. Cet effort est au cœur de la mission d'EUMETSAT, qui veille à ce que ses services de données évoluent au rythme des progrès scientifiques et technologiques.

L'évolution continue des technologies satellitaires, des instruments et des techniques de traitement, ainsi que le développement de nouveaux produits pertinents pour le climat, est pilotée par des organismes internationaux, des opérateurs de satellites et des institutions de recherche, travaillant ensemble pour que la surveillance climatique à long terme depuis l'espace reste solide et pérenne.

3.3.2 Un effort mondial

Cet effort mondial pour assurer la surveillance climatique à long terme depuis l'espace constitue une initiative coordonnée menée par des organisations internationales, des opérateurs de satellites et des institutions de recherche. Il s'est concrétisé à travers la stratégie vers une architecture de surveillance du climat depuis l'espace²². Parmi les principaux acteurs figurent le Groupe de coordination des

satellites météorologiques (CGMS), l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'Agence spatiale européenne (ESA), l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT), entre autres. Ces entités collaborent pour garantir que les données satellitaires destinées à la surveillance du climat soient continues, précises et accessibles.

²² <https://cgms-info.org/publication/strategy-towards-an-architecture-for-climate-monitoring-from-space/>

Les organisations internationales, telles que l'OMM et le CGMS, jouent un rôle de leadership essentiel dans l'établissement de normes mondiales, la coordination du partage des données et la promotion de la coopération entre les programmes satellitaires nationaux et régionaux. Le CGMS, par exemple, veille à ce que les missions satellitaires soient planifiées et opérées de manière complémentaire, en fournissant des ensembles de données harmonisées indispensables pour suivre les tendances et changements climatiques sur plusieurs décennies.

Les opérateurs de satellites, membres du Comité de coordination des satellites d'observation de la Terre (CEOS), tels que EUMETSAT, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) et la NASA (National Aeronautics and Space Administration), gèrent les aspects techniques des missions de surveillance climatique. Ils veillent à ce que les satellites soient équipés de capteurs et instruments capables de mesurer les variables climatiques essentielles (ECVs), indispensables à la compréhension du climat. Les opérateurs ont également la responsabilité de maintenir la continuité des données en lançant des générations successives de satellites, tels que Meteosat Troisième Génération (MTG), le Système Polaire EUMETSAT – Deuxième Génération (EPS-SG) et les satellites Sentinel dans le cadre du programme Copernicus de l'Union européenne.

Les institutions de recherche et les scientifiques jouent un rôle central dans l'interprétation des données satellitaires et leur

transformation en informations exploitables. Des organisations internationales et initiatives telles que le Service Copernicus sur le changement climatique, ainsi que des agences météorologiques nationales, réalisent des analyses scientifiques et modélisent les données pour améliorer les prévisions climatiques et approfondir la compréhension des dynamiques climatiques. Ces efforts permettent aux décideurs du monde entier d'accéder à des informations fiables pour orienter les politiques climatiques.

Durabilité et robustesse

La dimension mondiale de cet effort nécessite une planification coordonnée et à long terme. Les missions satellitaires sont souvent conçues pour se chevaucher, afin de garantir l'absence de lacunes dans la couverture des données lorsque les satellites atteignent la fin de leur vie opérationnelle. Par ailleurs, des programmes tels que le Système mondial d'observation du climat (GCOS) et l'Initiative pour le changement climatique de l'ESA œuvrent à la définition des variables climatiques critiques devant être surveillées, et à garantir leur collecte continue via des observations satellitaires soutenues.

Ce cadre mondial permet à la surveillance climatique depuis l'espace d'être à la fois robuste et durable, grâce à sa capacité à produire des données de haute qualité, continues, et exploitées sur le long terme. Il fournit les ressources nécessaires pour comprendre et relever efficacement les défis de la crise climatique.

3.3.3 Le rôle du CGMS dans la surveillance du climat

Le Groupe de coordination des satellites météorologiques (CGMS) est composé de plusieurs opérateurs internationaux majeurs de satellites et d'organisations clés. Il joue un rôle central dans la coordination des missions satellitaires mondiales, en veillant à la coopération et à l'harmonisation entre les agences

spatiales. Le CGMS constitue une plateforme d'échange de données et de progrès technologiques, contribuant à la construction d'un système mondial de surveillance du climat à la fois cohérent et complet. Cette approche collaborative est essentielle pour assurer la production continue des variables climatiques

essentielles (ECVs), indispensables à la compréhension des tendances et dynamiques climatiques.

L'une des principales contributions du CGMS est son rôle dans la définition des VCE, qui sont des paramètres essentiels contribuant à la caractérisation du climat de la Terre. Ces variables, établies dans le cadre du système mondial d'observation du climat

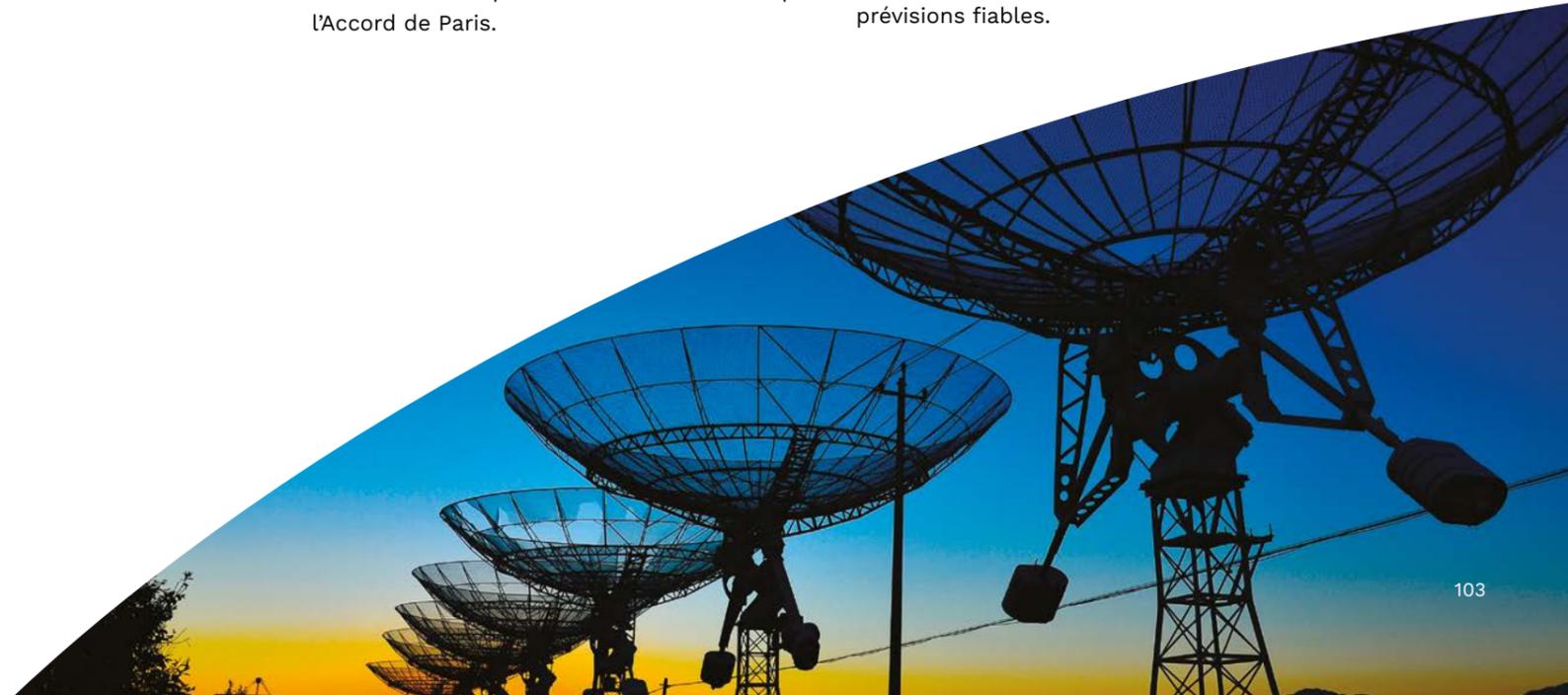
(GCOS), constituent la base scientifique de la recherche sur le climat, de l'élaboration des politiques et de la mise en œuvre des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Le CGMS contribue à assurer la continuité et la disponibilité à long terme des données satellitaires utiles à la surveillance des VCE, notamment la température atmosphérique, les concentrations de gaz à effet de serre, l'élévation du niveau de la mer et la couverture glaciaire.

3.3.4 Une contribution majeure: la définition des variables climatiques essentielles (ECVs)

Les variables climatiques essentielles (ECVs) sont au cœur des efforts de surveillance climatique. Elles fournissent les indicateurs clés permettant aux scientifiques d'évaluer les changements affectant le système climatique terrestre. Les observations par satellite sont cruciales pour le suivi de nombreuses de ces variables, notamment celles qui nécessitent des jeux de données globaux et à long terme. Le CGMS joue un rôle stratégique en soutenant la communauté internationale pour s'assurer que les missions satellitaires fournissent les mesures nécessaires. Par ailleurs, ces ensembles de données sont essentiels pour la validation des modèles climatiques, l'analyse des tendances, ainsi que pour appuyer les accords climatiques internationaux tels que l'Accord de Paris.

À travers ses partenariats – notamment avec Copernicus –, EUMETSAT fournit des données pérennes et de haute qualité pour la production des ECVs. Ses satellites, tels que Metop et Meteosat, offrent des jeux de données essentiels à la surveillance du climat terrestre, soutenant ainsi les efforts internationaux, à l'image de ceux menés par le GCOS, pour garantir la continuité et la fiabilité des données.

Les satellites d'EUMETSAT fournissent plus de 40 ans de données climatiques, contribuant à l'Architecture de surveillance du climat du GCOS. Cette archive à long terme assure une continuité et une fiabilité précieuses des données climatiques, indispensables à l'élaboration de modèles climatiques robustes et de prévisions fiables.



Encadré 5. Contribution d'EUMETSAT au programme ClimSA.

EUMETSAT met à la disposition du programme ClimSA plus de 40 ans d'observations satellitaires sur l'Afrique afin de soutenir la chaîne de valeur des services d'information sur le climat. La richesse des données satellitaires d'EUMETSAT, y compris les observations météorologiques en temps réel et les archives climatiques historiques, joue un rôle essentiel dans le renforcement de la capacité du Programme ClimSA à surveiller et analyser les phénomènes météorologiques, la variabilité climatique, ainsi que les évolutions environnementales à long terme sur l'ensemble du continent africain.

EUMETSAT apporte également son appui à la Commission de l'Union africaine et les centres spécialisés des Communautés économiques régionales à se procurer les équipements nécessaires pour accéder aux données satellitaires et les exploiter: les stations de travail PUMA (Preparation for Use of Meteosat in Africa) 2025 pour les prévisions météorologiques et l'alerte précoce, et les stations ClimSA, développées par le Centre commun de recherche (JRC)

de l'Union européenne, destinées à l'analyse climatologique et aux services climatiques.

Ces deux types de stations exploitent d'importants volumes de données satellitaires pour produire des produits et services clés, utilisés dans les prévisions météorologiques ou la surveillance du climat, avec des applications concrètes telles que la prévision des rendements agricoles. Parmi ces produits figurent notamment: les orages à développement rapide, les taux de précipitations convectives, l'estimation des précipitations, le rayonnement solaire en surface, l'indice de surface foliaire, l'évapotranspiration, et la fraction de rayonnement photosynthétique actif absorbé.

En étroite collaboration avec quatre centres de formation en Afrique, spécialisés en météorologie satellitaire, EUMETSAT contribue également à la formation du personnel des services météorologiques nationaux pour l'utilisation de ces équipements, en vue de fournir des services météorologiques, hydrologiques et climatiques adaptés aux besoins de leurs communautés.

3.3.5 L'avenir de la surveillance spatiale du climat

Les nouvelles générations de satellites sont conçues pour améliorer la précision et l'étendue des observations. Trois programmes satellitaires clés contribueront de manière significative à la surveillance du climat au cours des prochaines années: Meteosat Troisième Génération (MTG), le Système polaire EUMETSAT – Deuxième Génération (EPS-SG), et la mission européenne de surveillance du CO₂ (CO2M).

Météosat de troisième génération (MTG-I et MTG-S). Le programme MTG comprend deux types de satellites, MTG-I (Imager) et MTG-S (*Sounder*), qui, ensemble, fourniront des données essentielles à la surveillance climatique pour les 20 prochaines années. Le premier satellite MTG-I a été lancé en 2022. Le MTG-I offrira prochainement une imagerie à haute

résolution des systèmes météorologiques, ainsi que des évolutions de l'humidité et de la température atmosphérique, ce qui améliorera la surveillance des phénomènes climatiques à court terme tels que les tempêtes et les vagues de chaleur. Parallèlement, le MTG-S, équipé d'un sondeur infrarouge, permettra une mesure continue du profil vertical de l'atmosphère, élément essentiel pour la détection des évolutions climatiques à long terme, notamment en ce qui concerne les modifications des régimes de température et d'humidité.

Système polaire de deuxième génération d'EUMETSAT (EPS-SG) ou METOP-SG. Le système EPS-SG est conçu pour fournir les données satellitaires de la prochaine génération

issues d'une orbite polaire. Le lancement du premier satellite EPS-SG est prévu pour 2025. Ce satellite garantira la continuité des observations climatiques en orbite polaire, en particulier pour le suivi de variables climatiques essentielles (ECVs) telles que la température de surface de la mer, la glace de mer et la couverture nuageuse. L'ensemble des instruments embarqués sur les satellites EPS-SG permettra d'améliorer la précision et la fréquence de la collecte de données, offrant des analyses plus détaillées du système climatique et renforçant la performance des modèles climatiques.

Mission européenne de surveillance du CO₂ (CO2M). La mission européenne de surveillance

du CO₂ (CO2M) est l'une des nouvelles missions les plus importantes en termes de surveillance du climat à long terme. Lancée dans le cadre du programme Copernicus de l'Union européenne, CO2M est conçue pour suivre les émissions mondiales de CO₂ avec une précision sans précédent. Ce satellite mesurera depuis l'espace les émissions anthropiques de CO₂, fournissant des données essentielles pour le suivi des gaz à effet de serre et l'évaluation de l'efficacité des efforts mondiaux de réduction du carbone. La contribution de CO2M sera indispensable pour mieux comprendre le cycle global du carbone et éclairer les politiques visant à réduire les émissions.

3.3.6 L'innovation d'EUMETSAT dans la surveillance du climat

L'innovation est au cœur de la mission d'EUMETSAT, garantissant que ses services de données évoluent en permanence avec les progrès scientifiques et technologiques. À travers des initiatives telles que *Destination Earth* et sa participation à l'*European Weather Cloud*, EUMETSAT soutient la transformation numérique, permettant un traitement et une diffusion des données plus rapides et plus efficaces. L'organisation explore également le potentiel de l'intelligence artificielle (IA) et de l'apprentissage automatique pour améliorer l'exploitation des données et fournir aux utili-

sateurs de nouveaux éclairages sur les dynamiques climatiques.

L'évolution continue des algorithmes et le développement de nouveaux produits fondés sur les observations satellitaires permettent à EUMETSAT de rester à la pointe de la météorologie satellitaire. Ces innovations garantissent que les jeux de données climatiques produits répondent aux plus hauts standards de précision et de fiabilité, fournissant aux décideurs des informations robustes pour faire face efficacement au changement climatique.

3.3.7 Conclusions

Assurer une surveillance climatique à long terme depuis l'espace constitue un effort collectif qui repose sur une innovation continue et une collaboration internationale renforcée. Des initiatives telles que le CGMS jouent un rôle central en facilitant ces coopérations et en assurant la circulation des données climatiques essentielles. Avec le développement de satellites de nouvelle génération tels que MTG, EPS-SG et CO2M, l'avenir de l'observation climatique depuis l'espace contribuera de manière encore

plus déterminante à l'effort mondial pour comprendre et atténuer les effets du changement climatique. Les stations ClimSA récupèrent la majorité des jeux de données satellitaires via le système de diffusion EUMETCast et le Copernicus C3S Data Store. Au cours des prochaines décennies, ces avancées permettront de maintenir une surveillance continue du climat de la Terre, de répondre aux nouveaux défis et de soutenir les politiques publiques visant à protéger notre planète pour les générations futures.

SECTION

4

ADAPTER LA RECHERCHE, LA MODÉLISATION ET LES PRÉVISIONS CLIMATIQUES

Cette section explore la manière dont la recherche, la modélisation et la prévision font progresser les connaissances scientifiques nécessaires à l'amélioration des services climatiques, afin de mieux répondre aux besoins des utilisateurs.

Le premier chapitre présente des projections climatiques actualisées ainsi que leur répartition spatiale pour l'Afrique à l'horizon proche (2041-2060); en alertant les décideurs politiques sur les catastrophes climatiques à venir, ces informations deviennent de plus en plus importantes alors que les nations africaines s'efforcent de répondre aux effets croissants du changement climatique au cours des prochaines décennies.

Le second chapitre examine le rôle du changement climatique dans l'intensification de l'épisode El Niño de 2015/2016 et ses implications pour l'Afrique australe; il explore comment les enseignements tirés de récents épisodes El Niño et des études d'attribution peuvent enrichir les pratiques actuelles de prévision, renforcer la résilience et contribuer aux discussions internationales sur les pertes et dommages, en particulier pour les pays ACP, qui sont touchés de manière disproportionnée par la variabilité et le changement climatiques.

CHAPITRE 4.1 Mise à jour des projections climatiques et de leur répartition spatiale pour l'Afrique dans un avenir proche (2041–2060)

Kamoru Abiodun LAWAL

Centre africain des applications météorologiques pour le développement (ACMAD)

4.1.1 Introduction

Les pays africains sont particulièrement vulnérables aux conséquences du changement climatique telles que la désertification, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses, des inondations, du stress hydrique et de la pénurie d'eau, l'insécurité alimentaire ainsi que la recrudescence des maladies. Ces impacts négatifs représentent des défis majeurs pour le développement socio-économique du continent. C'est pourquoi des projections climatiques actualisées, fondées sur des données scientifiques fiables, ainsi que leur répartition spatiale, sont essentielles pour permettre aux pays africains de faire face aux risques climatiques de manière opportune et de s'adapter efficacement au changement climatique.

L'objectif de ce travail est de présenter les réponses climatologiques spatiales aux évolutions futures de la température maximale de l'air à 2 mètres (c'est-à-dire la température de surface) et des précipitations, à l'horizon proche (2041–2060), à l'échelle du continent africain. En alertant les décideurs sur les catastrophes climatiques potentielles à venir, ces informations sont appelées à jouer un rôle de plus en plus déterminant dans les efforts déployés par les pays africains pour faire face aux effets croissants du changement climatique au cours des prochaines décennies.

Il convient de souligner que ce travail s'inscrit dans le cadre de l'un des nombreux livrables issus des activités du Programme-cadre mondial pour les services climatologiques (GFCS), mis en œuvre dans le cadre du Programme intra-ACP sur les services climatiques et appli-

cations connexes (ClimSA), financé par l'Union européenne (UE) via la Commission de l'Union africaine (CUA).

Dans cette perspective, le GFCS-ClimSA, ainsi que d'autres projets émergents financés par les Nations Unies et l'OMM contribuent activement à l'amélioration des services météorologiques, hydrologiques et climatiques en Afrique. Ces projets soutiennent le développement durable, en luttant contre le changement climatique à travers le renforcement des chaînes de valeur des services climatologiques. Pour ce faire, ils mettent en œuvre des actions d'assistance technique, de soutien financier, de développement des infrastructures et de renforcement des capacités.

Le rôle du Centre africain d'applications météorologiques pour le développement (ACMAD), conformément aux missions du projet, est de renforcer la capacité des centres nationaux et régionaux à fournir des services météorologiques, hydrologiques et climatiques pour répondre aux besoins régionaux et nationaux, de soutenir l'Union africaine (UA) et les Communautés économiques régionales (CER) en tant qu'acteurs majeurs du dialogue politique sur le climat, les catastrophes et le développement durable par le biais d'une formation et de déclarations sur la météorologie, l'hydrologie et le changement climatique pour l'élaboration de politiques. En outre, la mission de l'ACMAD est de fournir des informations de veille météorologique et climatique continentale (changement) et d'agir en tant que centre d'excellence sur les applications de la météorologie pour le développement durable en Afrique.

Tableau 3. Liste des modèles climatiques utilisés pour les scénarios climatiques du futur et pour les analyses d'observation.

Ensemble de données	Nom complet	Résolution	Période
Modèles climatiques utilisés pour l'analyse des scénarios futurs			
bcc-csm1-1-m	Modèle de système climatique du Centre climatique de Pékin version 1.1	1.12° x 1.13°	1861-2099
CCSM4	Modèle communautaire de système climatique version 4	85km x 85km	1861-2099
CNRM-CM5	Centre national de recherche météorologique - Projet d'intercomparaison des modèles couplés phase 5	50km x 50km	1861-2099
CSIRO-Mk3-6-0	Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth Modèle	1.9° x 1.9°	1861-2099
FGOALS-g2	Flexible Global Ocean-Atmosphere-Land System Model-Grid point version 2	1° x 1°	1861-2099
GFDL-CM3	Laboratoire de dynamique des fluides géophysiques - Modèle climatique version 3	100km x 100km	1861-2099
GFDL-ESM2M	Laboratoire de dynamique des fluides géophysiques - Modèle du système terrestre	100km x 100km	1861-2099
HadGEM2-ES	Modèle d'environnement global du centre Hadley, version 2-Système terrestre	1.875° x 1.25°	1861-2099
IPSL-CM5A-LR	Institut Pierre Simon Laplace - Modèle climatique version 5 - Basse résolution	1.25° x 2.5°	1861-2099
IPSL-CM5A-MR	Institut Pierre Simon Laplace - Modèle climatique version 5 - Basse résolution - Moyenne résolution	1.25° x 2.5°	1861-2099
MIROC5	Modèle de recherche interdisciplinaire sur le climat version 5	85km x 85km	1861-2099
MIROC-ESM-CHEM	Modèle de recherche interdisciplinaire sur le système climat-terre	85km x 85km	1861-2099
MPI-ESM-LR	Institut Max Planck de météorologie - Modèle du système terrestre à basse résolution	103km x 103km	1861-2099
MRI-CGCM3	Institut de recherche météorologique	2.25° x 1.125°	1861-2099
NorESM1-M	Modèle norvégien du système terrestre	2° x 2°	1861-2099
Données d'observation			
ECMWF Reanalysis V5-Land	Era5-Land est un ensemble de données de réanalyse se qui fournit des informations horaires à haute résolution sur les variables de surface pendant plusieurs années à une grille horizontale d'environ 9 km. Il couvre la période allant de 1950 à 2-3 mois avant l'heure d'accès (https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5-land).	9km x 9km	1950-2021

4.1.2 Données et méthodes

L'ensemble de données de réanalyse journalière ERA5-Land (1950-2020) du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT)²³ est utilisé comme jeu de données d'observation (voir tableau 3). La période de référence climatologique retenue est celle de 1991 à 2020. Le Tableau 3 présente également les quinze (15) modèles climatiques, sélectionnés parmi les grands ensembles simulés du projet d'intercomparaison des modèles climatiques 5²⁴ (CMIP5; 1861-2091), qui ont été utilisés pour simuler le climat du futur proche. Ces simulations soigneusement sélectionnées, énumérées au tableau 3, présentent des modèles dont les évaluations de performance ont été effectuées sur l'Afrique et ont été jugées fiables (Almazroui et al., 2020; Dosio et al., 2021). Les jeux de données d'observation et de simulation quotidiennes ont été agrégés à une échelle mensuelle, puis annuelle. Afin d'assurer l'uniformité et de faciliter l'analyse, toutes les données ont été remaillées pour correspondre à la résolution horizontale des observations (réanalyse: 9 km x 9 km) avant d'être analysées.

Pour faciliter la comparaison entre les observations et les scénarios climatiques futurs, des zones climatologiques prédéfinies, habituellement utilisées dans l'analyse des cartes climatologiques spatiales, ont été mobilisées. Les zones climatologiques opérationnelles sont présentées dans le tableau 4.

Des cartes climatologiques africaines (c'est-à-dire des moyennes arithmétiques) de la température maximale de l'air à 2 m et des précipitations ont été produites à la fois pour les observations et pour les simulations climatiques à horizon proche. Chaque climatologie a été évaluée point par point sur une grille spatiale. Des statistiques descriptives de base ont été calculées et cartographiées à des fins de vérification²⁵.

La correction des biais a été effectuée à l'aide de la technique Quantile Delta Mapping (QDM) (Fang et al., 2015; Casanueva et al., 2020). Une méthodologie d'ajustement quantile a été utilisée pour corriger les différences d'échelle entre les observations et les sorties des modèles climatiques. Les moyennes d'ensemble corrigées par QDM, utilisées dans cette étude, ont démontré les meilleures performances (Li et Li, 2023).

Les projections climatiques futures ont été réalisées à partir de quatre scénarios représentatifs de concentration (RCPs – Representative Concentration Pathways): RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 et RCP8.5 (Moss et al., 2010; Taylor et al., 2012; van Vuuren et al., 2011 et 2013; van Vuuren et Carter, 2014). Ces scénarios représentent les trajectoires de concentration des gaz à effet de serre (GES) et permettent de simuler les changements climatiques futurs en fonction de plusieurs variables. Ces variables incluent les évolutions socio-économiques, technologiques, énergétiques et d'utilisation des terres, ainsi que les changements dans les émissions de GES et des polluants atmosphériques.

Les RCPs sont utilisés comme données d'entrée dans les simulations des modèles climatiques afin d'évaluer les impacts potentiels du changement climatique, les options d'atténuation et les coûts associés (van Vuuren et al., 2011). Ces quatre scénarios ont été adoptés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et sont utilisés dans la modélisation et la recherche climatiques, car ils décrivent différents scénarios possibles de changement climatique, en fonction des quantités de GES qui seront émises dans les années à venir. Des informations détaillées sur leur élaboration sont disponibles dans van Vuuren et al. (2011).

²³ <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5-land> (Consulté le 7 août 2024).

²⁴ <https://crd-data-donnees-rdc.ec.gc.ca/CCCMA/products/CLIMDEX/CMIP5/> (Consulté le 7 août 2024).

²⁵ https://web.csag.uct.ac.za/~lawal/Newfiles/ACMAD/Climate_Change_Analyses/Observations/Verifications/ (Consulté le 7 août 2024).

4.1.3 Constatations et résultats

Simulations à court terme de la température maximale de l'air à 2 mètres sur l'Afrique

Les comparaisons visuelles des distributions spatiales des zones climatologiques à long terme observées²⁶ pour la température maximale de surface en Afrique (désignée ci-après OLTC-temp) avec les panneaux de la Figure 40, représentant les mêmes zones mais pour le futur proche, met en évidence quatre évolutions majeures à mesure que l'on progresse vers des scénarios RCP plus élevés:

1. L'étendue du climat tropical (25-28°C) diminue en superficie sur le continent.
2. La zone équatoriale (28-31°C) s'étend vers les côtes d'Afrique du Nord, tout en disparaissant des côtes d'Afrique de l'Ouest.
3. La zone chaude (31-34°C) connaît une expansion rapide vers le sud et devient plus dominante dans les régions centrales du continent.
4. La zone aride et très chaude (>34°C) s'étend de manière significative dans toutes les directions.

Un quasi-consensus ressort de ces simulations: les températures augmentent à mesure que les RCP augmentent (Figure 41), ce qui implique que les températures maximales de surface sont susceptibles de s'élever dans un avenir proche, par rapport à la climatologie actuelle. Les corrélations spatiales entre les panneaux de la Figure 40 et l'OLTC-temp (observation) varient entre 0,571 et 0,652. Cela suggère qu'il est probable que la climatologie future des températures de surface présente

des écarts structurels/spatiaux. En pratique, cela pourrait entraîner des réajustements dans la répartition des zones climatologiques sur les terres, par rapport aux observations actuelles, avec des zones actuellement plus fraîches qui deviendraient probablement plus chaudes.

Dans un futur proche, les masses continentales occupées par chaque zone climatologique de température maximale de surface en Afrique devraient subir des réajustements structurels par rapport aux espaces/territoires qu'elles occupent actuellement (Figure 42). Le scénario RCP8.5 indique les gains ou pertes de surfaces terrestres les plus importants dans toutes les zones de température; à l'inverse, le scénario RCP2.6 montre les variations les plus faibles.

Les zones de températures modérées et basses, c'est-à-dire les zones équatoriales (28-31°C), tropicales (25-28°C), fraîches (22-25°C) et tempérées (<22°C), sont susceptibles de perdre entre environ 2 % et 8 % de leurs surfaces terrestres actuelles. En revanche, les zones à température plus élevée - les zones chaudes (31-34°C) et arides-chaudes (>34°C) - devraient gagner davantage de territoire, dans une fourchette estimée entre 1 % et 6 % et entre 8 % et 15 % respectivement, de leurs superficies actuelles. Cela implique que certains endroits connaîtront probablement une forte hausse des températures tout en restant dans leur zone climatologique actuelle, tandis que d'autres migreront complètement vers une zone climatologique plus chaude (Figure 43). Dans l'ensemble, ces projections confirment que des régions actuellement plus fraîches pourraient devenir plus chaudes en raison de l'expansion des zones climatologiques chaudes.

²⁶ https://web.csag.uct.ac.za/~lawal/Newfiles/ACMAD/Climate_Change_Analyses/Observations/Temperature_Analyses/Spatial_Analyses/Africa_AveTempMax_1950-2020_New.gif (Consulté le 7 août 2024).

Table 4. Liste des zones climatologiques de température maximales et de précipitations actuellement adoptées pour une utilisation opérationnelle au Centre africain d'application de la météorologie pour le développement (ACMAD).

Température maximale		Précipitations	
Zones	Moyenne annuelle	Zones	Accumulation annuelle Moyenne
Tempéré	<22° C	Désert	1-100mm
Cool	22-25° C	Aride	100-400mm
Tropical	25-28° C	Semi-aride	400-600mm
Équatorial	28-31° C	Sub-humide	600-1200mm
Chaud	31-34° C	Moist Sub-humide	1200-1500mm
Aride-chaud	>34° C	Humide	>1500mm

Figure 40. Zones de climatologie de la température maximale de l'air à 2 m projetées dans un avenir proche pour tous les scénarios : en haut à gauche - RCP2.6 ; en bas à gauche - RCP4.5 ; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.

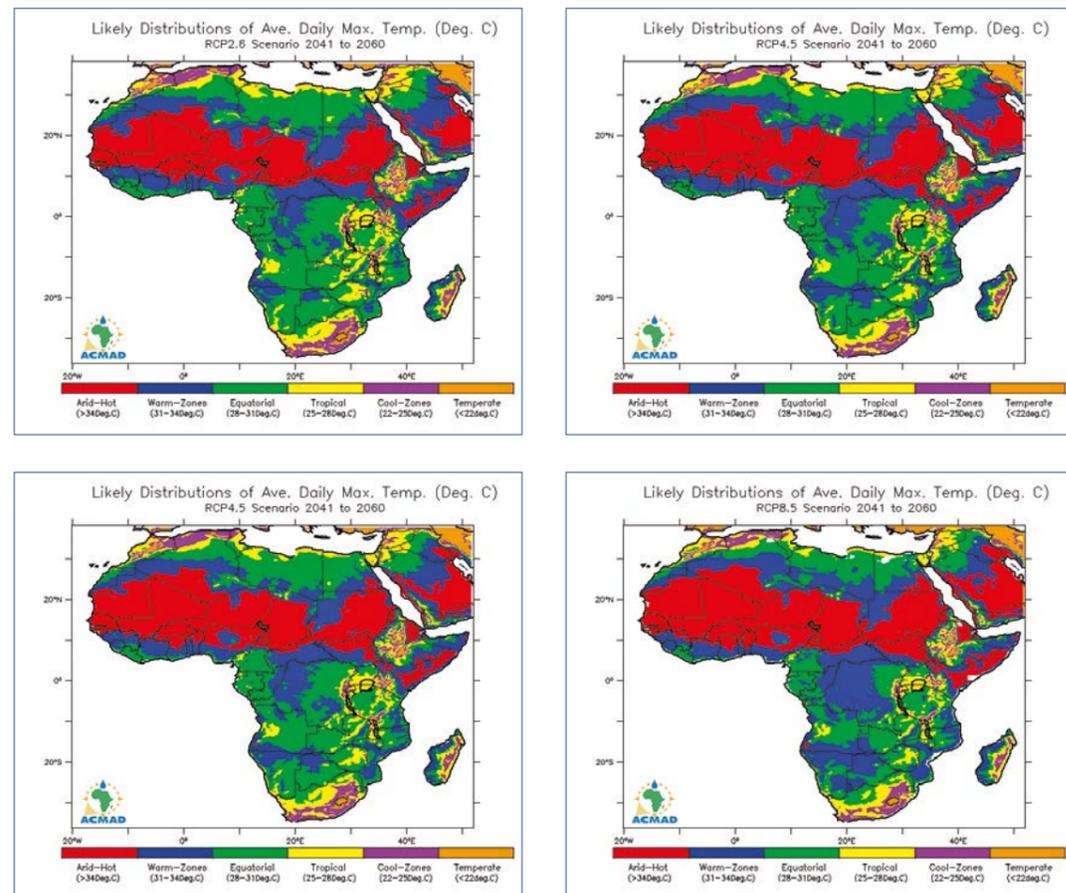


Image reprise de source originale en anglais

Image reprise de source originale en anglais

Figure 41. Écart projeté, dans un avenir proche, de la température maximale de l'air à 2 m par rapport à la période climatologique 1991-2020, selon différents scénarios : en haut à gauche - RCP2.6 ; en bas à gauche - RCP4.5 ; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.

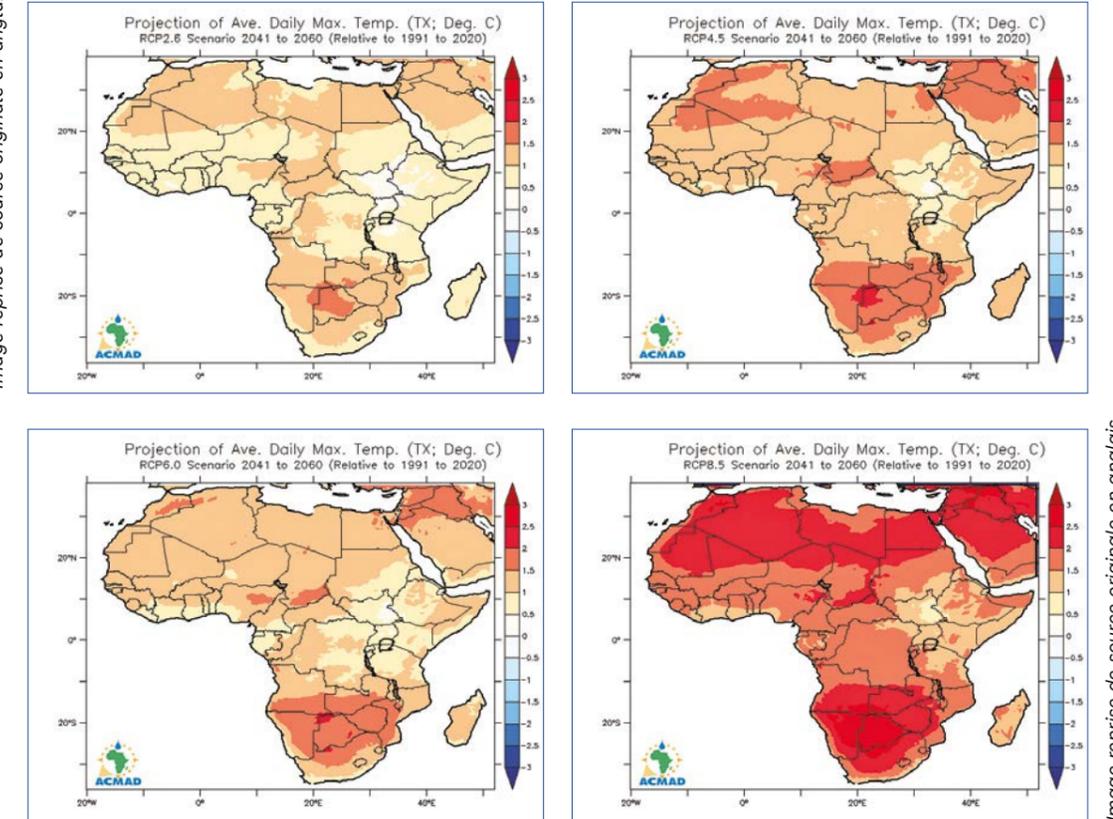
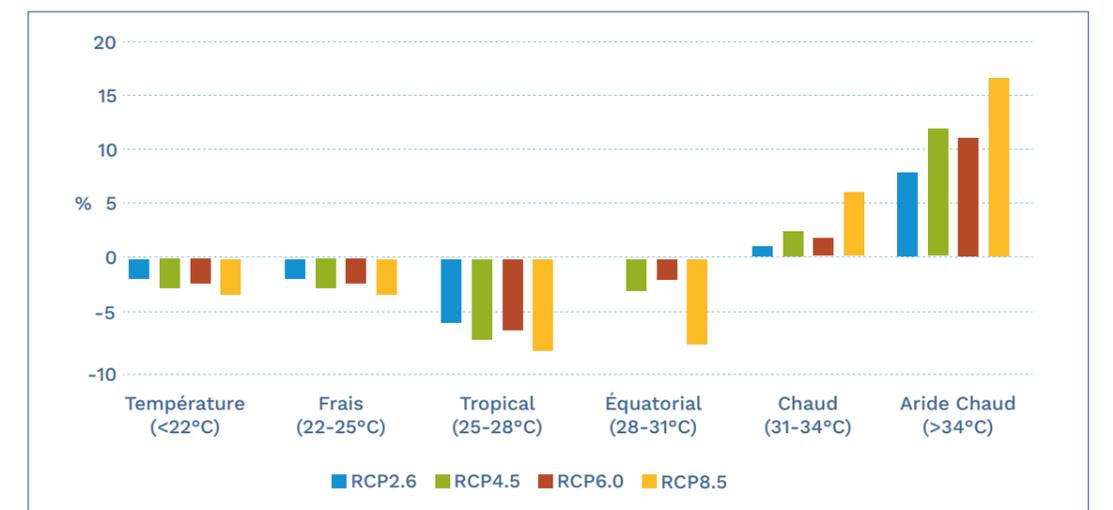


Image reprise de source originale en anglais

Image reprise de source originale en anglais

Figure 42. Projections à court terme de la masse continentale africaine occupée, en %, par chaque zone climatologique de température maximale de l'air de 2 m sur l'Afrique. Les écarts sont relatifs à la période climatologique 1991-2020 pour tous les scénarios.



Simulations à court terme des précipitations sur l'Afrique

L'analyse visuelle des panneaux de la figure 44, montrant la distribution spatiale probable des zones pour les précipitations totales annuelles moyennes dans un futur proche (lorsque les précipitations = > 1mm), comparée à l'observation²⁷ ((ci-après dénommée OLTC-prec), ne révèle aucune caractéristique notable. En effet, les associations statistiques entre les panneaux de la figure 45 et l'OLTC-prec (observation) sont très élevées. Leur corrélation spatiale, comprise entre 0,84 et 0,96, suggère qu'ils peuvent être spatialement ou structurellement liés.

L'analyse visuelle des panneaux de la Figure 44, montrant la distribution spatiale probable des zones de précipitations annuelles moyennes futures (pour les précipitations ≥ 1 mm), comparée aux observations (OLTC-prec),

ne révèle aucune caractéristique notable. Cela s'explique par le fait que les corrélations statistiques entre les panneaux de la Figure 45 et l'OLTC-prec (observation) sont très élevées. Leur corrélation spatiale, comprise entre 0,84 et 0,96, — ce qui suggère une forte similarité structurelle et spatiale, tant en termes de localisation que de valeurs.

Par conséquent, aucun réajustement visuel ou statistiquement significatif en termes d'occupation des zones climatiques par les masses terrestres ne devrait se produire dans le futur. Dans les quatre scénarios RCP, les précipitations annuelles totales devraient légèrement diminuer sur l'Afrique australe et Madagascar dans un avenir proche (Figure 46), par rapport à la climatologie observée. L'ensemble des côtes de l'Afrique du Nord devrait connaître des déficits de précipitations, à l'exception notable des parties côtières centrales de la Libye, et ce dans tous les scénarios.

Figure 43. Zones érogables projetées dans un futur proche pour l'intensification de la température maximale de l'air de 2 m dans une zone climatologique ou la migration complète vers une zone climatologique plus chaude, pour tous les scénarios : en haut à gauche - RCP2.6 ; en bas à gauche - RCP4.5 ; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.

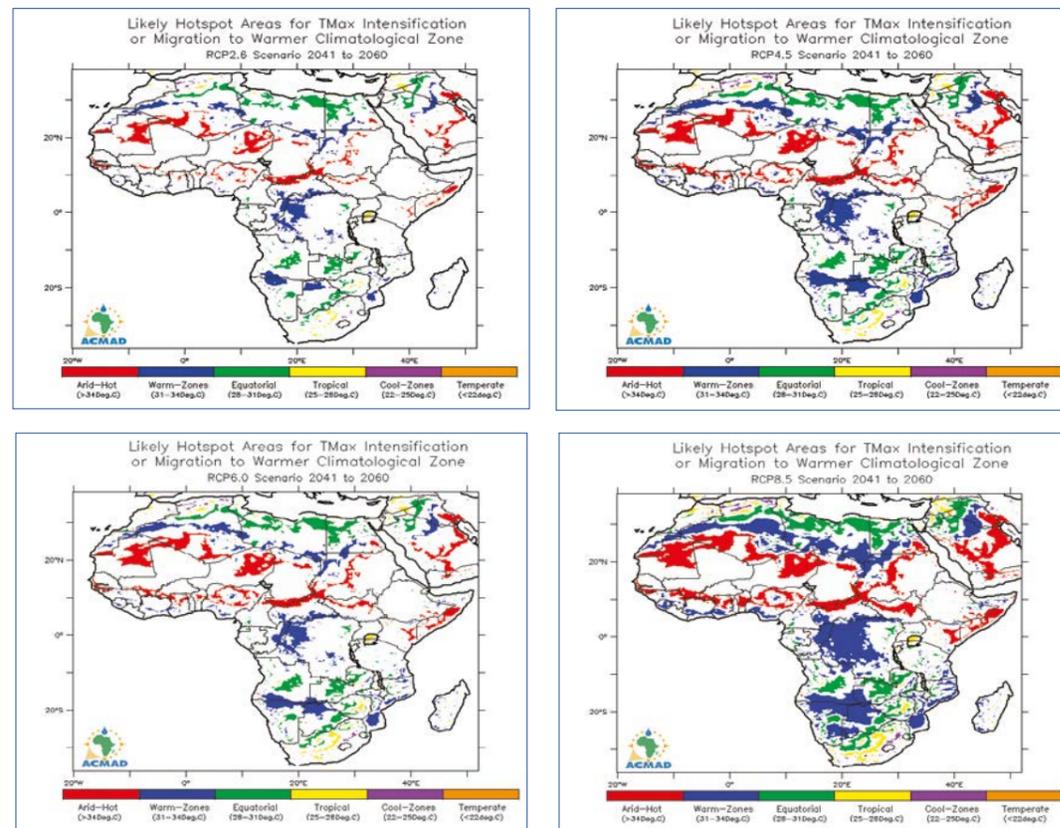


Image reprise de source originale en anglais

Figure 44. Identique à la figure 40, mais pour les précipitations, par rapport à la période climatologique 1991-2020 pour tous les scénarios : en haut à gauche - RCP2.6 ; en bas à gauche - RCP4.5 ; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.

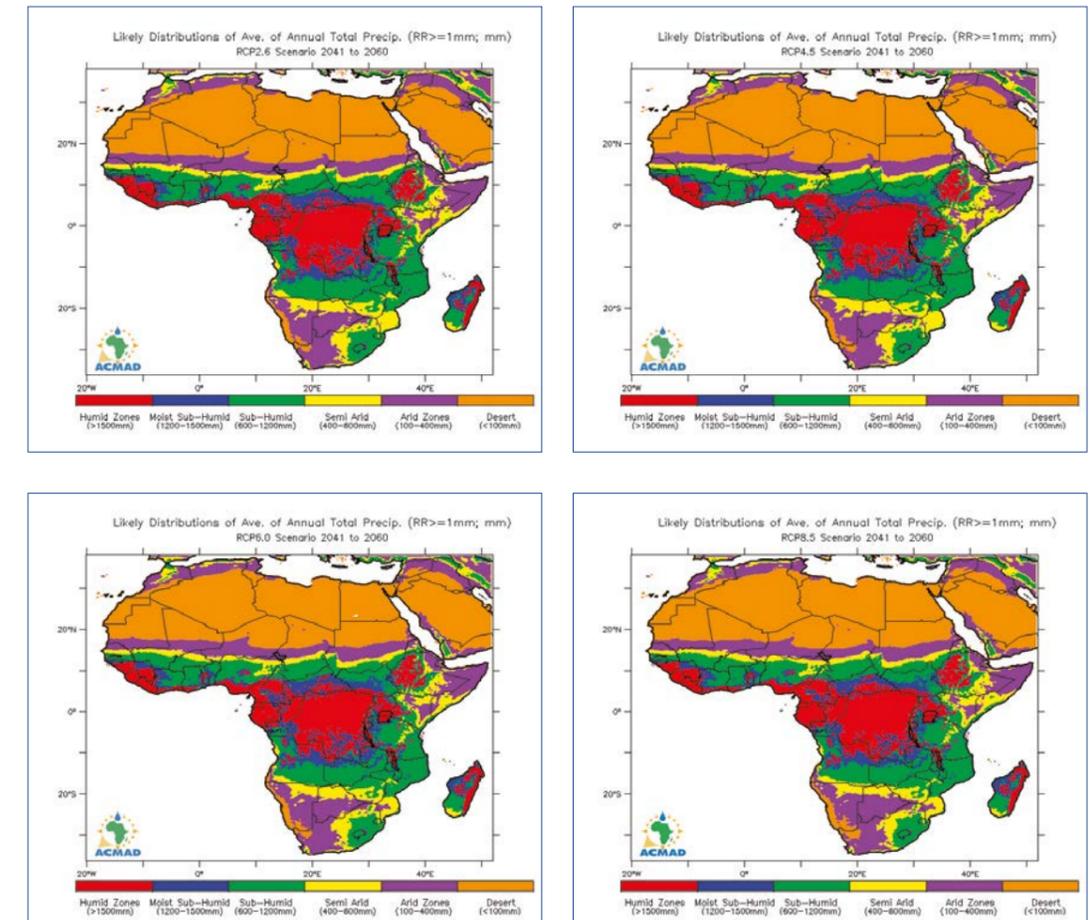


Image reprise de source originale en anglais

Les poches de déficit existant au sein des zones excédentaires dans le scénario RCP2.6 pourraient cependant s'étendre plus au sud, selon le scénario RCP4.5, notamment sur l'Algérie et l'ouest de la Libye. Ces projections, qu'elles soient négatives ou positives, ne dépassent pas +/- 10 % de l'OLTC-prec.

Les gains ou pertes de superficie projetée pour toutes les zones climatiques de précipitations restent toutefois minimales (Figure 47). Ils varient entre -2 % et 1 % de la masse terrestre africaine, à l'exception de la zone humide (>1500 mm) qui devrait s'étendre, dans tous les scénarios, d'environ 3 % de la masse continentale.

Cela implique que les précipitations projetées pour l'Afrique dans un avenir proche pourraient être davantage influencées par des variations interannuelles / temporelles, probablement en lien avec des facteurs climatiques dynamiques, plutôt que par des variations spatiales. La variabilité des précipitations — en termes de fréquence, d'intensité et de durée — pourrait être suffisamment marquée pour provoquer des épisodes de sécheresse et d'inondation, car leur gravité dépendra fortement de l'ampleur des anomalies.

²⁷ https://web.csag.uct.ac.za/~lawal/Newfiles/ACMAD/Climate_Change_Analyses/Observations/Precipitation_Analyses/Spatial_Analyses/Africa_AnnualTotalPrecip_1950-2020_New.gif (consulté le 7 août 2024).

Figure 45. Identique à la figure 41, mais pour les écarts, en %, des précipitations totales annuelles moyennes par rapport à la période climatologique 1991-2020, selon différents scénarios : en haut à gauche - RCP2.6; en bas à gauche - RCP4.5; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.

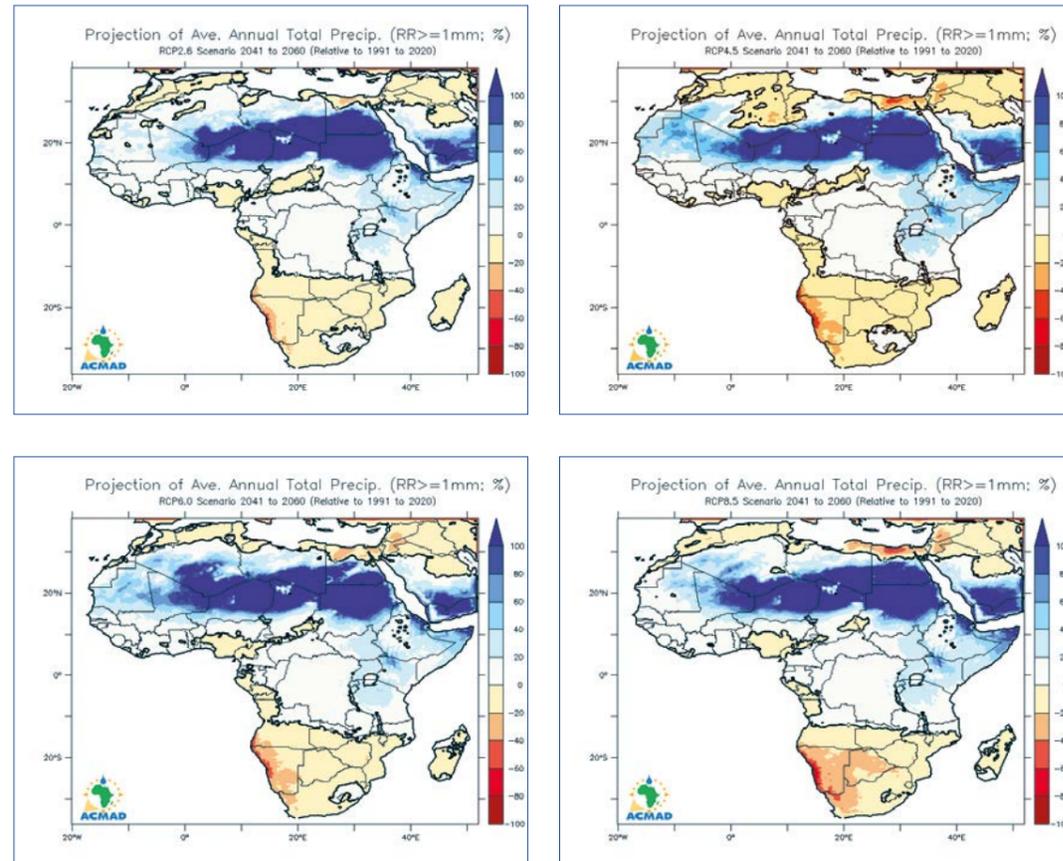
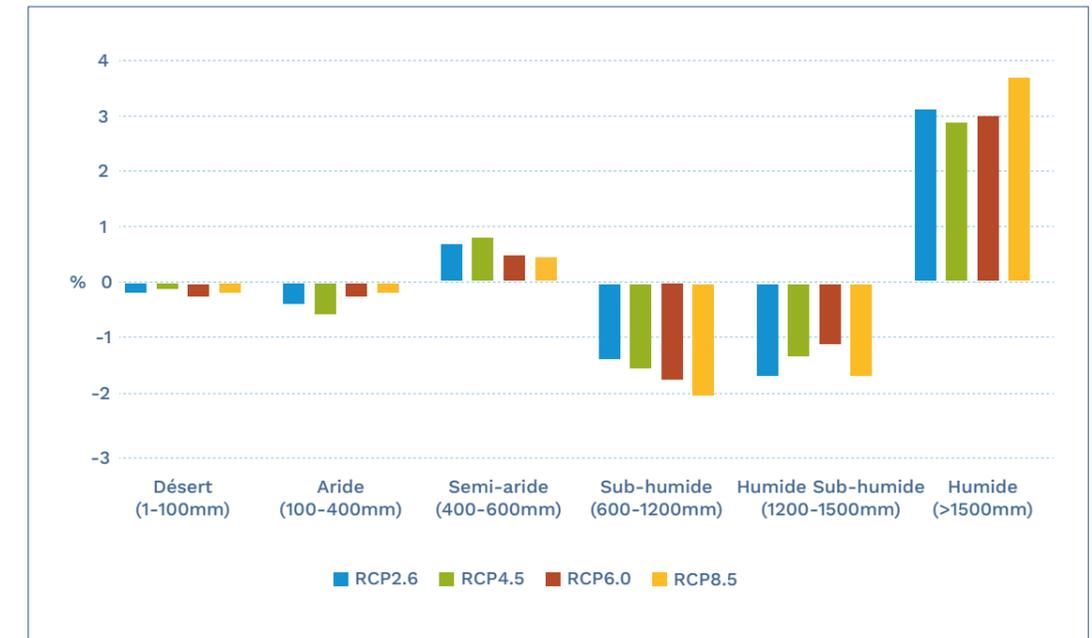


Image reprise de source originale en anglais

Figure 46. Identique à la figure 42, mais pour les zones climatologiques des précipitations totales annuelles moyennes sur l'Afrique. Les écarts sont relatifs à la période climatologique 1991-2020 pour tous les scénarios.



4.1.4 Conclusions

Ce travail a permis de mettre en évidence les analyses des réponses climatologiques spatiales résultant des projections du changement climatique à court terme sur le continent africain. Il accorde une attention particulière au comportement spatial et aux réponses climatologiques de la température de l'air en surface et des précipitations face aux changements climatiques imminents. L'objectif est d'utiliser ces résultats pour prévenir les effets néfastes du climat.

Ces résultats pourraient figurer parmi les signaux utiles pour les systèmes d'alerte précoce en Afrique, car il existe de fortes probabilités d'apparition de dangers associés et d'impacts négatifs sur le continent. Ces impacts pourraient toucher certaines sphères sociales et économiques de la vie telles que le secteur de la santé (Klutse et al., 2014); l'agriculture, notamment en ce qui concerne les sécheresses et le stress hydrique via l'évapotranspiration (Waha et al., 2013); la malnutrition et la sécurité alimentaire (Alfani et al., 2015); la disparition possible de la masse de glace au sommet du Mont Kilimandjaro²⁸; le rétrécissement imminent de la taille et la réduction imminente de la taille et de la capacité de l'eau des lacs africains à transporter l'oxygène, avec des conséquences graves sur la population de poissons dans les lacs²⁹; etc.

En dépit de l'absence de signal ou de tendance claire dans les projections de précipitations pour le continent, à l'exception des variations interannuelles fortement probables, les extrêmes pluviométriques à l'échelle interannuelle et spatiale pourraient engendrer des dommages environnementaux, sociétaux, agricoles et économiques (Paeth et al., 2010), ainsi que des pertes en vies humaines en Afrique.

Néanmoins, les activités socio-économiques en Afrique continueront à dépendre fortement des régimes de précipitations sur le continent. Par conséquent, tout effort visant à accroître durablement la production agricole, à réduire la pauvreté, à améliorer la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance en Afrique devra tenir compte de l'irrégularité des précipitations saisonnières sur le continent.

Les informations présentées dans ce travail seront importantes au cours des prochaines décennies, car les nations africaines s'efforcent de répondre aux effets croissants du changement climatique. Il est donc à espérer que les résultats de cette étude permettront, sans aucun doute, de sensibiliser les villes, les populations en pleine expansion et les décideurs politiques face aux catastrophes climatiques à venir.

Remerciements

Ce travail a été initié et soutenu par le Programme intra-ACP sur les Services Climatiques et les Applications Connexes (ClimSA) en Afrique, une initiative financée sous le 11^e Fonds européen de développement de l'Union européenne et mise en œuvre par l'ACMAD dans le cadre d'une subvention avec la Commission de l'Union africaine, en tant qu'autorité contractante.

Nous remercions l'Université du Cap (www.uct.ac.za), le *Climate System Analysis Group* d'Afrique du Sud (www.csag.uct.ac.za) et l'*African Climate and Development Initiative* (www.acdi.uct.ac.za), pour l'assistance informatique apportée, ainsi que le *Lawrence Berkeley National Laboratory* (www.lbl.gov), aux États-Unis.



²⁸ <https://earthobservatory.nasa.gov/images/79641/kilimanjaros-shrinking-ice-fields> (consulté le 17 août 2024).

²⁹ https://environment.ec.europa.eu/news/decreasing-levels-oxygen-deep-lake-water-linked-longer-warm-seasons-2023-06-08_en (consulté le 17 août 2024).

Références

- Alfani, F., Dabalen, A., Fisker, P., Molini, V., 2015. Vulnerability to Malnutrition in the West African Sahel. Policy Research Working Paper 7171, World Bank – Poverty Global Practice Group. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/209941468310153164/vulnerability-to-malnutrition-in-the-west-african-sahel>
- Almazroui, M., Saeed, F., Saeed, S., Islam, M.N., Ismail, M., Klutse, N.A.B., Siddiqui, M.H., 2020. Projected Change in Temperature and Precipitation Over Africa from CMIP6. *Earth Syst Environ*, 4, 455–475. <https://doi.org/10.1007/s41748-020-00161-x>
- Casanueva, A., Herrera, S., Iturbide, M., Lange, S., Jury, M., Dosio, A., Maraun, D., Gutiérrez, J.M., 2020. Testing bias adjustment methods for regional climate change applications under observational uncertainty and resolution mismatch. *Atmos Sci Lett.*, e978. <https://doi.org/10.1002/asl.978>
- Dosio, A., Jury, M.W., Almazroui, M., Ashfaq, M., Diallo, I., Engelbrecht, F.A., Klutse, N.A.B., Leonard, C., Pinto, I., Sylla, M.B., Tamoffo, A.T., 2021. Projection des caractéristiques journalières futures des précipitations africaines sur la base de modèles climatiques globaux (CMIP5, CMIP6) et régionaux (CORDEX, CORDEX-CORE). *Clim Dyn*, 57, 3135–3158. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05859-w>
- Fang, G.H., Yang, J., Chen, Y.N., Zammit, C., 2015. Comparing bias correction methods in downscaling meteorological variables for a hydrologic impact study in an arid area in China. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 2547–2559, doi: 10.5194/hess-19-2547-2015, www.hydro-earth-syst-sci.net/19/2547/2015/
- Klutse, N.A.B., Aboagye-Antwi, F., Owusu K., Ntiamo-Baidu, Y., 2014. Assessment of Patterns of Climate Variables and Malaria Cases in Two Ecological Zones of Ghana (Évaluation des tendances des variables climatiques et des cas de paludisme dans deux zones écologiques du Ghana). *Open Journal of Ecology*, 4, 764–775. <https://dx.doi.org/10.4236/oje.2014.412065>
- Li, X., Li, Z., 2023. Evaluation of bias correction techniques for generating high-resolution daily temperature projections from CMIP6 models. *Clim Dyn*, 61, 3893–3910. <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06778-8>
- Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F.B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P., Wilbanks, T.J., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment, *Nature*, 463, 747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Paeth, H., Fink, A.H., Pohle, S., Keis, F., Mächel, H., Samimi, C., 2010. Meteorological characteristics and potential causes of the 2007 flood in sub-Saharan Africa (Caractéristiques météorologiques et causes potentielles de l'inondation de 2007 en Afrique subsaharienne). *Int. J. Climatol.* 31, 1908–1926. <https://doi.org/10.1002/joc.2199>
- Taylor, K.E., Stouffer, R.J., Meehl, G.A., 2012. Une vue d'ensemble de CMIP5 et de la conception de l'expérience, *B. Am. Meteorol. Soc.*, 93, 485–498. <https://doi.org/10.1175/bams-d-11-00094.1>
- van Vuuren, D.P., Carter, T.R., 2014. Climate and socio-economic scenarios for climate change research and assessment: reconciling the new with the old, *Climatic Change*, 122, 415–429. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0974-2>
- van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., Rose, S.K., 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(5). <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
- van Vuuren, D.P., Kriegler, E., O'Neill, B.C., Ebi, K.L., Riahi, K., Carter, T.R., Edmonds, J., Hallegatte, S., Kram, T., Mathur, R., Winkler, H., 2013. Un nouveau cadre de scénario pour la recherche sur le changement climatique: Scénario Matrix Architecture, *Climatic Change*, 122, 373–386. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0906-1>
- Waha, K., Müller, C., Rolinski, S., 2013. Separate and combined effects of temperature and precipitation change on maize yields in sub-Saharan Africa for mid- to late-21st century (Effets séparés et combinés des changements de température et de précipitations sur les rendements du maïs en Afrique subsaharienne pour le milieu et la fin du 21^e siècle). *Global and Planetary Change*, 106: 1–12. <https://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.02.009>

CHAPITRE 4.2 Exploiter les prévisions et l'attribution d'El Niño pour améliorer les projections et atténuer les impacts dans les régions ACP, en particulier en Afrique australe

Tamuka MAGADZIRE^{a,b}, Chris FUNK^a, Joshua NGAINA^c, Laura HARRISON^a

^a Centre des risques climatiques, Université de Californie, Santa Barbara, États-Unis

^b Réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine, Gaborone, Botswana

^c Organisation météorologique mondiale, Genève

4.2.1 Introduction

L'impact du changement climatique sur les événements météorologiques extrêmes est devenu un sujet d'intérêt, en particulier dans les régions ACP où les conséquences de ces événements sont sévères. Le phénomène El Niño 2015/16, l'un des plus puissants enregistrés, a provoqué des sécheresses catastrophiques et des défaillances agricoles en Afrique australe, soulignant la nécessité de comprendre le rôle du changement climatique d'origine humaine dans l'amplification de tels événements. À mesure que les preuves s'accumulent liant le réchauffement anthropique à des impacts plus intenses d'El Niño, l'importance d'intégrer ces connaissances dans les

prévisions climatiques et la préparation aux catastrophes devient de plus en plus cruciale.

Cet article examine le rôle du changement climatique dans le renforcement d'El Niño 2015/16 et ses implications pour l'Afrique australe. Il explore comment les leçons tirées des récents épisodes d'El Niño et des études d'attribution peuvent éclairer les pratiques actuelles de prévision, améliorer la résilience et contribuer aux discussions internationales sur les pertes et dommages, en particulier pour les pays ACP qui sont affectés de manière disproportionnée par la variabilité et le changement climatiques.



4.2.2 Attribution de l'événement El Niño 2015/16

De nombreuses études ont analysé les événements climatiques extrêmes récents et ont conclu que le changement climatique était lié à bon nombre de ces événements extrêmes (Herring et al., 2018). En Afrique australe, à la suite du puissant El Niño de 2015/16 qui a eu des conséquences catastrophiques, Funk et al. (2018) ont publié une étude d'attribution climatique liant l'amplification anthropique de l'événement El Niño 2015/16 à la sécheresse et aux mauvaises récoltes qui en ont résulté en Afrique australe. Funk et al. (2018) ont utilisé un large ensemble de simulations climatiques.

L'objectif étant de démontrer que le réchauf-

fement induit par l'homme dans l'est équatorial du Pacifique a déjà considérablement accru les températures de surface de la mer et les précipitations liées à l'Oscillation Australe EL Niño (ENSO) dans le Pacifique. Ainsi, les événements El Niño récents présentent des températures de surface de la mer supérieures d'environ +0,8 °C. Ce réchauffement a été associé à une augmentation substantielle des précipitations dans l'est du Pacifique et à une diminution marquée des précipitations en Afrique australe. Une analyse plus poussée a permis d'établir un lien entre ces baisses de précipitations et la diminution de la production agricole en Afrique australe.

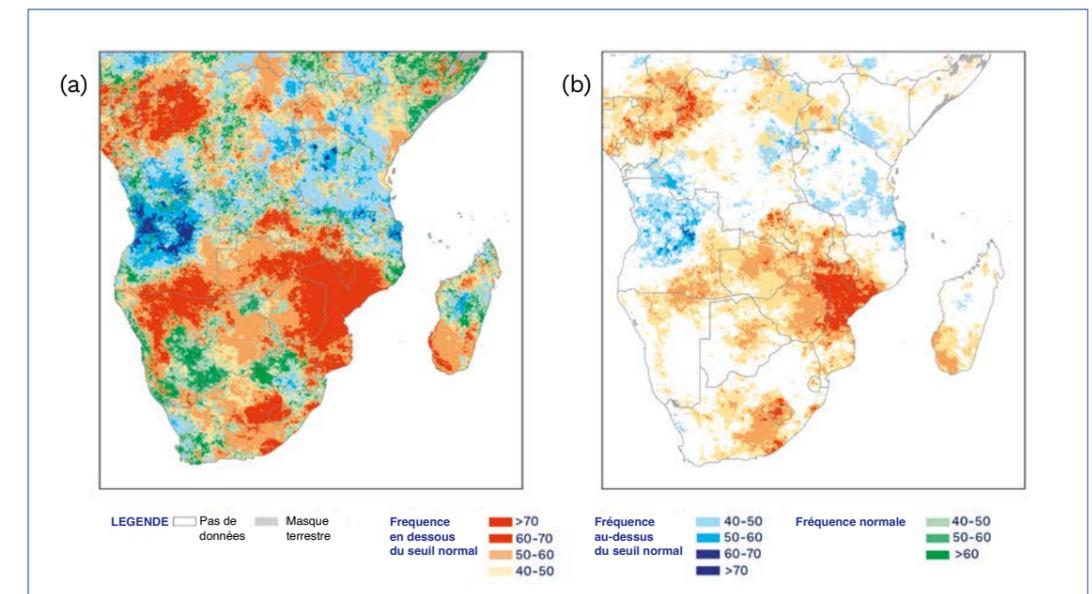
4.2.3 Impacts d'El Niño en Afrique australe

Historiquement, El Niño a été fortement associé à des précipitations inférieures à la normale en Afrique australe. Les épisodes d'El Niño modérés à forts entraînent généralement, dans de nombreuses régions d'Afrique australe, des totaux de précipitations de janvier à mars se situant dans le tiers inférieur (inférieurs ou égaux au 33e percentile) plus de 70 %

du temps, et dans les 20 % les plus faibles au moins la moitié du temps (Figure 47).

Les épisodes d'El Niño modérés sont définis par un Indice Niño Océanique (ONI) compris entre +1,0 et +1,4, tandis que les épisodes forts d'El Niño présentent un ONI supérieur ou égal à 1,5.

Figure 47.(a) Fréquence des totaux de précipitations inférieurs, normaux et supérieurs à la normale pour janvier-mars lors d'événements El Niño modérés à forts, tels que définis par l'ONI de ≥ 1.0 . (b) Fréquence des cumuls de précipitations de janvier à mars inférieurs au 20^e percentile ou supérieurs au 80^e percentile.



4.2.4 Utilisation des prévisions ENSO et saisonnières dans le cadre de l'alerte précoce

Les agences d'alerte précoce en matière de sécurité alimentaire, telles que le Réseau des systèmes d'alerte précoce contre la famine (FEWS NET), tirent parti de cette relation étroite entre l'ENSO et les précipitations saisonnières en Afrique australe et orientale et dans d'autres régions ACP, afin d'évaluer les impacts potentiels du climat sur la sécurité alimentaire et de fournir une meilleure alerte précoce sur l'insécurité alimentaire. FEWS NET utilise un ensemble de méthodes, allant de l'analyse climatologique, des modes climatiques (y compris l'ENSO) et des prévisions saisonnières, pour développer des hypothèses agro-climatologiques utilisées comme intrants dans les projections de sécurité alimentaire couvrant les six à huit mois à venir (Magadzire et al., 2017).

FEWS NET évalue et prend généralement en compte plusieurs prévisions saisonnières, notamment les prévisions climatiques régionales telles que le Forum régional sur les perspectives climatiques de l'Afrique australe

(SARCOF), et les prévisions dynamiques d'ensemble multimodale telles que l'Ensemble multi-modèle nord-américain (NMME) (Kirtman et al., 2014).

En utilisant les informations disponibles sur la fiabilité et la performance des différentes prévisions, et en appliquant une approche de convergence des preuves, les scientifiques de FEWS NET examinent et affinent les hypothèses concernant les résultats probables de divers paramètres agrométéorologiques liés à la sécurité alimentaire, tels que le début des pluies, les totaux saisonniers de précipitations et les températures, en fonction de leurs impacts attendus sur les rendements agricoles en fin de saison.

Des analyses statistiques décrivant les impacts caractéristiques des modes climatiques, en particulier de l'ENSO, fournissent un poids supplémentaire à la compréhension et à l'évaluation des prévisions ainsi qu'à la révision des hypothèses en matière de sécurité alimentaire.

À travers le rapport de mise à jour agrométéorologique de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC), élaboré en collaboration avec FEWS NET et le SARCOF, les prévisions ENSO sont également utilisées pour formuler des avis et des recommandations à mettre en œuvre dans les secteurs de l'agri-

culture et de la sécurité alimentaire, en tenant compte des prévisions.

Ce rapport et ces recommandations sont reçus et utilisés par un large éventail d'organisations nationales, régionales et internationales.

4.2.5 Comment l'El Niño 2023/2024 a guidé les actions anticipatoires

Étant donné la forte association entre les épisodes El Niño modérés à forts et la réduction des précipitations en Afrique australe, ainsi que le nombre croissant de preuves reliant le changement climatique à des impacts plus intenses d'El Niño, de nombreuses agences surveillent désormais de près l'évolution d'El Niño et prennent des décisions et des mesures en fonction de l'état d'avancement d'ENSO.

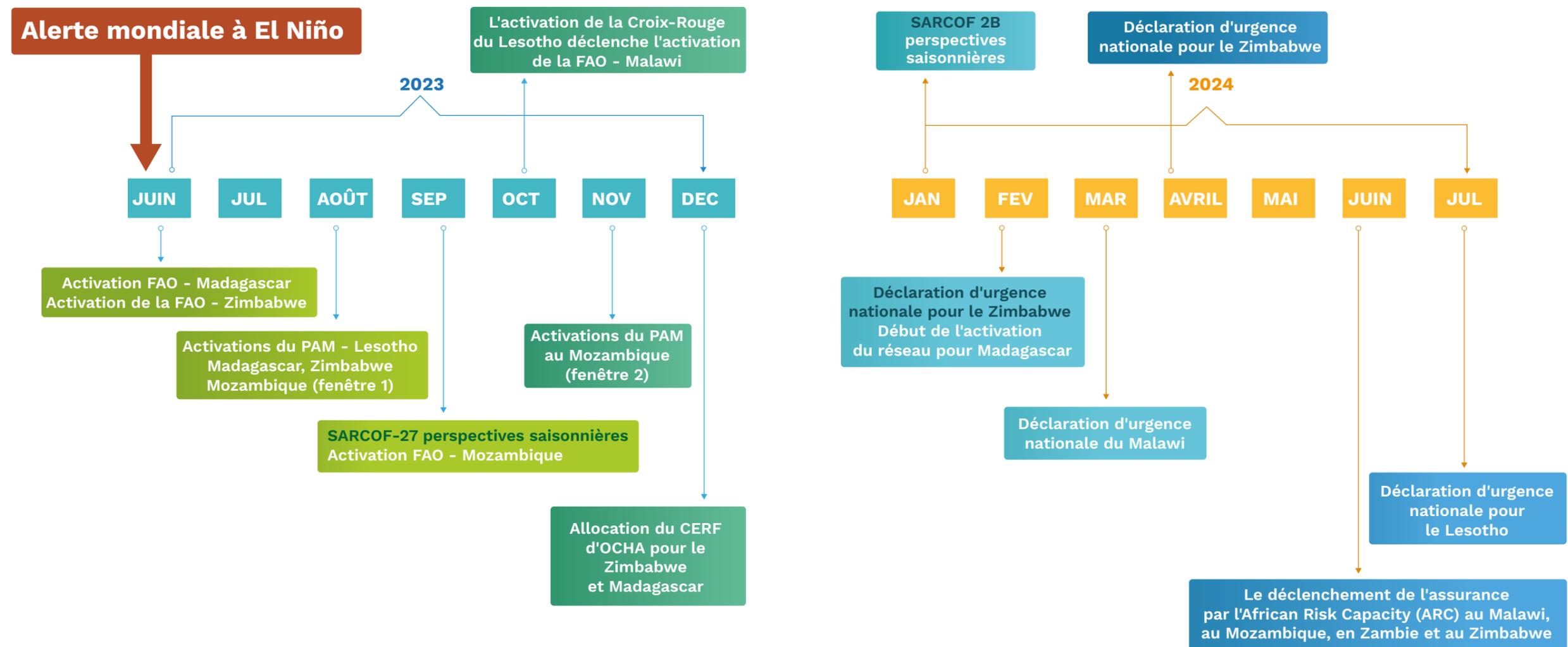
En juin 2023, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ainsi que d'autres institutions climatiques ont publié des prévisions annonçant un El Niño modéré à fort pro-

bable d'ici la fin de l'année 2023 (<https://www.weather.gov/news/230706-ElNino>).

En juillet 2023, le *Climate Hazards Center* (Funk et al., 2023) a publié des prévisions faisant état de préoccupations concernant les résultats possibles en Afrique australe, soulignant le lien entre les épisodes El Niño modérés à forts antérieurs et les faibles précipitations, et faisant état de préoccupations concernant les prévisions d'un El Niño fort. Les mises à jour établies de septembre et octobre 2023 ont par ailleurs mis en évidence une intensification attendue de la force d'El Niño 2023/24.

Figure 48. Chronologie des activations liées à la sécheresse et aux événements El Niño de juin 2023 à juillet 2024 en Afrique australe.

CALENDRIER DES ACTIVATIONS



Source : RAAWG - (Huhn et al., 2024).

Les gouvernements d'Afrique australe et les institutions humanitaires ont pris conscience des dangers posés par les événements El Niño de modérés à forts, et ont, en 2023, mis en œuvre des actions anticipées pour atténuer les risques liés à un épisode El Niño imminent. Sur la base des prévisions d'El Niño en 2023, le gouvernement du Zimbabwe a pris des mesures pour atténuer les impacts potentiels de la sécheresse sur l'agriculture durant la saison agricole 2023/2024. Ces interventions comprenaient la promotion de la culture de variétés résistantes à la sécheresse, la réhabilitation des systèmes d'irrigation, la promotion des techniques de collecte et de conservation de l'eau, ainsi que la mise en place et le renforcement des procédures de gestion post-récolte (Mugiyi et al., 2023).

Les prévisions d'El Niño de 2023 ont également déclenché des actions anticipées d'une ampleur record de la part des agences humanitaires à travers l'Afrique australe entre juin 2023 et juillet 2024 (Figure 48).

Ces actions, menées par des agences des Nations Unies (ONU) telles que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Programme alimentaire mondial (PAM), le Bureau de la coordination des affaires humanitaires (OCHA) et le Start Network, ont ciblé plusieurs secteurs: la sécurité alimentaire, l'agriculture, l'eau, l'assainissement et l'hygiène (EAH), la nutrition, la santé, la réduction des risques de catastrophe (RRC) et l'alerte précoce.

Ces actions comprenaient le pré-positionnement de fournitures, l'activation de plans de contingence, ainsi que des efforts coordonnés pour atténuer les impacts potentiels des sécheresses et de l'insécurité alimentaire prévues. Le Groupe de travail régional sur l'action anticipée en Afrique australe (RAAWG) a rapporté que plus de 35 organisations de mise en œuvre ont indiqué avoir distribué environ 33,5 millions de dollars américains dans sept (7) pays (Zimbabwe, Madagascar, Mozambique, Lesotho, Malawi, Eswatini et Zambie), touchant ainsi jusqu'à 2,07 millions de personnes (Huhn et al., 2024).

Un exercice de cartographie réalisé par le Groupe de travail régional sur l'action anticipée en Afrique australe (RAAWG) a propos des

mesures d'action anticipée pour 2023/24 (Huhn et al., 2024) a indiqué que la FAO, le PAM, l'OCHA et le réseau Start ont mené d'importantes actions anticipées à travers l'Afrique australe, ciblant les impacts de la sécheresse et des cyclones en 2023 et 2024. La FAO s'est concentrée sur la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance (FSL), en soutenant 45 000 personnes dans les régions de l'Androy et de l'Anosy à Madagascar avec 1,4 million de dollars; 3 190 ménages dans les districts de Chikwawa, Neno et Balaka au Malawi avec 500 000 dollars; 20 000 personnes dans la province de Gaza au Mozambique avec 500 000 dollars; et 15 000 personnes dans les districts de Buhera, Chipinge et Bikita au Zimbabwe avec 1,2 million de dollars. Le PAM a fourni une aide alimentaire, des transferts monétaires et un soutien nutritionnel à 132 640 personnes dans les districts d'Ampanihy, Betioky et Tsihombe à Madagascar, avec un financement de 3,46 millions de dollars; à 228 000 personnes dans les provinces de Tete, Gaza et Sofala au Mozambique, avec 1,15 million de dollars; et à 160 000 personnes dans les districts de Hwange, Gwanda et Chiredzi au Zimbabwe, avec 5 millions de dollars. Ces interventions se sont concentrées sur la fourniture d'intrants résistants à la sécheresse, l'approvisionnement en eau et l'information climatique.

L'OCHA, par le biais du Fonds central d'intervention d'urgence des Nations unies (CERF) et en partenariat avec d'autres agences des Nations unies, a soutenu plus de 273 000 personnes dans les districts d'Ampanihy, de Betioky et de Tsihombe à Madagascar ainsi que 262 000 personnes dans les provinces de Manicaland et de Masvingo au Zimbabwe, en allouant environ 700 000 dollars aux secteurs de la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance (FSL), de la santé, de la protection, de la nutrition et de l'eau, l'assainissement et l'hygiène (EAH).

Le *Start Network* [Le réseau Start], ainsi que des organisations non gouvernementales internationales comme Oxfam et Welthungerhilfe, ont soutenu des dizaines de milliers de personnes à Madagascar, au Zimbabwe, au Malawi et au Mozambique, à travers des actions allant des transferts monétaires aux systèmes d'alerte précoce, grâce à des financements de plusieurs millions de dollars de la part des bailleurs de fonds.

En revanche, un rapport publié par le Centre d'Anticipation (2023) a noté que les activités d'action anticipative menées principalement par la Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (FICR), le réseau Start, le PAM et la FAO, couvraient un éventail plus large de risques naturels, y compris les inondations et les cyclones en Afrique australe, en particulier au Mozambique, à Madagascar et au Zimbabwe. On estime que le financement total, s'élevant à environ 4,22 millions d'USD, a permis d'atteindre plus de 375 056 personnes, à travers des actions humanitaires dans les domaines de la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance (FSL), des transferts monétaires, de la nutrition, d'abris et des systèmes d'alerte précoce.



4.2.6 El Niño peut renforcer les prévisions

La relation bien établie entre El Niño et les sécheresses en Afrique australe offre une opportunité pour les services météorologiques régionaux et nationaux de l'Afrique australe, d'améliorer la précision et l'exactitude de leurs prévisions saisonnières.

Le Forum régional sur les perspectives climatiques pour l'Afrique australe (SARCOF) a publié ses prévisions pour la saison 2023/2024 en octobre 2023, indiquant 35 % de probabilité de précipitations inférieures à la normale pour la période d'octobre à décembre 2023, et 25 % de probabilité de précipitations inférieures à la normale pour la période de décembre 2023 à février 2024. En basant les prévisions sur l'analyse historique de l'ENSO et sur une prévision quasi-certaine d'un fort épisode El Niño, les risques de précipitations inférieures à la normale pour la période allant de décembre 2023 à février 2024 auraient été de 35 %, tandis que les prévisions annonçaient 25 % de risques de précipitations inférieures à la normale pour la période allant de décembre 2023 à février 2024. En basant les prévisions sur l'analyse historique de l'ENSO et

Cette augmentation significative du financement, de la couverture, du nombre de partenaires de mise en œuvre ainsi que des secteurs ciblés en 2023/24, par rapport à 2022/23, reflète le rôle essentiel des déclencheurs anticipés, tels que les prévisions El Niño, qui ont permis aux agences de disposer d'un délai de préparation plus long et d'informations d'alerte précoce de bon aloi pour intervenir à grande échelle. Cette approche proactive met en évidence la reconnaissance croissante de l'importance des prévisions ENSO (El Niño – Southern Oscillation) dans la préparation et la réponse aux catastrophes, et la manière dont la prévisibilité offerte par El Niño est désormais utilisée pour atténuer les risques.

sur une prévision quasi-certaine d'un fort épisode El Niño, les risques de précipitations inférieures à la normale auraient été de plus de 70 % pour la période de janvier à mars 2024 dans de nombreux pays de la région (Figure 47).

De manière similaire, les prévisions du SARCOF 2015/2016 indiquaient également une probabilité de 35 % de précipitations inférieures à la normale dans la majeure partie de l'Afrique australe, contre une probabilité supérieure à 70 % selon les prévisions liées à un épisode El Niño. Cela démontre qu'il est possible d'améliorer la précision des prévisions en intégrant la dynamique de l'ENSO dans les prévisions régionales, renforçant ainsi la résilience et la préparation face au aléas du climat. Les analyses de régression basées sur les modes climatiques, telles que celles réalisées par Funk et al. (2023), sont des données supplémentaires qui peuvent être utilisées pour améliorer davantage les processus de prévision dans certaines régions ACP, en particulier celles qui sont fortement et de manière prévisible influencées par des modèles climatiques tels que l'ENSO, y compris l'Afrique australe.

4.2.7 Utilisation de l'attribution d'El Niño pour les pertes et dommages

Le lien entre l'attribution du climat et les questions de pertes et dommages est devenu de plus en plus pertinent à mesure que les impacts du changement climatique s'intensifient. La capacité à attribuer des événements météorologiques extrêmes spécifiques, tel que le phénomène El Niño de 2015/16, à des facteurs anthropiques renforce les arguments en faveur de compensations pour des pertes et dommages dans le cadre des négociations internationales sur le climat. Les études d'attribution, telles que celles portant sur les sécheresses induites par El Niño en Afrique australe — mises en évidence par des travaux comme

ceux de Funk et al. (2018), et plus largement notées par Herring et al. (2018) — fournissent des éléments de preuve utiles.

Les pays des régions ACP sont affectés de manière disproportionnée par le changement climatique (Levy & Patz, 2015) et pourraient s'appuyer sur de telles études d'attribution pour plaider en faveur d'un soutien financier et d'autres formes d'assistance afin de faire face aux effets néfastes des désastres liés au climat. Ce lien entre l'attribution et les pertes et dommages est crucial pour garantir que les communautés vulnérables reçoivent le soutien dont elles ont besoin.

4.2.8 Conclusions

L'analyse des récents événements climatiques extrêmes, en particulier l'épisode El Niño 2015/16, a mis en évidence l'influence significative des facteurs anthropiques sur la gravité des impacts de l'El Niño.

Comme l'ont démontré les études d'attribution, le changement climatique induit par l'homme a exacerbé les effets d'El Niño en Afrique australe, entraînant des sécheresses sévères et d'importantes pertes agricoles.

Les prévisions de l'épisode El Niño 2023/24, qui ont suscité des actions anticipatoires à grande échelle dans la région, illustrent les avantages liés à l'utilisation des prévisions ENSO dans la prise de décision, ainsi que les bénéfices poten-

tiels d'une intégration solide des informations ENSO dans les prévisions saisonnières.

Ce faisant, les institutions régionales et nationales peuvent améliorer la précision de leurs prévisions, mieux se préparer aux catastrophes potentielles et, en fin de compte, renforcer la résilience des communautés vulnérables. En outre, la reconnaissance croissante du lien entre le changement climatique et les événements météorologiques extrêmes renforce les arguments en faveur de la compensation des pertes et dommages dans les négociations internationales sur le climat, offrant ainsi aux pays ACP une voie essentielle pour obtenir le soutien nécessaire face à un climat de plus en plus instable.



Références

Hub d'Anticipation, 2023. Anticipatory Action in 2022 : A Global Overview. <https://www.anticipation-hub.org/advocate/anticipatory-action-overview-report/overview-report-2022>

Funk, C., Davenport, F., Harrison, L., Magadzire, T., Galu, G., Artan, G. A., Shukla, S., Korecha, D., Indeje, M., Pomposi, C., Macharia, D., Husak, G., Dieudonne Nsadisa, F., 2018. Le renforcement anthropogénique des événements El Niño modérés à forts a probablement contribué à la sécheresse et aux mauvaises récoltes en Afrique australe en 2016. Bulletin of the American Meteorological Society, 99(1), S91-S96. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0112.1>

Funk, C., Harrison, L., Galu, G., Korecha, D., Magadzire, T., Acharya, N., Hoell, A., Anderson, W., Pedreros, D., Shitote, C., Mogane, P., Turner, W., Shukla, S., Husak, G., 2023 (July). A rapid transition to strong El Niño and positive IOD conditions threatens Eastern and Southeastern Africa with Climate Extremes | Climate Hazards Center. <https://blog.chc.ucsb.edu/?p=1272>

Herring, S. C., Christidis, N., Hoell, A., Kosin, J. P., Schreck, C. J., & Stott, P. A., 2018. Explication des événements extrêmes de 2016 d'un point de vue climatique. Bulletin of the American Meteorological Society, 99(1), S1-S157. <https://doi.org/10.1175/BAMS-EXPLAIN-INGEXTREMEEVENTS2016.1>

Huhn, A. L., Ngaina, J., Marri, S., Castellani, D., 2024. Synthèse de l'étude sur l'Afrique australe.

Plate-forme de dialogue sur l'action anticipée : El Niño Insights - Southern Africa Anticipation After Action Review. In Presented at the 29th Southern Africa Climate Outlook Forum (SARCOF-29).

Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Van Den Dool, H., Saha, S., Mendez, M. P., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., Dewitt, D. G., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., Wood, E. F., 2014. The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Inter-annual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. Bulletin of the American Meteorological Society, 95(4), 585-601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>

Levy, B. S., Patz, J. A., 2015. Climate Change, Human Rights, and Social Justice (Changement climatique, droits de l'homme et justice sociale). Annals of Global Health, 81(3), 310-322. <https://doi.org/10.1016/J.AOGH.2015.08.008>

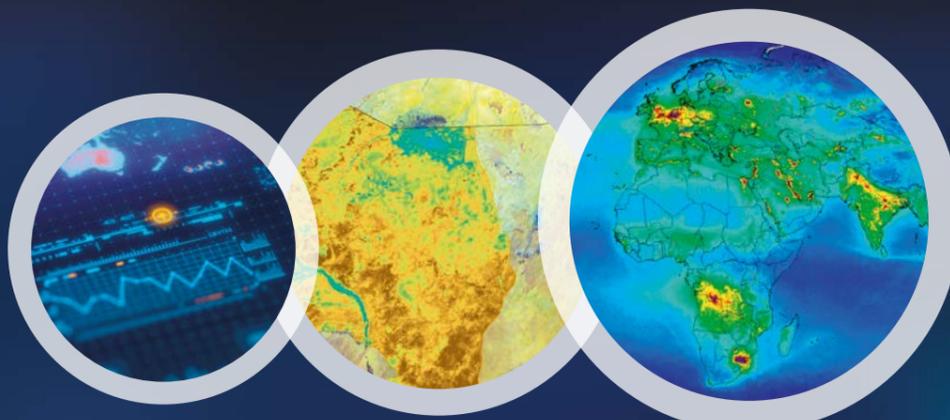
Magadzire, T., Galu, G., Verdin, J., 2017. Comment les prévisions climatiques renforcent la sécurité alimentaire. Bulletin de l'OMM, 66(2), 10-15.

Mugiyo, H., Magadzire, T., Choruma, D. J., Chimonyo, V. G. P., Manzou, R., Jiri, O., Mabhaudhi, T., 2023. El Niño's Effects on Southern African Agriculture in 2023/24 and Anticipatory Action Strategies to Reduce the Impacts in Zimbabwe. Atmosphere, 14(11).

SECTION

5

RENFORCER LE DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS



Cette section vise à examiner comment le développement des capacités soutient le développement systématique des institutions, des infrastructures et des ressources humaines nécessaires à des services climatiques efficaces.

Le premier chapitre porte sur la nécessité d'investir dans l'amélioration des Systèmes d'Aide à la Décision (SAD) pour l'élaboration des politiques agricoles; en intégrant des technologies avancées, en améliorant la gestion des données, en adoptant une conception centrée sur l'utilisateur, en incorporant l'analyse de scénarios et en s'alignant sur les cadres politiques, les parties prenantes peuvent améliorer de manière significative l'efficacité et l'impact des politiques agricoles.

Le deuxième chapitre présente un nouvel outil d'Évaluation des Bénéfices Socio-Économiques (EBSE) pour l'évaluation des services climatiques dans les régions de l'OEACP; la méthodologie du modèle, basée sur la dynamique des systèmes input-output, permet de calculer les effets de dommages selon différents scénarios, et, lorsqu'il est adapté et calibré pour représenter un pays spécifique, il devient un élément essentiel dans un SAD pour soutenir les actions et les décisions à prendre par les décideurs.

Le dernier chapitre de la section examine les implications politiques et pratiques pour l'amélioration des services climatiques ciblant le secteur agricole, en évaluant les avancées majeures depuis la création du Cadre Mondial pour les Services Climatiques (CGSC) en 2012, qui a jeté les bases d'une approche plus systématique et coordonnée des services climatiques à l'échelle mondiale; le chapitre se projette également vers l'avenir, en explorant comment le développement de services climatiques plus centrés sur l'utilisateur, inclusifs et participatifs pourrait favoriser une meilleure intégration des politiques et un soutien financier accru, tant des gouvernements nationaux et régionaux que des instruments internationaux de financement climatique.

CHAPITRE 5.1 Amélioration des systèmes d'aide à la décision pour le développement de la politique agricole

Dieudonné Nsadisa FAKA et Michela PAGANINI

Programme ClimSA, Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP)

5.1.1 Introduction

Les services d'information climatique (SIC) jouent un rôle essentiel dans le renforcement de la résilience et de la productivité de nombreux secteurs socio-économiques. Les données disponibles confirment l'importance des SIC pour soutenir le développement durable dans ces secteurs. Les bénéfices tangibles observés comprennent : une augmentation de la productivité agricole, une meilleure efficacité de la gestion des ressources en eau, un renforcement de la préparation et de la réponse aux catastrophes, une amélioration

de la santé publique, une optimisation de la production énergétique, la conservation de la biodiversité et une croissance économique soutenue. De manière générale, l'intégration de l'information climatique dans les processus de décision permet non seulement de réduire les risques liés au changement climatique, mais aussi de créer des opportunités pour le progrès et la durabilité des secteurs socio-économiques. L'un des moyens d'y parvenir consiste à mettre en place un système d'aide à la décision (SAD).

5.1.2 Qu'est-ce qu'un Système d'aide à la décision ?

Un système d'aide à la décision est un programme informatisé utilisé pour aider à prendre des décisions, à émettre des avis et à prendre des mesures au sein d'une organisation ou d'une entreprise. Un SAD traite de vastes volumes de données, compile des informations exhaustives susceptibles de résoudre des problèmes et d'éclairer la prise de décision (Segal, 2024). En proposant plusieurs scénarios aux utilisateurs, ces systèmes facilitent une prise de décision plus informée, une résolution rapide des problèmes et une plus grande efficacité opérationnelle, tant pour la planification que pour la gestion.

Au sein des Centres climatiques régionaux (CCR) de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP), les principaux outils de SAD disponibles sont les produits et services issus des forums climatiques régionaux et nationaux. Dans chaque région, le CCR organise, au début de la saison des pluies, un forum climat qui élabore un bulletin saisonnier constituant un système d'alerte précoce pour la période à venir.

5.1.3 Forums régionaux sur les perspectives climatiques

Le processus de SAD débute avec le Forum Régional sur les Perspectives Climatiques (FRPC), organisé par le Centre climatique régional (CCR) pour examiner les tendances de la saison à venir. Les climatologues préparent d'abord les modèles de prévision, évaluant l'impact des anomalies climatiques anticipées sur les différents secteurs socio-économiques. Pour ce faire, ils intègrent généralement les facteurs océaniques et atmosphériques influant sur le climat de chaque zone géographique (Funk et al., 2023). Les services climatiques sont ensuite produits soit par le CCR, soit par les services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) (Hewitt et Stone, 2021). Les chapitres 1.1 et 3.1 de cette publication détaillent davantage cette méthodologie.^{30 31}

La communauté d'utilisateurs participante au RCOF discute et formule des mesures d'atténuation pour chaque secteur sensible au climat. Les implications du bulletin de prévision consensuel sont analysées, puis des recommandations clés sont dégagées, privilégiant la prévention et la préparation plutôt que la seule gestion post-événement. Les prévisions de précipitations favorables (ou défavorables) pour la saison offrent respectivement des opportunités ou des risques pour soulager (ou aggraver) la vulnérabilité des populations concernées.

En marge du Forum ClimSA qui s'est tenu en Jamaïque du 25 au 27 juin 2024, un question-

naire préalable a été soumis à l'ensemble des parties prenantes pour recueillir leur avis sur les services produits et diffusés par les CCR. Les résultats montrent que 67,9 % des répondants ont participé à des sessions RCOF ou à d'autres ateliers régionaux, et 70 % d'entre eux estiment que ces rencontres ont positivement influé sur leur planification stratégique et leurs activités opérationnelles. Notamment, 46,2 % des participants sont tout à fait d'accord pour dire que ces ateliers ont renforcé la qualité de leurs décisions professionnelles, tandis que 12,3 % restent neutres.

Ces données confirment le rôle central des ateliers RCOF dans le renforcement des capacités des professionnels à prendre des décisions résilientes au climat. Les produits RCOF constituent les principaux intrants tactiques et stratégiques, contribuant à intégrer systématiquement l'information climatique dans les politiques, les stratégies et les programmes.

Malgré les progrès réalisés dans la promotion de l'agriculture intelligente face au climat (AIC), plusieurs lacunes persistent, notamment l'absence d'informations climatiques suffisamment précises et disponibles en temps utile pour guider efficacement les agriculteurs et les planificateurs agricoles. Les services climatiques existants dans les régions ACP manquent souvent de granularité et de capacité prédictive, limitant leur utilité opérationnelle.

³⁰ Section 1.1. Capitalising 25 years of operations of the Greater Horn of Africa Climate Outlook Forum (GHACOF).
³¹ Section 3.1. Lessons for Agriculture and Food Security from the Southern African Regional Climate Outlook Forum (SARCOF).

5.1.4 Contraintes majeures

(i) Manque de données météorologiques locales : Les systèmes de prévision météorologique actuels dans de nombreux pays ACP souffrent d'une résolution spatiale insuffisante, couvrant souvent de vastes territoires sans offrir d'informations exploitables à l'échelle locale. Cette lacune complique la prise de décisions éclairées par les agriculteurs en matière de gestion des cultures, d'irrigation et de planification des travaux agricoles.

(ii) Prévisions saisonnières inadéquates : Si des prévisions saisonnières générales sont disponibles, elles manquent fréquemment de la précision nécessaire pour la planification agricole. Les agriculteurs et les planificateurs ont besoin de prévisions à plus long terme, détaillées et adaptées aux conditions climatiques locales ainsi qu'aux cultures et régions spécifiques.

(iii) Outils limités pour l'analyse de l'adéquation des sols et des cultures : Le changement climatique modifie la capacité des sols à

accueillir différentes cultures, mais les outils actuels d'évaluation de ces évolutions ne sont ni largement accessibles ni intégrés aux données climatiques locales. Les agriculteurs requièrent des instruments dynamiques et simples d'utilisation pour adapter leurs choix de cultures aux conditions climatiques changeantes.

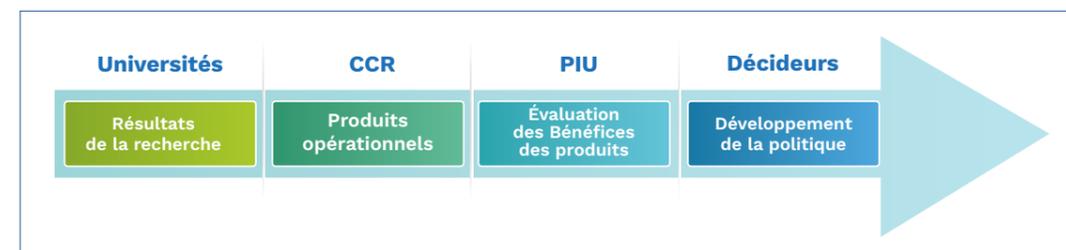
(iv) Défis liés à l'intégration des données climatiques dans les pratiques agricoles : Il est essentiel d'intégrer sans rupture les données climatiques aux décisions pratiques en agriculture, notamment pour prévoir le début des pluies, gérer efficacement les ressources en eau et identifier des variétés résilientes capables de prospérer dans des environnements évolutifs. Le programme ClimSA prévoit de combler ces manques via un nouveau projet portant sur l'intelligence artificielle appliquée à l'agriculture intelligente face au climat, dont le lancement est prévu au dernier trimestre de l'année.

5.1.5 Intégration du climat dans les politiques: avantages et défis

Cette section décrit les avantages et les défis rencontrés par les régions ACP lors de l'intégration systématique du climat dans les politiques à tous les niveaux de décision. Cette question est particulièrement cruciale en Afrique, dans les Caraïbes et dans le Pacifique, où le changement climatique représente des risques majeurs pour le développement, les moyens de subsistance et les écosystèmes.

Les résultats de l'enquête présentée lors du forum ClimSA tenu en Jamaïque en 2024 montrent que 78 % des pays intègrent désormais les enjeux climatiques dans leurs plans nationaux de développement et que 72 % adaptent leurs politiques agricoles pour y inclure des pratiques agricoles intelligentes face au climat.

Figure 49. Processus proposé pour l'élaboration des politiques.



Le programme ClimSA a élaboré sa stratégie d'intégration du climat dans les politiques en se concentrant sur le renforcement coordonné des capacités des Centres Régionaux du Climat (CRC) pour la production, l'application et l'évaluation de l'impact des informations et services climatiques, au profit du développement socio-économique durable des régions.

L'approche ClimSA en matière d'élaboration de politiques s'appuie sur l'évaluation des bénéfices que ces informations et services apportent aux secteurs socio-économiques sensibles au climat, afin d'éclairer la définition des orientations publiques. L'analyse des résultats obtenus par les utilisateurs constitue un levier essentiel pour l'élaboration de cadres réglementaires et politiques adaptés. Chaque CRC est chargé de produire des informations climatiques (les livrables de l'action) selon un mécanisme de co-production garantissant que les produits répondent précisément aux besoins de secteurs ciblés.

Une fois ces services climatiques sur mesure conçus, le programme accompagne leur appropriation par les utilisateurs via des formations et des conseils techniques, et contribue à l'évaluation des effets sur le terrain dans le cadre de la Plateforme d'Interface Utilisateur (PIU). Le processus proposé par ClimSA pour l'élaboration de politiques est synthétisé à la Figure 49: les résultats de la recherche sont d'abord convertis en produits et services opérationnels appliqués dans les secteurs sensibles. Après utilisation de ces outils pour améliorer la productivité, il convient d'en mesurer les bénéfices. Si l'évaluation confirme la valeur ajoutée des services climatiques, les décideurs peuvent alors formuler des politiques de soutien aux secteurs de production afin d'assurer leur développement durable.

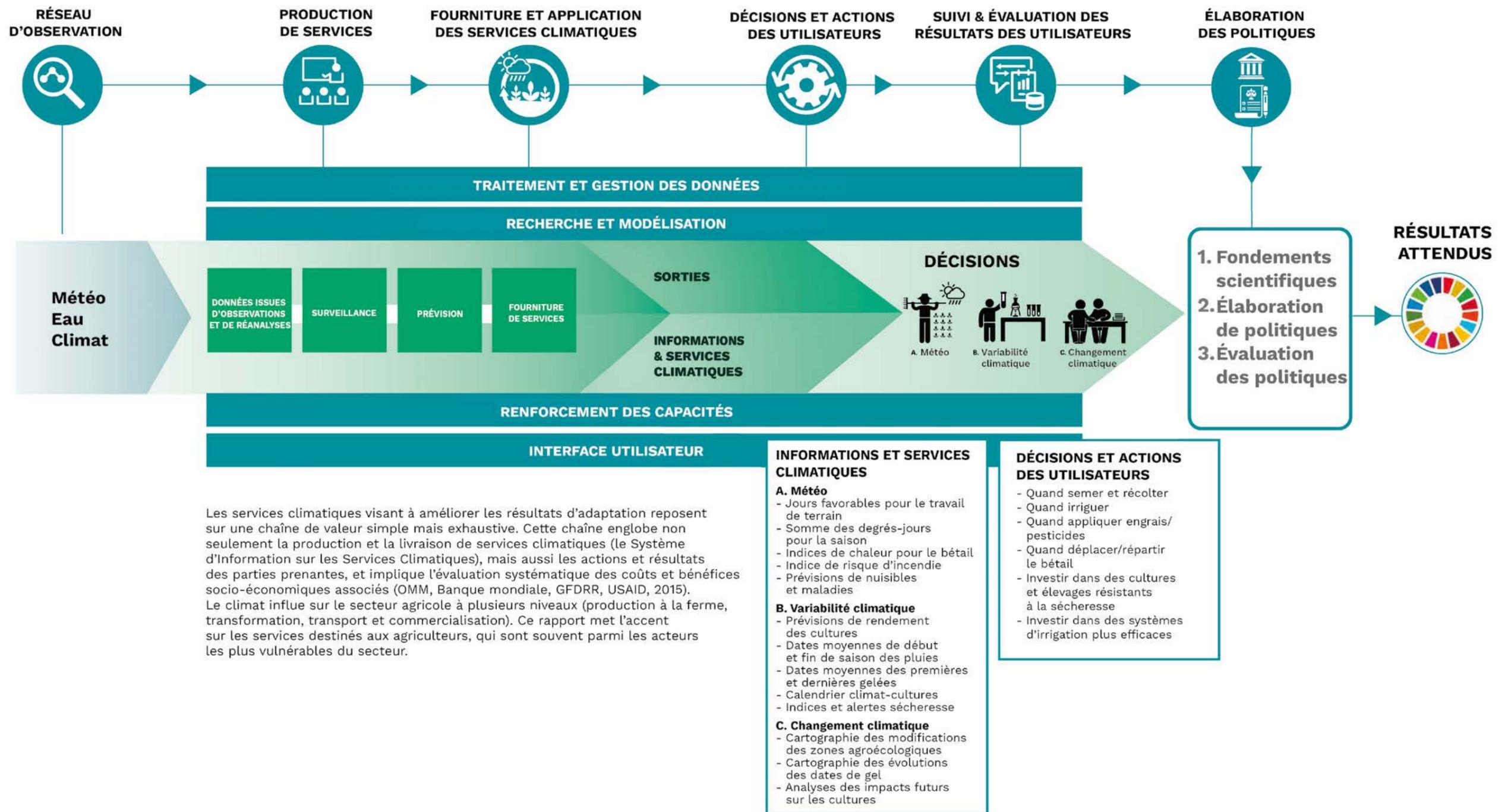
L'élaboration des politiques doit dès lors s'inscrire comme une étape à part entière de la « chaîne de valeur climatique », comme l'illustre la Figure 50.



Figure 50. Chaîne de valeur améliorée des services climatologiques étendue à l'élaboration des politiques, (modifiée à partir de la figure initiale de l'OMM, 2019).

Valeur

Services climatologiques pour l'agriculture, y compris les cultures, la pêche, la foresterie et l'élevage



Ce cadre s'inspire de la « chaîne de valeur » des services climatiques de l'OMM (WMO, 2019), qui intègre le développement des politiques au sein même de la chaîne. Un retour d'information est sollicité à chaque étape d'évaluation des bénéfices et de formulation des politiques, afin d'améliorer tant la qualité des produits que le cadre réglementaire. Le développement des politiques s'appuie ainsi systématiquement sur des preuves scientifiques, la modélisation de leurs déclencheurs climatiques constituant l'outil central de la plateforme d'interface science-politique. Plusieurs recherches restent nécessaires pour faire progresser l'intégration du climat dans les processus décisionnels.

L'intégration du climat dans les politiques publiques offre des retombées majeures pour le développement durable, la résilience et la

santé dans les régions ACP (Encadré 6). Elle comporte toutefois des défis qu'il faut relever par des efforts coordonnés, le renforcement des capacités et l'allocation de financements adéquats (Encadré 7). Le renforcement des compétences et la mobilisation d'expertises sont indispensables pour concevoir des solutions innovantes en faveur de la résilience. Les systèmes agricoles des régions ACP sont particulièrement divers, en raison de conditions climatiques, de cultures et de structures socio-économiques variées. Or, on constate un déficit de compétences parmi les décideurs, les agriculteurs et les autorités locales dans l'usage efficace des systèmes d'aide à la décision (SAD). En surmontant ces obstacles, les régions ACP pourront améliorer leur préparation face aux impacts du changement climatique et assurer un avenir plus durable.

Encadré 6. Avantages de l'intégration du climat dans les politiques des régions ACP.

Renforcement de la résilience

- Stratégies d'adaptation: l'élaboration de politiques qui intègrent les risques climatiques peut améliorer la préparation aux effets du climat.
- L'engagement communautaire: autonomiser les communautés locales renforce leur capacité à faire face aux chocs liés au climat.

Opportunités économiques

- Économie verte: la transition vers une économie verte génère des emplois dans les énergies renouvelables, l'agriculture durable et l'écotourisme.
- Financement et investissement: l'intégration de l'action climatique peut attirer des financements et des investissements internationaux axés sur la durabilité.

Amélioration des résultats en matière de santé

- Qualité de l'air: les politiques de réduction des émissions contribuent à assainir l'air et à protéger la santé publique.
- Sécurité alimentaire: des politiques agricoles éclairées par des données climatiques améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition.

Développement durable

- Développement intégré: l'alignement de l'action climatique sur les politiques de développement favorise des résultats plus durables.
- Conservation de la biodiversité: la protection des écosystèmes au travers de politiques climatiques soutient la biodiversité et renforce la gestion des ressources naturelles.

Encadré 7. Les défis de l'intégration du climat dans les politiques des régions ACP.

Barrières institutionnelles

- Manque de coordination: des politiques fragmentées entre secteurs entravent une action climatique efficace.
- Capacités insuffisantes: des ressources techniques et humaines limitées freinent la mise en œuvre des politiques climatiques.
- Vulnérabilité au changement climatique: les régions ACP sont fortement vulnérables au changement climatique, et les politiques ne tiennent souvent pas suffisamment compte de ces risques.

Limites de financement

- Ressources financières limitées: de nombreux pays rencontrent des difficultés à mobiliser les financements nécessaires pour les initiatives climatiques.
- Dépendance à l'aide extérieure: le recours aux financements internationaux peut entraîner des incertitudes dans la mise en œuvre des politiques. Contraintes socio-économiques.

Contraintes socio-économiques

- Pauvreté et inégalités: des niveaux élevés de pauvreté réduisent la capacité des communautés à s'adapter.
- Facteurs culturels: certaines pratiques traditionnelles peuvent entrer en conflit avec les stratégies climatiques modernes, suscitant des résistances.
- Manque de coopération: une coordination insuffisante entre administrations, organisations internationales et secteur privé conduit à des décisions fragmentées.
- Impacts à long terme imprécis: les politiques sont souvent déployées sans évaluer pleinement leurs conséquences socio-économiques et environnementales sur le long terme.
- Accès limité aux services: de nombreux agriculteurs des régions ACP n'ont pas accès aux services financiers ni aux informations de marché, ce qui freine leurs investissements dans des pratiques durables.

Rareté des données et manque d'infrastructure

- Données fiables insuffisantes: l'absence de données climatiques précises limite la qualité de l'élaboration et de l'évaluation des politiques.
- Lacunes en matière de recherche: le manque d'études localisées sur les impacts climatiques restreint la compréhension nécessaire à une prise de décision éclairée.
- Infrastructures inadaptées: les zones rurales des régions ACP disposent souvent d'infrastructures informatiques rudimentaires.
- Données obsolètes: les informations disponibles sur l'agriculture, les conditions météorologiques et les facteurs économiques sont souvent de faible qualité, fragmentées ou obsolètes.

5.1.6 Amélioration des systèmes d'aide à la décision pour l'élaboration de la politique agricoles

Cette section présente les efforts nécessaires pour renforcer les systèmes d'aide à la décision (SAD) dans le cadre de la contribution des Centres Régionaux de Climatologie (CRC) au développement durable. Les SAD jouent un rôle déterminant dans l'élaboration des politiques agricoles, en fournissant des analyses fondées sur des données et en facilitant une prise de décision éclairée. L'intégration de pratiques agricoles durables et de stratégies adaptatives, visant à accroître la productivité tout en renforçant la résilience au changement climatique, requiert le développement d'un SAD spécifiquement dédié.

Cet outil s'avère indispensable pour relever les défis croissants liés aux impacts grandissants du changement climatique, notamment les régimes météorologiques erratiques, les sécheresses prolongées et les précipitations imprévisibles.

À ce jour, les services climatiques dans les régions ACP manquent souvent de la granularité et de l'interopérabilité nécessaires pour soutenir un système d'aide à la décision (SAD) intégré à l'intention des agriculteurs et des planificateurs agricoles.

Un approfondissement des capacités d'analyse des données permettrait d'orienter les décisions politiques de manière plus pertinente, tandis que la rationalisation des processus améliorerait l'efficacité en réduisant les délais et les ressources mobilisées lors de l'élaboration des politiques (Samuel et al., 2022). Les politiques formulées à partir de SAD optimisés favoriseraient ainsi la mise en œuvre de pratiques agricoles plus durables. Plusieurs stratégies peuvent être mobilisées pour améliorer ces systèmes, positionnant les CRC comme des acteurs incontournables de la planification agricole (voir Encadré 8).



Encadré 8. Éléments clés pour améliorer les systèmes d'information sur le développement de la politique agricole dans les régions ACP.

Intégration des technologies avancées

- Intelligence artificielle (IA): les outils de prévision pilotés par l'IA peuvent fournir des informations opérationnelles améliorées, optimisant la productivité agricole et renforçant la résilience face à la variabilité climatique.
- Télédétection: la combinaison de l'imagerie satellitaire, de la technologie des drones et de l'internet des objets (IoT) avec des données en temps réel sur la santé des cultures et l'utilisation des terres a le potentiel de révolutionner l'agriculture intelligente face au climat.
- La technologie Blockchain: la blockchain améliore la traçabilité dans la chaîne d'approvisionnement agricole, permettant aux agriculteurs de se connecter directement aux marchés et d'accroître leur rentabilité. Le partage des données entre les agriculteurs, les chercheurs et les décideurs politiques contribue également à une meilleure allocation des ressources et à des programmes d'incitation récompensant les agriculteurs pour des pratiques plus durables.

Amélioration de la gestion des données

- Amélioration de la qualité des données: mettre à jour et valider régulièrement les sources de données afin d'en garantir l'exactitude.
- Interopérabilité: permettre un partage transparent des données entre les différents acteurs et systèmes agricoles.
- Analyse des big data: tirer parti des technologies de big data pour traiter et analyser d'importants volumes de données agricoles.

Conception centrée sur l'utilisateur

- Participation des parties prenantes: impliquer les agriculteurs, les décideurs politiques et les agronomes dans le processus de conception afin de s'assurer que le système répond à leurs besoins.
- Formation et accompagnement: dispenser des sessions de formation pour permettre aux utilisateurs de maîtriser efficacement les outils SAD.

Conception centrée sur l'utilisateur

- Participation des parties prenantes: impliquer les agriculteurs, les décideurs politiques et les agronomes dans le processus de conception afin de s'assurer que le système répond à leurs besoins.
- Formation et accompagnement: dispenser des sessions de formation pour permettre aux utilisateurs de maîtriser efficacement les outils SAD.

Analyse de scénarios et simulations

- Développement de scénarios: le développement de modèles de simulation pour évaluer l'impact des différentes options politiques sur la production agricole et la durabilité, est une priorité dans un avenir imprévisible et incertain.
- Outils d'évaluation des risques: intégrer au SAD des instruments destinés à quantifier les risques associés aux pratiques et politiques agricoles envisagées.

Alignement du cadre politique

- Évaluation des résultats pour l'utilisateur: mesurer les bénéfices des services climatiques afin de renforcer la confiance dans la prise de décision.
- Calculer le coût des pertes et des dommages: l'outil BSE est un exemple d'outil puissant pour répondre à ce besoin. Les résultats obtenus serviront de base à toute action en faveur du développement durable.
- Alignement sur les objectifs de développement durable (ODD): le SAD doit soutenir des politiques cohérentes avec les ODD, en particulier ceux relatifs à l'agriculture, à la sécurité alimentaire et au changement climatique.
- Mécanismes de retour d'information: les CRC doivent associer les décideurs via la Plateforme d'Interface Utilisateur (PIU) pour recueillir un retour continu sur l'efficacité des politiques et les ajustements nécessaires.
- Élaboration de politiques: une fois les étapes précédentes achevées, la formulation de nouvelles réglementations fondées sur des preuves scientifiques s'en trouve grandement facilitée, assurant l'inclusion des CRC dans les processus d'allocation budgétaire.

5.1.7 Conclusions

L'amélioration des systèmes d'aide à la décision (SAD) dans le cadre de l'élaboration des politiques agricoles, est essentielle afin de pro-mouvoir un secteur agricole à la fois résilient et durable. En intégrant des technologies de pointe, en renforçant la gestion des données, en adoptant une approche centrée sur l'utilisateur, en incorporant l'analyse de scénarios et en alignant les outils sur les cadres réglementaires, les parties prenantes peuvent considérablement accroître l'efficacité et l'impact de leurs politiques agricoles. L'utilisation de prévisions météorologiques hyper-locales, de prévisions climatiques saisonnières pilotées par l'IA et d'évaluations de la pertinence des terres et des cultures liées au climat fournira aux agriculteurs et aux planificateurs agricoles les informations exploitables nécessaires pour optimiser la productivité agricole et renforcer la résilience face à la variabilité climatique.

Actuellement, les Centres Régionaux de Coordination (CRC) utilisent les produits de prévisions pour développer des systèmes d'aide à la décision (SAD) efficaces pour l'agriculture et la sécurité alimentaire. La déclaration de prévision représente soit une bonne opportunité pour maximiser la production agricole, en particulier dans les zones qui reçoivent normalement de bonnes précipitations et où les prévisions indiquent des précipitations normales à supérieures à la normale, soit une menace potentielle pour les rendements. Cependant, il convient de rappeler aux utilisateurs finaux qu'il existe toujours trois résultats possibles: normal, inférieur à la normale ou supérieur à la normale, et des mesures de contingence doivent être prévues pour les scénarios moins probables.

D'un point de vue agronomique, les agriculteurs peuvent tirer pleinement parti des prévisions en consacrant une part plus importante de leurs terres à des variétés à cycles moyens à longs et à haut rendement. Néanmoins, une portion de la parcelle doit rester dédiée à des variétés précoces et tolérantes à la sécheresse, afin de pallier un éventuel déficit pluviométrique.

La mise en place, de façon automatisée, d'un modèle agricole intégré à une prévision climatique constitue l'amélioration que les centres climatiques régionaux souhaitent déployer pour ancrer le climat au cœur de l'élaboration des politiques.

Des SAD renforcés facilitent enfin la collaboration entre acteurs en offrant un cadre commun de discussions. Cette approche collective garantit que toutes les voix sont prises en compte dans le processus décisionnel, conduisant à des stratégies plus globales bénéficiant à l'ensemble de la communauté agricole. En somme, investir dans l'amélioration des systèmes d'aide à la décision est indispensable pour concevoir des politiques agricoles efficaces, résilientes, productives et durables, capables de s'adapter à un environnement en perpétuelle évolution.

Références

ClimSA, 2024. Rapport d'enquête sur les réactions des utilisateurs (non publié).

Funk, C., Fink, A.H., Harrison, L, Segele, Z, En-driss, H.S., Galu, G., Korecha, D., Nicholson, S., 2023. Frequent but Predictable Droughts in East Africa Driven by a Walker Circulation Intensification, *Earth's Future*, AGU (advancing earth and space sciences).

Hewitt, C.D., Stone, R., 2021, Climate services for managing societal risks and opportunities. *Climate Services* (23), 100240, ELSEVIER. <https://www.sciencedirect.com/journal/climate-services>.

Samuel, S., Wiston, N., Mphale, K., Faka, D.N., 2022. Changes in extreme precipitation events in the Zambezi River basins based on CORDEX-CORE models, Part II: Future projections under 1.5, 2.0, and 3.0C global warming levels, *International Journal of Climatology*, 2022: 42: 5467-5486.

Segal, T, 2024. Système d'aide à la décision (DSS): What It Is and How Businesses Use Them, Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/d/decision-support-system.asp>

OMM, 2019. N° 1242. État des services climatologiques pour l'agriculture et la sécurité alimentaire.

DECISION
MAKING

CHAPITRE 5.2 Un outil d'évaluation des bénéfices socio-économiques (BSE) pour l'analyse des services climatiques dans les régions de l'OEACP

Dieudonné Nsadisa FAKA^a et Al THIBEAULT^b

^a Le Programme ClimSA, Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP)

^b Ventana Systems, Inc. 60 Jacob Gates Road Harvard, États-Unis

5.2.1 Introduction

Les pays membres de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) sont particulièrement vulnérables aux risques climatiques physiques, car ils ne disposent pas des ressources nécessaires pour mettre en œuvre des mesures d'adaptation, de réduction et d'atténuation à grande échelle. Leur dépendance à des ressources sensibles au climat rend les secteurs primaires—tels que l'agriculture, la sylviculture et la pêche—les plus exposés. Les impacts climatiques sur la santé, les moyens de subsistance, la sécurité alimentaire, l'approvisionnement en eau, la sécurité humaine et la croissance économique devraient s'intensifier avec le réchauffement planétaire, et des dommages économiques significatifs sont déjà constatés dans des secteurs fortement exposés, tels que l'agriculture, la sylviculture, la pêche, l'énergie et le tourisme (GIEC, 2023).

Selon une enquête menée en 2021 par le Programme Intra-ACP ClimSA (Services Climatiques et Applications Connexes), environ 70 % des Centres Régionaux du Climat (CRC) et des Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux (SMHN) de l'OEACP n'étaient pas en mesure de fournir des produits directement applicables à la prise de décision et à l'élaboration de politiques éclairées par le climat (ClimSA, 2021). Le renforcement des capacités à analyser les services d'information climatique grâce au développement d'un outil d'évaluation des bénéfices socio-économiques (BSE) a été identifié comme une priorité d'intervention pour tous les pays des régions ACP.

À partir de 2022, le Programme ClimSA a contribué à la mise au point d'un cadre d'évaluation BSE basé sur une méthodologie d'Analyse Coût-Bénéfice (ACB) intégrée, prenant en compte les impacts sociaux, économiques et environnementaux, ainsi que les résultats en matière de politiques publiques. L'ACB s'appuie sur trois composantes analytiques principales: l'investissement, les coûts évités et les gains additionnels (OMM, 2019).

L'objectif global de l'outil BSE est de guider la prise de décision éclairée par le climat afin d'accroître le développement et l'application des services climatiques dans les secteurs sensibles au climat. L'adaptation de l'outil à chaque pays pilote permet d'orienter les choix d'investissement grâce à une analyse multicritères comparant plusieurs options.

Les résultats présentés ici portent sur les sorties du modèle pour le Burkina Faso, l'un des cinq pays pilotes de l'OEACP où des modèles types ont été développés. Ce document synthétise les bénéfices socio-économiques de l'utilisation des services climatiques à différentes échelles et catégories fonctionnelles, et présente les premiers résultats non calibrés de l'outil BSE ClimSA pour évaluer les impacts socio-économiques du changement climatique et l'usage des services climatiques comme mesures d'adaptation pour atténuer les effets négatifs et renforcer la résilience.

5.2.2 Développement de la méthodologie

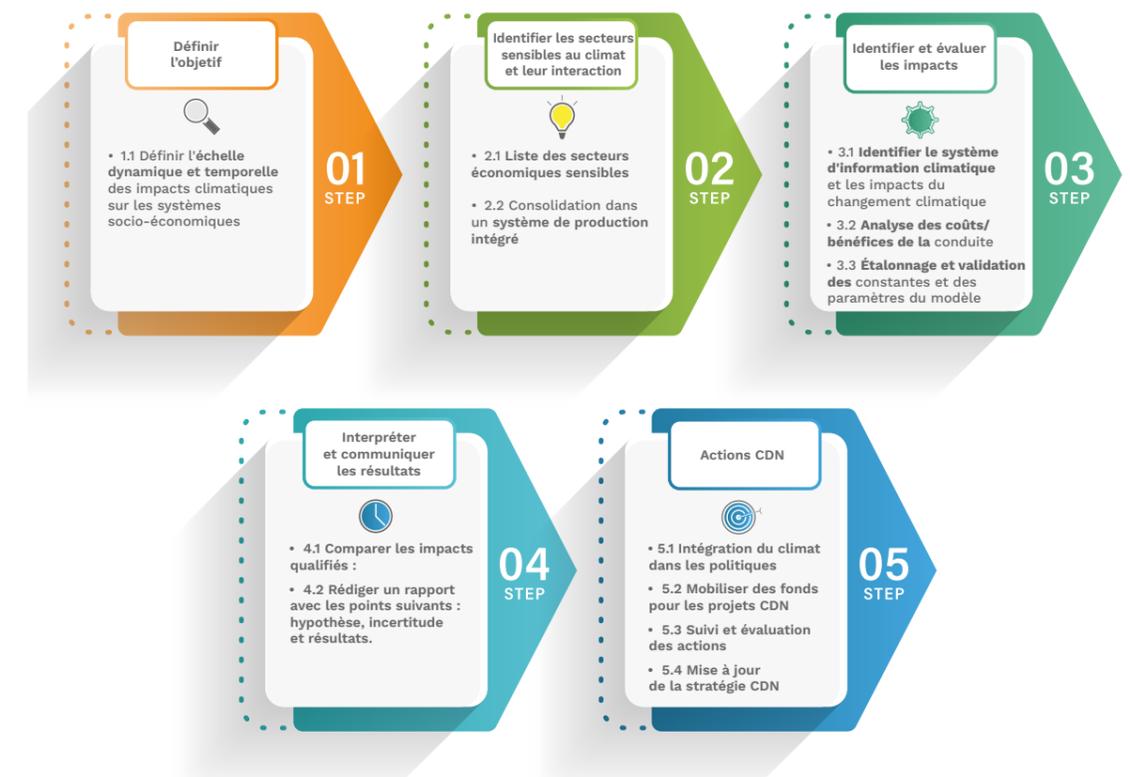
Diverses méthodes existent pour quantifier la valeur des services climatiques, bien que de nombreux modèles de prévision ne donnent des résultats fiables que dans une fourchette étroite correspondant au comportement passé habituel et peinent à gérer des scénarios inédits sortant de cette fourchette.

L'outil BSE de ClimSA repose sur Vensim, un logiciel de modélisation visuelle qui permet de conceptualiser, documenter, simuler, analyser et optimiser des modèles de systèmes dynamiques. Vensim offre une approche simple et flexible pour construire des modèles de simulation à partir de diagrammes de boucles causales ou de stocks et flux.³²

Modèle type

Le modèle type du BSE pour les pays de l'OEACP utilise les tables d'entrées-sorties économiques afin de rendre compte de l'interdépendance réaliste et usuelle des secteurs économiques, associé aux techniques de dynamique des systèmes pour élaborer et tester des modèles de simulation robustes. La méthodologie de dynamique des systèmes s'appuie sur des principes de base pour dériver les effets non linéaires correspondant aux écarts non linéaires par rapport aux conditions normales (Figure 51).

Figure 51. Les principales étapes du développement d'un outil BSE.



³² <https://vensim.com/> (consulté 20 janvier 2025)

Le modèle type comprend plusieurs volets pour soutenir le calcul du BSE, à savoir (i) Système d'information climatique (SIC) et impacts climatiques, (ii) Population et santé, (iii) Production, et (iv) Gouvernement et économie (Figure 52).

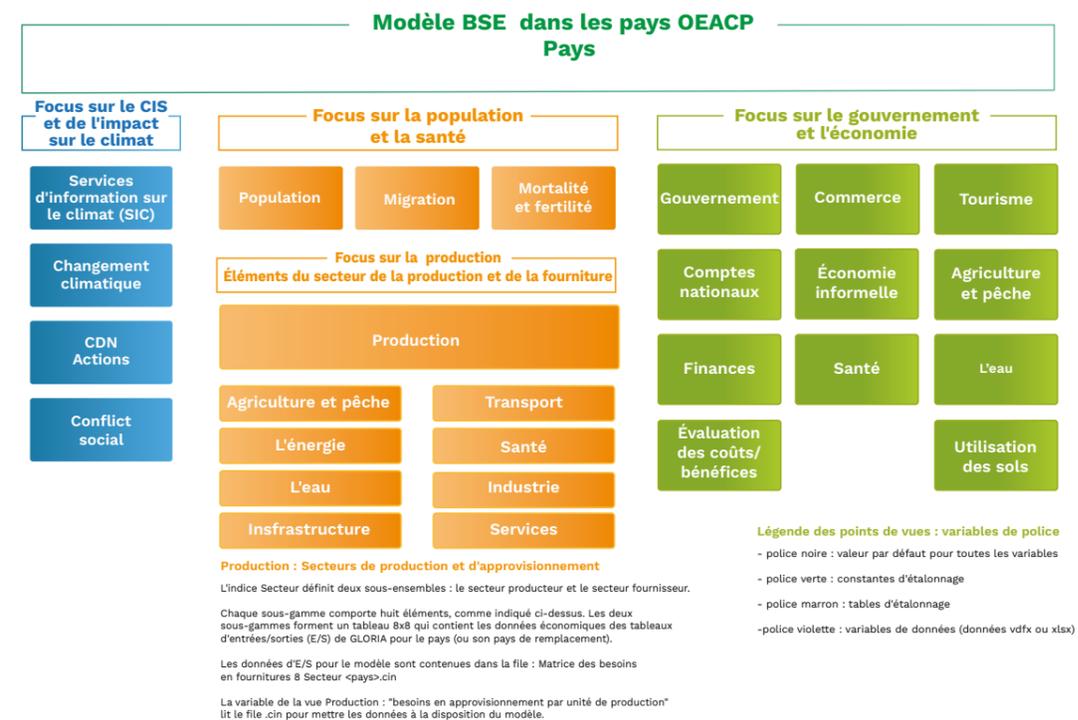
La période considérée s'étend de 1990 à 2100. Le modèle identifie huit secteurs principaux, résultant de l'agrégation des données économiques de 97 sous-secteurs figurant dans les tables entrées-sorties (E-S) utilisées. Tous les secteurs de l'économie sont sensibles aux changements climatiques, mais leur degré de sensibilité varie selon leur nature. Les données temporelles E-S indiquent les interactions d'approvisionnement et de production entre chaque paire de secteurs. Bien que la population ne soit pas un secteur de production, elle est intégrée comme variable dans la structure du volet Production, en raison de son importance cruciale pour la performance

économique et le bénéfice socio-économique global.

L'approche entrées-sorties gère l'interconnectivité de chaque secteur et aboutit à la modélisation d'un secteur de production intégré, reproduisant la structure complète entrées-sorties de l'économie (Figure 53).

La structure des secteurs productifs a été étendue pour calculer la valeur ajoutée de chacun d'eux au produit intérieur brut (PIB) national, via (i) la fourniture d'intrants intermédiaires aux autres secteurs productifs, (ii) les investissements en capital fixe dans l'ensemble des secteurs, et (iii) la satisfaction des demandes de consommation des ménages et de l'État. Ces nouvelles priorités explicites sont essentielles pour appréhender l'ensemble des réponses économiques potentielles aux changements climatiques et aux systèmes d'information climatique (Figure 54).

Figure 52. Structure du modèle montrant les huit principaux secteurs économiques inclus.



Identification et évaluation des impacts

Cette étape porte sur l'identification et l'évaluation des impacts, en répondant à la question : quels sont les effets du scénario « sans influence climatique » comparés à ceux du scénario « avec influence climatique » ? Les impacts du changement climatique sur la santé humaine, l'environnement, l'économie, la société et d'autres domaines se définissent comme les écarts entre ces deux scénarios. Si, pour le scénario « sans influence climatique », plusieurs trajectoires sont envisageables, il convient d'identifier et d'analyser les différences d'impacts entre chacune de ces trajectoires et le scénario « avec influence climatique ». Cette démarche se déroule en quatre phases génériques :

Identification des impacts

Les effets potentiels des variations climatiques sur l'économie et la société sont repérés à partir de scénarios de référence (climat normal) et de scénarios de changement climatique. Le modèle pays OEACP-BSE vise à quantifier à la fois les dommages induits par le changement climatique et les bénéfices d'actions correctives, telles que les Systèmes d'Information Climatique (SIC).

Les coûts et les bénéfices se quantifient au mieux en comparant les écarts de PIB et de population induits par le changement climatique et/ou par les mesures d'amélioration. Pour rendre ces différences immédiatement perceptibles, le modèle a été étendu afin d'exécuter trois scénarios pour chaque simulation. L'outil BSE intègre les scénarios des *Shared Socioeconomic Pathways* (SSP) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), développés pour modéliser les impacts climatiques futurs possibles. Les SSP issus du Sixième Rapport d'évaluation du GIEC sont utilisés dans le modèle pour inclure trois scénarios : SSP1-1.9, SSP1-2.6 et SSP2-4.5. Le scénario SSP1-2.6 est défini comme scénario par défaut (Figure 55).

La fonctionnalité Vensim Run Manager permet de sélectionner l'un des trois scénarios, et d'en ajouter d'autres. Le scénario utilisé pour le changement de température dans le cadre de la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) restera inférieur à 2 °C en 2100, conformément aux objectifs de l'Accord de Paris. Les valeurs du « climat normal » de 1990 à 2020 sont issues de n'importe quel scénario du GIEC (identiques de 1990 à 2020), puis restent constantes pour la période de simulation jusqu'en 2100. La température a été augmentée de 1980 à 2020 à un rythme de 1,25 °C, en supposant qu'elle demeure stable jusqu'à la fin du siècle. Il s'agit du scénario de référence, appelé « Climat Normal », qui montre ce qui se serait passé si le changement climatique n'avait pas eu lieu.

Le scénario « Climat Normal » se définit en maintenant constantes la température et le niveau de la mer aux valeurs d'une période donnée, désignée comme « année de référence du climat normal ». Le deuxième scénario, le « Climat en Réchauffement », montre ce qui s'est et se passera dans le pays sous des conditions de température croissante et de montée du niveau de la mer. Ce scénario envisage de dépasser 2°C sans toutefois atteindre 3°C. Le troisième scénario, appelé « Action Climat CDN », correspond à un équilibre entre le climat normal et le climat en réchauffement, que le pays peut financer via les actions prévues dans sa CDN. Ce scénario suit l'objectif de l'Accord de Paris de limiter le réchauffement à 1,5°C, c'est-à-dire ne pas atteindre ou rester en dessous de 2°C.

L'impact potentiel des Systèmes d'Information sur le Climat (SIC) sur les systèmes de production est illustré à la figure 56. Les SIC interviennent sur le coût évité des pertes et dommages. Ils influent sur les secteurs de production via la part d'infrastructures vulnérables protégées par les SIC, l'effet des SIC sur la productivité agricole, la disponibilité de l'eau, l'approvisionnement énergétique, la transmission et distribution, le transport, la construction et la prévention en santé (réduction de la mortalité et de la morbidité), etc.

Figure 53. Intégration complète des tableaux d'entrées-sorties dans les secteurs de production du modèle. Les variables en rouge sont des tableaux complets du tableau des entrées-sorties, montrant l'interdépendance des secteurs. Les variables en noir déterminent le fonctionnement interne de chaque secteur.

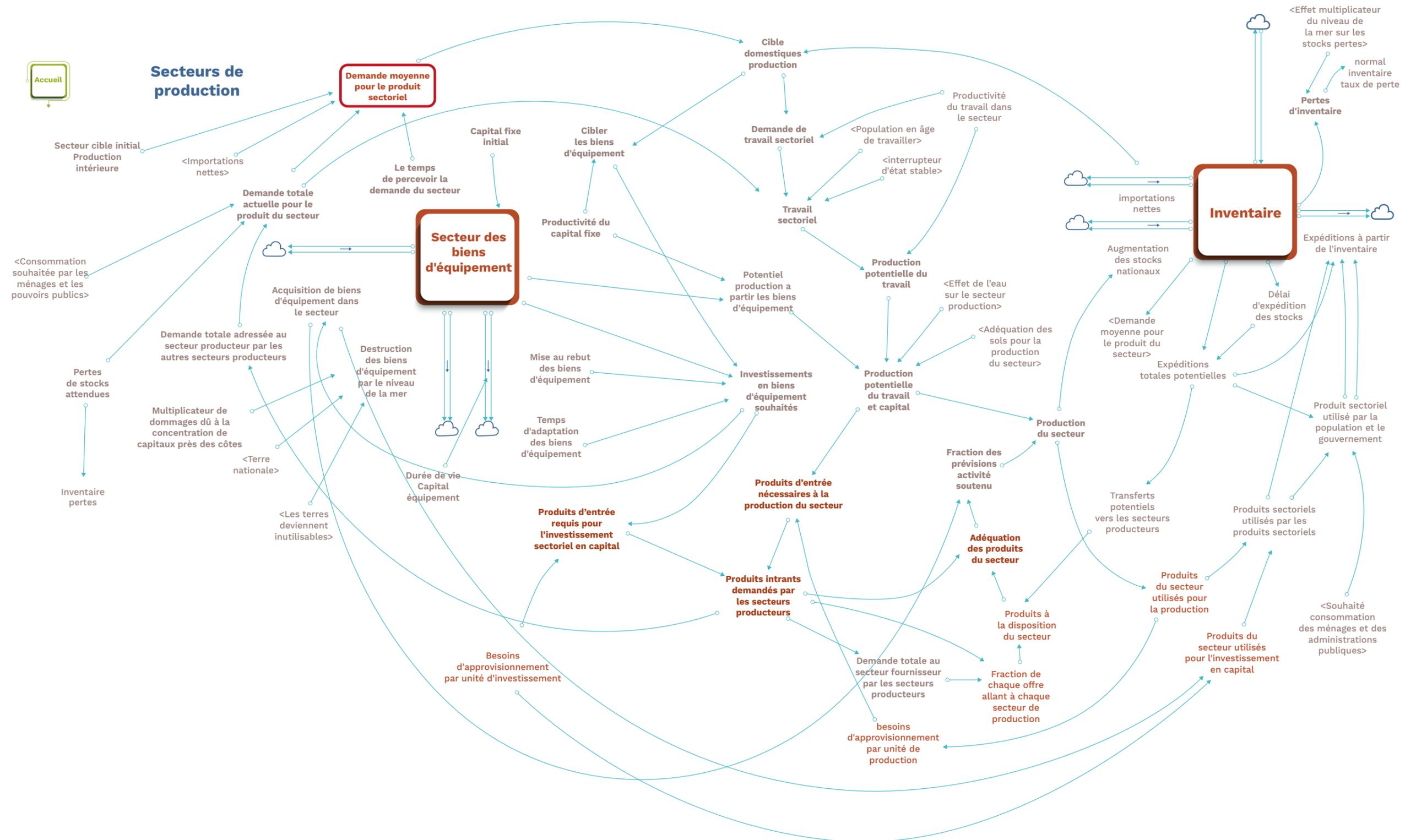
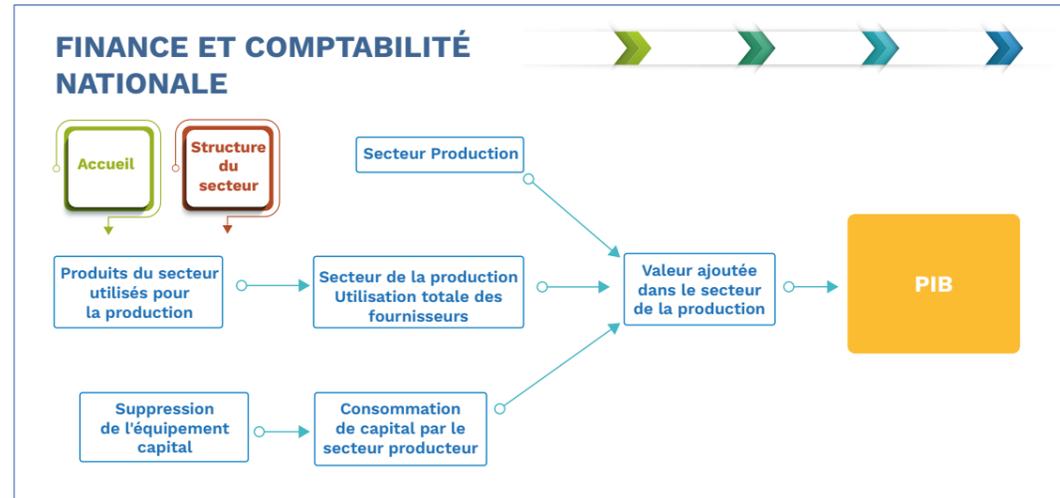


Figure 54. Lien entre la structure des entrées-sorties et le PIB.



L'application des services climatiques aux secteurs socio-économiques sensibles se traduit par une variation du PIB. Les impacts sont modélisés à partir de la relation entre le climat et le système économique, en supposant que chaque secteur présente un coefficient constant de sensibilité climatique. Le modèle intègre des valeurs génériques issues de la littérature, qui devront être calibrées si des données locales sont disponibles. Il prend également en compte l'effet des SIC sur l'économie selon la grille de niveaux et de catégories de services climatiques de l'OMM (de « Basique » à « Avancé »).

Analyse coûts/bénéfices

Le cadre méthodologique utilisé pour calculer la valeur ajoutée tout au long de la chaîne de production repose sur l'approche input-output et sur le cadre macroéconomique du Système de Comptabilité Nationale (SCN, 2008). L'outil génère un ensemble d'indicateurs mesurant la performance socio-économique de la chaîne de valeur (Figure 57). Il distingue d'abord le

compte de production, qui détermine la valeur ajoutée du processus de production. Et ensuite, le compte de revenu, qui répartit cette valeur ajoutée entre les acteurs (fournisseurs de facteurs tels que la terre, le travail, le capital, etc.).

Le compte de production détermine la valeur ajoutée du processus de production. Le compte d'entrée détermine comment cette valeur ajoutée est répartie entre les acteurs participant au processus de production par le biais de la fourniture de facteurs de production tels que la terre, le travail, le capital, etc.

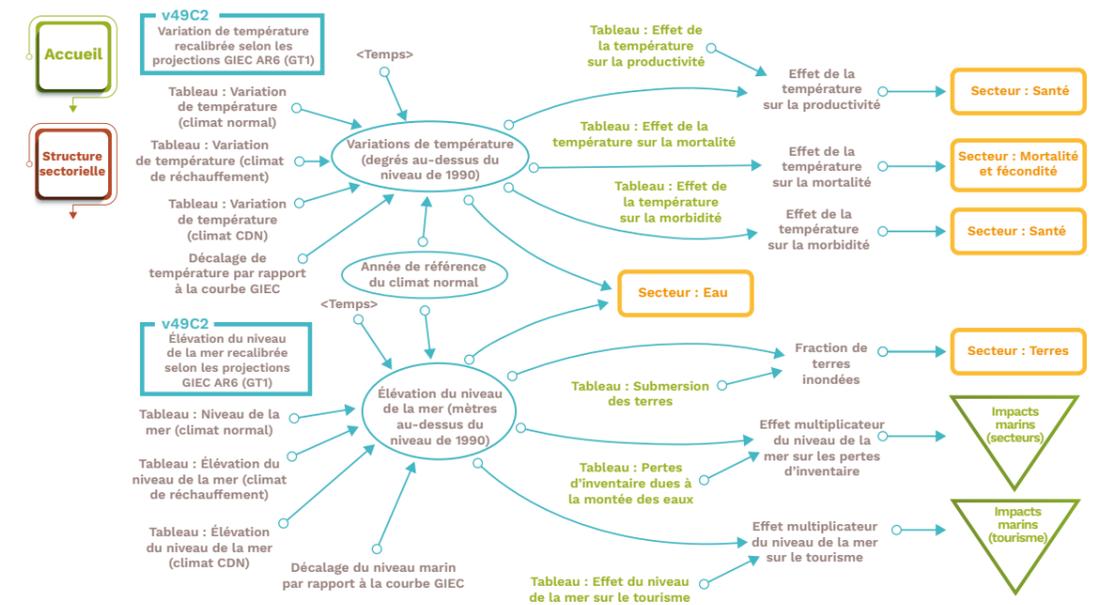
Outre le calcul de performance socio-économique décrit ci-dessus, sont inclus les accroissements de performance économique résultant des dépenses dans des projets d'adaptation et d'atténuation. Cette performance figure également dans la chaîne de valeur des SIC, mais, comme ces projets sont aspiratoires et dépendants du financement, ils sont ajoutés après le calcul principal de la valeur ajoutée du processus de production, pour en assurer la visibilité et la transparence.

Le résultat est une interface contrôlable par l'utilisateur, dans laquelle il peut explorer rapidement divers scénarios et voir immédiatement les coûts et bénéfices associés en ajustant des curseurs et des tables de correspondance. Les scénarios peuvent inclure

différents degrés de changement climatique, différentes politiques d'adaptation (telles que les Systèmes d'Information sur le Climat) et différentes hypothèses sur la structure sous-jacente de l'écologie et de l'économie du pays.

Figure 55. Calcul des impacts sur la température et le niveau de la mer, pour trois scénarios : "Climat normal", "Climat en réchauffement" et "Action climatique CDN" pour permettre une quantification rapide des coûts et des bénéfices.

Changement climatique



Étalonnage et validation des constantes et des paramètres du modèle

Une fois que tous les facteurs sont intégrés au modèle, l'utilisateur doit calibrer les constantes et paramètres à partir de jeux de données locaux. La calibration consiste à ajuster de manière optimale une variable du modèle en modifiant certaines constantes, selon une séquence standardisée d'étapes clés (Figure 58). Une fois la calibration achevée, le modèle peut être utilisé pour des prévisions et pour orienter la prise de décision stratégique afin d'améliorer la performance du système.

Ensemble de données utilisé dans l'outil BSE

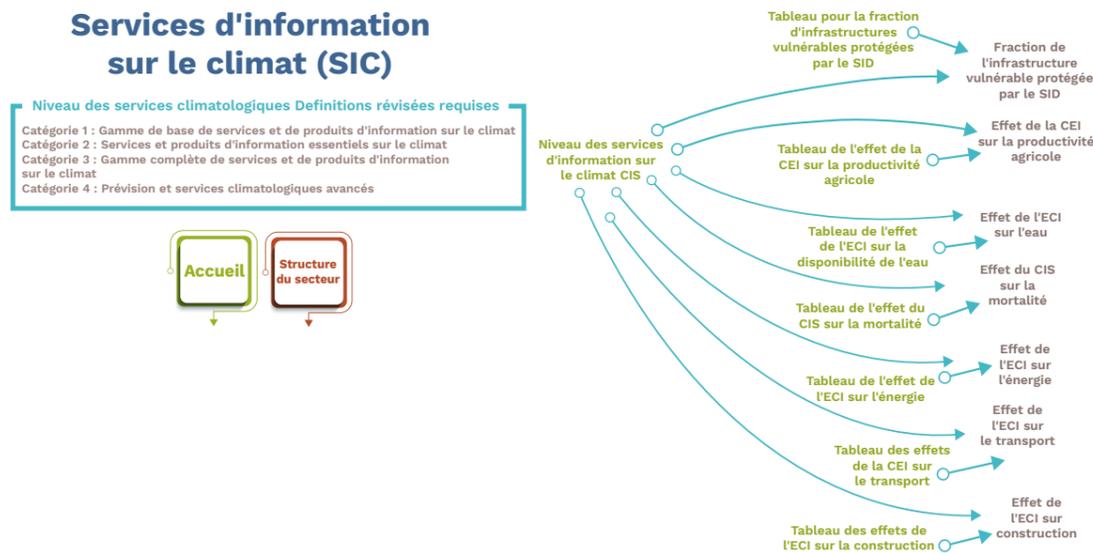
Quatre types de jeux de données servent d'entrées au modèle: la population, la force de

travail, le PIB, et des tableaux entrées-sorties. Le modèle de données réalise des traitements complémentaires sur ces données brutes, tels que leur agrégation ou la création de nouvelles variables dérivées. Les résultats de ce pré-traitement sont ensuite importés dans le modèle OEACP.

Données démographiques

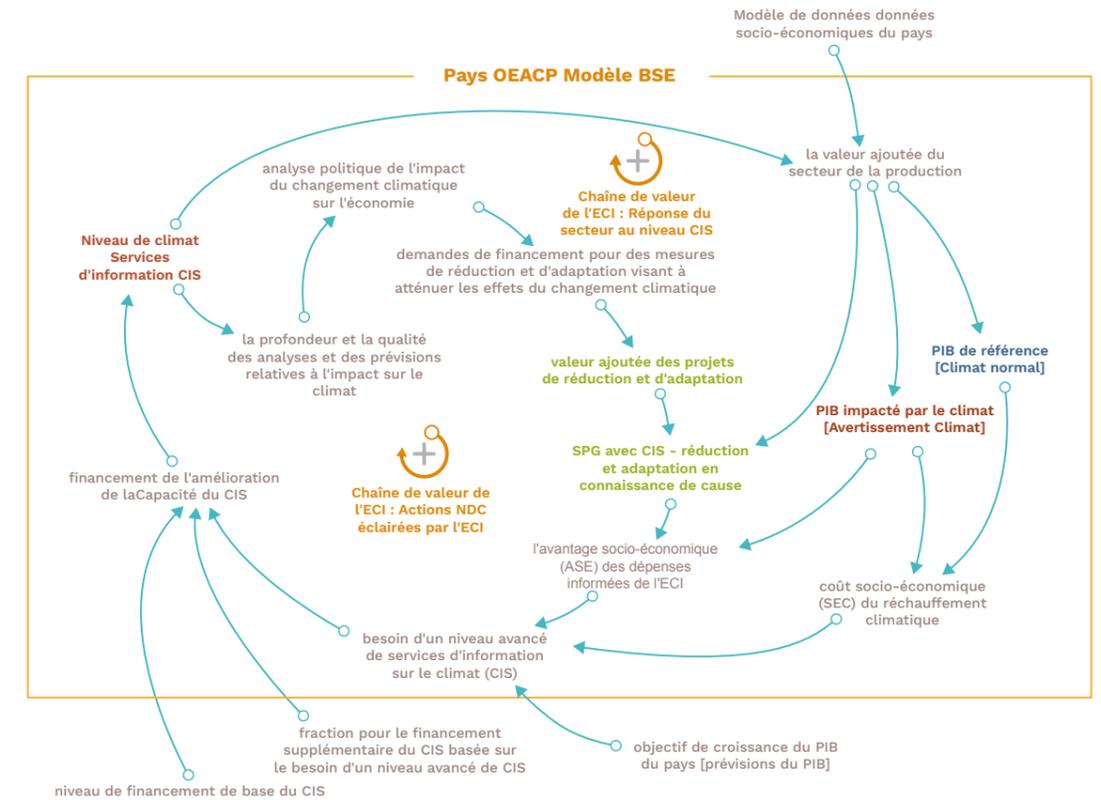
Le Programme des Nations Unies pour les Perspectives de la Population Mondiale (UN WPP) a été retenu comme source principale des données de population³³. Les variables pertinentes pour le modèle comprennent: la population totale par tranche d'âge, le nombre de naissances, le nombre de décès par tranche d'âge, ainsi que le solde net migratoire. Ces données intègrent des valeurs historiques et trois scénarios de projections futures.

Figure 56. Les avantages des services d'information sur le climat.



33 <https://population.un.org/wpp/> (consulté le 10 février 2025).

Figure 57. Représentation des deux aspects de la chaîne de valeur des SIC.



Les données sont disponibles pour l'ensemble des pays OEACP, bien que certaines variables fassent défaut pour les plus petits d'entre eux. Un outil sous forme de tableau a été développé pour chaque type de données démographiques, permettant aux utilisateurs d'extraire et de mettre en forme les données correspondant à leur pays d'intérêt. Ils peuvent ensuite importer ces fichiers dans le modèle de données.

Données sur la population active

La base de données des indicateurs de la Banque mondiale a été retenue comme source principale des données sur la population active³⁴.

Les variables pertinentes pour le modèle sont la taille totale de la population active et sa répartition en pourcentage entre l'agriculture, l'industrie et les services. L'exécution du modèle de données permet de calculer le nombre de travailleurs dans chacun de ces trois secteurs.

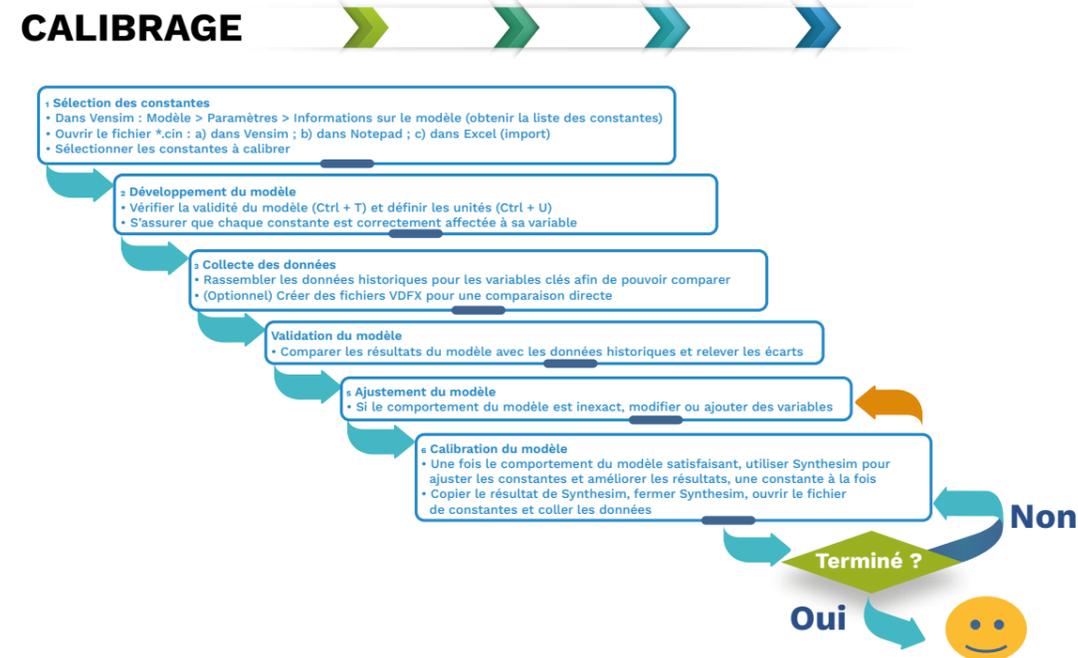
Données du tableau des entrées-sorties

La base de données Global Resource Input Output Assessment (GLORIA) a été identifiée comme la meilleure source de tableaux d'entrées-sorties.³⁵

34 <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#> (consulté le 5 février 2025).

35 <https://ielab.info/resources/datasets> (consulté le 5 février 2025).

Figure 58. Étalonage et validation des constantes et des paramètres du modèle.



Les données GLORIA quantifient les valeurs monétaires des intrants et extrants de chaque secteur d'une économie. Elles permettent d'évaluer les interdépendances entre les secteurs et les consommateurs finaux. La base GLORIA couvre 47 des 79 pays de l'OEACP. L'outil tableur génère une matrice entrée-sortie tous les cinq ans, de 1990 à 2015, ainsi que pour 2019. Un exemple de tableau entrée-sortie pour le modèle type OEACP à huit secteurs est présenté ci-dessous.

La feuille de calcul du tableau des entrées-sorties fournit deux types de données pour le modèle modèle OEACP. La feuille de calcul génère automatiquement un texte pouvant être copié dans un fichier d'entrée de constantes. (.cin) que le modèle de gabarit peut lire pour obtenir des données. La feuille de calcul est également lue par le modèle de données pour calculer des variables supplémentaires à utiliser dans le modèle de référence.

Données sur le produit intérieur brut

Le système de comptabilité nationale des Nations unies a été identifié comme la meilleure source de données sur le PIB³⁶. Les données sur le PIB ont deux objectifs. Le premier est de calculer un déflateur pour convertir les valeurs des tableaux d'entrées-sorties de GLORIA de dollars américains courants en dollars américains constants. L'autre objectif est de mettre à l'échelle les valeurs des tableaux d'entrées-sorties d'un pays de substitution pour un pays qui ne dispose pas de données GLORIA. Si un pays d'intérêt n'a pas de tableau d'entrées-sorties dans GLORIA, les utilisateurs peuvent entrer le nom de leur propre pays et le nom du pays GLORIA qu'ils choisissent comme proxy. Les utilisateurs peuvent ensuite importer les données dans le modèle de données. Le modèle de données met à l'échelle les valeurs du tableau d'entrées-sorties pour le pays proxy afin qu'elles soient égales au PIB du pays d'intérêt.

Tableau 5. Exemple de tableau des entrées-sorties de GLORIA.

Valeurs exprimées en milliers de dollars US actuels	Agriculture	L'énergie	L'eau	Infrastructure	Transport	Santé	L'industrie	Services	Ménage	Gouvernement	BRUT TAXÉ Formation de capital	Exportations	Importations
Agriculture	314	85	5	699	196	2,578	46,564	11,026	39,446	197	2,227	6,830	-29,412
L'énergie	212	2,744	190	977	946	187	6,331	5,922	10,117	35	406	1,061	-5,567
L'eau	8	40	8	52	106	22	406	737	3,221	140	1	41	-140
Infrastructure	341	92	22	5	109	79	218	2,079	234	18	21,961	0	-1,261
Transport	1,210	2,062	563	903	662	527	7,802	11,663	17,203	94	5,796	4,958	-14,026
Santé	26	3	0	5	28	0	134	93	11,047	3,672	-163	47	-196
L'industrie	4,359	2,076	439	6,969	5,784	4,591	43,116	36,982	45,583	793	34,735	124,588	-101,823
Services	3,982	2,615	696	4,129	2,192	1,870	26,136	22,209	141,900	67,968	35,057	29,167	-71,788
Taxes nettes sur les produits	10,070	3,106	1,545	891	6,354	891	6,727	16,562	0	0	0	0	0
Rémunération des salariés	10,962	2,789	484	5,955	12,301	2,425	34,493	80,596					
Impôts sur la production	1,065	275	12	83	296	25	1,087	2,977					
Subventions à la production	8	6	0	0	0	0	20	1					
Excédent net d'exploitation	35,619	5,265	436	1,617	6,138	791	22,055	42,823					
Revenu mixte net	7,059	1,354	157	1,166	2,833	538	8,416	23,111					
Consommation de capital fixe	5,518	1,051	85	446	1,471	175	4,689	9,352					
Valeur ajoutée totale	60,231	10,740	1,174	9,267	23,040	3,953	70,759	158,860					
Production du secteur	80,754	23,561	4,642	23,897	39,416	14,697	208,192	266,132					
Demande finale totale									268,750	72,917	100,021	166,692	-224,211

Contrôle de la qualité des ensembles de données

Les données provenant de diverses sources ont été comparées afin de se faire une idée du degré de précision que l'on peut attribuer à ces données. Des écarts importants dans l'ordre de grandeur de certaines activités économiques ont été relevés entre quatre sources réputées: les Nations Unies, GLORIA, l'Institut national de statistique et EXIOBASE 189. Au niveau de la valeur ajoutée totale (le principal composant du PIB), les quatre sources concordent à ± 10 % près.

En revanche, au niveau sectoriel individuel, même en agrégeant l'économie en 11 secteurs, certaines sources diffèrent parfois jusqu'à un facteur 4. Ces comparaisons se sont avérées utiles pour fixer les attentes lors de l'adaptation future du Modèle Type aux pays, en gardant à l'esprit que les données économiques restent approximatives.

5.2.3 Résultats de l'évaluation des BSE

L'objectif du modèle, qui consiste à évaluer les dommages économiques et sociaux imputables au climat, est de prédire quels secteurs seront les plus affectés par la perte d'une partie de leur capital fixe suite à des dégradations environnementales. Le tableau

de bord du logiciel présente donc l'impact climatique sur le PIB, ainsi que la contribution des principaux secteurs de production — agriculture, ressources en eau, transport, santé, infrastructures, etc. — à ces variations.

36 <https://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads> (consulté le 5 février 2025).

Les résultats présentés ici portent sur l'impact du climat sur le PIB et plus particulièrement sur le secteur agricole, d'après les sorties du modèle pour le Burkina Faso. Il s'agit de l'un des cinq pays pilotes de l'OEACP pour lesquels des modèles types ont été développés afin de montrer les impacts des services d'information climatique et du changement climatique sur les principaux secteurs socio-économiques. Ces résultats sont exposés selon les trois scénarios décrits ci-dessus.

Impacts du climat sur le PIB

Le modèle dynamique d'entrée-sortie a d'abord été exécuté avec les données collectées dans la base mondiale afin de reproduire la tendance du PIB, puis comparé aux données réelles — qu'elles proviennent de la même source ou d'une institution nationale — pour identifier et corriger tout biais. L'impact du climat sur le PIB a été évalué à deux niveaux. Tout d'abord, la relation, mise en évidence dans la littérature, entre le PIB, l'évolution de la température et la montée du niveau de la mer a été intégrée pour définir l'effet du changement climatique. Par la suite, des paramètres complémentaires ont été introduits, à savoir la proportion d'infrastructures vulnérables protégées par les services d'information climatique et l'effet de ces services sur des secteurs sensibles tels que l'agriculture, la gestion des ressources en eau, la production d'énergie et les transports.

Les résultats sont ensuite présentés pour les trois scénarios. Dans toutes les variantes du modèle, les effets du changement climatique et de sa variabilité sur le PIB se révèlent largement significatifs. Un impact négatif marqué a été observé : dans les régions chaudes, une hausse de température et du niveau de la mer entraîne une perte permanente de production économique. Cette perte est importante : une élévation de 1 °C dans une région dont la température annuelle moyenne est de 25 °C réduit le PIB régional d'environ 3,5 %.

En ajustant le niveau des services climatiques jusqu'à la catégorie 4 selon la grille de l'OMM, le modèle démontre une nouvelle fois l'effet de l'investissement dans ces services : passer au niveau 4 peut amortir les impacts négatifs du climat sur les secteurs sensibles et compenser une part notable des pertes de production socio-économique.

Les impacts du changement climatique sur l'économie du Burkina Faso sont illustrés aux figures 59 et 60. L'année 2020 sert de référence pour les projections jusqu'en 2100. Même dans le scénario d'émissions globales le plus favorable (RCP4.5), le risque climatique physique est appelé à s'aggraver au cours du siècle. Les estimations actuelles laissent présager des conséquences économiques significatives : les dommages aux actifs et les pertes de productivité dus aux impacts physiques du climat devraient générer un effet macroéconomique net négatif de l'ordre de 6,5 % du PIB en 2040, montant à 11 % de perte de PIB en 2100. En revanche, grâce à l'usage de services d'information climatique, le pays pourrait accroître sa productivité de 3,7 % du PIB en 2040 dans le cadre de l'action climatique liée à la CDN. Cette différence indique que l'impact des services climatiques permettrait d'éviter jusqu'à 60 % des pertes projetées (soit un gain de 3,7 % contre une perte de 6,5 %). En 2100, la perte de PIB pourrait atteindre 11 %.

Ces résultats s'inscrivent dans la continuité de l'analyse de la Banque mondiale, qui estime qu'améliorer les services climatiques pourrait réduire de 10 % les pertes liées aux catastrophes dans les pays à faible revenu comme le Burkina Faso. Ils rejoignent également les travaux de Matthias Kalkuhl et Leonie Wenz (2020), qui ont montré qu'une hausse de la température moyenne mondiale d'environ 3,5°C d'ici à la fin du siècle réduirait la production mondiale de 7 % à 14 % en 2100, avec des pertes encore plus marquées dans les régions tropicales et défavorisées.

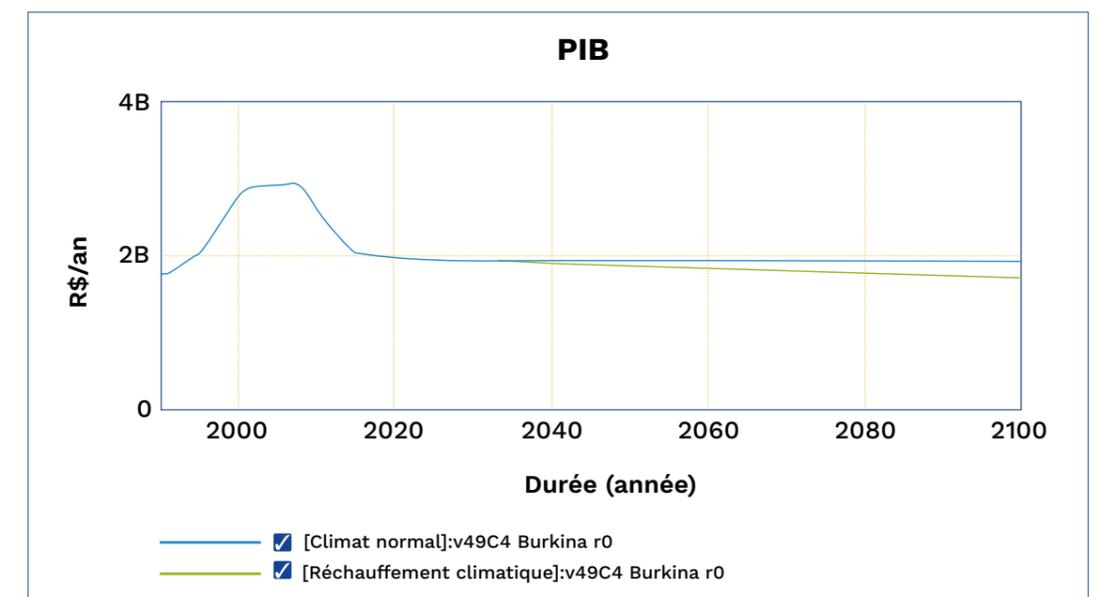
Effets de la variabilité et du changement climatiques sur la production agricole

Le secteur agricole figure parmi les principaux contributeurs au PIB national. Les résultats du modèle montrent que la production agricole sera la plus touchée par le changement climatique, car elle dépend des ressources naturelles et se trouve directement exposée. Le secteur pourrait perdre en moyenne jusqu'à 50 % de sa productivité (avec une amplitude de 34 % à 80 %). Les figures 61 et 62 illustrent la réponse de la production agricole au changement climatique selon le modèle. La courbe rouge indique la baisse de la production due au réchauffement climatique. La courbe verte représente l'amélioration potentielle de la production agricole grâce à l'application de services climatiques de niveau 1 (services climatiques de base). La courbe bleue projette la production agricole dans des conditions climatiques normales (en l'absence de phénomènes défavorables). Les mesures de résilience et d'atténuation influencent fortement

l'ampleur des impacts. En moyenne, d'après les simulations modélisées, l'usage accru de services d'information climatique (SIC) se traduirait par une réduction de 5,9 % des pertes de PIB en 2060. Cette amélioration de la productivité s'explique par l'apport des informations climatiques à l'agriculture. Les résultats du modèle montrent que les SIC peuvent augmenter la productivité de 35 % à 70 % entre 2040 et 2080.

Dans le village de Tenado au Burkina Faso, le programme CREWS a réalisé une évaluation socio-économique. Les résultats indiquent qu'un agriculteur bénéficiant de conseils agrométéorologiques lors des campagnes 2019 et 2020 a dégagé un gain annuel respectif de 216 150 FCFA et 175 400 FCFA, contre 64 800 FCFA et 66 000 FCFA pour un agriculteur témoin n'utilisant pas ces informations. Cela représente près de trois fois plus pour l'utilisateur de services d'information climatique par rapport au témoin (CREWS, 2020). Les rendements ont augmenté de près de 30 % au cours de la saison agricole.

Figure 59. Impact du changement climatique sur le PIB du Burkina Faso.



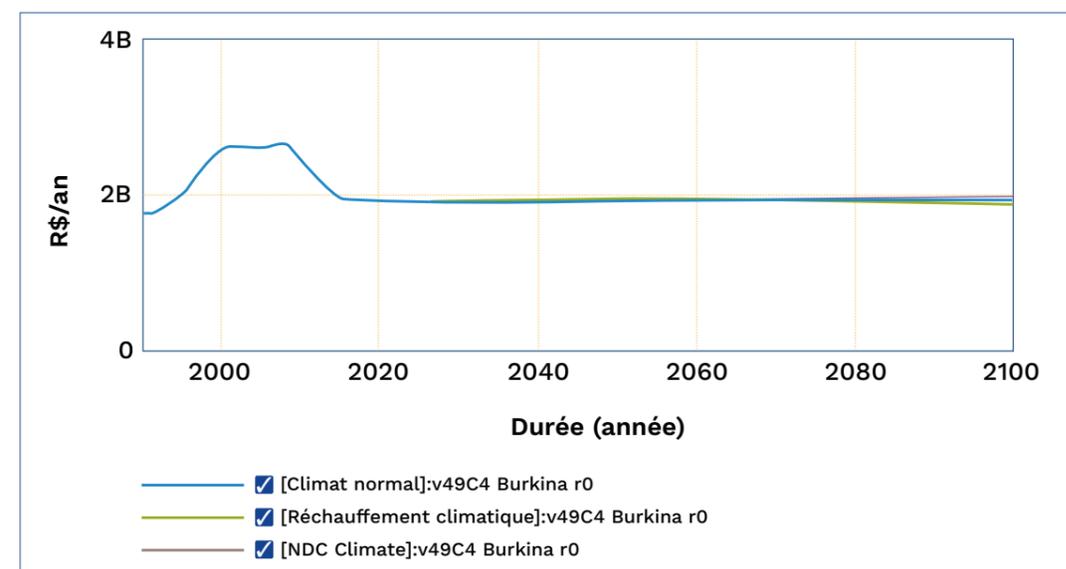
Portele et al. (2021)³⁷ ont démontré que des actions basées sur les prévisions saisonnières pour les sécheresses permettent d'économiser potentiellement jusqu'à 70 % des coûts par rapport à des actions précoces optimales. Bien que ces résultats soient localisés à une zone spécifique et sous réserve que toutes choses restent égales par ailleurs, ils confirment l'ordre de grandeur des impacts auxquels on peut s'attendre au niveau national. Les résultats du modèle BSE indiquent une amélioration de la production agricole comprise entre 35 % et 70 % à l'échelle nationale.

La réponse d'adaptation du Burkina Faso pourrait avoir un impact majeur sur les conséquences économiques à long terme des risques physiques climatiques. Les décisions des gouvernements présents et futurs en matière de politiques d'adaptation et le soutien de marchés financiers et d'assurance opérationnels influenceront l'ampleur de ces impacts ainsi que leur déroulement dans le temps. Le changement climatique constitue plusieurs risques macroéconomiques, comme le montrent de nombreux auteurs (Mongelli et al., 2022; Bylund et Jonsson, 2020) cités par New Zealand 38 (2023).

Les résultats de l'outil BSE offrent aux décideurs un éclairage pertinent pour adopter des réglementations et des stratégies visant à éviter pertes et dommages dans la planification à long terme, la plupart des études existantes évoquant des pertes de PIB plus importantes sur le long terme (Batten et al., 2020; Bylund et Jonsson, 2020; Salinger et Porteous, 2014; Burke et al., 2018).

Du côté de l'offre, des changements progressifs du climat d'un pays (comme le réchauffement et l'évolution des climats régionaux) pourraient entraîner des modifications de l'usage des terres et de la répartition des productions, tandis qu'une variabilité climatique accrue entre saisons et entre années devrait accroître la volatilité de la production d'une année sur l'autre et pourrait provoquer une hausse durable des coûts alimentaires. Par ailleurs, une fréquence et une intensité accrues des phénomènes météorologiques extrêmes pourraient engendrer une série de chocs d'offre négatifs susceptibles de réduire temporairement la production et d'augmenter les prix. Le modèle a montré que de multiples facteurs influencent l'ampleur et le calendrier de ces impacts.

Figure 60. Effet de l'investissement dans l'ECI pour passer au niveau quatre de la catégorie.



³⁷ <https://www.nature.com/articles/s41598-021-89564-y> (consulté le 5 février 2025).

Ces facteurs ont tendance à être complexes et sont désignés dans le cadre comme sources de variabilité. La manière dont les impacts se cumulent et interagissent les uns avec les autres constitue une source supplémentaire de variabilité, car ils n'apparaissent que rarement de manière isolée. Le cadre BSE classe ensuite ces sources de variabilité en tant que « multiplicateurs ou amplificateurs » ou « atténuateurs ou modérateurs ». Les multiplicateurs sont des facteurs susceptibles d'aggraver ou d'amplifier les impacts. Les modérateurs peuvent diluer ou réduire l'impact global. Par exemple, les actions d'adaptation antérieures et les facteurs plus larges de résilience (tels que l'utilisation des services d'information climatique, la diversification et la disponibilité de l'assurance) peuvent atténuer les impacts potentiels des risques climatiques sur l'économie et les finances publiques.

Le modèle corrobore ce propos en illustrant « l'effet de suppression » des bénéfices : si la température augmente à un rythme imprévu, rendant obsolètes les mesures actuelles d'atténuation et d'adaptation, les investissements antérieurs dans les services d'information climatique ne porteront plus leurs fruits au sein des systèmes de production.

La figure 63 illustre l'effet de l'élévation de la température, qui entrave le gain de productivité apporté par les services climatiques : même si le pays bénéficie d'un niveau 4 de services avancés, la suppression du gain généré par ces services est marquée. Cette situation implique qu'il faut combiner politiques d'atténuation (réduction des GES) et d'adaptation pour préserver les bénéfices des services climatiques ; sans cela, leur effet serait annulé. Cette observation vaut également pour d'autres facteurs économiques susceptibles d'inhiber l'impact des services climatiques sur la productivité. Autrement dit, pour constater les effets positifs de ces services, d'autres variables économiques — telles que la disponibilité de devises commerciales et les restrictions à l'importation, le multiplicateur de productivité du capital ou encore celui des importations et de la consommation — doivent être opérationnelles et répondre aux exigences du système de production. La leçon à en tirer est que la surveillance du système climatique est un facteur clé, à envisager parallèlement à la mise à jour des politiques d'atténuation et d'adaptation ainsi qu'aux investissements dans les services d'information climatique afin de répondre aux besoins actuels des utilisateurs. Dès lors, la recherche et l'innovation doivent rester prioritaires face à l'incertitude des conditions climatiques futures.

Figure 61. Impact du niveau de base de la CEI sur la production agricole.

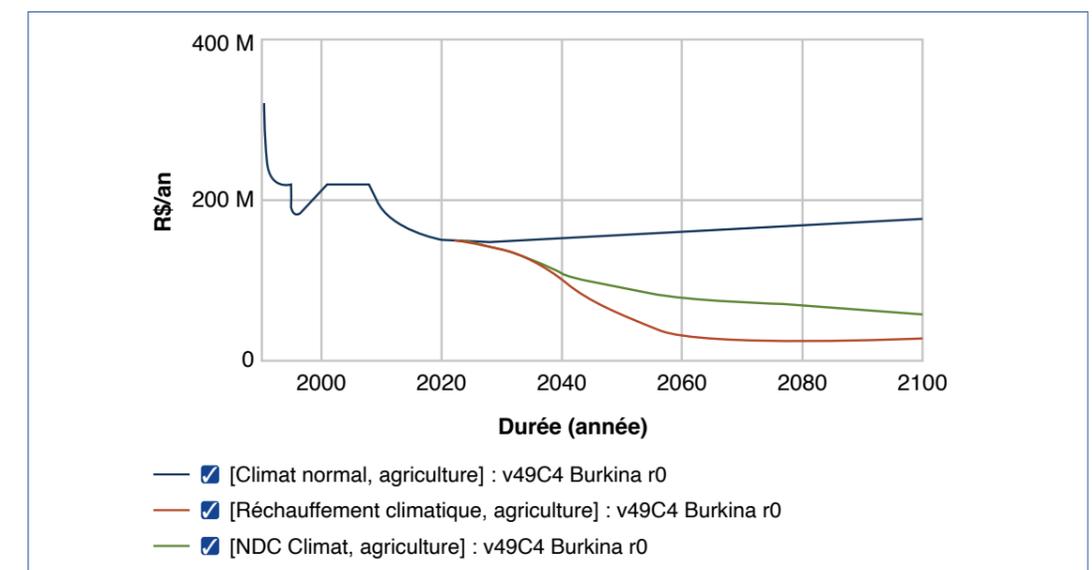
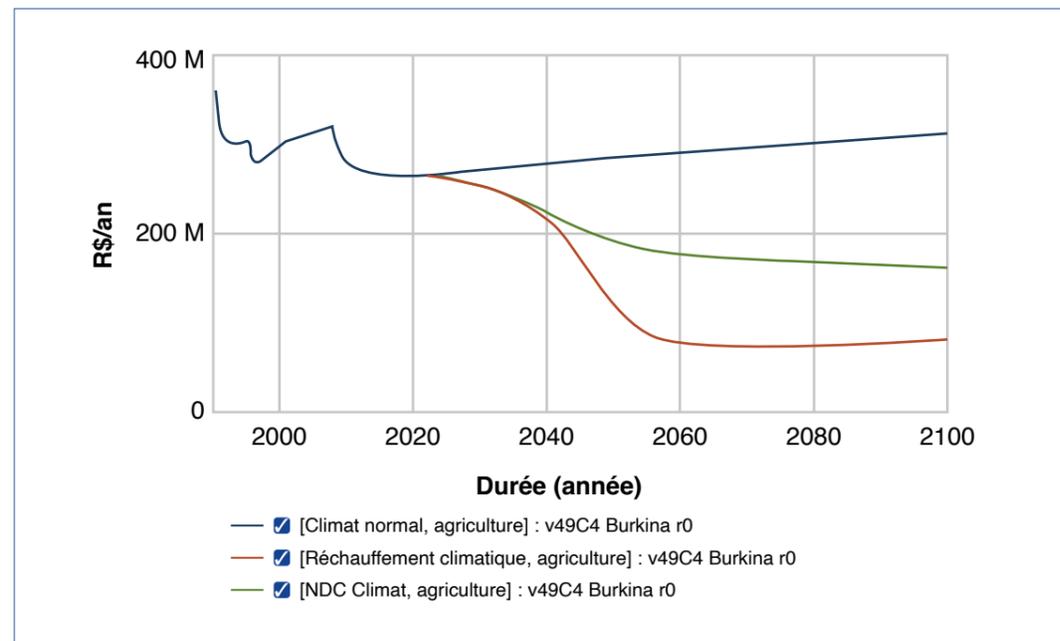


Figure 62. Impact du niveau avancé (quatre) des SIC sur la production agricole. En rouge, production dans un climat en réchauffement avec des informations climatiques de base (niveau un); en vert, amélioration de la production agricole avec l'application de services climatiques de niveau quatre (services climatiques avancés); et en bleu, production agricole sans changement climatique (climat normal).



5.2.4 Conclusions

Le modèle BSE de ClimSA offre un cadre permettant d'examiner les effets socio-économiques de tout scénario de changement climatique affectant les ressources de l'économie (population, terres, stocks de capital fixe, stocks de biens, etc.). La méthodologie du modèle, fondée sur la dynamique des systèmes input-output, permet de calculer les effets de dommage de divers scénarios, avec et sans différents investissements et interventions (notamment des niveaux de SIC améliorés), mettant ainsi en évidence les bénéfices des diverses actions et décisions à prendre par les décideurs. Lorsqu'il est adapté et calibré pour représenter un pays spécifique, ce modèle constitue un élément critique d'un système d'aide à la décision (SDD).

Les résultats du modèle illustrent les effets à long terme du changement climatique, notamment l'impact de l'augmentation de la

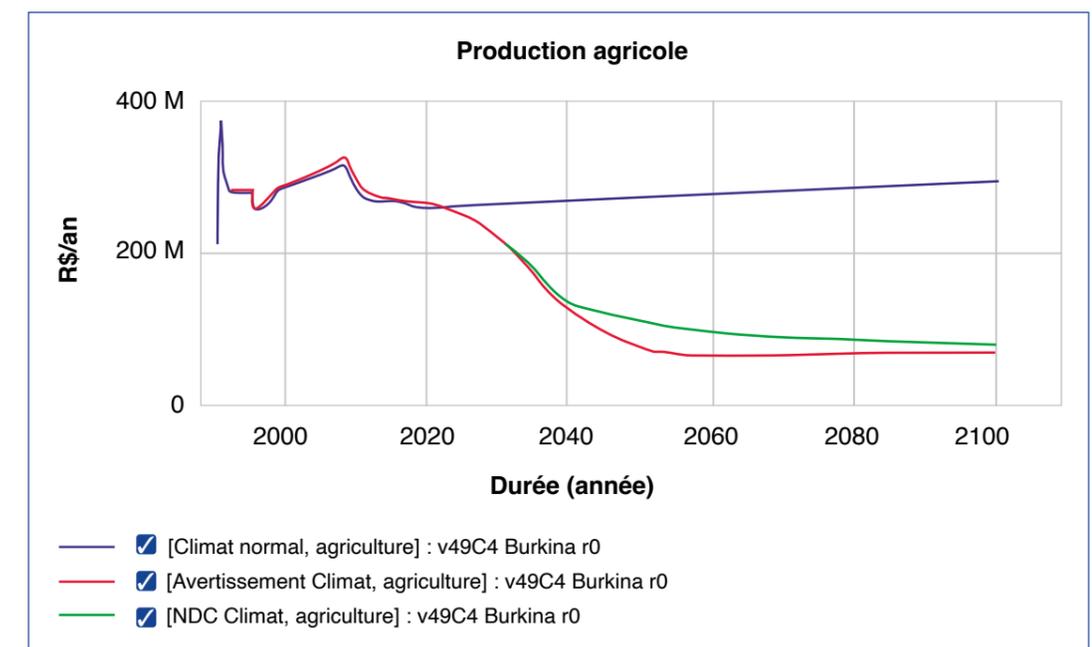
température et de la montée du niveau de la mer, ainsi que l'effet des différents niveaux et catégories de services d'information climatique (SIC) sur le PIB.

Les données relatives à l'ampleur et aux conséquences économiques pour le Burkina Faso indiquent que les coûts pourraient être importants. Les dommages aux actifs et les pertes de productivité dues aux impacts physiques du climat devraient avoir un impact macroéconomique net négatif de 6,5 % du PIB en 2040, passant à 11 % de perte de PIB en 2100. Avec l'utilisation des services d'information climatique, le pays pourrait accroître sa productivité de 3,7 % du PIB en 2040 dans le cadre de l'action climatique déterminée au niveau national (CDN). Le modèle prévoit que l'effet des SIC pour éviter ces pertes peut atteindre jusqu'à 60 % (c'est-à-dire le rapport entre le gain de 3,7 % issu des SIC et le taux de perte de 6,5 %).

Les résultats du modèle illustrent également «l'effet de suppression» des avantages potentiels. Dans le pire des scénarios, la suppression du gain généré par les SIC est particulièrement marquée, soulignant la nécessité de combiner à la fois des politiques d'atténuation (réduction des GES) et des politiques d'adaptation pour préserver l'efficacité des SIC, qui serait sinon annulée. Pour atteindre les effets projetés des SIC, d'autres facteurs économiques – tels que la disponibilité de devises d'échange et leurs restrictions à l'importation, l'amplificateur de productivité du capital, le multiplicateur pour les importations et la consommation souhaitées – doivent être opérationnels et répondre aux exigences du système de production.

Une leçon importante à tirer est que la surveillance du système climatique est un facteur clé à prendre en compte au même titre que la mise à jour des politiques d'atténuation et d'adaptation, ainsi que les investissements dans les SIC pour s'adapter aux besoins actuels des utilisateurs. Par conséquent, la recherche et l'innovation doivent être et rester une priorité dans l'incertitude des conditions climatiques futures. Le modèle BSE s'est avéré être un outil efficace pour soutenir les décisions et les négociations concernant les effets du climat sur la production économique et le développement durable de des États de l'OEACP.

Figure 63. Effet tampon de l'augmentation de la température sur l'impact du CIS. La ligne verte qui se rapproche de la ligne rouge montre l'effet de suppression de l'augmentation de la température par rapport à l'effort actuel d'atténuation et d'adaptation.



Références

- Barlas, Y., 1989. Multiple Tests for Validation of System Dynamics Type of Simulation Models (Tests multiples pour la validation des modèles de simulation de type dynamique des systèmes). *Eur J Operat Res* 42(1):59-87.
- Batten, S., Sowerbutts, R., Tanaka, M., 2020. Climate change: Macroeconomic impact and implications for monetary policy. In T. Walker, D. Gramlich, M. Bitar, & P. Fardnia (eds), *Ecological, Societal, and Technological Risks and the Financial Sector*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38858-4_2
- Burke M., Solomon M. Hsiang & Edward Miguel, 2015. Global non-linear effect of temperature oneconomic production, *Research Letter, Nature* volume 527, pages235-239 (2015) <https://doi.org/10.1038/nature15725>. <https://web.stanford.edu/~mburke/climate/map.php>
- Burke, M., Davis, W. M., Diffenbaugh, N. S., 2018. Réduction potentielle importante des dommages économiques dans le cadre des objectifs d'atténuation de l'ONU. *Nature*, 557(7706), 549-553. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0071-9>
- Bylund, E., Jonsson, M., 2020. Comment le changement climatique affecte-t-il le taux d'intérêt réel à long terme ? *Sveriges Riksbank*. (No. 11; Economic Commentaries). <https://www.riksbank.se/globalassets/media/rapporter/ekonomiska-kommentarer/engelska/2020/how-does-climate-change-affect-the-long-run-real-interest-rate.pdf>
- ClimSA, 2021. Rapport d'évaluation des besoins de base. Technical Assistance to OACPS Secretariat, Intra-ACP Programme, EU-OEACP cooperation under 11th European Development Fund (non publié).
- CREWS, 2020. Rapport d'évaluation des Bénéfices Socioéconomiques des Services Climatiques au Burkina Faso, 2020, CREW/WMO (non publié).
- GIEC, 2023. Rapport de synthèse AR6: Climate Change 2023. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Jacobs K L., Street, R. B., 2020. The next generation of climate services, *Climate Services Volume 20*, December 2020, 100199. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880720300510?via%3Dihub>
- Kalkuhl, M., Wenz, L., 2020. L'impact des conditions climatiques sur la production économique. Evidence from a global panel of regions. *Journal of Environmental Economics and Management* Volume 103, septembre 2020, 102360.
- Mongelli, F. P., Pointner, W., van den End, J. W., 2022. Les effets du changement climatique sur le taux d'intérêt naturel: A critical survey [SSRN Scholarly Paper]. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4263234>
- Nouvelle-Zélande, 2023. Climate Economic and Fiscal Assessment 2023. ISBN: 978-1-99-004592-9 (en ligne). <https://www.treasury.govt.nz/sites/default/files/2023-04/cefa23.pdf>
- Portele, T.C., Lorenz, C., Dibrani, B., Laux, P., Bliefert, J., Kunstmann, H., 2021. Seasonal forecasts offer economic benefit for hydrological decision making in semi-arid regions, *Scientific Report*, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89564-y>
- Ross, A.G., Connolly, K., Vögele, S., Kuckshinrichs, W., 2024. A macro-level analysis of the socio-economic impacts of climate change driven water scarcity: Incorporating behavioural and resilience aspects, *Water Research X* Volume 23, 1 May 2024, 100223.
- Salinger, M. J., et Porteous, A. S., 2014. Weather & climate: *Journal of the meteorological society de Nouvelle-Zélande (Inc.)*. *Weather and Climate*, 34, 2-19. <https://www.jstor.org/stable/26169741>
- SCN, 2008. Système de comptabilité nationale des Nations unies. <https://unstats.un.org/unsd/snaama/downloads>
- CCDA (7th: 2018, Oct .10-12: Nairobi, Kenya). Addis-Abeba. © UN. ECA. <https://hdl.handle.net/10855.1/1543>
- Tarchiani V., Bacci M., 2024. La valeur ajoutée du processus dans la coproduction de services climatiques: Lessons from Niger, *Climate Services Volume 33*, January 2024, 100435.
- Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique, 2018. Avantages socio-économiques de Climate Information Services. Conférence de la CEA sur le changement climatique et le développement en Afrique,
- Vensim, 2023. *Vensim DSS easy: modèles de simulation basés sur la dynamique des systèmes*. Guide avec des exemples pratiques. (System Dynamics Modeling with Vensim). <https://a.co/d/fCKLgi7>
- OMM, 2019. État des services climatologiques dans l'agriculture et la sécurité alimentaire, n° 1242, ISBN 978-92-63-11242-2

CHAPITRE 5.3 Implications politiques et opérationnelles en vue du renforcement des services climatiques pour le secteur agricole

Sebastian GREY^a, Chris HEWITT^a, Vieri TARCHIANI^b, Bob STEFANSKI^a, Jean-Baptiste MIGRAINE^a, Ana Laura ZUANAZZI^a

^a Organisation météorologique mondiale (OMM)

^b Institut de bioéconomie du Conseil national de la recherche d'Italie

5.3.1 Introduction

Le secteur agricole est sans aucun doute l'un des secteurs les plus vulnérables à la variabilité et au changement climatiques. Cela est particulièrement vrai dans les pays en développement et les petits États insulaires en développement (PEID) d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique qui dépendent fortement de l'agriculture pluviale pour la sécurité alimentaire et le développement économique. En conséquence, l'agriculture figure en bonne place dans les Plans Nationaux d'Adaptation (PNA) de nombreux pays en développement, tant en ce qui concerne la vulnérabilité au changement climatique (impacts sur les rendements des cultures, la disponibilité des pâturages, la productivité du bétail et les pertes après récolte) que la priorisation des actions³⁸ d'adaptation. L'agriculture occupe également une place importante dans les Contributions Déterminées au niveau National (CDN)³⁹, d'une part en tant que principal émetteur de gaz à effet de serre (GES) et d'autre part comme domaine offrant des co-bénéfices contribuant à la fois aux objectifs d'atténuation et de résilience de l'Accord de Paris ainsi qu'à divers objectifs liés à la sécurité alimentaire et au changement climatique des Objectifs de Développement Durable (ODD).

Dans le cadre plus large de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), l'agriculture est abordée via le Programme de Travail Conjoint de Koronivia sur l'Agriculture^{40,41} et son successeur, le travail conjoint de Sharm el-Sheikh sur la mise en œuvre de l'action climatique pour l'agriculture et la sécurité alimentaire⁴². L'accent y est mis sur le renforcement de l'action climatique dans le secteur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, tout en reconnaissant que les solutions climatiques doivent : 1) être informées par un mélange de connaissances scientifiques et locales; 2) être spécifiques au contexte et pertinentes au niveau local; et 3) se développer via des processus inclusifs et participatifs impliquant agriculteurs, pasteurs, peuples autochtones, communautés locales et vulnérables, femmes et jeunes. Bien que les services climatiques ne soient pas explicitement mentionnés dans ces points, ils jouent un rôle clé dans l'action climatique pour le secteur agricole. À cet effet, les Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux (SMHN) du monde entier disposent souvent de divisions dédiées aux services climatiques pour le secteur agricole.

38 <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/71972844-74fd-4a68-bf77-7528b0317e3a/content> (Consulté le 09 juillet 2024).

39 <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5a0b9782-3c0f-402f-a0f5-e781c6a3b599/content> (Consulté le 09 juillet 2024).

40 <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2017/cop23/eng/11a01.pdf> (Consulté le 9 juillet 2024)

41 <https://www.fao.org/koronivia/en/> (Consulté le 09 juillet 2024).

42 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2022_10a01_adv.pdf#page=16 (Consulté le 9 juillet 2024).

Rétrospectivement, la mise en place du Cadre mondial pour les services⁴³ climatiques (GFCS) en 2012 a jeté les bases d'une approche plus systématique et coordonnée des services climatiques à l'échelle mondiale (Hewitt et al., 2012). Cela comprenait l'identification de secteurs prioritaires, parmi lesquels figuraient l'agriculture et la sécurité alimentaire.

Plus d'une décennie plus tard, les services climatiques ont considérablement évolué, passant notamment de services axés sur les fournisseurs à des services plus centrés sur les utilisateurs, inclusifs et participatifs, qui rassemblent utilisateurs, intermédiaires et fournisseurs de services climatiques dans ce qu'on appelle la co-production (Carter et al., 2019; Vincent et al., 2018).

5.3.2 Les utilisateurs et l'utilisation des services climatiques en agriculture

Dans cette transition vers une approche centrée sur l'utilisateur, les questions fondamentales qui doivent être abordées lorsqu'il s'agit de services climatiques dans le secteur agricole sont les suivantes : qui sont les utilisateurs, quels sont leurs besoins et comment répondre au mieux à ces besoins ? Dans l'agriculture, on distingue plusieurs catégories d'utilisateurs : les décideurs gouvernementaux chargés des implications du changement climatique sur le secteur; les services de planification agricole qui établissent généralement des plans à moyen terme (typiquement sur cinq ans);

les responsables de la sécurité alimentaire, tant au sein des administrations publiques que des organisations non gouvernementales, qui doivent suivre l'évolution annuelle ou saisonnière de la production et ses effets sur la sécurité alimentaire; les entreprises agricoles telles que les producteurs de semences ou les agro-distributeurs; les organismes de financement agricole; les agents de vulgarisation, intermédiaires de l'information climatique; et enfin les agriculteurs eux-mêmes (y compris les éleveurs nomades et pastoraux).

Figure 64. Décisions des utilisateurs dans l'agriculture (OMM, 2019).



43 <https://wmo.int/site/global-framework-climate-services-gfcs> (Consulté le 18 juillet 2024).

Au niveau de l'agriculteur ou de la communauté locale, comprendre le paysage des utilisateurs, notamment en ce qui concerne le genre et les groupes marginalisés, doit constituer un élément clé de la cartographie des différents usagers des services climatiques.

Dans le cadre de cette cartographie, il est nécessaire de cerner le type de décisions que chaque partie prenante doit prendre et qui peut être éclairé par les services climatiques (OMM, 2019). La figure 63 offre un aperçu des décisions liées à l'agriculture et du type d'informations climatiques pouvant les soutenir.

Même au sein d'une même communauté agricole, les besoins en services climatiques ne sauraient être présumés ou simplement extrapolés d'un groupe ou d'un lieu à un autre.

5.3.3 Différents canaux de communication

Le choix du canal de communication peut fortement influencer l'accès à l'information climatique et son utilisation effective. Si les technologies numériques offrent de nouvelles possibilités pour diffuser des données aux agriculteurs et autres acteurs du secteur agricole (FAO, 2021), dans de nombreuses communautés de petites exploitations, la radio locale demeure le moyen privilégié de réception des informations climatiques (Bacci et al., 2023). D'autres canaux coexistent : presse écrite, applications de messagerie, réseaux sociaux, sites institutionnels, SMS, bulletins agrométéorologiques imprimés, listes de diffusion par courriel, panneaux d'affichage, etc. Il ne s'agit souvent pas de choisir le « meilleur » canal, mais d'identifier un éventail de canaux adaptés permettant à chaque groupe d'utilisateurs et de parties prenantes d'accéder à l'information pertinente pour leurs décisions agricoles. Élaborer, avec les utilisateurs et les intermédiaires, des plans de communication écrits et concertés, actualisables de saison

Par exemple, en milieu rural d'Afrique subsaharienne, les hommes et les femmes occupent des rôles sociaux différents dans les systèmes agricoles (Jost et al., 2016), ce qui se traduit par des besoins d'information distincts (en termes de contenu, de moment de diffusion, de format et de canaux) ainsi que par des capacités différentes à agir sur cette information (Tall et al., 2014; Carr et al., 2016; Gumucio et al., 2020). Bien que diverses méthodes puissent être employées pour identifier les besoins des utilisateurs, l'inclusivité – c'est-à-dire l'implication des femmes, des personnes les plus vulnérables et marginalisées, qui n'auraient pas normalement accès à de telles informations ou procédures, ou qui ont des besoins spécifiques en information – doit toujours être prise en compte.

en saison, constitue un processus utile pour que les services météorologiques nationaux institutionnalisent ces différents supports agrométéorologiques. Dans plusieurs régions, le Centre de Prévision et d'Applications Climatiques de l'IGAD (ICPAC) a ainsi appuyé avec succès les SMHN pour mobiliser les médias locaux via ce qu'il nomme "Seasonal Media Action Plan" (SMAP)⁴⁴ : ce plan documente les rôles et responsabilités des différents médias et acteurs impliqués dans la diffusion de l'information climatique.

Parmi les principaux aspects à prendre en compte pour choisir les canaux de communication des services climatiques figurent :

i) la langue locale ; ii) la capacité des utilisateurs et des intermédiaires à comprendre l'information ; iii) la capacité des utilisateurs et des intermédiaires à comprendre l'information ; iv) la capacité des utilisateurs à comprendre l'information.

Les utilisateurs doivent être conscients de l'importance de la communication, de l'accès et de la préférence des utilisateurs pour cer-

tains canaux et technologies de communication, et de l'inclusivité des différents groupes d'utilisateurs.

5.3.4 L'importance d'impliquer les utilisateurs depuis la co-conception jusqu'à la co-évaluation

Bien que les données et les outils permettant de produire une information climatique sur mesure soient indéniablement essentiels, un aspect clé de la prestation des services climatiques pour le secteur agricole dans les pays en développement a été le passage à des processus inclusifs et participatifs pour leur coproduction. En Afrique de l'Est, l'ICPAC a soutenu la mise en œuvre du *Participatory Scenario Planning* (PSP)⁴⁵ (CARE, 2018) afin de concevoir et de délivrer de manière collaborative des services d'information climatique saisonnière centrés sur l'utilisateur dans des communautés d'Ouganda et du Kenya. Dans les Caraïbes⁴⁶, le *Participatory Integrated Climate Services for Agriculture* (PICSA) (Dorward et al., 2015) a été employé pour aider les agriculteurs à comprendre le climat historique et les implications des prévisions saisonnières dans leur prise de décision. D'autres méthodes de coproduction existent, notamment les Séminaires itinérants sur la météo, le climat et l'agriculture⁴⁷ largement utilisés en Afrique de l'Ouest (Stigter, 2016; Tarchiani, 2019); les comités techniques agrométéorologiques locaux (LTACs)

/ *Mesas Técnicas Agroclimáticas* (MTAs) surtout employés en Amérique du Sud; et les Groupes de travail pluridisciplinaires (GTPs) en Afrique de l'Ouest.

L'approche choisie doit être fondée sur les besoins et le contexte locaux, le principe de participation et d'inclusivité devant toujours prévaloir.

Au niveau régional, les utilisateurs et parties prenantes sont principalement impliqués via les Forums régionaux sur les perspectives climatiques (FRPC), certains disposant de groupes de travail sectoriels pour des domaines tels que l'agriculture. Au niveau national, les pays ont engagé les utilisateurs via leurs Forums nationaux sur les perspectives climatiques (FNPC) respectifs. Les Cadres nationaux pour les services climatiques, existant dans plusieurs pays d'Afrique, du Pacifique et des Caraïbes (Figure 65), constituent souvent le mécanisme de coordination, de gouvernance et de collaboration au sein duquel s'inscrit l'engagement des utilisateurs sur les services climatiques sectoriels.

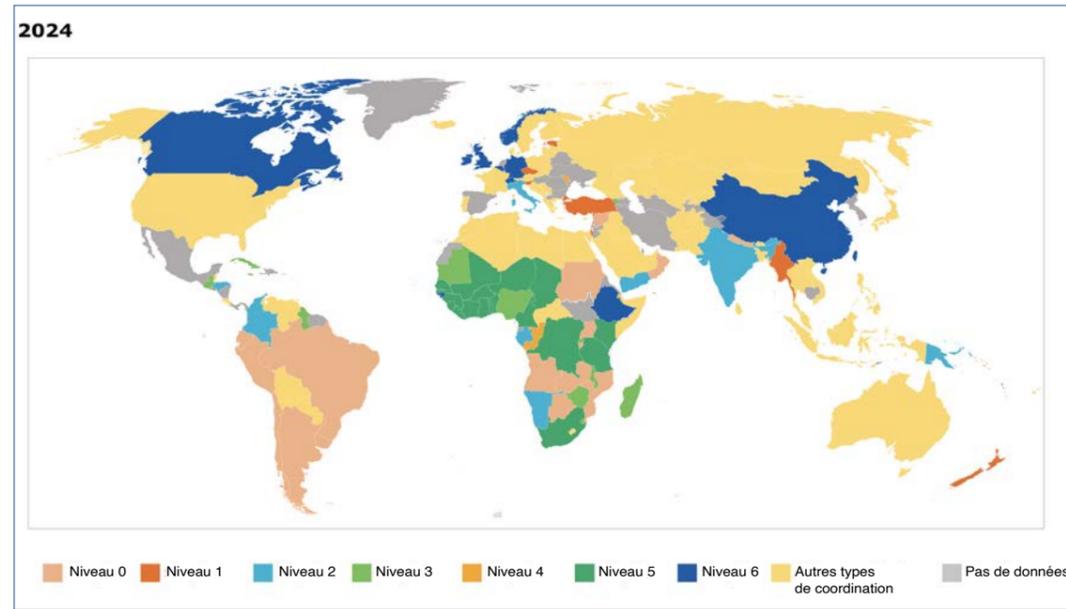
⁴⁴ <https://www.icpac.net/news/enhancing-media-and-meteorological-agency-engagement-in-eastern-africa/>

⁴⁵ <https://careclimatechange.org/practical-guide-to-participatory-scenario-planning-seasonal-climate-information-for-resilient-decision-making/>

⁴⁶ <https://www.climsa.org/media/news/participatory-integrated-climate-services-agriculture> (Consulté le 10 juillet 2024).

⁴⁷ <https://community.wmo.int/en/roving-seminars-weather-and-climate-farmers> (Consulté le 10 juillet 2024).

Figure 65. Statut des cadres nationaux pour les services climatologiques (CNSC) dans le monde.



Pour la co-évaluation des services climatiques, ces plateformes et cadres régionaux et nationaux offrent également aux utilisateurs des occasions de formuler un retour d'information sur les services qu'ils reçoivent, permettant aux SMHN d'adapter et d'améliorer davantage les produits en fonction des besoins et des défis évolutifs des utilisateurs. L'élaboration de modèles logiques d'évaluation appropriés, qui intègrent les aspects d'utilisation, de diffusion, d'adoption et d'impact des services climatiques (Vogel et al., 2017), et l'implication des utilisateurs dans l'évaluation des services climatiques constituent un aspect clé pour démontrer la valeur et renforcer l'investissement dans les services agrométéorologiques (Tarchiani et Bacci, 2024). Toutefois, des enquêtes de l'OMM auprès des SMHN ont révélé que le suivi et l'évaluation des bénéfices et des

impacts des services climatiques restent systématiquement faibles (OMM, 2019).

Il existe divers exemples des avantages des services climatiques dans le secteur agricole. Par exemple, l'analyse des bénéfices socio-économiques des services climatiques réalisée par l'ICPAC dans le secteur agricole au Kenya et en Ouganda⁴⁸ a montré que la sécurité alimentaire des ménages et leur résilience étaient plus élevées chez les utilisateurs de services climatiques. Dans des projets au Burkina Faso, des évaluations ont indiqué que les services climatiques entraînaient une réduction de 40 % des coûts de production agricole (perte de semences réduite et baisse de l'utilisation d'engrais) et une augmentation de 41 % des revenus des agriculteurs (Tarchiani, 2021), avec des expériences similaires sur des sites pilotes du Programme ClimSA.

5.3.5 L'Extension et la Durabilité des Services Agrométéorologiques

Un thème récurrent pour la fourniture de services climatiques dans le secteur agricole est la durabilité. Les divisions agrométéorologiques des SMHN sont souvent en sous-effectif et leurs capacités sont étirées, le service de vulgarisation gouvernemental est fréquemment sous-doté en ressources, et, de manière générale, les ressources financières disponibles pour la prestation des services⁴⁹ agrométéorologiques à l'échelle nationale et locale sont limitées. La collaboration et les synergies entre les projets et programmes de services climatiques constituent une des opportunités pour assurer la durabilité, tandis que le renforcement des aspects de gouvernance et institutionnels globaux de la prestation de ces

services, notamment par le biais des Cadres Nationaux pour les Services Climatiques (CNSC), en constitue une autre.

Les partenariats public-privé pourraient également être une option, comme le montre l'exemple du Ghana⁵⁰ avec le partenariat entre la société privée ESOKO, l'Agence météorologique du Ghana (GMet) et l'Institut international de recherche sur les cultures pour les zones semi-arides (ICRISAT) (Partey et al., 2019). Un aspect clé pour accroître la durabilité et mobiliser davantage de financements sera la démonstration et la quantification des bénéfices sociaux et économiques des services climatiques.

5.3.6 Recommandations

Les recommandations qui émergent des expériences documentées dans ce document sur l'application des services climatiques au secteur de l'agriculture peuvent être divisées en recommandations politiques et en recommandations pratiques.

Recommandations politiques

- **Poursuivre les investissements dans le renforcement des capacités des SMHN**, incluant les données, les outils, les processus et les compétences nécessaires à la production d'informations climatiques sur mesure pour le secteur agricole.
- **Assurer le financement non seulement pour la production des services climatiques, mais aussi pour leurs moyens de communication et**

de coproduction, y compris par le renforcement des capacités des agents de vulgarisation et autres intermédiaires qui font le lien entre les SMHN et les agriculteurs eux-mêmes.

- **Démontrer et quantifier les avantages socio-économiques (ASE) des services climatiques pour le secteur agricole** et intégrer les aspects ASE dans les programmes de services climatiques de bout en bout.

Recommandations de mise en œuvre

- **La coproduction des services agrométéorologiques, du niveau régional jusqu'au niveau infranational**, doit être soutenue comme un facteur clé pour renforcer la compréhension, l'adoption et l'efficacité des services climatiques dans le secteur agricole.

⁴⁸ https://www.icpac.net/documents/871/ClimSA_socio-economic_policy_brief_Final_version_QwcQzz7.pdf

⁴⁹ <https://focus-africaproject.eu/wp-content/uploads/2024/06/FOCUS-Africa-Policy-Brief.pdf> (Consulté le 9 juillet 2024)
⁵⁰ <https://www.cgiar.org/news-events/news/a-ccafs-informed-public-private-partnership-reaches-300000-farmers-with-climate-information/>

- **Il est impératif de cerner le paysage des utilisateurs et des parties prenantes au sens large**, en tenant compte de leurs besoins et enjeux spécifiques liés aux services climatiques pour l'agriculture.

- **Il convient d'identifier une palette de canaux et de voies de communication**, puis de les adapter au contexte local.

- **Poursuivre le renforcement des capacités des producteurs de services climatiques, des intermédiaires et des utilisateurs finaux** afin qu'ils maîtrisent l'information et en tirent le meilleur parti.

- **Recueillir des retours d'expérience et procéder à un suivi et à une évaluation régulière** des bénéfices socio-économiques apportés par les services climatiques.

5.3.7 Conclusions

La coproduction demeure un levier essentiel pour la conception, la communication et l'appropriation des services climatiques dans le secteur agricole. Elle peut être mise en œuvre à différents niveaux et selon diverses méthodologies, telles que le PSP ou le PICSA,

déjà expérimentées dans le cadre du programme ClimSA. Une approche inclusive de la coproduction et de l'engagement des usagers est cruciale: il faut veiller à impliquer les femmes, les jeunes, les personnes âgées et les populations marginalisées afin

que l'information réponde à leurs besoins et enjeux spécifiques.

Pour ce faire, il est indispensable de connaître le paysage des utilisateurs et des parties prenantes, ainsi que leurs besoins et capacités. L'élaboration et la diffusion appropriées de l'information agrométéorologique, en tenant compte de la diversité des canaux de communication disponibles, revêtent une grande importance; il est notamment possible de mobiliser et de former les médias locaux et les agents de vulgarisation dans ce processus. Le renforcement des capacités des divisions agrométéorologiques des services météorologiques nationaux est un impératif, tout comme il convient de ne pas négliger celles des intermédiaires et des agriculteurs pour assurer une communication et une appropriation efficaces des services climatiques. Le développement de partenariats, y compris public-privé (par

exemple entre les services météorologiques et les fournisseurs de solutions TIC), constitue un autre levier pour amplifier et pérenniser ces services. Enfin, la reconnaissance croissante des services climatiques comme composante majeure de la résilience et de l'adaptation dans le secteur agricole – et au-delà, dans d'autres secteurs sensibles au climat – se reflète dans leur intégration croissante aux Plans Nationaux d'Adaptation (PNA) et aux Contributions Déterminées au niveau National (CDN). Cette reconnaissance doit être soutenue par une meilleure connaissance des bénéfices socio-économiques et des co-bénéfices apportés par les services climatiques en matière d'adaptation et d'atténuation. Elle ouvrira ainsi la voie à une intégration plus poussée dans les politiques et à un renforcement des financements, tant au niveau national et régional qu'au travers des instruments internationaux de financement climatique.



Références

- Bacci, M., Idrissa, O.A., Zini, C., Burrone, S., Sitta, A.A., Tarchiani, V., 2023. Efficacité des services agro-météorologiques pour les petits exploitants agricoles: L'étude de cas dans les régions de Dosso et Tillabéri au Niger. *Clim. Serv.* 30, 100360. <https://doi.org/10.1016/j.climser.2023.100360>
- CARE, 2018. Guide pratique pour la planification de scénarios participatifs. Seasonal climate information for resilient decision-making. <https://careclimatechange.org/practical-guide-to-participatory-scenario-planning-seasonal-climate-information-for-resilient-decision-making/>
- Carr, E.R., Fleming, G., Kalala, T., 2016. Comprendre les besoins des femmes en matière d'informations météorologiques et climatiques en milieu agricole: Le cas de Ngetou Maleck, Sénégal. *Weather Clim. Soc.* 8, 247-264. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-15-0075.1>
- Carter, S., Anna Steynor, Vincent, K., Visman, E., Waagsaether, K., 2019. La coproduction dans les services météorologiques et climatiques africains. *Climat futur pour l'Afrique et Services d'information météorologique et climatique pour l'Afrique: Cape Town, Afrique du Sud.* Disponible à l'adresse: <https://futureclimateafrica.org/coproduction-manual>
- Dorward, P., Clarkson, G., Stern, R., 2015. Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA): Field Manual.
- FAO, 2021. Perspectives mondiales sur les services climatiques dans l'agriculture - Opportunités d'investissement pour atteindre le dernier kilomètre. Rome <https://doi.org/10.4060/cb6941en>
- Gumucio, T., Hansen, J., Huyer, S., van Huysen, T., 2020. Gender-responsive rural climate services: a review of the literature. *Clim. Dev.* 12, 241-254. <https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1613216>
- Hewitt, C., Mason, S. & Walland, D. The Global Framework for Climate Services. *Nature Clim Change* 2, 831-832 (2012). <https://doi.org/10.1038/nclimate1745>
- Jost, C., Kyazze, F., Naab, J., Neelormi, S., Kinyangi, J., Zougmore, R., Aggarwal, P., Bhatta, G., Chaudhury, M., Tapio-Bistrom, M.-L., Nelson, S., Kristjanson, P., 2016. Comprendre les dimensions de genre de l'agriculture et du changement climatique dans les communautés de petits exploitants agricoles. *Clim. Dev.* 8, 133-144. <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1050978>
- Partey, S.T., Nikoi, G.K., Ouédraogo, M., Zougmore, R.B., 2019. Scaling up climate information services through public-private partnership business models. <https://hdl.handle.net/10568/101133>
- Stigter, C. (Kees) J., 2016. Une décennie de renforcement des capacités par le biais de séminaires itinérants sur l'agro-météorologie et la climatologie en Afrique, en Asie et en Amérique latine: From Agrometeorological Services via Climate Change to Agroforestry and Other Climate-Smart Agricultural Practices, in: Leal Filho, W., Adamson, K., Dunk, R.M., Azeiteiro, U.M., Illingworth, S., Alves, F. (Eds.), *Implementing Climate Change Adaptation in Cities and Communities: Integrating Strategies and Educational Approaches*, Climate Change Management. Springer International Publishing, Cham, pp. 237-251. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28591-7_13
- Tall, A., Kristjanson, P.M., Chaudhury, M., McKune, S., Zougmore, R.B., 2014. Qui obtient l'information ? Gender, power and equity considerations in the design of climate services for farmers (Working Paper). <https://hdl.handle.net/10568/49673>
- Tarchiani, V., 2019. Rapport d'évaluation du projet opérationnel METAGRI (2012-2015). CAgM Report 107. OMM. <https://library.wmo.int/records/item/39672-evaluation-report-of-metagri-operational-project-2012-2015#.XR4AdOvV4dV>
- Tarchiani, V., Coulibaly, H., Baki, G., Sia, C., Burrone, S., Nikiema, P.M., Migraine, J.-B., Camacho, J., 2021. Accès, utilisation et impacts des services agrométéorologiques dans les zones rurales sahéliennes: Le cas du Burkina Faso. *Agronomy* 11, 2431. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122431>
- Tarchiani, V., Bacci, M., 2024. La valeur ajoutée du processus dans la coproduction de services climatiques: Lessons from Niger. *Clim. Serv.* 33, 100435. <https://doi.org/10.1016/j.climser.2023.100435>
- K. Vincent, M. Daly, C. Scannell, B. Leathes, 2018. Que peuvent apprendre les services climatiques de la théorie et de la pratique de la coproduction ? *Clim. Serv.*, 12 (2018), pp. 48-58 <https://doi.org/10.1016/j.climser.2018.11.001>
- Vogel, J.; Letson, D.; Herrick, C. A framework for climate services evaluation and its application to the Caribbean Agrometeorological Initiative. *Clim. Serv.* 2017, 6, 65-76.
- OMM, 2019. L'état des services climatologiques: Agriculture et sécurité alimentaire. <https://library.wmo.int/idurl/4/56884>



Annexes

Listes des figures

Figure 1. Principaux résultats attendus du programme ClimSA	16
Figure 2. Centres climatiques régionaux impliqués dans la mise en œuvre du programme ClimSA	17
Figure 3. Perspectives régionales de précipitations saisonnières pour différentes zones à l'intérieur de l'Union européenne. La région de la Grande Corne de l'Afrique pour la période de mars à mai 2024	24
Figure 4. Agriculteurs soumis à des approches participatives en matière de climat lors de l'atelier de formation sur le climat. Niveau communautaire	25
Figure 5. Description des étapes de l'évaluation des risques selon les normes ISO 31000.....	31
Figure 6. Début de la saison agricole en Afrique au cours du premier semestre 2020 (à gauche)et 2021 (à droite)	32
Figure 7. Approche PICSA en douze étapes, avec ses quatre phases (Dorward et al., 2015)	36
Figure 8. Outils participatifs simples utilisés par les agriculteurs en Jamaïque	37
Figure 9. Agent de vulgarisation en Jamaïque présentant la carte d'allocation des ressources (RAM) de l'un des agriculteurs.....	42
Figure 10. Un agent de vulgarisation examine le calendrier saisonnier préparé par un agent de vulgarisation. Agriculteur jamaïcain	43
Figure 11. Localisation des sites pilotes ClimSA au Burkina Faso	50
Figure 12. Tendances pluviométriques interannuelles à Ténado	51
Figure 13. Tendances pluviométriques interannuelles à Niangoloko	51
Figure 14. Tendances pluviométriques interannuelles à Ouahigouya, la station pluviométrique la plus proche à Namissiguima avec des enregistrements à long terme.....	52
Figure 15. Discussion des besoins en services climatologiques avec les communautés locales	53
Figure 16. Formation sur l'opérationnalisation des services climatiques.....	55
Figure 17. Degré de satisfaction des agriculteurs en ce qui concerne les informations fournies disponible	56
Figure 18. Préférences et types d'informations mises à la disposition des utilisateurs finaux en Sites pilotes ClimSA.....	56
Figure 19. Niveau d'utilisation et d'appréciation des informations agrométéorologiques par les agriculteurs	57
Figure 20. Rendements moyens de maïs des "agriculteurs pilotes" de Niangoloko de 2021 à 2023, comparés aux rendements moyens de la municipalité.....	59
Figure 21. Rendements moyens de maïs à Niangoloko pour les agriculteurs pilotes et témoins à partir de 2021 jusqu'en 2023	59
Figure 22. Rendements moyens de sorgho à Ténado de 2021 à 2023, comparés à ceux de l'année précédente aux rendements moyens de la commune	60
Figure 23. Rendements moyens de sorgho à Ténado pour les agriculteurs pilotes et de contrôle à partir de 2021 jusqu'en 2023	60

Figure 24. L'interface de l'East Africa Hazard Watch (EAHW)	65	Figure 42. Projections à court terme de la masse continentale africaine occupée, en %, par chaque zone climatologique de température maximale de l'air de 2 m sur l'Afrique. Les écarts sont rapportés à la période climatologique 1991-2020 pour tous les scénarios.....	113
Figure 25. Prévisions hebdomadaires des précipitations totales (à gauche) et des précipitations exceptionnelles (à droite) disponible dans l'Observatoire des risques en Afrique de l'Est.....	66	Figure 43. Zones probables projetées dans un futur proche pour l'intensification de la température de l'air maximale de 2 m dans une zone climatologique ou la migration complète vers une zone climatologique plus chaude, pour tous les scénarios: en haut à gauche - RCP2.6; en bas à gauche - RCP4.5; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.....	114
Figure 26. Interface de l'Observatoire de l'agriculture en Afrique de l'Est (ICPAC - Warning Explorer).....	67	Figure 44. Identique à la figure 40, mais pour les précipitations, par rapport à la période climatologique 1991-2020 pour tous les scénarios: en haut à gauche - RCP2.6; en bas à gauche - RCP2.6 RCP4.5; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.....	115
Figure 27. Interface des statistiques du système de l'Observatoire de l'agriculture en Afrique de l'Est.....	67	Figure 45. Identique à la figure 41, mais pour les écarts, en %, des précipitations totales annuelles moyennes par rapport à la période climatologique 1991-2020, selon différents scénarios: en haut à gauche - RCP2.6; en bas à gauche - RCP4.5; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.....	116
Figure 28. Exemples de produits extraits de l'Observatoire de la sécheresse en Afrique de l'Est (EADW)	68	Figure 46. Identique à la figure 42, mais pour les zones climatologiques des précipitations totales annuelles moyennes sur l'Afrique. Les écarts sont relatifs aux valeurs climatologiques 1991-2020. pour tous les scénarios.....	117
Figure 29. Interface d'analyse de la station climatique (ICPAC-Climate Station)	69	Figure 47. (a) Fréquence des précipitations inférieures, normales et supérieures à la normale de janvier à mars pendant les événements El Niño modérés à forts, tels que définis par l'ONI de ≥ 1.0 . (b) Fréquence des cumuls de précipitations de janvier à mars inférieurs au 20 ^{ème} percentile ou supérieur au 80 ^{ème} pour cent	121
Figure 30. Bulletin agroclimatique du CarisAM	73	Figure 48. Chronologie des activations liées à la sécheresse et aux événements El Niño à partir de juin 2023 jusqu'en juillet 2024 en Afrique australe Source: RAAWG - (Huhn et al., 2024)	124
Figure 31. Ci-dessus, conditions observées pour SPI6 et SPI12 à la fin du mois de mai 2024. Ci-dessous, les alertes prévisionnelles produites à la fin du mois de février 2024 pour les deux sécheresse à court et à long terme à la fin du mois de mai 2024	75	Figure 49. Processus proposé pour l'élaboration des politiques	134
Figure 32. À gauche, la probabilité d'au moins trois périodes de sécheresse de 7 jours entre mars et mai 2024 et à droite, le nombre maximal de périodes de sécheresse de 15 jours. pour la même période	75	Figure 50. Chaîne de valeur améliorée des services climatologiques étendue à l'élaboration des politiques, modifiée à partir de la figure initiale de l'OMM (2019).	136
Figure 33. À gauche, changement prévu de la fréquence des épisodes pluvieux extrêmes (1 % supérieur) sur 3 jours, et à droite, probabilité d'un épisode pluvieux excessif de d'août à octobre 2024	77	Figure 51. Les principales étapes du développement d'un outil BSE	145
Figure 34. Indice de gravité quotidien (DSR) du Global Wildfire Information System (GWIS) pour la Barbade à gauche et la Guyane à droite en 2024 (rouge), comparé aux indices climatologiques maximum (noir), minimum (vert) et moyen (bleu). On notera la forte intensité des incendies de forêt.	79	Figure 52. Structure du modèle montrant les huit principaux secteurs économiques inclus ...	146
Figure 35. À gauche, indice de risque généré par le modèle d'aleurode sur la tomate, et à droite, taux d'infection de l'oïdium sur les courges	80	Figure 53. Intégration complète des tableaux d'entrées-sorties dans les secteurs de production du modèle. Les variables en rouge sont des tableaux complets du tableau des entrées-sorties, montrant l'interdépendance des secteurs. Les variables en noir déterminent le fonctionnement interne de chaque secteur.	148
Figure 36. Surveillance des récifs coralliens dans les Caraïbes	81	Figure 54. Lien entre la structure des entrées-sorties et le PIB.....	150
Figure 37. (a) (à gauche) Prévisions pour octobre-novembre 2023 émises en septembre 2023 et (b) (à droite) Catégories de précipitations observées basées sur les données CHIRPS2 et sur les données de la Commission européenne. Moyenne à long terme 1981-2010.....	87	Figure 55. Calcul des impacts sur la température et le niveau de la mer, pour trois scénarios: "Climat normal", "Climat en réchauffement" et "Action climatique NDC" pour permettre à l'UE d'atteindre ses objectifs en matière de développement durable. la quantification rapide des coûts et des bénéfices.....	151
Figure 38. Prévision des précipitations pour (a) février-avril 2024 (gauche) et (b) avril-juin 2024.....	88	Figure 56. Les avantages des services d'information sur le climat.....	152
Figure 39. Impact potentiel récent et futur de la chaleur dans les îles sous le vent (à gauche) et au vent (à droite) des Caraïbes orientales, mesuré par le pourcentage de jours chauds pendant la saison de chaleur annuelle (mai à octobre). Source: Van Meerbeeck (2020).....	94	Figure 57. Représentation des deux aspects de la chaîne de valeur CIS.....	153
Figure 40. Zones de climatologie de la température maximale de l'air à 2 m projetées dans un avenir proche pour tous les scénarios: en haut à gauche - RCP2.6; en bas à gauche - RCP4.5; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5	112	Figure 58. Étalonnage et validation des constantes et des paramètres du modèle	154
Figure 41. Écarts projetés, dans un avenir proche, de la température maximale de l'air à 2 m par rapport à la période climatologique 1991-2020, selon différents scénarios: partie supérieure gauche - RCP2.6; en bas à gauche - RCP4.5; en haut à droite - RCP6.0, et en bas à droite - RCP8.5.....	113	Figure 59. Impact du changement climatique sur le PIB du Burkina Faso	157

Figure 60. Effet de l'investissement dans l'ECI pour le passage au niveau quatre de la catégorie 158

Figure 61. Impact de base niveau de CIS sur production agricole 159

Figure 62. Impact du niveau avancé (quatre) de la CEI sur la production agricole. En rouge, production dans un climat en réchauffement avec des informations climatiques de base (niveau un), en vert, amélioration de la production agricole avec l'application de services climatiques de niveau quatre (services climatiques avancés), et en bleu, production agricole sans changement climatique (climat normal). 160

Figure 63. Effet de l'augmentation de la température sur l'impact de l'ECI. La couleur verte la ligne se rapprochant de la ligne rouge démontre l'effet de suppression de l'augmentation de la température par rapport à l'effort actuel d'atténuation et d'adaptation. 161

Figure 64. Décisions des utilisateurs dans l'agriculture (OMM, 2019) 165

Figure 65. Statut des cadres nationaux pour les services climatologiques (NFCS) dans l'ensemble de l'UE le monde 168

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des groupes d'agriculteurs engagés dans les formations PICSA 40

Tableau 2. Statistiques sur la culture du maïs à Niangoloko, par attribut..... 58

Tableau 3. Liste des modèles climatiques utilisés pour les scénarios climatiques futurs les observations analyses 109

Tableau 4. Liste des zones climatologiques de température et de précipitations maximales actuellement adoptées pour une utilisation opérationnelle au Centre africain de météorologie (CAM). Demande de développement (AMAD) 112

Tableau 5. Exemple de tableau des entrées-sorties de GLORIA..... 155

Liste des encadrés

Encadré 1. Principaux objectifs du Forum sur les perspectives climatiques de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF) 22

Encadré 2. Principaux éléments du forum sur les perspectives climatiques de la Grande Corne de l'Afrique (GHACOF) 23

Encadré 3: Institutions participant à la mise en place d'une plateforme d'interface utilisateur (PIA) sur les services climatiques pour l'agriculture en Afrique 29

Encadré 4. Objectifs spécifiques des sessions de consultation impliquant les acteurs de l'agriculture 30

Encadré 5. La contribution d'EUMETSAT au programme ClimSA..... 104

Encadré 6. Avantages de l'intégration du climat dans les politiques des régions ACP..... 138

Encadré 7. Les défis de l'intégration du climat dans les politiques des régions ACP 139

Encadré 8. Éléments clés pour améliorer les systèmes d'information sur le développement de la politique agricole dans les régions ACP..... 141





ORGANISATION DES ÉTATS D'AFRIQUE, DES CARAÏBES ET DU PACIFIQUE

Secrétariat de l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique

Place Charles Rogier 16
1210 Saint-Josse-ten-Noode
Belgique

Contact:

Dr Dieudonné NSADISA FAKA
Chef d'équipe ClimSA
nsadisa.faka@acp.int



www.oacps.org



www.climsa.org

LES CENTRES CLIMATIQUES RÉGIONAUX



Centre africain d'applications météorologiques pour le développement (ACMAD)



Centre climatique régional AGRHYMET



Institut de météorologie et d'hydrologie des Caraïbes (CIMH)



Centre d'applications et de prévisions climatiques pour l'Afrique centrale (CAPC-CA)



Centre de prévision et d'applications climatiques de l'IGAD (ICPAC)



Commission de l'océan Indien (COI)



Centre de services climatiques de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC-CSC)



Secrétariat du programme régional océanien de l'environnement (SPREP)
Centre climatique en réseau du Pacifique

LES ORGANISATIONS MULTILATÉRALES ET AUTRES ENTITÉS DE SOUTIEN



Commission de l'Union africaine (CUA)



Centre commun de recherche (CCR)



Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT)



Organisation météorologique mondiale (OMM)

Identifiant d'objet numérique (DOI)

Édition en anglais : 10.5281/zenodo.15699530

Édition en français : 10.5281/zenodo.15705479

Édition en portugais : 10.5281/zenodo.15705497



Financé par l'Union Européenne



ClimSA

PROGRAMME INTRA-ACP SUR LES SERVICES CLIMATIQUES ET APPLICATIONS CONNEXES



Produit avec l'assistance technique du Consortium AESA.