

Plan d'Investissement d'une Agriculture Intelligente face au Climat au Mali

JANVIER 2019



RESEARCH PROGRAM ON
Climate Change,
Agriculture and
Food Security



AVANT-PROPOS

Les changements climatiques menacent d'avoir des conséquences importantes sur la productivité économique, la création d'emplois et la sécurité alimentaire fournies par le secteur agricole malien.

Les impacts du changement climatique sur le Mali ne sont pas uniques ; ils posent également des défis à d'autres pays à travers l'Afrique. Cela a été reconnu lors de la 22e Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP22; 2016) qui s'est tenue à Marrakech, au Maroc, où le gouvernement marocain a lancé l'Initiative d'adaptation de l'agriculture africaine pour aider les pays africains à faire face aux risques du changement climatique pour l'agriculture et à se positionner au mieux pour un avenir caractérisé par des températures plus élevées et des précipitations incertaines. L'initiative AAA s'appuie également sur le Programme détaillé pour le développement de l'agriculture en Afrique (PDDAA), lancé pour la première fois en 2003 par l'Union africaine.

Le Mali est signataire de l'Accord de Paris de la CCNUCC et a soumis ses Contributions Déterminées Nationales (CDN), s'engageant à prendre des mesures à la fois sur l'adaptation au changement climatique et sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le Mali est un émetteur mineur de gaz à effet de serre (GES) par rapport aux pays fortement émetteurs. Cependant, les interventions dans l'agriculture et les changements d'utilisation des terres associés (par exemple, la réduction de la déforestation) qui augmentent la productivité et la résilience au changement climatique peuvent également contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre. La CDN fournit des objectifs que le Mali vise à atteindre ; cependant, il n'est pas prévu de fournir des détails sur quels investissements sont nécessaires ou comment ces investissements devraient être mis en œuvre.

Ce document fournit un plan d'investissement pour l'agriculture intelligente face au climat (AIC) au Mali, élaboré avec le soutien de l'Initiative AAA et de la Banque Mondiale, et l'assistance technique du centre international d'agriculture tropicale, du centre mondial d'agroforesterie et du Programme de recherche du CGIAR sur l'Agriculture, Changement Climatique et Sécurité Alimentaire (CCAFS). Il identifie des interventions spécifiques qui définissent une action sur le terrain en cohérence avec la stratégie nationale de développement et la stratégie agricole nationale du Mali, qui peuvent être financées par des partenaires des secteurs public et privé. Les interventions de l'AIC sont conçues pour

accroître la productivité agricole, aider les agriculteurs, les éleveurs et les pêcheurs à s'adapter et à renforcer leur résilience aux risques climatiques et, le cas échéant, à réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique. Les exemples de ces interventions de l'AIC vont des technologies à la ferme telles que les variétés de cultures et les races de bétail tolérantes au stress, aux activités de gestion agricole (liées à l'eau, au sol, aux engrais, aux nuisibles, etc.), aux services agricoles tels que l'assurance, le crédit, les bulletins météo.

Ce plan comprend un ensemble de 12 investissements clés de l'AIC pour le Mali, qui ont été développés avec un engagement fort des parties prenantes, des contributions d'experts et des preuves scientifiques. Ce plan n'est pas destiné à être exhaustif mais peut inclure d'autres projets lorsque davantage de fonds seront disponibles. Le plan présente une analyse de la situation des politiques, des plans et des programmes nationaux du Mali en ce qui concerne les principaux risques climatiques, qui constituent le contexte des principales interventions prioritaires. Les concepts de projet conçus sont développés pour chacun de ces investissements clés, y compris les principaux objectifs, composantes et dispositions de mise en œuvre du projet. Celles-ci fournissent un ensemble concret de concepts de projet que les investisseurs potentiels et les donateurs peuvent envisager de financer. Enfin, un cadre général pour l'élaboration d'un cadre de suivi et d'évaluation (S&E) pour le plan d'investissement AIC (PIAIC) est fourni, montrant la relation entre les résultats de l'AIC et d'autres cadres de S&E et autres activités de suivi des priorités de développement au niveau national.

En tant que membre de l'initiative AAA qui s'engage également à respecter ses engagements en matière de CDN, le Mali dispose désormais d'un plan d'investissement comprenant un ensemble de projets spécifiques intelligents face au climat qui améliorent la productivité, renforcent la résilience au changement climatique et, le cas échéant, réduisent les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole. Le PIAIC fournit le contexte et la preuve de l'importance de ces projets, et explique en quoi ils peuvent être économiquement bénéfiques et apporter une sécurité alimentaire à la population du Mali. Cela peut aider à stimuler l'investissement et le financement de l'AIC pour aider le Mali à atteindre ses objectifs en matière de CDN et autres objectifs nationaux.

TABLE DES MATIÈRES

ACRONYMES	6
RÉSUMÉ	9
CHAPITRE 1: POURQUOI L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT	16
1-1 Le cadre de planification d'investissements dans l'agriculture intelligente face au climat	20
CHAPITRE 2: ANALYSE DE LA SITUATION DES MOYENS DE SUBSISTANCE, DE L'AGRICULTURE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	22
2-1 Le secteur rural et agricole du Mali en bref	24
2-2 Changement climatique dans l'agriculture du Mali	29
2-3 Impact du changement climatique sur l'économie agricole du Mali	33
2-4 Impacts du changement climatique probablement aggravés par le changement des incitations économiques	36
2-5 Les impacts du changement climatique pourraient être compensés par les incitations changeantes du marché	38
2-6 L'adaptation au climat a le potentiel de réduire la dépendance aux importations	39
CHAPITRE 3: INTERVENTIONS PRIORITAIRES POUR L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT AU MALI	42
3-1 Le plan d'investissement climato-intelligent pour l'agriculture malienne	44
3-2 Résumés des investissements dans les services d'agriculture intelligents face au climat à l'échelle nationale	46
3-3 Résumés des investissements dans les cultures et l'élevage intelligents face au climat	48
CHAPITRE 4: CONDUIRE LES INVESTISSEMENTS AIC DU MALI DES CONCEPTS AUX PROGRAMMES	52
4-1 Ce que le Mali gagne du PIAIC: Un Aperçu	54
4-2 Analyse climato-intelligente pour quatre investissements sélectionnés	54
4-3 Contraintes à la conception et à la mise en œuvre	59
4-4 Possibilités de conception et de mise en œuvre	62
4-5 Alignement du PIAIC avec le plan d'investissement du partenariat CDN	66
4-6 Possibilités de financement pour l'expansion de l'AIC	67
4-7 Investissements et contributions de l'AIC à l'appui des politiques nationales	69
CHAPITRE 5: VERS UN RÉSEAU DE SUIVI - ÉVALUATION DU PLAN D'INVESTISSEMENT AIC DU MALI	72
5-1 La théorie du changement	74
5-2 Cadre de résultats et indicateurs	77
5-3 Une feuille de route	93

ANNEXE A: ANALYSE DE SITUATION: CONTEXTE POLITIQUE ET PROGRAMMATIQUE DU PLAN D'AIC AU MALI	97
ANNEXE B: PRIORISATION DES INTERVENTIONS: LE PROCESSUS DES LISTES LONGUES AUX LISTES FINALES	104
ANNEXE C: STRUCTURE ET RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE MODÉLISATION DE SCÉNARIO (RCPs + SSPs)	110
ANNEXE D: ÉVALUATION DE L'ÉCONOMIE CLIMATIQUE - MÉTHODOLOGIE	121
ANNEXE E: PLANS D'INVESTISSEMENTS DANS L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT AU MALI	133
ANNEXE F: BIBLIOGRAPHIE PAR SECTIONS _____	192

ACRONYMES

AAA	Adaption of African Agriculture
AAA	Adaptation de l'Agriculture Africaine
AEDD	Agence pour l'Environnement et le Développement Durable
AfSIS	Service d'Information sur le Sol en Afrique
AGCC-Mali	Alliance Globale pour le Changement Climatique-Mali
AGRHYMET	Centre Régional de Formation et d'Application d'Agrométéorologie et Hydrologie Appliquée
AIC	Agriculture Intelligente face au Climat
AMEDD	Association Malienne de l'Eveil au Développement Durable
ATI	Aménagement du Territoire et de l'Irrigation Agence d'Approvisionnement en Eau
CAAMD	Centre Africain d'Application Météorologique pour le Développement
CC	Changement Climatique
CCAFS	Changement Climatique, Agriculture et Sécurité Alimentaire (partie du GCRAI)
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDN	Contributions Déterminées Nationales
CEDEAO	Communauté économique des États d'Afrique occidentale
CFA	Communauté Financière d'Afrique
CGIAR	Groupe Consultatif sur la Recherche Agricole Internationale
CIAT	Centre International d'Agriculture Tropicale
CIIFAD	Cornell Institut International pour l'Alimentation, l'Agriculture et le Développement
CREDD	Cadre Stratégique pour la Reprise Economique et du Développement Durable
CSCR	Cadre Stratégique du Mali pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté
DNH	Direction Nationale Hydraulique
DNPIA	Direction Nationale de la Production et Industrie Animale
FEA	Femmes Enceintes et Allaitantes
HCR	Haut-Commissariat pour les Réfugiés
IDA	Association Internationale de Développement
IMPACT	Modèle International pour l'Analyse des Politiques des Produits Agricoles et du Commerce
IP	Irrigation de Proximité
IRE	Institut de Recherche sur l'Energie
IRI	Institut International de Recherche sur le Climat et la Société
Mali-PRIA	Programme Résilience du Mali Sécurité Alimentaire
MIRAH	Ministère de l'Elevage et de la Pêche
MRV	Emissions de Surface des Forêts et Suivi GES
Non-CC	Sans scénario de Changement Climatique
ODD	Objectif de Développement Durable
OMD	Objectif du Millénaire pour le Développement
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OPSR	Opérations Prolongées de Secours et de Redressement
P2RS	Projet Multinationale de Renforcement de la Résilience contre l'Insécurité Alimentaire et la Nutritionnelle
PADEPA-KS	Projet pour le Développement de la Production Animale dans la Zone de Kayes Sud
PAM	Programme Alimentaire Mondial

PANAB	Plan d'Action Stratégique Nationale pour la Biodiversité
PDA	Politique de Développement Agricole du Mali
PDDAA	Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture en Afrique
PDIRAAM	Projets de Développement Intégré des Ressources Animales Halieutiques
PFNL	Produits Forestiers Non Ligneux
PIAIC	Plan d'Investissement d'une Agriculture Intelligente face au Climat
PICSA	Participative Intégrée des Services Climatologiques pour l'Agriculture
PNAA	Programme National pour des Actions d'Adaptation
PNAACC	Programme National d'Atténuation de gaz à effet de serre et l'Adaptation aux Changements Climatiques
PNIA	Plan National d'Investissement Agricole
PNUD	Programme des Nations Unies
PPAAO	Programme de Productivité Agricole pour l'Afrique de l'Ouest
PRCSAP	Projet Risque Climatique et Systèmes d'Alerte Précoce
RB	Réseaux Bayésiens
RCP	Voie de Concentration Représentative
REDD	Programme de Réduction des Emissions de Deforestation et de la Dégradation des Forêts
RIMA	Indice de Mesure et d'Analyse de la Résilience
RSI	Retour Sur Investissement
SAP	Stratégie d'Assistance au Pays
SCAP	Stratégie d'Aide Commun Pays
SIB	Système d'Intensification du Blé
SIC	Services d'Information Climatique
SIG	Sciences de l'Information Géospatiale
SIPC	Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes
SIS	Système d'Information du Sol
SMS	Service de Messageries Courtes
SNDI	Stratégie Nationale de Développement de l'Irrigation
SNPGRC	Stratégie Nationale pour la Prévention et la Gestion des Risques et Catastrophe
SPAV	Stabilité Politique et Absence de Violence
SRI	Système de Riziculture Intensive
SSP	Parcours Socio-économique Commune
TA	Taux d'Adoption
TBEA	Approches Ecosystémiques à Base d'Arbres
TIC	Technologies de l'Information de la Communication
T-ICSP	Plan Stratégique Pays pour la Transition Intérimaire
UDD	Unité Néerlandaise de Durabilité
UNCCD	Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification
USAID	Agence Americaine pour le Développement International
VAN	Valeur Actuelle Nette
WFS	Sommet Mondial de l'Alimentation



RÉSUMÉ

L'agriculture est le secteur le plus important du Mali et constitue le fondement de l'économie nationale. Elle représente plus de 38% du produit intérieur brut (PIB) du Mali et emploie plus de 80% de sa population active. Ceci est frappant, car bien que plus des deux tiers des terres du Mali soient désertiques ou semi-désertiques et que seulement 5,3% des terres soient arables, plus d'un tiers des terres sont utilisées pour l'agriculture. Plus de la moitié de la population (58%) vit en zone rurale et près de 90% de la population rurale est pauvre. La majorité (68%) des agriculteurs maliens cultive des cultures vivrières de base dans de petites exploitations et plus de 85% des ménages agricoles produisent du bétail, source de revenus pour près d'un tiers de la population.

Bien que le secteur agricole ait connu une croissance (10% sur la période 2010-2016), la productivité globale est faible et la croissance démographique est élevée, menaçant la sécurité alimentaire. La production alimentaire au Mali est généralement insoutenable, avec une pression croissante sur les terres, la superficie terrestre par habitant en déclin constant et une dégradation croissante des terres. Les rendements de la plupart des cultures (à l'exception du riz) ne se sont pas améliorés depuis 50 ans. Les principales céréales, par exemple, ont des écarts de rendement de plus de 60%. Les agriculteurs manquent d'intrants, de services de vulgarisation, de crédit et de services bancaires, et les interventions agricoles n'ont pas réussi à répondre à la demande croissante de cultures vivrières. En 2018, environ un quart des Maliens, soit 4,6 millions de personnes, étaient en insécurité alimentaire et avaient besoin d'assistance ; les estimations suggèrent que l'insécurité alimentaire sévère était de 55% plus élevée qu'en 2017.

Les changements climatiques au Mali sont clairs et répandus, ayant déjà modifié les régimes climatiques et augmenté la variabilité climatique, avec des impacts sur la sécurité alimentaire, les moyens de subsistance, les conflits et les migrations. Le Mali a déjà connu des températures plus chaudes, une plus grande variabilité climatique, des changements dans la configuration des précipitations et des événements climatiques extrêmes, tels

que des saisons sèches et des sécheresses plus longues, ou des précipitations plus intenses. Entre 1980 et 2014, près de 7 millions de personnes ont été touchées par 28 sécheresses et inondations, dont le coût économique a été évalué à 140 millions de dollars américains. Les précipitations irrégulières ont à elles seules réduit la croissance du secteur primaire de 7,6% en 2016 à 4,8% en 2017. La plupart (plus de 72%) de la population du Mali se situe dans la catégorie de vulnérabilité moyenne à élevée aux risques climatiques. Ces schémas affectent de manière disproportionnée les ruraux pauvres et peuvent entraîner des changements dans les schémas de transhumance traditionnels, augmentant considérablement la pression exercée sur des ressources fourragères limitées et provoquant des conflits.

Le Mali participe à un effort mené par plusieurs pays coordonné par la Banque mondiale pour élaborer un plan national d'investissement dans l'agriculture intelligente face au climat (PIAIC). L'agriculture intelligente face au climat augmente la productivité de manière durable sur les plans environnemental et social, renforce la résilience des agriculteurs au changement climatique et réduit la contribution de l'agriculture au changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en augmentant le stockage de carbone sur les terres agricoles. L'AIC est axée sur l'agriculture, mais elle est multisectorielle et comprend également des engagements visant à accroître les avantages des moyens de subsistance, à garantir la sécurité alimentaire et à promouvoir la durabilité. Ce PIAIC utilise un cadre et un processus établis et s'appuie sur les programmes, les politiques et les plans stratégiques maliens (tels que la CDN du Mali) et le travail de nombreuses institutions locales, nationales, régionales et internationales.

Le PIAIC national malien a accordé la priorité à une série de 12 investissements et actions nécessaires pour renforcer la résilience des cultures et améliorer les rendements de plus de 1,8 million de bénéficiaires et de leurs familles¹, en les aidant à s'adapter au changement climatique. Les investissements de l'AIC ont été identifiés sur la base d'une analyse de la situation des plans et des politiques du Mali, du contexte

1 en supposant que les 12 investissements sont réalisés et sans chevauchement de bénéficiaires.

actuel de l'agriculture, ainsi que de l'analyse et de l'élaboration de scénarios sur les impacts des changements climatiques sur différentes cultures et animaux selon divers scénarios de réchauffement à différents moments jusqu'en 2050. Le PIAIC s'est appuyé sur l'analyse et la priorisation des investissements des parties prenantes maliennes. Ce PIAIC comprend également des éléments de conception et de mise en œuvre de programme, avec analyse économique, définition des priorités et analyse des obstacles et des opportunités. Le processus utilisé pour élaborer ce plan soutient également l'engagement et le renforcement des capacités.

La modélisation climatique montre que le paysage économique en mutation dû au changement climatique pourrait exacerber les dommages biophysiques pour les cultures clés de la sécurité alimentaire et commerciales.

Les impacts climatiques n'affectent pas tous les groupes de produits de manière uniforme, mais pour la plupart des groupes de produits, les pertes doublent environ chaque décennie. Les effets du changement climatique augmentent avec le temps pour tous les groupes de produits. Les cinq principaux groupes de produits les plus touchés à court terme (jusqu'en 2030) sont les oléagineux, les légumes, les cultures de canne à sucre, les céréales et le coton; à l'horizon 2050, les pertes les plus importantes sont les suivantes: les légumes, les oléagineux, les céréales, les cultures sucrières et le coton. Ceci est préoccupant pour la sécurité alimentaire, étant donné l'importance du maïs, du riz, du mil et du sorgho. Le coton est la plus grande culture de rente du Mali et un moyen de subsistance pour plus de 25% de la population. Son rendement devrait baisser. Certains de ces produits nécessitent des mesures de protection en raison de leur importance pour la sécurité alimentaire, la nutrition ou l'économie nationale. Les pratiques de l'AIC en faveur de la résilience sont essentielles pour anticiper les impacts climatiques et empêcher la baisse des rendements.

Les scénarios de modélisation climatique pour d'autres cultures montrent que certaines sont résilientes au climat. L'AIC devrait donc mettre l'accent sur la promotion de pratiques qui mettent l'accent sur le maintien de leur résilience. En règle générale, le bétail, les fruits, les racines et les tubercules ont moins d'impact sur le changement climatique. Pour ces cultures et ces animaux

d'élevage, un engagement d'investissement plus important en faveur de la résilience et des technologies améliorant les rendements pourraient accroître et augmenter les rendements et la production. L'adaptation face au changement climatique, associée à un développement économique fort, devrait favoriser à la fois la sécurité alimentaire et un développement économique fondé sur l'agriculture pour le Mali. Bien que des niveaux de productivité relativement élevés soient possibles dans la zone arable sud du Mali, ces augmentations de productivité anticipées pourraient être partiellement compensées par la croissance prévue de la population.

Le PIAIC met l'accent sur le renforcement de l'agriculture à travers le Mali, avec quatre investissements au niveau national, sept investissements spécifiques à des produits spécifiques et un projet de restauration, menés dans toutes les principales zones agro-alimentaires. La portée géographique est importante du point de vue de l'équité, étant donné les niveaux élevés de pauvreté et d'inégalité régionale dans l'agriculture, et introduit également les pratiques AIC à travers le pays.

Les quatre initiatives à l'échelle nationale représentent les composantes fondamentales d'un secteur agricole adaptatif et intelligent face au climat: capacité de surveillance par télédétection, inclusion de l'AIC dans les services nationaux de vulgarisation agricole, systèmes d'information agroclimatiques et surveillance de la fertilité des sols. Ces initiatives sont fondamentales pour comprendre et surveiller le secteur agricole en soutenant des programmes de télédétection, d'information agroclimatique et de surveillance de la fertilité des sols. Ces trois programmes, tous basés sur des technologies approuvées, ont le potentiel de fournir des conseils vitaux en temps réel aux décideurs et aux agriculteurs eux-mêmes. Par exemple, l'intégration des pratiques AIC dans le système national de vulgarisation aide directement les agriculteurs et crée également un mécanisme permettant de transférer les informations des trois investissements nationaux axés sur la technologie aux agriculteurs et aux autres utilisateurs. Les résultats de développement proposés et les estimations des bénéficiaires (qui s'appliquent également souvent aux ménages) des investissements à l'échelle nationale sont les suivants:

- **Télédétection et géomatique appliquée:** augmenter la capacité de gestion efficace des zones de ressources naturelles, d'évaluer la productivité agricole et de gérer les risques liés au climat en fournissant aux gestionnaires des terres, aux producteurs agricoles, aux conseillers agricoles et aux décideurs des informations scientifiques géospatiales précises et opportunes, au profit de **200 000** travailleurs agricoles.
- **Système de vulgarisation:** augmenter la productivité agricole et minimiser les risques liés au climat en améliorant la qualité et la quantité des recommandations fondées sur l'AIC formulées par les conseillers agricoles aux producteurs, au profit de **186 048** travailleurs agricoles.
- **Système d'information agroclimatique:** augmenter la productivité agricole et atténuer les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire des informations agro-météorologiques précises et à jour, au profit de **400 000** travailleurs agricoles.
- **Surveillance de la fertilité des sols:** augmenter la capacité des producteurs agricoles à pratiquer l'AIC en fournissant aux producteurs et aux agents de vulgarisation des informations adaptées à la localisation sur les caractéristiques des sols et des recommandations de meilleures pratiques de gestion, ainsi que les outils, produits, partenariats et environnement politique nécessaires à la mise en œuvre de ces recommandations, au profit de **103 360** travailleurs agricoles.

Huit investissements dans les cultures et l'élevage intelligents face au climat ont été mis en priorité pour soutenir l'adaptation des systèmes de production agricole en introduisant une variété de pratiques climato-intelligentes dans les différents investissements. Les huit investissements AIC, les résultats de développement proposés et les estimations des bénéficiaires (qui s'appliquent souvent aussi aux ménages) sont :

- **Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux (PFNL):** renforcer la croissance économique, la sécurité alimentaire et la résilience au climat grâce au développement

du secteur des PFNL en agroforesterie, au profit de **122 400** femmes productrices et transformatrices.

- **Agriculture de décrue:** augmenter la productivité agricole et minimiser les risques climatiques en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire un soutien technique et une infrastructure améliorée pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue, au profit de **224 000** petits exploitants.
- **Bétail:** augmenter la productivité agricole et minimiser les risques climatiques en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire les meilleures pratiques de gestion et les meilleurs outils d'intégration des cultures et de l'élevage, au profit de **97 000** petits exploitants.
- **Intégration mil-sorgho-légumineuses:** augmenter la résilience au changement climatique et la productivité des systèmes mil-sorgho en plantant conjointement avec des légumineuses pour améliorer les résultats nutritionnels et économiques des petits exploitants, au profit de **199 495** agricultrices.
- **Légumes:** Augmenter la productivité et la résilience au climat de la production légumière tout en favorisant les opportunités économiques pour les producteurs, en particulier les femmes et les jeunes, tout en minimisant les impacts environnementaux, profitant à **52 747** femmes et jeunes.
- **Restaurer les terres dégradées:** Renforcer les capacités nationales pour restaurer les terres dégradées à grande échelle afin d'accroître la résilience au climat, les services écosystémiques et la productivité agricole, profitant à **106 461** producteurs agricoles.
- **Intensification du riz (SRI):** Augmenter la productivité du riz et la résilience au climat en développant le SRI pour améliorer les résultats économiques et nutritionnels, profitant à **72 480** producteurs de la zone de production de riz non inondée.
- **Blé:** Augmenter la productivité du blé et la résilience au climat en développant les pratiques de l'AIC pour améliorer les résultats économiques et nutritionnels, profitant à **71 856** petits exploitants.

Le PIAIC vise à assurer la résilience de certains produits de base, la croissance des autres et un double accent sur la résilience et la croissance, le cas échéant. En rassemblant les résultats de l'analyse de la situation, les impacts de la modélisation climatique sur les produits de bases, les bénéficiaires cibles, et Les objectifs de plans et programmes nationaux du Mali fournissent des informations sur les objectifs des huit investissements dans les cultures et l'élevage. Le tableau ES-1 ci-dessous montre la valeur des produits au sein de l'économie et de la société malienne, la réponse au changement climatique,

les tendances probables sans intervention et le sens de la réponse.

Pour passer des plans d'investissement de l'AIC à la mise en œuvre, il est nécessaire de disposer d'un cadre opérationnel solide assorti d'une analyse économique solide et de la détermination des opportunités, des contraintes et des possibilités de financement avec les parties prenantes.

L'analyse économique, ainsi qu'une évaluation de la productivité, de la résilience, des risques et de la réduction des gaz à effet de serre, sont nécessaires pour passer de l'investissement

Tableau ES-1: Justification de tous les investissements dans les cultures et l'élevage

INVESTISSEMENT AIC	VALEUR À LA FERME	IMPORTANCE MALIENNE	RÉPONSE PROJETÉE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	SCÉNARIO SANS INVESTISSEMENT	OBJECTIF D'INVESTISSEMENT
Produits forestiers non ligneux	Économique	26% -73% du chiffre d'affaires annuel	D'accord	Baisse de la production agricole, risques climatiques exacerbés	Croissance
Agriculture de décrue	Sécurité économique et alimentaire	25% du total des terres productives en récession	D'accord	Diminution de la sécurité alimentaire, déstabilisation du marché	Résilience et croissance
Intégration culture-élevage	Nutrition et sécurité alimentaire	10% du PIB national, 85% des agriculteurs maliens possèdent du bétail, 30% des moyens de subsistance primaires	D'accord	Conflit, sécurité alimentaire réduite, dégradation de l'environnement exacerbée	Résilience et croissance
Intégration mil-sorgho-légumineuses	Nutrition et sécurité alimentaire	63% de la consommation nationale de céréales	pauvre	Reste aux faibles taux de production actuels	Résilience et croissance
Légumes	Nutrition, sécurité alimentaire et économique	Nutrition, sécurité alimentaire et économique	pauvre	Baisse de la production, augmentation des pertes post-récolte	Résilience et croissance
Restaurer les terres dégradées	Économique	Méthode la plus efficace pour lutter contre la désertification	pauvre	Perte continue de forêts et de terres arables, entraînant des conflits et une réduction de la productivité agricole	Résilience et croissance
Intensification du riz (ISR)	Sécurité économique et alimentaire	Un exportateur net cherchant à améliorer son efficacité	D'accord	Utilisation continue élevée de l'eau et émissions de GES relativement élevées	Croissance
Blé	Sécurité économique et alimentaire	Importateur net avec une demande croissante	pauvre	Baisse de la productivité et augmentation des importations	Croissance

proposé et de la conception du projet à la mise en œuvre. Le PIAIC a identifié un ensemble préliminaire d'obstacles et d'opportunités pour les investissements proposés qui constituent une base de référence pour les considérations de conception.

Les parties prenantes ont identifié quatre investissements hautement prioritaires et une modélisation économique détaillée analyse leur performance économique potentielle, sous réserve des coûts attendus, des risques liés au projet et au changement climatique, ainsi que des résultats potentiels. Les investissements prioritaires ont ciblé trois systèmes de production spécifiques à fort potentiel - produits forestiers non ligneux, intégration agriculture-élevage et agriculture de décrue - et un programme de portée nationale, un système de télédétection. Les quatre investissements devraient offrir des avantages significatifs aux petits exploitants agricoles du Mali, avec un retour sur investissement avec une gestion AIC de 46% à 126% par rapport au marché ordinaire, comme indiqué dans le tableau ES-2. Ces gains substantiels résultent d'estimations prudentes du potentiel et des taux d'adoption, à l'exclusion des risques.

Le contexte malien présente certaines circonstances pouvant se traduire par des risques ou des obstacles pour les investissements. Un grand nombre de ces obstacles à la conception et à la mise en œuvre de l'AIC découlent de problèmes politiques ou sont aggravés par ceux-ci. Quelques-uns des problèmes pouvant affecter le succès des

investissements sont: (i) des crises politiques ou sécuritaires; ii) conflits entre agriculteurs et éleveurs; (iii) exclure systématiquement les femmes du renforcement des capacités et de la vulgarisation; et (iv) le manque de soutien ou de financement des donateurs. D'autres risques sont liés au contexte, tels que la sécheresse, les inondations, les parasites, les maladies ou les températures extrêmes. Des investissements spécifiques font face à des risques spécifiques, comme le montre l'analyse préliminaire du tableau ES – 3.

La conception et la mise en œuvre de projets PIAIC peuvent optimiser les résultats du projet, s'appuyer sur les capacités et les opportunités existantes et tirer parti des investissements de l'AIC pour soutenir les politiques nationales.

En particulier, au moins 13 politiques ou programmes maliens ont été identifiés qui traitent du changement climatique, beaucoup d'entre eux étant également explicitement liés à l'adaptation. Il existe également un alignement solide sur la CDN du Mali, à la fois en termes d'objectifs de niveau supérieur (par exemple, planification nationale) et de réalisation d'activités d'adaptation spécifiques (par exemple, gestion de l'eau). Il existe une forte correspondance entre le PIAIC et ses investissements individuels, ainsi que le soutien à d'autres secteurs et les conditions propices au développement qui figurent dans les documents de politique nationale du Mali, tels que renforcer la résilience, soutenir les populations vulnérables (par exemple, les femmes et les jeunes), contribuer aux politiques habilitantes et autres, comme indiqué dans le tableau ES-3 ci-dessous.

Tableau ES-2 : Performance des quatre investissements prioritaires

* VAN et RSI utilisant un scénario de base sans inclure les risques majeurs et en utilisant des estimations d'adoption prudentes.

PROJET	NOMBRE DE BÉNÉFICIAIRES	IMPACT BEN ⁻¹ (% ± st dev)	COÛT (m \$)	COÛT BEN ⁻¹ (\$)	VAN* (m \$)	PROB. de + VAN* (%)	RSI (%)
Forêt non ligneuse pr.	122 400	41 ± 12	40.5	331	21.3	57	53
Culture-élevage int.	97 000	45 ± 15	24.9	257	21.9	62	88
Inondation de récession ag.	224 000	46 ± 59	61.4	274	37.1	53	46
Télédétection	200 000	10 ± 15	16.0	80	20.2	92	126

Tableau ES-3: Obstacles à l'adoption des investissements AIC proposés au Mali

NATIONAL INVESTMENTS		RISKS
Soil information service	●	Lack of funding and/or institutional accountability to acquire and maintain equipment
	●	Lack of land rights deters producers from medium and long term investments
	●	Lack of fertilizer and fallow subsidies
Extension services	●	Low support structure capacity
Remote sensing system	●	Risks are not well understood pending greater investment in farmer capacity
Agroclimatic system	●	Current program does not include crops grown by women
REGIONAL INVESTMENTS		RISKS
Rice intensification (SRI)	●	Labor shortages at time of transplant
	●	Long timeline for establishment of demonstration plots
	●	Smallholder preference for large, lower investment plots
	●	Sandstorms
	●	Mismanagement of water
Flood recession	●	Community conflict related to development of irrigated perimeters
	●	Sandstorms
	●	Occurs outside primary agricultural season, exacerbating farmer-pastoralist land use conflict
Crop livestock integration	●	Limited feed availability for livestock
	●	Increasingly limited grazing area as environmental degradation progresses; encroachment on new areas furthers degradation
Vegetable production, storage, and processing	●	Poor seed availability; lack of infrastructure drives seasonal oversupply and overdemand
	●	Faulty irrigation equipment; poor transport, cold chain, and storage infrastructure
Wheat development	●	Community conflict related to development of irrigated perimeters
	●	High price volatility
Non-timber forest value chains	●	High international market volatility
	●	Bush fires
	●	Cultural norms against investing in indigenous tree species
Millet-sorghum Legume integration	●	Lack of national and international markets
	●	Restrictions on staple crop exports constraints farmers to subsistence production
	●	Poor road network precludes commercial development
Restoration of degraded lands	●	Lack of land rights deter producers from medium and long term investments

● High barrier to adoption

● Medium barrier to adoption

● Low barrier to adoption

Tableau ES-4: Liens entre les investissements de l'AIC et les priorités nationales

	CSA 3 PILLARS			CSA SUPPORT OTHER SECTORS						BUILD RESILIENCE			BOOST AGRICULTURE	
	PRODUCTIVITY	ADAPTATION	MITIGATION	GENDER & YOUTH	FINANCE	ENABLING POLICIES	FARMER NETWORKS	EXTENSION	RESEARCH & DEVELOPMENT	HUMAN CAPITAL	RISK MANAGEMENT MECHANISMS FOR CLIMATE	AGRICULTURAL PRODUCTIVITY & MARKET INTEGRATION	AGRICULTURE VALUE DIVERSIFICATION	INFRASTRUCTURE & CONNECTIVITY
NATIONAL PRIORITY CLIMATE-SMART INVESTMENTS														
National remote sensing														
National extension system														
National agroclimatic system														
National soil fertility monitoring														
PRIORITY CROP & LIVESTOCK CSA INVESTMENTS														
Non-timber forest products														
Flood recession agriculture														
Livestock														
Millet-sorghum with legumes														
Vegetables														
Restoring degraded lands														
Rice intensification (SRI)														
Wheat														

Un système de S&E robuste et bien conçu, utilisant un cadre de résultats basé sur des preuves, est un élément essentiel du processus de mise en œuvre de l'AIC. De tels systèmes de suivi et d'évaluation sont importants pour que le système agricole et alimentaire du Mali soit plus intelligent face au climat. Il est également essentiel de fournir des informations fiables et à jour pour suivre les progrès des activités d'investissement, la production, les résultats et l'impact par rapport à la cible ; lever des drapeaux lorsque des actions d'adaptation peuvent être nécessaires; et servir de base aux rapports sur les accords internationaux.

Les quatre éléments clés identifiés dans le système de S&E sont l'augmentation des revenus, la réduction de l'exposition aux risques climatiques, la réduction de la sensibilité et de la vulnérabilité aux risques climatiques et l'augmentation de la capacité d'adaptation.

CHAPITRE 1:

POURQUOI L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT

© P. CAISER (CGIAR)





1-1 Le cadre de planification
d'investissements dans
l'agriculture intelligente
face au climat

Le Mali est déjà affecté par les changements climatiques qui affectent négativement la production agricole et qui affecteront à l'avenir la plupart des cultures. Les changements dans les quantités et les régimes de précipitations et l'augmentation des températures stressent la production des cultures de nombreuses manières, à la fois directement (par exemple, moins de précipitations pour les cultures) et indirectement (par exemple, les parasites des cultures se reproduisent plus rapidement). Les changements climatiques toucheront les nombreux secteurs de l'économie et de la population du Mali, mais ils mettront un accent particulier sur sa population pauvre et vulnérable et sur la sécurité alimentaire. Alors que le changement climatique posera des problèmes de sécurité alimentaire à de nombreux pays, le Mali subit des pressions supplémentaires dues à la forte croissance démographique, à la pauvreté et à des capacités institutionnelles et commerciales relativement faibles. Pour faire face à ces impacts actuels et futurs du changement climatique, un ensemble d'initiatives de développement rural solide et à grande échelle est nécessaire pour aider le secteur agricole du Mali à relever ces défis et à répondre à la demande alimentaire face au changement climatique. Ce document décrit un portefeuille d'investissements destinés à aider le secteur rural

malien à lutter contre le changement climatique grâce à une agriculture intelligente face au climat.

L'agriculture intelligente face au climat (AIC) augmente la productivité de manière durable sur les plans environnemental et social, renforce l'adaptation et la résilience des agriculteurs au changement climatique et soutient les efforts d'atténuation² (Voir figure 1)³. L'AIC reconnaît que les investissements économiques qui contribuent au changement climatique peuvent accroître la productivité et la durabilité de l'agriculture, tout en offrant des avantages climatiques directs pour l'agriculture, qui favorisent l'adaptation, renforcent la résilience et réduisent les émissions. L'AIC est axée sur l'agriculture, mais elle est multisectorielle et comprend également des engagements visant à améliorer les avantages des moyens de subsistance, à garantir la sécurité alimentaire et à promouvoir la durabilité. Alors que l'AIC vise à créer des triples gains en termes de productivité, de résilience et d'adaptation, il reconnaît des compromis entre les trois piliers basés sur le contexte biophysique, agricole et socio-économique d'un lieu donné à un moment donné.

Figure 1: L'agriculture intelligente face au climat: Le triple-gain: durabilité, résilience et réductions des émissions⁴



2 Prise en charge de l'atténuation en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en augmentant le stockage du carbone dans les terres agricoles.

3 FAO 2013.

4 Lipper et al. 2014.

Ce PIAIC insiste sur les deux piliers de la productivité durable et de la résilience/adaptation. C'est la conséquence du défi démesuré de respecter la sécurité alimentaire dans un climat en mutation au Mali et de sa contribution relativement mineure aux émissions de gaz à effet de serre mondiales annuelles de 0,06%. Le ciblage de deux des trois piliers est conforme à l'approche flexible de l'AIC en matière de développement agricole face au changement climatique. L'AIC vise à créer des triples victoires pour les piliers, les programmes et les politiques, et les investissements sont spécifiques à chaque site et à chaque heure; ainsi, l'importance relative de ces objectifs n'est pas fixée. Un groupe de

parties prenantes au même endroit pourrait accorder une plus grande valeur relative à l'un quelconque des objectifs. Cela ne veut pas dire que l'atténuation est sans importance dans le contexte malien. En effet, le Mali s'est engagé à réduire les émissions dans sa CDN. Ce PIAIC considère que l'atténuation est un avantage connexe aux investissements ayant pour objectif principal d'accroître la productivité et de renforcer la résilience. L'accent est mis sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre par unité de nourriture produite (réduction de l'intensité des gaz à effet de serre), grâce à laquelle la production alimentaire augmente plus rapidement que les émissions de gaz à effet de serre.



1-1

Le cadre de planification d'investissements dans l'agriculture intelligente face au climat

Le Mali a planifié des investissements pour une agriculture intelligente face au climat sur la base de quatre composantes de la planification et de la mise en œuvre de l'AIC: (i) analyse de la situation, (ii) hiérarchisation des interventions, (iii) conception du programme et (iv) suivi, évaluation et apprentissage⁵. Ces quatre composantes dépendent d'un engagement fort des décideurs et des experts clés, ainsi que du renforcement des capacités des personnes et institutions clés impliquées. Ce cadre (figure 2 et en détail à l'annexe A) a guidé le développement du PIAIC du Mali et l'organisation de ce document. Ce PIAIC est axé sur les deux premiers composantes: l'analyse de la situation et la hiérarchisation des interventions, bien que des éléments de mise en œuvre, de suivi et d'évaluation soient discutés. Le processus utilisé pour élaborer ce plan soutient également l'engagement et le renforcement des capacités, autres composantes du cadre de planification de l'AIC.

Le Mali participe à des efforts coordonnés menés par plusieurs pays pour élaborer un PIAIC national (voir annexe B). La Banque mondiale a coordonné ce plan dans le cadre de l'initiative d'adaptation de l'agriculture africaine (AAA), lancée à la COP22 (Marrakech, Maroc). Ce plan appuie directement la CDN du Mali, le plan national d'investissement agricole (PANI) du Mali et d'autres plans, programmes et politiques nationaux et régionaux (tels que la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest ou la CEDEAO).

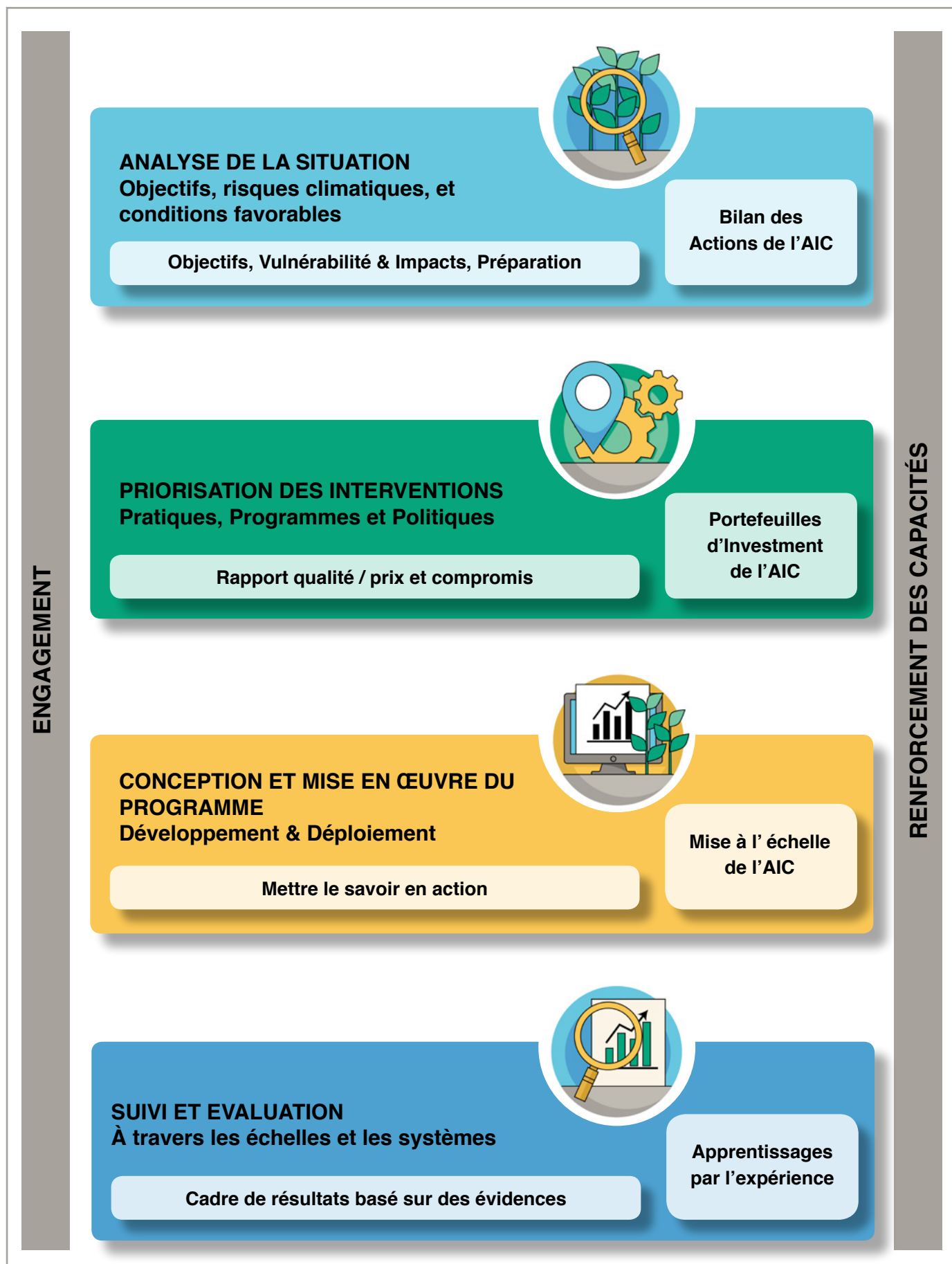
Le Mali est membre du Partenariat mondial pour une contribution déterminée à l'échelle nationale, et les objectifs de la CDN du Mali orientent les efforts visant à mobiliser l'appui nécessaire pour atteindre les

objectifs climatiques tout en renforçant le développement durable. Le rapport de la CDN au Mali fait état de ses engagements officiels dans le cadre de la COP21, dans le but de réduire les émissions d'agriculture, d'énergie et de forêts, respectivement, de 29%, 31% et 21%, par rapport au scénario de référence (maintien du statu quo). Ce PIAIC contribue à réduire les émissions dans le secteur agricole malien par le biais d'investissements permettant de réduire les émissions et de séquestrer le carbone dans la biomasse et les sols (système d'intensification du riz, microdosage d'engrais, production de fumier organique et réduction de la conversion des forêts en terres agricoles ou pâturages).

Le PIAIC national malien s'appuie sur ses initiatives et priorités nationales, la CDN et d'autres engagements internationaux, ainsi que sur les travaux de nombreuses institutions locales, nationales, régionales et internationales. Une base solide de programmes, de politiques et de plans stratégiques permet de développer l'AIC au Mali (voir annexe B). Ceux-ci comprennent la politique nationale sur le changement climatique (2012); le plan d'investissement national pour le secteur agricole (2014); la stratégie nationale sur le changement climatique (2011); et la Stratégie nationale de prévention et de gestion de la gestion des risques de catastrophe (SNPGRC). Plusieurs initiatives et projets internationaux et régionaux, notamment ceux de la Banque mondiale, du PNUD, du FEM, du Fonds vert pour le climat, de l'USAID et d'autres institutions de développement bilatérales partenaires constituent une base pour le PIAIC. Un profil de l'AIC a été mis au point pour mettre en évidence les points d'entrée des investissements de l'AIC avec le soutien de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) et du Programme pour le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS) du Consortium du Centre international de recherche agricole (CGIAR).

⁵ Girvetz et al. 2017.

Figure 2: Composantes d'un cadre de planification de l'AIC utilisé pour le Mali⁶



6 Girvetz et al. 2017.

CHAPITRE 2:

ANALYSE DE LA SITUATION DES MOYENS DE SUBSISTANCE, DE L'AGRICULTURE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE





- 2-1** Le secteur agricole du Mali en bref
- 2-2** Changement climatique dans l'agriculture malienne
- 2-3** Impacts du changement climatique sur l'économie agricole du Mali
- 2-4** Impacts du changement climatique probablement aggravés par l'évolution des incitations économiques
- 2-5** Les impacts du changement climatique pourraient être compensés par les incitations changeantes du marché
- 2-6** L'adaptation au climat a le potentiel de réduire la dépendance aux importations

2-1

Le secteur rural et agricole du Mali en bref

Le Mali est l'un des pays les moins avancés du monde, avec une population rurale nombreuse, en croissance rapide et appauvrie. On estime

que 43,1% des 18,54 millions d'habitants du Mali vivent sous le seuil de pauvreté⁷, la plupart (58,6%) vivant en zones rurales en 2017⁸. Plus de 90% des pauvres du Mali vivent dans les zones rurales et les densités et les taux de pauvreté sont les plus élevés dans le sud du Mali⁹. En 2015, le revenu national brut par habitant du Mali était de 760 dollars américains¹⁰. La pauvreté persiste en partie à cause du taux de croissance élevé de la population (3% par an) et des disparités entre les sexes; les femmes ont un accès limité à la terre, à l'éducation et au crédit et ont un faible taux d'activité (51% des femmes contre 81% des hommes). Le Mali a connu une baisse remarquable de la pauvreté de 60% à 51% entre 2000 et 2011¹¹, mais la sécheresse et les conflits de 2012 ont aggravé la pauvreté. Alors qu'une élection présidentielle s'est tenue en 2013 et que des accords de paix ont été signés en 2015, les conflits et l'instabilité se poursuivent. Pratiquement toutes les mesures de bien-être, de pauvreté et de développement humain font du Mali un des pays les plus pauvres du monde¹².

Seulement 5,3% des terres maliennes sont arables et plus de 66% sont classées comme désertiques ou semi-désertiques. Alors que les terres arables sont petites, 34% des terres sont utilisées pour l'agriculture, mais moins de 0,1% sont en terres cultivées permanentes¹³.

Le Mali est divisé en deux grandes régions agro-écologiques, nord et sud¹⁴. La région septentrionale plus sèche, en grande partie désertique, produit une partie de l'élevage bovin, ovin et caprin dans le cadre de systèmes pastoraux (production extensive d'animaux et de petits ruminants). La région du sud, qui reçoit des précipitations relativement fortes, a une production végétale plus importante, principalement du mil, du sorgho et du riz, souvent mélangée à du bétail. Au centre du Mali se trouve un delta intérieur du fleuve Niger, une zone écologique unique dotée d'importantes zones humides pour la faune, qui sont également essentielles à la sécurité alimentaire. Pendant la saison sèche, le delta intérieur est la plus grande zone de pâturage d'Afrique de l'Ouest et constitue également la principale pêcherie du Mali. Quatre grandes zones agroclimatiques (figure 3; tableau 1) ont été un élément clé de ce PIAIC (voir annexe C).

Le secteur agricole malien¹⁵ est le plus important avec 38% du PIB¹⁶ et plus de 80% de la population active. Les petits exploitants produisent des aliments de subsistance dans des exploitations de moins de 5 ha et dominent le secteur (68%), 90% d'entre eux produisant du mil, du sorgho, du maïs et/ou du riz¹⁷. La production vivrière représente 45% de la production agricole totale¹⁸ et le riz paddy, le maïs, le mil et le sorgho sont tous produits pour la consommation locale et fournissent environ 35% de l'apport calorique quotidien¹⁹. Le mil occupe la plus grande superficie de terre (29%) et constitue la troisième production en importance malgré des rendements à l'hectare faibles et la plus grande disponibilité alimentaire par personne et par jour. Le sorgho a la deuxième plus grande empreinte au sol, également avec des rendements faibles, mais se classe au quatrième rang en ce qui

7 Banque mondiale, Avril 2018, Mali pauvreté et brèves actions.

8 Indicateurs de développement dans le monde.

9 Le Mali a enregistré un taux d'urbanisation élevé (4,4%).

10 Banque mondiale, WDI 2018.

11 Banque mondiale 2015. Diagnostic systématique du pays au Mali.

12 Projet de développement des zones arides du Mali de la Banque Mondiale, 2018.

13 Mali FAOSTAT, <http://mali.opendataforafrica.org/yuxwhaf/mali-fao-stat-land-use-and-agricultural-inputs>.

14 Certaines analyses désignent 5 zones agro-écologiques du Sahara, du Sahel, soudano-sahélienne, soudano-guinéenne et le Delta; FEWSNET identifie 13 zones de subsistance basées sur l'activité économique (USAID, 2010).

15 Comprend les cultures, l'élevage, la pêche et la foresterie.

16 Indicateurs de développement dans le monde, 2017.

17 MAFAP, 2013.

18 FAO 2013b.

19 FAO 2013b.

concerne la disponibilité alimentaire totale pour la production et en troisième position en termes d'apport calorique quotidien (tableau 2). Le mil et le sorgho ont connu des augmentations de production beaucoup plus faibles au fil du temps. Le maïs a connu la plus forte variation de production en près de 60 ans, avec une augmentation de plus de 2000%, occupe la troisième plus grande superficie et a le deuxième plus haut niveau de production, mais ne figure pas parmi les quatre premiers pour la disponibilité alimentaire en calories. Le riz paddy a à la fois

la production la plus élevée et représente le deuxième changement le plus important (plus de 1200%) après le maïs, bien qu'il occupe la dernière des terres parmi les quatre principales cultures de sécurité alimentaire. Les céréales constituent 64% (1 812 kcal par personne et par jour) des disponibilités alimentaires. Comme le montre le tableau 2, les principales cultures importantes pour la sécurité alimentaire au Mali sont le riz, le mil, le sorgho, le maïs et les légumes.

Figure 3: Zones agroclimatiques au Mali²⁰

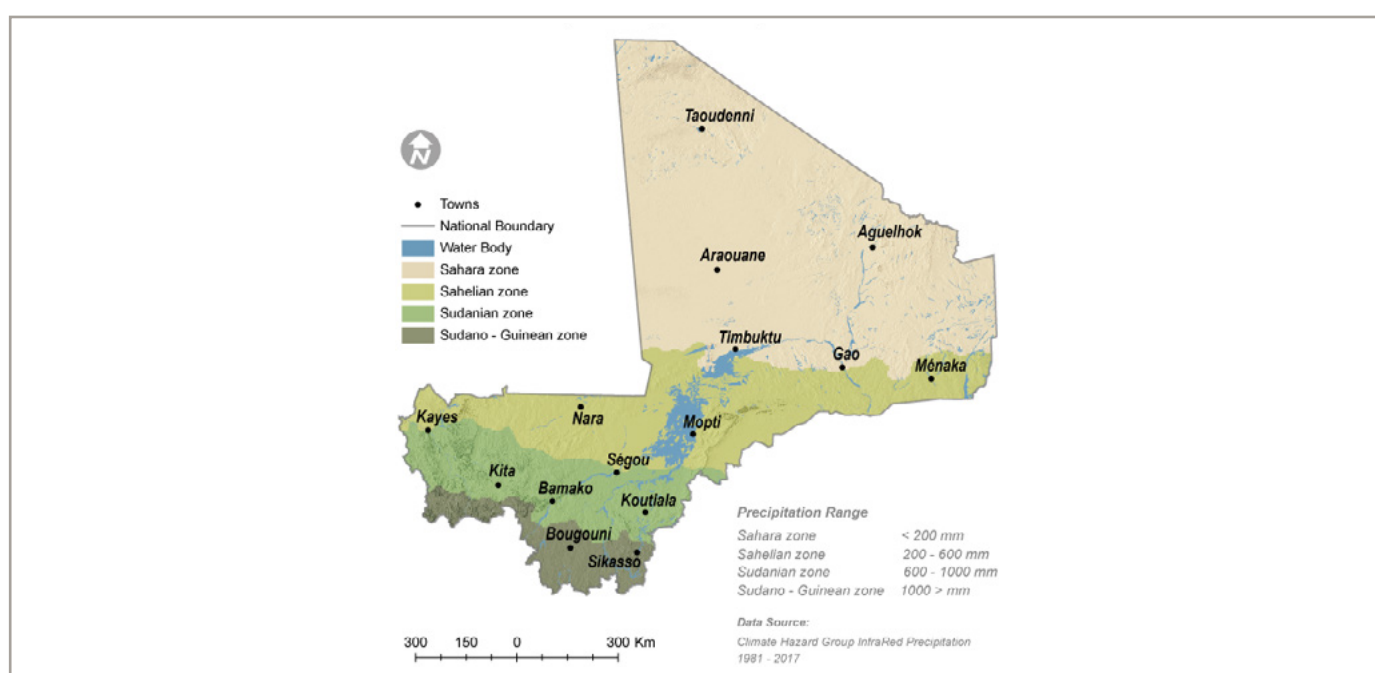


Tableau 1: Zones agroclimatiques au Mali

ZONES	% DE LA SUPERFICIE	CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE AGROCLIMATIQUE
Saharienne	51%	Désert avec commerce de caravanes, élevage et cueillette nomades.
Sahélienne	26%	Région aride du nord et du sud plus agricole, cultivant du riz et du sorgho avec élevage nomade et transhumant de chameaux, de bovins, de chèvres et de moutons.
Soudanienne	17%	Agriculteurs de subsistance cultivant du mil, du sorgho, du maïs et du niébé, ainsi que du bétail, de l'arachide et du sésame en tant que cultures de rente. Importantes ressources fourragères pour les éleveurs transhumants du Nord pendant les années de sécheresse et les saisons de soudure.
Soudano-guinéenne	6%	Agriculteurs de subsistance cultivant du sorgho, du niébé, des fruits, des tubercules et des légumes (choux, gombos, tomates, oignons), avec de l'arachide et du maïs pour l'alimentation et l'argent. La cueillette de fruits sauvages (karité, tamarin, néré) et l'élevage (bovins, ovins, caprins) sont courants lors de l'utilisation en saison sèche par les éleveurs nordiques transhumants.

20 Mali NAPA 2007, page 9.

Le sous-secteur de l'élevage revêt une grande importance pour le Mali, tant au niveau des ménages que de la macro-échelle. Plus de 85% des ménages agricoles produisent du bétail et la Banque mondiale estime qu'il y a plus de 15 millions de bovins, 32 millions de petits ruminants (ovins et caprins), 37 millions de volailles et près d'un million de chameaux²¹. Ces animaux constituent une source de revenus importante pour près du tiers de la population et sont importants pour la sécurité alimentaire. Le sous-secteur de l'élevage occupe le troisième rang après le coton et l'or en termes de création de richesse et représente 19% du PIB national, près de 4,2% provenant des secteurs en croissance de l'aquaculture et de la pêche²².

Le secteur agricole a connu une croissance de plus de 10% sur la période 2010-2016, mais la productivité globale reste faible²³. Les principales céréales ont des écarts de rendement de plus de 60%; maïs (63%), mil (72%) et sorgho (67%)²⁴. Les rendements des cultures sont restés inchangés depuis 50 ans (à l'exception du riz) et les interventions agricoles n'ont pas réussi à satisfaire la demande croissante de cultures vivrières malgré les tentatives²⁵. Peu d'agriculteurs ont accès à la mécanisation²⁶, bien que le gouvernement ait mis en place un programme d'achat de tracteurs par les groupes d'agriculteurs et encore moins (20%) utilisent des semences améliorées. L'utilisation d'engrais est de 11 kg/ha comparée à l'objectif de 50 kg/ha. Les agriculteurs n'ont ni l'argent nécessaire pour acheter des intrants (à cause de la pauvreté et du faible pouvoir d'achat) ni un accès physique aux intrants (seulement 24,5% des routes maliennes sont pavées). Les agriculteurs maliens enregistrent également des pertes post-récolte élevées (plus de 35%) pour les légumineuses et les céréales. Seulement 3% de la superficie cultivée est irriguée (environ 14% du potentiel d'irrigation)²⁷ et est limitée à la production de riz le long du fleuve Niger. L'agriculture hors saison est courante dans un tiers des ménages et comprend

le maraîchage (26% des ménages), les cultures en décrue (9%) et les cultures de céréales irriguées (9%)²⁸.

Le manque d'accès aux intrants, aux systèmes bancaires, au crédit et à la vulgarisation limite sérieusement les gains de productivité.

Les investissements du secteur privé dans l'agriculture ne représentent que 5,5%, principalement dans la production de coton³⁰. Le gouvernement malien fournit principalement des subventions pour des produits spécifiques, et 25% des dépenses agricoles sont consacrées au riz (principalement pour l'irrigation et les subventions aux intrants). Le Fonds national pour la modernisation et le développement de l'agriculture n'a pas encore amélioré l'accès au crédit dans le pays. Alors que la marginalisation limite les investissements en intrants des petits agriculteurs, une enquête de 2011 montre qu'avec plus de crédit, les agriculteurs pourraient potentiellement augmenter les rendements et l'utilisation de main-d'œuvre salariée, d'engrais et d'intrants chimiques³¹.

La production alimentaire au Mali est généralement non durable, la pression sur les terres augmentant et la superficie terrestre par habitant en déclin constant³². L'augmentation des impacts du changement climatique entraîne des pertes de productivité plus importantes et une dégradation croissante des terres. Entre 1975 et 2013, les superficies cultivées ont été multipliées par 2,3 (soit une augmentation annuelle de 3,5%), essentiellement en empiétant sur les superficies forestières. Seul un faible pourcentage (5,3%) des terres est arable, alors que 34% des terres du Mali sont classées comme agricoles. La superficie consacrée à l'agriculture irriguée a également augmenté de 400%. Les steppes (30%), les savanes soudaniennes (18,5%) et les herbes courtes sahéliennes (15%) restent la couverture terrestre prédominante (voir le tableau 3 ci-dessous), bien que l'aridité croissante ait diminué la superficie des steppes et des savanes et que les zones sablonneuses aient augmenté. Ces changements sont en grande partie imputables à la nécessité de produire plus

21 Banque mondiale Mali Bétail Padel-M, page 2.

22 Banque mondiale, 2018; Mali élevage.

23 Projet de développement des zones arides de la Banque mondiale au Mali.

24 Le Mali est un importateur net de produits alimentaires, le déficit alimentaire augmentant de 15% par an (PNUD, 2012).

25 NCEA, 2015 et Esipisu 2017.

26 FAO, 2010 page 30.

27 Le potentiel d'irrigation est estimé à 2,2 millions d'hectares.

28 WFP 2015.

29 FAOSTAT 2018.

30 Banque mondiale 2015.

31 Beaman et al., 2014.

32 Mali FAO Stat, 2018.

Tableau 2: Les principaux produits agricoles pour la sécurité alimentaire au Mali (2011-2016)²⁹
(les couleurs plus foncées montrent des valeurs plus élevées pour chaque indicateur)

	% DES TERRES CULTIVÉES	RENDEMENT (TONNES/HA)	PRODUCTION (1000 TONS)	LA DISPONIBILITÉ ALIMENTAIRE (KG/PERSONNE)	KCAL / HABITANT/ JOUR
Riz	10.8	3.2	2,267	48	567
Maïs	12.1	2.5	1,977	27	313
Mil	29.2	9.3	1,784	56	472
Légumes	0.9	5.3	303	45	28
Sorgho	20.7	1.0	1,397	39	400
Blé	0.1	5.1	38	7	92
Sésame	0.9	5.3	32	N/A	8
Arachide	6.2	1.2	480	1	51
Légumineuses*	0.01	1.0	0	N/A	125
Bétail**	N/A	N/A	165	8	40

* Impulsions utilisées comme proxy pour les légumineuses

** Viande bovine utilisée comme proxy pour le bétail

de nourriture pour la population croissante du Mali (ce qui nécessite également plus d'espace pour la colonisation; les terres converties en colonies ont considérablement augmenté), aux utilisations concurrentes des terres, à la pauvreté et à la faiblesse de la gouvernance locale en matière d'environnement. Un régime foncier mal défini dissuade les agriculteurs d'adopter des méthodes de production durables, tandis qu'une longue saison sèche signifie que le Mali est l'une des plus exigeantes en eau pour l'agriculture en Afrique subsaharienne.

Le Mali est très vulnérable à l'insécurité alimentaire, se classant au 173^{ème} des 181 pays pour la vulnérabilité alimentaire par l'indice ND-GAIN pour 2017³³. Les résultats pour 2018 indiquent qu'un quart des Maliens, soit 4,6 millions de personnes, souffriront d'insécurité alimentaire³⁴, même si le Mali a atteint les objectifs du Millénaire pour le développement (OMD 1.C) et du Sommet mondial de l'alimentation (SMA), qui consistent respectivement à diviser par deux la proportion

et le nombre de personnes affamées d'ici 2015³⁵. Ces gains résultent d'un environnement politique et d'un cadre juridique améliorés pour la sécurité alimentaire et la nutrition, d'une gestion améliorée de l'eau et d'un soutien aux groupes vulnérables. Cependant, les conditions météorologiques, les conflits et l'insécurité dans le nord du Mali, ainsi que la hausse des prix des produits alimentaires, ont aggravé la sécurité alimentaire en 2018. Une analyse suggère que d'ici la fin de la saison de soudure 2018, 4,6 millions de personnes auront besoin d'une aide alimentaire³⁶ et que l'insécurité alimentaire grave est supérieure de 55% à celle de 2017, près d'un million de personnes étant considérées comme «gravement insécurisées»³⁷.

Les exportations agricoles représentent 26,6% du total des exportations, principalement du coton, des produits du bétail et des produits du mouton, du poivre, du sésame et des fruits. Le coton, principale culture de rapport, représente 33% des recettes d'exportation agricoles et constitue un moyen de subsistance

33 Indice de pays ND-GAIN 2017.

34 Le Secrétaire général adjoint aux affaires humanitaires, Ursula Mueller; Déclaration à la presse Bamako, Mali, le 31 août 2018.

35 FAO 2016.

36 Note de synthèse du PAM sur le Mali, juin 2018.

37 Sous-Secrétaire général adjoint aux affaires humanitaires Ursula Mueller Déclaration à la presse de Bamako, Mali 31 Août 2018.

pour plus de 25% de la population, tandis que l'élevage représentait 28% des besoins en 2016³⁸. Le gouvernement accorde des incitations en matière de politique et de prix aux producteurs de coton, mais la production et les exportations ont diminué en raison de la baisse de la fécondité et des fluctuations des rendements et des prix du marché. Moins de 1% des céréales produites sont exportées et le Mali importe d'importantes quantités de riz, de blé, de sucre, de lait et d'huiles³⁹ (tableau 4).

Les émissions totales de gaz à effet de serre du Mali ne représentent que 0,06% du total mondial, le secteur agricole produisant 77% des émissions totales de GES du Mali, un quart provenant de la production végétale et le reste de l'élevage. La fermentation entérique (42%) et le fumier laissé en pâture (30%) sont les principales sources d'émissions de GES chez les

animaux d'élevage, tandis que brûler la savane (17%) est la principale source de production agricole. L'augmentation récente de la conversion des forêts en champs grâce à la culture sur brûlis (voir figure 4 ci-dessus) a réduit le couvert forestier de 11,8% entre 1990 et 2011. Une grande partie de cette déforestation a été provoquée par une augmentation de la production de céréales. Le gouvernement malien vise ambitieusement à réduire les émissions provenant de l'agriculture de 29% en améliorant les performances de la production agricole, en réduisant le déboisement et en favorisant le reboisement intensif. Le changement d'affectation des sols et la foresterie sont la deuxième source de GES après l'agriculture (18,52%), avec les faibles niveaux de GES au Mali provenant de l'énergie et des déchets (3,7% et 0,9%, respectivement).

Tableau 3: Évolution de la couverture terrestre (1975-2015). Logiciel de numérisation de graphes basé sur la surface estimée.⁴⁰

UTILISATION DES TERRES	SUPERFICIE (km²)		
	1975	2005	VARIATION EN POURCENTAGE SUR 30 ANS
Steppe	236,187	219,327	-7
Savane	172,957	139,346	-19
Herbe courte sahélienne	135,003	113,003	-16
Zone de sable	41,619	56,518	36
Agriculture	39,255	91,620	133
Agriculture irriguée	1,281	5,843	356
Forêt de galerie	9,554	7,473	-22
Forêt de marais	2,642	2,374	-10
Colonie	471	923	96

38 Sous-Secrétaire général adjoint aux affaires humanitaires Ursula Mueller Déclaration à la presse de Bamako, Mali 31 Août 2018.

39 Banque mondiale, zones arides page 5.

40 USGS.

Tableau 4: Importation, exportation, production et demande totale de produits de base au Mali

	EXPORTATION (1000 tonnes)	IMPORTATIONS (1000 tonnes)	PRODUCTION (1000 tonnes)	DEMANDE TOTALE (1000 mt)
Riz	0,0	174,6	2 266,6	1 021,3
Maïs	1,0	6,2	1 977,2	788,3
Mil	0,0	0,0	1 784,1	1 430,8
Légumes	1,6	4,2	302,8	930,2
Sorgho	0,4	1,8	1 396,7	975,5
Blé	1,4	198,6	37,8	133,5
Sésame	15,2	0,0	32,5	N/A
Arachide	4,2	3,6	479,9	248,1
Légumineuses*	0,0	0,2	0,4	N/A
Bétail**	0,0	0,2	165,3	154,2

* Impulsions utilisées comme proxy pour les légumineuses

** Viande bovine utilisée comme proxy pour le bétail

2-2

Changement climatique dans l'agriculture du Mali

Les changements climatiques au Mali sont évidents et généralisés et ont déjà modifié les conditions météorologiques et accru la variabilité des conditions météorologiques, avec des incidences sur la sécurité alimentaire, les moyens de subsistance, les conflits et les migrations. Le Mali a déjà connu un réchauffement général des températures (voir figure 4), et le changement climatique a à la fois diminué les précipitations et modifié leur structure. Le nord a connu un réchauffement d'environ 0,5 ° C par décennie et la fréquence des nuits chaudes a considérablement augmenté en toutes saisons sauf en hiver. Les changements dans les précipitations et la diminution de la production alimentaire touchent de manière disproportionnée les ruraux pauvres, principalement les agriculteurs de subsistance. Mais dans un pays aride comme le Mali, ces impacts climatiques peuvent également modifier les schémas traditionnels de transhumance, augmenter considérablement la

pression exercée sur des ressources fourragères limitées et provoquer des conflits⁴¹.

Au Mali, la majeure partie de l'agriculture dépend des précipitations, qui deviennent de plus en plus variables, avec de fréquentes inondations et sécheresses. Les précipitations au Mali sont irrégulières, mais il pleut généralement pendant deux mois dans le Sahara, trois mois dans le nord et cinq ou six mois dans les deux régions méridionales⁴². Les précipitations moyennes enregistrées entre 2000 et 2009 ont été inférieures de 12% à celles de 1920-1969⁴³. Les pluies commencent et se terminent plus tôt, et les saisons de croissance se terminent maintenant plus tôt que les normes historiques. À mesure que les précipitations et la quantité de pluie ont changé, ainsi que les saisons de croissance, la production alimentaire a diminué. Des problèmes de calendrier se posent lorsque les agriculteurs peuvent semer des semences en attendant des pluies tardives, ou lorsque les pluies se terminent avant que les cultures ne soient à maturité. Des problèmes de quantité se posent lorsqu'il y a trop peu de pluie ou lorsque des précipitations

41 Umotoni et Ayantunde 2018.

42 MET, 2007.

43 Funk et al. 2012.

intenses entraînent des inondations, ce qui peut entraîner des pertes de récoltes, l'érosion des sols, la destruction des infrastructures de culture et de transport et même la perte de vies. Les statistiques agrégées peuvent masquer ces modifications. Par exemple, les précipitations totales peuvent ne pas changer, mais de grandes quantités de pluie peuvent tomber sur une courte période plutôt que sur plusieurs mois. Cela peut être désastreux pour les cultures.

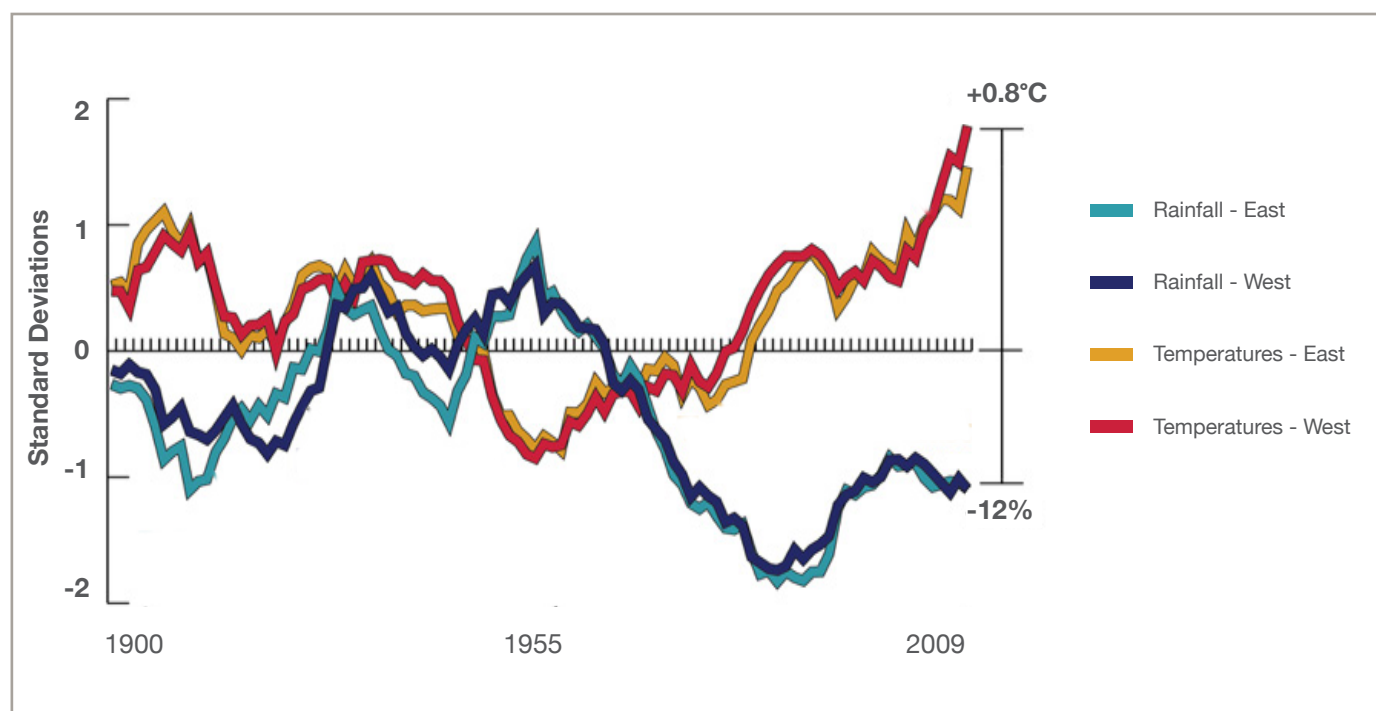
Les précipitations resteront probablement très variables dans les dimensions temporelle et spatiale: quand, où et combien de pluie il pleuvra. Les modèles ne sont pas concluants, mais tendent à montrer une augmentation générale des précipitations dans le nord et l'ouest du pays et une diminution dans l'extrême est. D'ici 2050, les régions du nord du pays, à savoir Tombouctou, Kidal, Gao et Mopti, devraient connaître une augmentation de 14,2%, 24,8%, 22,5% et 9,7%, respectivement, tandis que Kayes à l'est devrait connaître une diminution d'environ -5,4%⁴⁴ (figure 5). Les hauts niveaux de réchauffement (et les faibles niveaux de

précipitations) sont susceptibles de nuire à la production agricole. Il convient de noter que le pourcentage élevé de changement dans le nord est en partie dû au fait qu'il est si sec, de sorte que même une augmentation relativement faible de 100 mm des précipitations représente un pourcentage de variation assez important.

Les températures annuelles ont déjà augmenté de 0,8°C depuis 1960 (une moyenne de 0,15°C par décennie⁴⁵) et devraient augmenter de 1,2°C à 3,6°C d'ici 2060 et de 1,8°C à 5,9°C d'ici 2090⁴⁶. Le nord devrait connaître un réchauffement plus marqué par rapport aux autres régions du pays, augmentant de 2,5°C d'ici 2050 (figure 5).

On prévoit que le Mali connaîtra des extrêmes météorologiques plus importants et des événements et des aléas climatiques plus fréquents. Les preuves suggèrent que des événements météorologiques extrêmes plus fréquents, tels que des saisons sèches et des sécheresses plus longues, ou des précipitations plus longues ou plus intenses, se produisent déjà⁴⁷. Entre 1980 et 2014, près de 7 millions de

Figure 4: Précipitations et températures annuelles moyennes dans l'est et l'ouest du Mali, 1900-2009⁴⁸



44 Source de données: WorldClim. Le processus de réduction d'échelle a été effectué comme dans Ramirez et Jarvis (2008).

45 Warner et al. 2015.

46 USAID, 2014.

47 Halimatou et al. 2017.

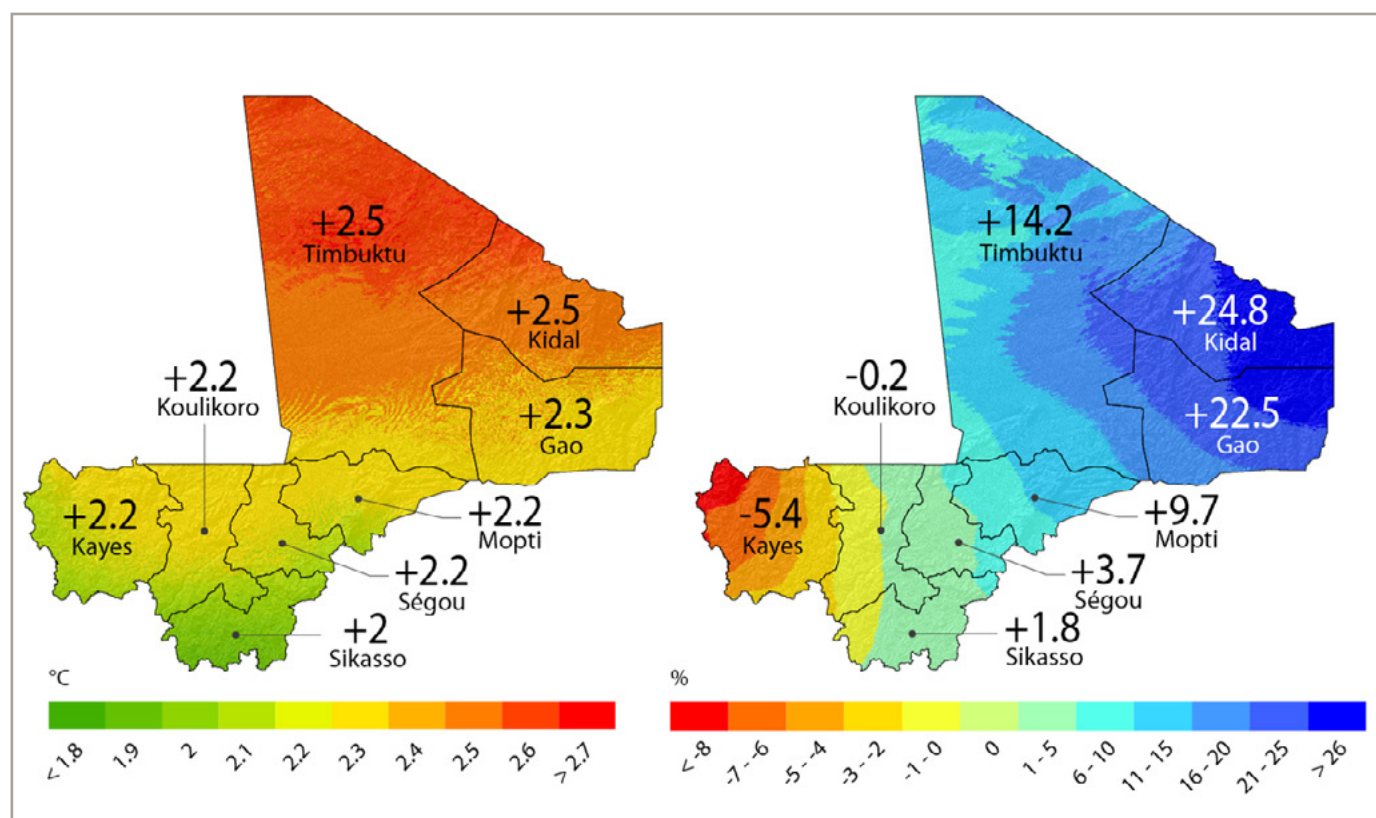
48 Funk et al. 2012.

personnes ont été touchées par 28 sécheresses et inondations; le coût économique des événements extrêmes était évalué à 140 millions de dollars US⁴⁹. La croissance du secteur primaire est passée de 7,6% en 2016 à 4,8% en 2017 en raison de précipitations irrégulières⁵⁰. Les zones urbaines et les zones situées le long du delta du Niger sont exposées aux inondations, tandis que le nord de Kayes, le nord de Koulikoro, le nord de Ségou, Mopti et le nord sont les plus exposés à la sécheresse. Même dans le Sahel aride, l'ampleur des précipitations a augmenté, ce qui a entraîné des inondations⁵¹. Comme le montre la figure 6, l'analyse de l'USAID montre que plus de 72% de la population malienne se situe dans la catégorie de vulnérabilité moyenne à élevée face aux risques climatiques (notez que le nord du Mali a été exclu de l'analyse)⁵².

Les changements climatiques ont déjà réduit à la fois la productivité agricole et la production animale, ainsi que la pression croissante exercée sur les ressources fourragères du centre et du sud du Mali. Dans le sud du Mali, les températures plus chaudes et le nombre de jours sans précipitations ont considérablement augmenté entre 1965 et 2005 par rapport au scénario de référence, ce qui a réduit les rendements en coton⁵³. La sécheresse a réduit les rendements de céréales secondaires de 27,46% au cours de la saison des semis 2016-2017⁵⁴. Les tendances sont les mêmes pour les pâturages disponibles pour le bétail, ce qui devrait inciter à repenser la production agricole au Mali.

La plupart des modèles d'impact des changements climatiques sur l'aptitude

Figure 5: Changements prévus de la température (à gauche) et des précipitations (à droite) au Mali d'ici 2050⁵⁵



49 GCF, 2016.

50 Banque mondiale-Mali 201.

51 Aich et al. 2016.

52 USAID 2014.

53 Traore et al. 2015.

54 USDA-FAS 2018.

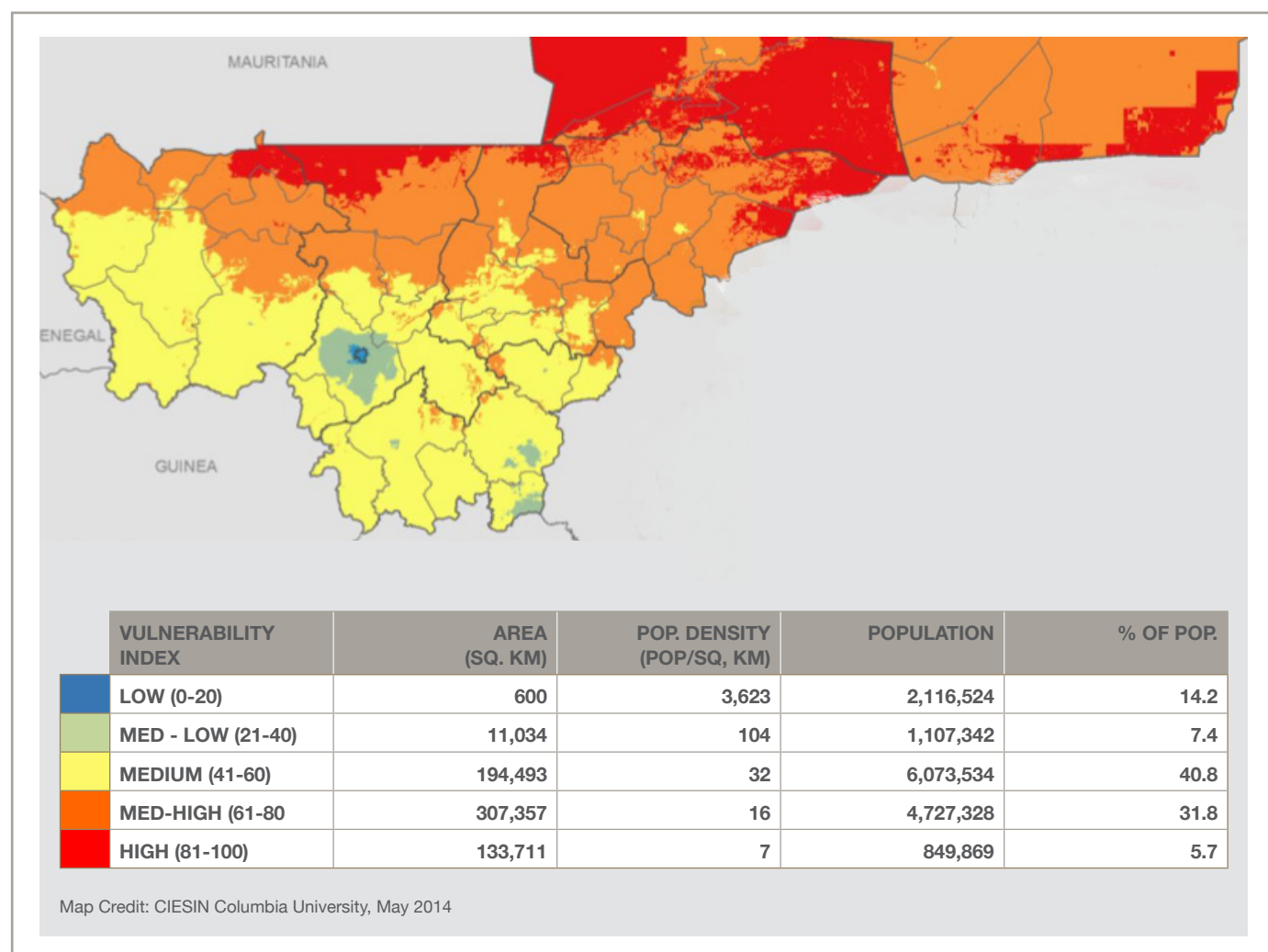
55 Profil AIC FAO/CCAFS Page 12.

biophysique maintiennent la gestion et la technologie aux niveaux actuels. En réalité, bien entendu, les investissements en cours dans la recherche agricole ne devraient pas complètement stagner. Les agriculteurs exercent également une activité adaptative - en passant intentionnellement à une variété améliorée ou à une culture alternative, ou en modifiant le niveau d'intrants ou de méthodes de production - en réponse aux incitations économiques changeantes induites par le changement climatique.

Les modèles examinant une culture et un facteur, tels que la température ou les précipitations, peuvent donner des résultats divergents. Dans le sud du Mali, une augmentation de la température de 2,0°C a réduit

les rendements de maïs et de sorgho bien plus qu'un scénario de réchauffement de 1,5°C⁵⁶. Cela montre qu'il peut exister des seuils qui affectent sérieusement la production. Pour toutes les cultures étudiées, les rendements d'intensification ont doublé ou triplé. Cependant, étant donné que l'intensification a augmenté les rendements, les pertes de rendement ont également été plus importantes en raison du changement climatique. Une autre étude portant sur le maïs, le mil et le sorgho dans des systèmes de culture pluviale dans le bassin du Niger, y compris le Mali, a révélé que la température avait un effet plus important sur le rendement des cultures que les précipitations. Cependant, l'étude a également révélé de fortes différences entre les rendements des zones nord et sud⁵⁷.

Figure 6: vulnérabilité humaine du Mali au changement climatique⁵⁸

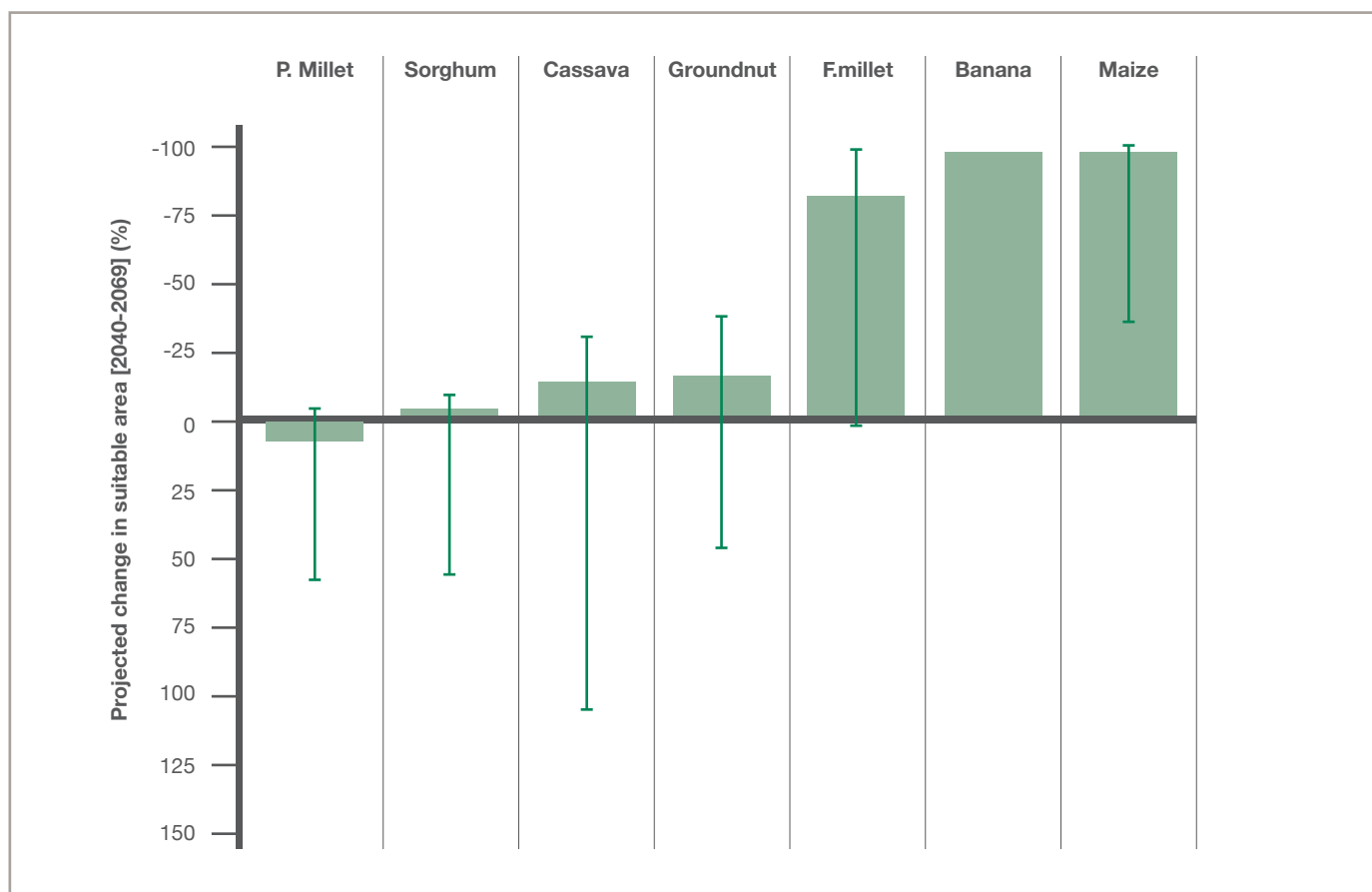


56 Faye et al. 2018.

57 Akumaga et al. 2018.

58 USAID 2014.

Figure 7: Variation en pourcentage prévue de la superficie convenable au Mali, 2040-2069



D'autres modèles montrent que les rendements de maïs, de mil, de sorgho et de riz sont susceptibles de baisser. Un modèle montre que

d'ici 2050, selon les pratiques agricoles actuelles, les pertes de rendement prévues pour le maïs en grains se situeront entre 51% et 57%, tandis que les pertes de rendement moyennes pour le mil se situeront entre 7% et 12%⁵⁹. La modélisation des cultures des impacts du changement climatique sur la zone qui convient à la culture de différentes cultures montre que, à l'exception du mil, toutes les cultures clés sont en baisse dans les zones appropriées (figure 7). Le maïs, les bananes et le millet risquent de ne plus être cultivés dans le pays à partir de 2040-2069. La disponibilité et la qualité du fourrage diminueront également de 5% à 36%), ce qui affectera les éleveurs et les pasteurs. Des températures plus chaudes sont également susceptibles de favoriser la propagation de maladies (par exemple, la fièvre de la vallée du Rift) et de réduire la valeur nutritionnelle de certaines cultures, étant donné la concentration plus élevée en dioxyde de carbone.

Les effets combinés de la baisse des rendements des cultures et des fourrages et de la réduction du poids des animaux réduiront la production globale et la sécurité alimentaire et augmenteront les prix.

2-3

Impact du changement climatique sur l'économie agricole du Mali

Les changements climatiques auront une incidence sur la production de produits agricoles essentiels dans le monde, ce qui aura une incidence sur l'activité économique de chaque pays. Le changement climatique modifiera radicalement les cultures adaptées à un lieu donné, en réduisant les possibilités sur de vastes zones (par exemple, des pays entiers), mais

59 Traore et al. 2015.

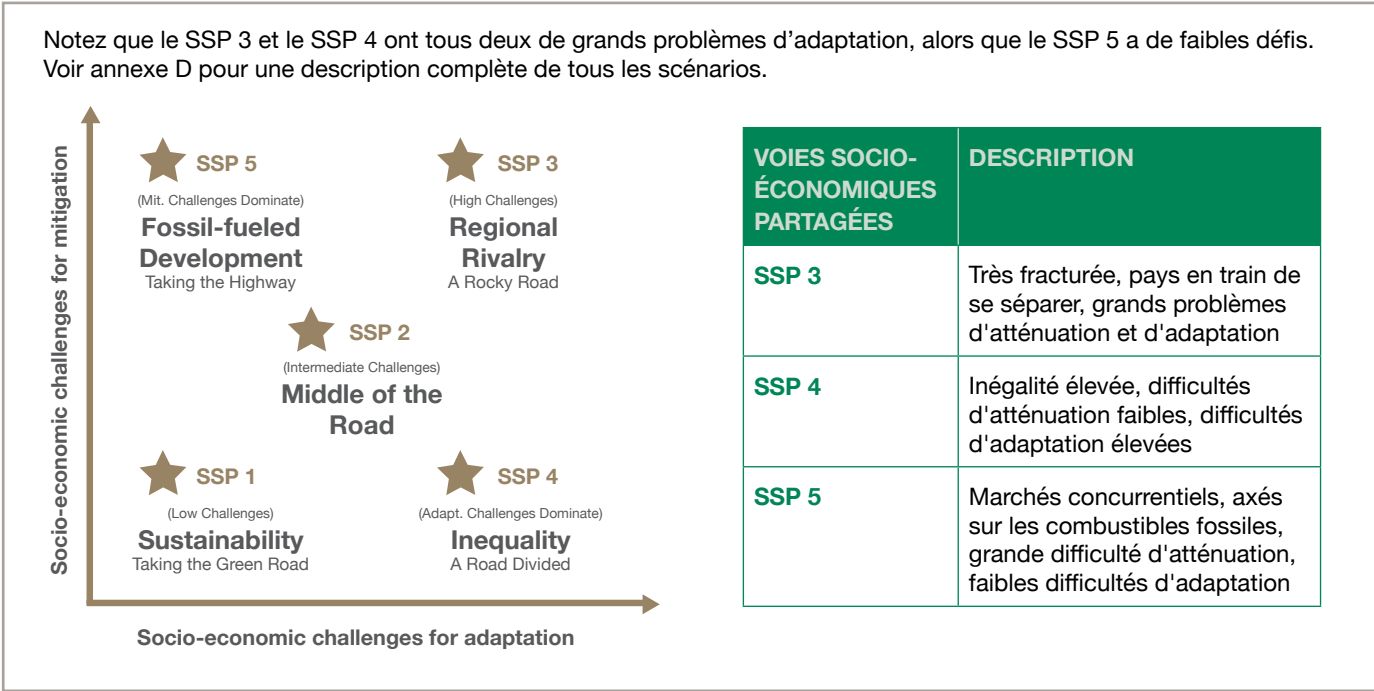
en créant également des poches de compatibilité accrue. À l'échelle mondiale, ces changements seront très importants pour déterminer quels pays peuvent cultiver quelles cultures, ce qui affectera le commerce international. En même temps, les changements démographiques dans les pays auront un impact sur la demande et la consommation. Pris ensemble, ces changements démographiques et leurs effets sur le changement climatique entraîneront un rééquilibrage mondial des avantages comparatifs de la production agricole.

La modélisation réalisée à l'aide du modèle international d'analyse des politiques relatives aux produits de base agricoles et au commerce (IMPACT)⁶⁰ suggère que le paysage des incitations économiques va changer, compensant la perte de qualité pour certaines cultures et l'exacerbant pour d'autres. Pour comprendre l'impact du changement climatique sur la production et le commerce agricoles mondiaux, IMPACT simule un scénario de changement climatique (CC) d'aujourd'hui jusqu'en 2050. Le scénario

consiste en une moyenne de cinq exécutions du modèle IMPACT, chacune intégrant un modèle climatique mondial distinct. Un scénario IMPACT «Pas de changement climatique» (No-CC) maintient le climat à ses niveaux actuels pour établir un point de comparaison de base. Les scénarios CC et No CC ont été modélisés selon différentes hypothèses concernant la croissance démographique, la croissance du PIB et différents niveaux d'émissions de gaz à effet de serre. Les scénarios d'évolution de la population et du PIB ont été déterminés par les trajectoires socioéconomiques communes (voir figure 8, tableau 5 et annexe D), et les variations des scénarios d'émissions de GES ont été déterminées par les trajectoires de concentration représentatives (connues sous le nom de PRC).

Bien qu'il semble que pour la plupart des groupes de produits, les rendements augmenteront avec et sans changement climatique, le changement climatique limite fortement les rendements avec le temps (comparé à l'absence de changement climatique). Les différences en points de

Figure 8 et Tableau 5: Description de certains Parcours Socio-économique Commune (SSP) modélisées à l'aide d'IMPACT (SSP3, SSP4 et SSP5 utilisés dans cette analyse)⁶¹



60 IMPACT est un modèle du secteur agricole mondial qui prend en compte le changement climatique ainsi que l'agence économique. Voir Robinson et al.

61 Graphique de: O'Neill, B.C., et al., Les routes à parcourir: Récits de parcours socioéconomiques communs décrivant l'avenir du monde au XXIe siècle. Global Environ. Changement (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>.

pourcentage entre les trajectoires de rendement et de surface dans les scénarios CC et No-CC sont présentées pour les produits non irrigués (tableau 6) et irrigués (tableaux 7). Voir annexe D pour des informations détaillées sur le modèle et les scénarios, y compris une explication de la différence en points de pourcentage par opposition à la différence en pourcentage.

Les changements climatiques affectent négativement tous les groupes de produits, à court terme (2030) et à plus long terme (2050) (voir tableaux 6 et 7) pour les produits non irrigués et irrigués. La différence en points de pourcentage entre les trajectoires de changement de rendement des pays CC et des pays sans CC est négative pour la plupart des produits de base. Les impacts climatiques n'affectent pas tous les

groupes de produits de la même manière, mais la plupart des groupes de produits ont tendance à enregistrer environ deux fois plus de pertes par décennie. Les effets du changement climatique augmentent avec le temps pour tous les groupes de produits. En règle générale, le bétail, les fruits, les racines et les tubercules sont les moins touchés par les changements climatiques. Les cinq principaux groupes de produits les plus touchés à court terme (2030) sont (en ordre): les oléagineux, les légumes, les cultures sucrières, les céréales et le coton, mais en 2050, les pertes les plus importantes sont différentes: légumes, oléagineux, céréales, cultures sucrières et coton.

Tableau 6: Différence en points du rendement et de la superficie de production avec différents niveaux de changement climatique pour les cultures pluviales au Mali (indiquée sous forme de différences en points de pourcentage par rapport au niveau de référence No-CC).

	DIFFERENCE IN YIELD (SSP3)				DIFFERENCE IN AREA OF PRODUCTION (SSP3)			
	RCP 4.5		RCP 8.5		RCP 4.5		RCP 8.5	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
RAINFED CROPS								
Banana	-1,7	-4,5	-1,0	-2,7	0,3	1,0	0,9	2,8
Cassava	-1,2	-3,3	-1,2	-3,2	0,1	0,5	0,1	0,7
Cotton	-2,8	-7,7	-2,7	-7,2	-0,8	-2,1	-0,3	-0,8
Cowpeas	-1,6	-5,5	-1,7	-5,6	0,1	0,4	0,5	1,4
Groundnut	-3,4	-9,3	-4,6	-12,4	1,2	3,6	2,0	6,1
Maize	-5,9	-17,2	-7,6	-21,7	-0,1	-0,5	0,2	-0,3
Millet	-1,7	-6,5	-2,4	-9,2	0,1	0,2	0,4	1,1
Potato	-1,5	-4,7	-1,0	-3,7	1,1	1,1	2,2	2,8
Rice	-1,7	-5,9	-2,3	-7,6	0,4	0,9	0,8	1,9
Sorghum	-1,4	-5,4	-2,3	-9,0	0,4	1,2	0,3	0,8
Soybean	-2,3	-5,1	-3,7	-7,8	0,0	-0,1	-0,2	-0,4
Tea	-2,0	-5,5	-1,3	-3,6	-0,1	-0,1	0,4	1,3
Tropical fruit	-2,7	-7,1	-2,8	-7,0	-0,3	-0,8	0,0	0,0
Yams	-0,9	-2,3	-1,0	-2,4	0,2	0,5	0,1	0,4

Tableau 7: Différence en points du rendement et de la superficie de production avec différents niveaux de changement climatique pour les cultures irriguées au Mali (indiquée sous forme de différences en points de pourcentage par rapport au niveau de référence No-CC).

IRRIGATED CROPS	DIFFERENCE IN YIELD (SSP3)				DIFFERENCE IN AREA OF PRODUCTION (SSP3)			
	RCP 4.5		RCP 8.5		RCP 4.5		RCP 8.5	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Cowpeas	-1,9	-7,9	-1,9	-8,2	0,7	2,4	1,1	3,7
Groundnut	-3,6	-11,5	-4,5	-14,2	1,6	7,9	2,7	13,3
Maize	-6,3	-21,2	-8,0	-26,7	0,0	-1,0	0,4	-0,6
Millet	-1,4	-5,3	-2,2	-8,2	0,7	2,1	0,9	2,9
Rice	-1,7	-6,0	-2,2	-8,1	1,0	3,2	1,4	4,8
Sorghum	-1,3	-5,0	-2,2	-8,3	1,0	3,4	0,6	1,9
Sugarcane	-2,8	-7,3	-3,6	-9,5	1,7	4,3	2,5	5,9
Sweet Potato	-1,3	-3,7	-1,5	-4,3	-0,1	0,1	-0,2	0,0
Vegetables	-2,9	-11,3	-3,7	-14,2	-1,4	-5,3	-1,8	-6,8
Wheat	-2,6	-6,9	-4,4	-11,3	-2,8	-6,7	-4,3	-9,3

2-4

Impacts du changement climatique probablement aggravés par le changement des incitations économiques

Au Mali, la modélisation montre que le paysage économique en mutation induit par le changement climatique pourrait exacerber les dommages biophysiques causés aux cultures commerciales et de sécurité alimentaire essentielles. Sur le plan commercial notamment, le rendement du coton devrait chuter de 7 points de pourcentage par rapport à son niveau de référence No CC en 2050 et les exportations de coton devraient être inférieures de 8,4% en 2050 à ce qu'elles seraient sans le changement climatique (figure 9)⁶².

Les céréales, les cultures les plus importantes du Mali pour la sécurité alimentaire, ont des trajectoires de rendement vulnérables au changement climatique jusqu'en 2050, bien qu'il y ait des variations importantes au sein du groupe (tableaux 6 et 7). Les impacts du changement climatique sur les céréales revêtent une importance particulière au Mali, où ils constituent 68% de l'apport calorique quotidien et 70% de la superficie cultivée. Le riz, le mil, le sorgho et le maïs sont particulièrement prédominants dans les exploitations et les plateaux, représentant 14%, 45%, 29% et 11% de toutes les cultures de céréales et 31%, 29%, 20% et 15% de l'apport calorique de céréales, respectivement. Le Mali dépend modérément des importations pour satisfaire sa demande intérieure en céréales, en particulier pour le maïs. Le Mali devrait être le pays le plus durement touché par les changements climatiques, les rendements des cultures pluviales et irriguées ayant diminué de 22 et 27 points de pourcentage, respectivement, en deçà de leur niveau de référence No-CC en 2050. Les rendements de riz, de mil et de sorgho sont également durement touchés, considérablement moins, faisant preuve

62 Ces chiffres sont basés sur RCP 8.5, SSP3. Voir également le Programme de développement cotonnier intelligent face au climat de ce PIAIC.

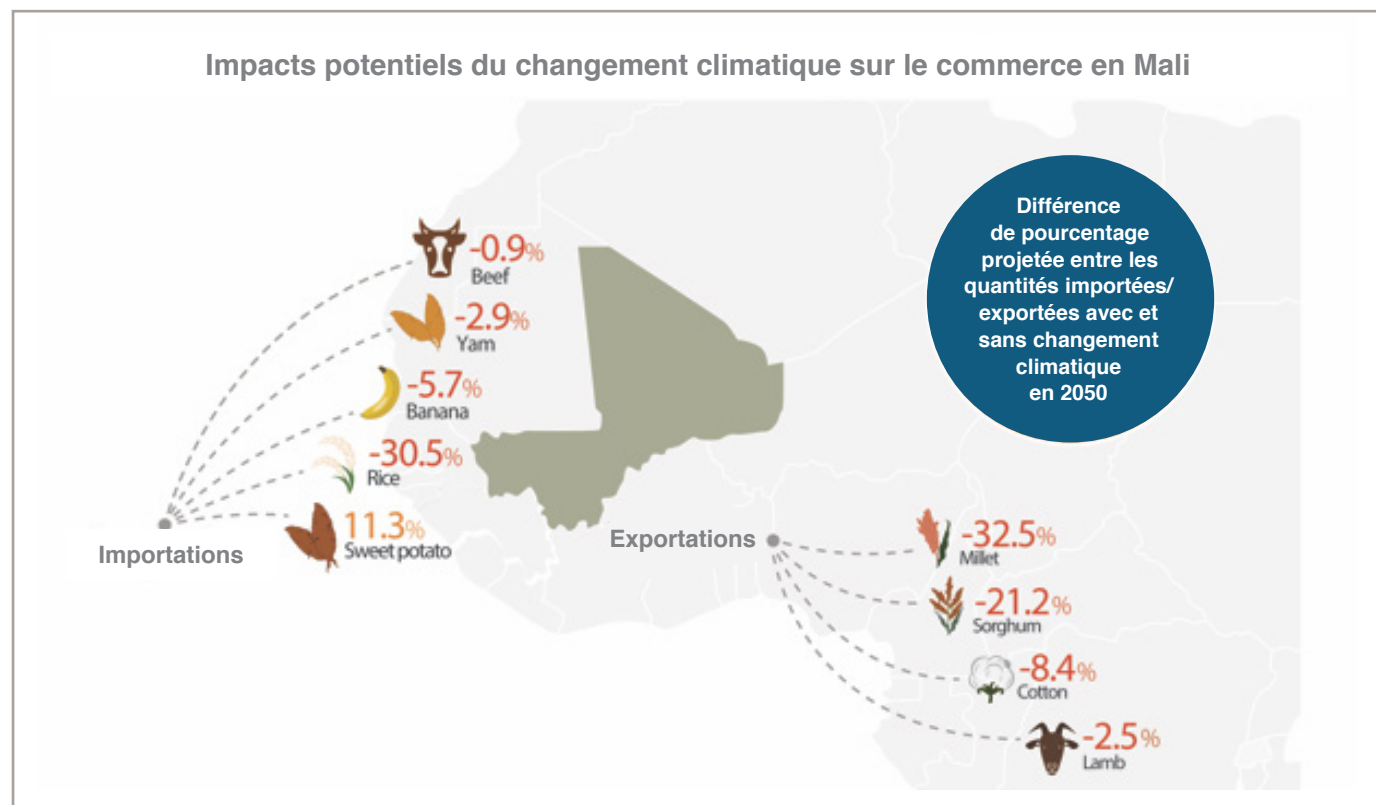
de résilience par rapport au maïs. Les impacts du changement climatique sur les superficies céréalières sont faibles pour les systèmes pluviaux (tableau 6), mais les superficies sous cultures de céréales irriguées ont nettement augmenté par rapport au niveau de référence No-CC (tableau 7).

Les modèles suggèrent que la dépendance vis-à-vis des importations de maïs pourrait augmenter à un rythme alarmant avec ou sans changement climatique, de telle sorte que la moitié de la demande intérieure pourrait devoir être importée d'ici 2050. La dépendance actuelle vis-à-vis des importations de riz devrait diminuer jusqu'à moins 10% de la demande intérieure en riz au cours de la même période; et le volume des importations devrait être inférieur de 30,5% avec le changement climatique. Le Mali pourrait développer un avantage comparatif pour le sorgho et le mil d'ici 2050, avec des quantités

d'exportation représentant respectivement 15% et 10% de la demande intérieure. De plus, ces quantités exportées sont respectivement 21,2% et 32,5% inférieures à ce qu'elles seraient sans le changement climatique (figure 9), ce qui suggère que des mesures d'adaptation du CC pourraient accroître considérablement ces avantages commerciaux⁶³. IMPACT prévoit qu'en 2050, sous l'effet du changement climatique, les superficies consacrées à la culture de la pomme de terre non irriguée pourraient atteindre 2,8 points de pourcentage de plus que son niveau de base No-CC (PSP3, tableau 6).

Dans un scénario de changement climatique élevé (RCP 8.5, PSP3), les rendements de légumes et de légumineuses présentent également une vulnérabilité, chutant de 14 et 6 points de pourcentage en dessous de leurs valeurs de base sans CC. Les projets IMPACT prévoient qu'en 2050, sous l'effet du

Figure 9: Différence en pourcentage entre les importations et les exportations en 2050 avec et sans changement climatique (RCP 8.5, SSP 3). Notez que les différences en pourcentage se rapportent à la valeur No-CC pour la même année (2050) et n'indiquent donc pas nécessairement un changement positif ou négatif par rapport à l'année de référence 2020 (détails dans l'annexe D-6).



⁶³ Par exemple, les systèmes de mil-sorgho AIC proposés avec des légumineuses et un système de promotion de l'intensification du riz (SRI) au Mali; et l'agriculture de décrue AIC proposée par l'AIC dans le nord du Mali (maïs, sorgho, patate douce et cultures maraîchères telles que le gombo).

changement climatique, les superficies cultivées en légumes pourraient chuter de 6,8 points de pourcentage par rapport au niveau de référence No-CC et que le blé pourrait chuter de -9,3 points de pourcentage, le plus grand différentiel de superficie négative de toute culture (SSP3, tableau 7). Bien qu'ils soient actuellement consommés en quantités relativement moindres, les légumes et les légumineuses sont une source fondamentale d'éléments nutritifs et de protéines qui bénéficieront probablement d'une promotion accrue au Mali, à mesure que les revenus augmenteront au cours des trente prochaines années. Cependant, les campagnes visant à promouvoir le rôle complémentaire des légumineuses et des légumes dans les régimes alimentaires riches en amidon du pays ne seront fructueuses que si elles parviennent à remédier à cette vulnérabilité⁶⁴.

2-5

Les impacts du changement climatique pourraient être compensés par les incitations changeantes du marché

Toutefois, les incitations économiques changeantes induites par le changement climatique pourraient profiter au Mali dans certaines zones de produits de base. En particulier, les racines et tubercules tels que les patates douces présentent des trajectoires de rendement relativement résistantes jusqu'en 2050, tombant en dessous de leurs points de référence No-CC de moins de 5 points de pourcentage, même dans des scénarios pessimistes (RCP 8.5, SSP3). La consommation de racines et de tubercules est actuellement faible

au Mali. Il ne s'agit donc peut-être pas d'une priorité immédiate, mais la résilience potentielle de ces cultures face au changement climatique suggère qu'elles pourraient se positionner comme une source alternative importante de glucides à l'avenir, en particulier étant donné les effets probables du changement climatique sur les céréales.

La productivité du bétail fait également preuve de résilience au changement climatique, s'écartant de sa trajectoire No-CC de moins d'un point de pourcentage. Les projections IMPACT suggèrent que le Mali pourrait commencer à exporter d'importantes quantités d'agneau d'ici 2050 et que ces quantités pourraient être 2,5% plus importantes avec le changement climatique que sans lui. Au cours de la même période, le Mali devrait devenir fortement dépendant des importations pour satisfaire la demande de viande bovine intérieure, et IMPACT prévoit que cette dépendance sera aggravée par le changement climatique. Outre le renforcement de la résilience de la production de viande bovine au Mali, des stratégies efficaces peuvent exploiter la résilience commerciale potentielle de l'agneau et des petits ruminants pour remédier au déficit commercial croissant de la viande bovine⁶⁵.

Il existe d'importantes possibilités d'accroître les rendements et d'améliorer la sécurité alimentaire, même si le changement climatique accroît la variabilité des précipitations et la vulnérabilité des populations. Les agriculteurs eux-mêmes, dans une région du Mali, adaptent leurs pratiques d'agriculture et de subsistance depuis 50 ans. Mais compte tenu de la hausse des températures et des précipitations irrégulières au cours des dernières décennies, ils souhaitent maintenant une assistance financière et technique extérieure, car leurs stratégies d'adaptation ne fonctionnent plus⁶⁶. Compte tenu de l'ampleur des écarts de rendement pour les principales cultures du Mali, les stratégies d'intensification peuvent largement compenser les effets du changement climatique si les investissements sont intelligents face au climat et adaptés aux besoins nationaux⁶⁷.

64 Par exemple, l'agriculture de récession proposée par l'AIC et le programme de développement de légumes intelligents face au climat.

65 Les chiffres de ce paragraphe sont basés sur RCP 8.5, SSP3. Voir également le programme proposé pour le développement et l'intégration du bétail dans les systèmes agricoles de la zone soudanienne du Mali.

66 Kergna et Dembele 2018.

67 Falconnier 2018, Ukumaga et al. 2018.

2-6

L'adaptation au climat a le potentiel de réduire la dépendance aux importations

L'adaptation face au changement climatique, conjuguée à un développement économique fort, devrait favoriser à la fois la sécurité alimentaire et un développement économique fondé sur l'agriculture pour le Mali. Bien

que le Mali ait le potentiel de niveaux de productivité relativement élevés dans sa zone méridionale arable, les augmentations prévues de la productivité agricole sont au moins partiellement compensées par la croissance démographique anticipée. Ceci suggère que si le Mali a le potentiel de réaliser un développement économique mené par l'agriculture, de nombreux avantages de l'adaptation au changement climatique sont potentiellement atténués par les augmentations de population anticipées. Toutefois, cette participation sera beaucoup plus influencée par les trajectoires de développement économique local et régional ainsi que par l'intensité du changement climatique.

La modélisation des futurs parcours socio-économiques partagés (SSP) (figure 8, tableau 5) montre que les approches d'adaptation peuvent améliorer la participation du Mali au marché mondial. Dans le PSP 5, l'agriculture malienne se développe et bénéficie de scénarios de développement orientés vers l'économie et favorables à l'adaptation; de plus, la croissance des importations et des exportations est assez similaire, ce qui montre que la dépendance à l'égard des importations est peu affectée (figure 10). Toutefois, dans le SSP 3 et le PSP 4, où les défis en matière d'adaptation sont élevés, la croissance des importations est deux fois plus rapide que celle des exportations, ce qui montre que la dépendance à l'égard des importations augmenterait. En tant que tel, un développement agricole axé sur l'économie et favorable à l'adaptation contribuerait à empêcher la dépendance à l'égard des importations d'augmenter et à améliorer le commerce malien.

Pour que l'économie agricole prospère dans des trajectoires de croissance économique agricole favorables à l'adaptation et orientées sur le plan économique (SSP 5), le PIB devra croître de manière générale, la croissance démographique devra se stabiliser rapidement et se ralentir avec le temps, une plus grande urbanisation devrait être attendue.

On s'attend à une croissance élevée du PIB avec une croissance économique du type PSP5, mais compte tenu de la concentration de terres productives et de la population au Mali, la contribution relative de l'agriculture au développement économique est peut-être inférieure à celle que l'on pourrait prévoir compte tenu de la taille du pays.



© P. CASIER (CGIAR)

Figure 10: Résultats du modèle IMPACT montrant les modifications des importations totales et des exportations totales au fil du temps. Il convient de noter que le SSP 5 (ligne bleue) présentant de faibles difficultés d'adaptation a des augmentations plus faibles des importations et des exportations plus importantes, ce qui montre les avantages que l'adaptation peut apporter à la dépendance aux importations.





CHAPITRE 3:

INTERVENTIONS PRIORITAIRES POUR L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT AU MALI





- 3-1** Processus d'élaboration du plan d'investissement dans l'agriculture intelligente face au climat (PIAIC)
- 3-2** Investissements climato-intelligents à l'échelle nationale
- 3-3** Investissements dans les cultures et l'élevage intelligents face au climat

3-1

Le plan d'investissement climato-intelligent pour l'agriculture malienne

L'agriculture intelligente face au climat vise à accroître la productivité, la résilience et l'atténuation, mais elle nécessite de comprendre ce qui est intelligent face au climat dans différents endroits et de concevoir des projets adaptés à divers contextes. Ce qui est intelligent face au climat pour un groupe d'agriculteurs ou le contexte agro-écologique peuvent ne pas convenir à un autre. Il peut également y avoir des compromis entre les trois piliers, de sorte que ce qui est bon pour un pilier, tel que la résilience, peut ne pas l'être pour un autre, tel que la productivité. Les projets sont conçus pour répondre aux trois piliers de l'AIC - augmentation de la productivité, de la résilience et de l'atténuation - mais la priorité peut être donnée en fonction du contexte, comme l'accent mis sur la productivité et l'adaptation / résilience. Le processus décrit ci-dessous suit généralement le cadre de hiérarchisation des priorités de l'AIC (voir l'annexe A).

La première étape dans le développement du processus d'investissement du portefeuille AIC a été un examen technique par des spécialistes de l'AIC de documents nationaux maliens (politiques, stratégies, plans) relatifs à l'agriculture et le changement climatique, identifiant une longue liste de 26 investissements AIC compatibles avec ces documents. Le Mali s'est engagé dans de nombreuses analyses qui apportent une contribution à l'analyse de la situation (détaillée dans les sections précédentes) qui sont fondamentales pour la planification et l'identification des investissements AIC, la définition d'objectifs, l'identification du risque climatique et des conditions favorables. Cela s'appuie sur divers plans et programmes maliens fournissant des analyses et des objectifs pour ce PIAIC, notamment: la politique nationale de lutte contre le changement climatique (2012); le plan national d'investissement dans le secteur agricole (2014); la stratégie nationale sur le changement

climatique (2011); et la Stratégie nationale de prévention et de gestion des risques de catastrophe (SNPGRC); et le cadre de partenariat de pays pour le Mali. De multiples initiatives et projets internationaux et régionaux, notamment ceux de la Banque mondiale, du PNUD, du FEM, du Fonds vert pour le climat, de l'USAID et d'autres institutions bilatérales constituent une base pour le PIAIC. En outre, un profil AIC a été élaboré avec l'appui de la FAO et du programme de recherche du GCRAI sur les partenaires du CCAFS, l'agriculture, le changement climatique et la sécurité alimentaire. Le plan d'investissement proposé dans ce document s'appuie sur ces initiatives et priorités et sur le travail de diverses institutions locales, y compris les partenaires du CCAFS. La longue liste d'investissements potentiels identifiés lors de l'analyse de la littérature et des discussions avec les principales parties prenantes a été organisée en "groupes de pratiques" ou investissements, qui ont ensuite été organisés en quatre catégories: agriculture; pêche et élevage; forêt et gestion durable de l'eau et des sols; et les services AIC (extension, services d'information, services financiers, etc.).

La deuxième étape a consisté en un atelier de définition des priorités définissant une liste restreinte de 12 investissements proposés, puis en sélectionnant quatre pour une évaluation économique plus détaillée. Cela s'est produit avec des experts locaux d'organisations nationales maliennes soutenus par le GCRAI et l'expertise des parties prenantes nationales lors d'une réunion tenue au Mali les 19 et 22 juin 2018. La longue liste de 26 investissements potentiels en faveur de l'AIC (annexe C-1) qui étaient directement pertinents pour les besoins nationaux ont été évalués en fonction de leur impact potentiel sur: (i) l'intelligence climatique (productivité, adaptation, atténuation); (ii) les résultats aux avantages communs (emploi, PIB, contribution à d'autres engagements et stratégies nationales); (iii) les chances de succès (probabilité d'adoption par les agriculteurs, potentiel d'extension et de durabilité après la fin du projet); (iv) l'alignement sur les piliers et les priorités de l'AAA; (v) la probabilité de mobiliser des fonds auprès de sources spécifiques; et (vi) l'alignement sur les stratégies d'adaptation de la CDN. Les investissements ont également été évalués pour leur répartition par zone géographique (voir annexe C), bénéficiaires, rapport qualité/

Tableau 8: Priorité d'investissement du PIAIC par zone

ZONE SAHARO-SAHÉLIENNE	ZONE SOUDANO-SAHÉLIENNE	ZONE GUINÉO-SOUDANIENNE	L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE
Agriculture de décrue	Intensification du riz (SRI)	Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux	Service d'information sur les sols
Restauration des terres dégradées	Production, stockage et transformation de légumes	Intégration mil-sorgho-légumineuse	Services de vulgarisation
	Développement du blé	Intégration culture-élevage	Système de télédétection
			Système agrométéorologique

prix et compromis. Les participants ont été en mesure de définir ces priorités, car de nombreux représentants d'organismes d'exécution, tels que les ministères de l'Environnement, de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, ainsi que d'autres organisations gouvernementales représentant la sécurité alimentaire, la production et les industries animales, l'hydrologie, la météorologie et la gestion des terres et l'irrigation. Des experts techniques d'importantes organisations de recherche maliennes ont été impliqués, tels que l'Institut de l'économie rurale et l'Association malienne de l'éveil au développement durable (AMEDD). L'annexe C contient la liste des experts techniques participant à l'atelier et appuyant l'élaboration de plans d'investissement plus détaillés.

Le portefeuille final de 12 investissements AIC du PIAIC (dont quatre services AIC à l'échelle nationale et huit pour des combinaisons de cultures spécifiques) soutiendra l'amélioration globale de la production alimentaire/de la sécurité alimentaire pour plus de 1,8 million de bénéficiaires, en supposant que tous les investissements ciblent des bénéficiaires différents et tous fabriqués. Le plan a atteint cet objectif en fournissant une base technologique fondamentale pour le système agricole avec une surveillance en temps réel des conditions météorologiques, des informations améliorées sur les sols, un service de vulgarisation écologique, la restauration des terres dégradées et la promotion d'un éventail de chaînes de valeur clés intelligentes face au climat. Comme le montre le tableau 8 ci-dessous, outre la

couverture nationale par quatre investissements, le renforcement de l'agriculture dans toutes les régions du pays offre un bon équilibre. C'est important non seulement du point de vue de l'équité, mais aussi parce que cela introduit des pratiques agricoles intelligentes face au climat dans tout le pays. Les concepts du projet sont mis en évidence et résumés ci-dessous, et le chapitre 4 décrit les analyses économiques plus détaillées développées pour les quatre investissements sélectionnés.



©AKE EPHRAIM MAMO (ICRAF)

3-2

Résumés des investissements dans les services d'agriculture intelligents face au climat à l'échelle nationale

Les quatre initiatives à l'échelle nationale représentent les composantes fondamentales d'un secteur agricole adaptatif et respectueux du climat: capacité de surveillance par télédétection, inclusion de l'AIC dans les services nationaux de vulgarisation agricole, systèmes d'information agroclimatiques et suivi de la fertilité des sols. Ces initiatives sont fondamentales pour comprendre et surveiller le secteur agricole en soutenant des programmes de télédétection, d'informations agroclimatiques et de surveillance de la fertilité des sols. Ces trois programmes, tous basés sur des technologies approuvées, ont le potentiel de fournir des conseils vitaux en temps réel aux décideurs et aux agriculteurs eux-mêmes. En outre, les

systèmes de télédétection et agroclimatiques peuvent soutenir une série d'autres objectifs de développement. Par exemple, il est utile de comprendre les impacts potentiels liés aux conditions météorologiques (par exemple, les fortes pluies) pour minimiser les impacts sur tout, des personnes aux infrastructures. L'intégration des pratiques de l'AIC dans le système national de vulgarisation aide non seulement directement les exploitations agricoles, mais permet également de s'assurer qu'il existe un mécanisme pour transférer les informations des trois investissements nationaux basés sur la technologie aux agriculteurs et aux autres utilisateurs. Ces quatre investissements à l'échelle nationale, les bénéficiaires et les résultats de développement proposés sont présentés dans le tableau 9 ci-dessous et décrits plus en détail dans l'annexe F.

Télédétection: Ce projet vise à accroître la capacité de gérer efficacement les zones de ressources naturelles, d'évaluer la productivité agricole et de gérer les risques liés au climat en fournissant aux gestionnaires des terres, aux producteurs agricoles, aux conseillers agricoles et aux décideurs des systèmes d'information géographique précis et opportuns. Des informations géomatiques rapides, précises et accessibles sont essentielles à l'agriculture

Tableau 9: Investissements à l'échelle nationale dans les services climato-intelligents

	LES BÉNÉFICIAIRES	RÉSULTAT DE DÉVELOPPEMENT PROPOSÉ (PDO)
Télédétection et géomatique appliquée	200 000 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la capacité de gérer efficacement les zones de ressources naturelles, d'évaluer la productivité agricole et de gérer les risques liés au climat en fournissant aux gestionnaires des terres, aux producteurs agricoles, aux conseillers agricoles et aux décideurs un GSIS précis et opportun.
Système de vulgarisation	186 048 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la productivité de la ferme et minimiser les risques liés au climat en améliorant la qualité et la quantité des recommandations formulées par l'AIC à l'intention des producteurs, aux producteurs, par les conseillers agricoles.
Système d'information agroclimatique	400 000 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la productivité agricole et atténuer les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire des informations agrométéorologiques précises et opportunes.
Suivi de la fertilité des sols	103 360 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Accroître la capacité des producteurs agricoles à pratiquer l'AIC en fournissant aux producteurs et aux agents de vulgarisation des informations adaptées à la localisation sur les caractéristiques des sols et les meilleures pratiques de gestion, ainsi que les outils, produits, partenariats et l'environnement politique nécessaires à la mise en œuvre de ces recommandations.

intelligente face au climat. Des systèmes d'information géospatiale bien conçus traduisent les données géomatiques en avis pratiques, les transmettent par des canaux de communication accessibles et investissent dans la capacité des utilisateurs finaux à comprendre et à exploiter les informations. Ces systèmes éclairent les décisions en matière de recherche, de politique et de gestion des terres. Ce projet mettra au point des systèmes d'information géospatiale à l'appui d'une gestion de l'environnement et de l'agriculture intelligente face au climat. Il bénéficiera directement à 200 000 agriculteurs ruraux et à leurs ménages et bénéficiera indirectement à tous les producteurs agricoles maliens par le biais de recommandations en matière de politique, de gestion des terres et de vulgarisation tenant compte du climat. Il peut également être utilisé pour le suivi et l'évaluation continus de l'utilisation des sols et de l'évolution de la couverture végétale, contribuant ainsi au suivi et à la réduction des émissions.

Vulgarisation: ce projet vise à accroître la productivité agricole et à minimiser les risques liés au climat en améliorant la qualité et la quantité des recommandations formulées par les conseillers en agriculture et fondées sur l'AIC. Les conseillers agricoles jouent un rôle crucial en traduisant les informations scientifiques en recommandations pratiques, en promouvant l'AIC, en soutenant le développement technologique, en renforçant les capacités des agriculteurs, en facilitant les échanges entre producteurs et autres parties prenantes (par exemple, chercheurs, transformateurs, coopératives) et en défendant des politiques favorables à l'AIC. L'augmentation de la production et de la diffusion de technologies agricoles de haute qualité grâce aux systèmes de recherche et de vulgarisation constitue une priorité d'investissement essentielle pour le gouvernement malien. Ce projet augmentera la capacité du système de vulgarisation à fournir des recommandations aux producteurs informés par les pratiques AIC et à les promouvoir. Il profitera directement à 186 048 travailleurs agricoles ruraux et à leurs ménages, et indirectement aux petits exploitants du pays en améliorant la productivité agricole, les résultats économiques, la sécurité nutritionnelle et la résilience au changement climatique.

Services climatologiques: ce projet vise à accroître la productivité agricole et à atténuer les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire des informations agrométéorologiques précises et à jour. Des services d'information climatologiques efficaces réduisent l'incertitude entourant des schémas climatiques erratiques, permettant aux producteurs et à l'industrie agroalimentaire de prévoir et de gérer les conditions météorologiques défavorables, de tirer parti des conditions météorologiques favorables et de s'adapter au changement. Ils soutiennent également les recommandations des agents de politique, de planification et de vulgarisation tenant compte du climat. Le Mali a été un pionnier des services d'information climatologique et le gouvernement et ses alliés ont donné la priorité à la mise à l'échelle de leurs premiers succès. Ce projet renforcera les systèmes et la capacité technique du secteur public à produire et à transmettre des informations sur le climat, ainsi que la capacité technique des producteurs à accéder à ces informations et à les exploiter. Cela se fera en abordant l'infrastructure physique; agrégation, synthèse et diffusion de données; et la capacité nationale de maintenir et d'exploiter le système d'information. Il profitera directement à 400 000 travailleurs agricoles et à leurs ménages, et indirectement aux producteurs de tout le pays grâce à l'amélioration des activités de vulgarisation, du secteur agroalimentaire et des politiques, grâce à un meilleur accès à des informations climatiques actualisées et précises. Il sera également précieux pour le suivi et la prévention des risques.

Services des sols: ce projet vise à accroître la capacité des producteurs agricoles à pratiquer l'AIC en fournissant aux producteurs et aux agents de vulgarisation des informations adaptées à la localisation sur les caractéristiques des sols et des recommandations de meilleures pratiques de gestion, ainsi que les outils, produits, partenariats et l'environnement politique pour mettre en œuvre ces recommandations. Des sols sains régulent les cycles des éléments nutritifs et de l'eau, augmentent la fertilité des sols tout en contribuant à la séquestration du carbone et à la productivité agricole, tout en atténuant les effets du changement et de la variabilité climatiques. Les sols maliens présentent un potentiel de

productivité agricole élevée dans le cadre de la GIFS, et le gouvernement malien et ses partenaires ont mis la priorité sur la qualité et la fertilité des sols. Ce projet appuiera les décisions des producteurs en matière de gestion des sols via l'élaboration et la mise en place d'un système national d'information sur les sols. Il profitera directement à 103 360 travailleurs agricoles ruraux et à leurs ménages, et indirectement aux petits exploitants du pays en améliorant la productivité agricole, les résultats économiques, la sécurité nutritionnelle et la résilience au changement climatique.

3-3

Résumés des investissements dans les cultures et l'élevage intelligents face au climat

Huit investissements dans les cultures et l'élevage intelligents face au climat ont été identifiés pour soutenir l'adaptation des systèmes de production agricole aux cultures importantes affectées par le changement climatique, tout en soutenant également l'expansion et le développement de cultures et d'élevage résilients au climat.

Cette double perspective consistant à inclure à la fois l'adaptation de cultures sensibles au climat et l'expansion de cultures résilientes offre aux agriculteurs un moyen de s'adapter au changement climatique. Les investissements proposés dans les cultures et l'élevage introduisent tous des pratiques respectueuses du climat dans les différents investissements. Tous ces investissements spécifiques à des sites sont bien pris en charge par les quatre investissements fondamentaux à l'échelle nationale. Il convient de noter que, bien que le coton ait une importance commerciale, il n'a pas été sélectionné par les parties prenantes maliennes, qui ont mis l'accent sur la sécurité alimentaire. Ces huit investissements spécifiques à la culture et à l'élevage, les bénéficiaires et les résultats de développement proposés sont présentés dans le tableau 10, décrits ci-dessous et à l'annexe F.

Sécurité alimentaire et résilience au changement climatique grâce au développement du secteur des produits agroforestiers non ligneux.

La déforestation a compromis la résilience au climat malien; le développement de chaînes de valeur de produits agroforestiers non ligneux sensibles au climat peut soutenir et promouvoir le reboisement. Les parcs agroforestiers polyvalents jouent également un rôle important dans les résultats nutritionnels et économiques des agriculteurs. La poursuite du développement du secteur de l'agroforesterie non ligneuse est une priorité pour le gouvernement malien et ses alliés. Ce projet visera à promouvoir les chaînes de valeur des produits agroforestiers non ligneux en renforçant la recherche et le développement, en soutenant la production, en renforçant les processus post-récolte et en développant les chaînes de valeur. Il bénéficiera directement à 122 400 femmes productrices et transformatrices et à leurs ménages, et indirectement aux producteurs et transformateurs de la région de Koutiala grâce à l'amélioration de leurs résultats économiques, de leur résistance au climat et de leur sécurité nutritionnelle.

Floodplain: ce projet vise à accroître la productivité agricole et à minimiser les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire un soutien technique et une infrastructure améliorée pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue. Le Sahel malien possède un secteur de production bien établi en période de récession due aux inondations afin de tirer pleinement parti de ses rares ressources en eau; cette pratique, et par conséquent les moyens de subsistance et la sécurité nutritionnelle des petits exploitants de la région, sont menacés par la variabilité associée au changement climatique. Les producteurs ont déjà démontré des pratiques efficaces pour rendre la production de récession due aux inondations plus résiliente au climat, et la mise à l'échelle de ces pratiques est une priorité pour le gouvernement malien et ses alliés. Ce projet renforcera la productivité et la résilience des producteurs de la région en abordant la recherche, les capacités, les infrastructures et les engagements des secteurs civil et privé. Le projet bénéficiera directement à 224 000 petits exploitants et à leurs ménages et indirectement aux exploitants de l'ensemble de la zone sahélienne grâce à l'amélioration de la

Tableau 10: Investissements climato-intelligents des cultures et de l'élevage

	LES BÉNÉFICIAIRES	RÉSULTATS DE DÉVELOPPEMENT PROPOSÉS (PDO)
Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux	122 400 productrices et transformatrices dans la région de Koutiala	Renforcer la croissance économique, la sécurité alimentaire et la résilience au climat du Mali en développant le secteur des PFNL en agroforesterie.
Agriculture de décrue	224 000 petits exploitants dans la plaine inondable	Augmenter la productivité agricole et minimiser les risques climatiques en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire un support technique et une infrastructure améliorée pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue
Bétail	97 000 petits exploitants dans la région de Ségou	Augmenter la productivité agricole et minimiser les risques climatiques en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire les meilleures pratiques de gestion et les outils nécessaires à l'intégration des cultures et de l'élevage.
Intégration mil-sorgho-légumineuse	199 495 agricultrices dans les régions de Koulikoro et de Ségou	Augmenter la résilience au climat et la productivité des systèmes mil-sorgho pour améliorer les résultats nutritionnels et économiques des petits exploitants.
Légumes	52 747 femmes et jeunes des cercles de Niono, Kati et Bandiagara	Augmenter la productivité et la résistance au climat de la production légumière tout en favorisant les opportunités économiques pour les producteurs, en particulier les femmes et les jeunes, tout en minimisant les impacts environnementaux.
Restauration des terres dégradées	106 461 producteurs agricoles des cercles de Nioro, de Yelimané et de Kayes (communes du Sahel, de Karakor et de Koussane)	Renforcer les capacités nationales pour restaurer à l'échelle les terres dégradées afin d'accroître la résilience au climat, les services écosystémiques et la productivité agricole.
Intensification du riz (ISR)	72 480 producteurs dans la zone de production de riz non inondée, entre les villes de Mopti et de Ségou, et une partie des cercles de Tenenkou, Macina et Ségou	Augmenter la productivité du riz et la résilience au climat en développant l'ISR pour améliorer les résultats économiques et nutritionnels.
Blé	71 856 petits exploitants dans la région de Niono	Augmenter la productivité du blé et la résilience au climat en développant les pratiques de l'AIC pour améliorer les résultats économiques et nutritionnels.

résilience au climat, des résultats économiques et de la sécurité nutritionnelle.

Intégration des cultures et de l'élevage: ce projet vise à accroître la productivité agricole et à minimiser les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire les meilleures pratiques de gestion et les meilleurs outils pour l'intégration des cultures et de l'élevage. L'élevage, secteur économique central au Mali, est confronté à la variabilité croissante du climat et à la dégradation des ressources naturelles. Les systèmes intégrés cultures-élevage intelligents face au climat sont très prometteurs pour améliorer la

résilience du bétail au climat et, par conséquent, les résultats nutritionnels et économiques des petits exploitants. Le gouvernement malien et ses alliés ont pour priorité d'accroître l'efficacité et la productivité du secteur de l'élevage. Ce projet augmentera la résilience au changement climatique et la productivité des producteurs grâce à l'intégration des cultures et de l'élevage. Il bénéficiera directement à 97 000 agriculteurs, dont 228 000 agricultrices rurales et leurs ménages. Une amélioration de la résilience au climat et de la sécurité nutritionnelle peut être indirectement bénéfique pour les petits exploitants de Ségou.



Intégration des légumineuses mil-sorgho: ce projet vise à accroître la résilience au changement climatique et la productivité des systèmes mil-sorgho afin d'améliorer les résultats nutritionnels et économiques des petits exploitants. Les systèmes mil-sorgho sont les piliers de la sécurité nutritionnelle des petits exploitants dans la zone soudano-sahélienne semi-aride du Mali et comptent parmi les cultures les plus résistantes au climat. Néanmoins, la production a pris du retard, des cultures plus viables sur le plan économique ayant été privilégiées pour la recherche, l'innovation et la mécanisation. Il a été démontré que les systèmes intelligents face au climat pour l'intensification de la production de mil et de sorgho, associés aux légumineuses, amélioreraient considérablement la productivité. cela implique

une amélioration de la sécurité nutritionnelle des petits exploitants dans les régions semi-arides du Mali. Le gouvernement malien et ses alliés se sont engagés à améliorer la résilience et la productivité des systèmes mil-sorgho grâce à la mise à l'échelle des pratiques AIC. Ce projet améliorera la sécurité nutritionnelle et économique des producteurs de mil-sorgho en tenant compte de la capacité des agents de vulgarisation, de la force de l'association de producteurs, du soutien technique des agriculteurs, des efforts de recherche et du cadre politique. Il bénéficiera directement à 199 495 agricultrices et à leurs ménages et profitera indirectement aux petits exploitants dans toute la région de production céréalière grâce à de meilleurs résultats économiques et nutritionnels.

Légumes: ce projet vise à accroître la productivité et la résilience au climat de la production légumière tout en favorisant les opportunités économiques pour les producteurs, en particulier les femmes et les jeunes, tout en réduisant au minimum l'impact sur l'environnement. Les légumes sont des aliments de base de l'alimentation et de l'économie maliennes, et une production, un stockage et un traitement améliorés offrent des opportunités économiques non négligeables ainsi que des avantages pour la santé et l'environnement. Ce projet concerne particulièrement les femmes et les jeunes, qui sont les principaux producteurs, transformateurs et vendeurs de produits végétaux. Ce projet augmentera la résilience et la productivité de la production légumière au Mali en prenant en compte la capacité des agents de vulgarisation, l'assistance technique des producteurs, les efforts de recherche, la force organisationnelle des producteurs et le développement des infrastructures. Il bénéficiera directement à 52 747 femmes et jeunes agriculteurs et à leurs ménages; et indirectement à tous les agriculteurs des régions productrices de légumes du Mali en améliorant la résilience au climat et les résultats économiques et nutritionnels.

Restauration: ce projet vise à renforcer la capacité nationale à restaurer à grande échelle les terres dégradées afin d'accroître la résilience au climat, les services écosystémiques et la productivité agricole. Des décennies de sécheresse et de gestion non durable des terres au Sahel ont entraîné une dégradation de l'environnement à grande échelle et, par conséquent, une réduction de la sécurité nutritionnelle et économique des agriculteurs et une plus grande dépendance nationale vis-à-vis des importations. Les techniques agricoles intelligentes face au climat ont été adaptées avec succès à la restauration des terres au Sahel et mises en œuvre avec succès au Mali. Le gouvernement malien et ses alliés investissent beaucoup dans la restauration des terres dégradées. Ce projet permettra d'échelonner les pratiques de restauration des terres en tenant compte des capacités des agents de vulgarisation et des autres promoteurs; les efforts de recherche; l'environnement politique; l'engagement du secteur privé; et la capacité des agriculteurs à restaurer les terres, bénéficiant à 106 461 producteurs agricoles et à leurs ménages.

Système d'intensification du riz: ce projet vise à accroître la productivité du riz et la résilience au climat en développant le système d'intensification du riz (SRI) afin d'améliorer les résultats économiques et nutritionnels. Des pratiques agricoles intelligentes face au climat telles que le SRI peuvent améliorer considérablement la résilience du riz au climat, réduire les coûts de production et améliorer les rendements. Le SRI a montré d'importantes perspectives pour les systèmes rizicoles maliens et le gouvernement a beaucoup investi pour renforcer le secteur. Compte tenu du rôle important de l'Office du Niger (OduN) dans la production de riz, la conception et la mise en œuvre des projets devront être étroitement coordonnées avec OduN. Ce projet renforcera les capacités en matière d'ISR au Mali en renforçant la recherche et le développement, en formant des agents de vulgarisation, en faisant participer les secteurs public et privé et en renforçant la force organisationnelle des producteurs. Il profite directement à 72 480 travailleurs agricoles ruraux et à leurs ménages et profite indirectement à tous les producteurs de riz maliens grâce à de meilleurs résultats économiques et nutritionnels.

Blé: ce projet vise à augmenter la productivité du blé et la résilience au climat en développant les pratiques de l'AIC afin d'améliorer les résultats économiques et nutritionnels. Le blé, qui devient rapidement une culture de base en Afrique subsaharienne, est particulièrement sensible aux effets du changement climatique. Il a été démontré que l'agriculture intelligente face au climat améliorerait considérablement la production de blé malienne. La demande soutenue et croissante de blé représente une opportunité importante d'améliorer les résultats nutritionnels et économiques en poussant la production nationale vers l'autosuffisance. Le gouvernement malien et ses alliés ont fait de cet effort une priorité essentielle. Ce projet améliorera la résilience au changement climatique et la productivité des systèmes de production de blé en s'attaquant aux services de vulgarisation, aux associations de producteurs, au développement des infrastructures, à la recherche et au développement, à la participation du secteur privé et à des politiques favorables. Il profitera directement à 71 856 petits exploitants et à leurs ménages, et indirectement aux producteurs de blé de la région centrale de production céréalière du Mali, grâce à de meilleurs résultats économiques et nutritionnels.

CHAPITRE 4:

CONDUIRE LES INVESTISSEMENTS AIC DU MALI DES CONCEPTS AUX PROGRAMMES





- 4-1** Ce que le Mali gagne du PIAIC: Un Aperçu
- 4-2** Analyse climato-intelligente de quatre investissements sélectionnés
- 4-3** Contraintes à la conception et à la mise en œuvre
- 4-4** Possibilités de conception et de mise en œuvre
- 4-5** Alignement du PIAIC avec le plan d'investissement du partenariat CND
- 4-6** Possibilités de financement pour la vulgarisation de l'AIC
- 4-7** Investissements et contributions de l'AIC à l'appui des politiques nationales

4-1

Ce que le Mali gagne du PIAIC: Un Aperçu

L'agriculture intelligente face au climat (AIC) repose sur l'idée que ce qui fonctionne pour un agriculteur dans un lieu donné peut ne pas fonctionner pour un autre; ainsi, les actions au sein des investissements sont adaptées au contexte. Une innovation approfondie spécifique au contexte est nécessaire pour maximiser les avantages. Cette approche rend AIC extrêmement efficace, mais son évolutivité par une simple réplication n'est pas possible. Cependant, le processus de création de l'AIC dans un pays est bien connu et il est nécessaire de s'assurer que les conditions favorables sont réunies et que des mécanismes solides de renforcement des capacités et de participation des parties prenantes sont clairement identifiés. Le PIAIC a été basé sur de nombreuses analyses de situation et priorités, décrites dans les chapitres précédents. Il a également été procédé à un examen approfondi du contexte national afin de s'assurer que la conception et la mise en œuvre de l'AIC reposent entièrement sur les politiques, les programmes et les projets et s'y intègrent. Ce sont toutes les premières étapes pour passer des concepts aux actions concrètes.

Un cadre opérationnel pour orienter la programmation de l'AIC dans la pratique est donc essentiel au succès du projet. Des cadres efficaces soutiennent la planification et la mise en œuvre en produisant des informations concrètes par l'analyse de la situation (conditions propices, objectifs, contraintes), le ciblage et la hiérarchisation (options intéressantes comme le renforcement des capacités), la conception et la mise en œuvre (tests sur le terrain, etc.). démultiplication) et S&E pour faciliter l'apprentissage itératif. Dans ce chapitre, les premières étapes d'un cadre opérationnel et les éléments nécessaires à la conception et à la mise en œuvre du projet sont appliqués aux investissements prioritaires pour identifier les opportunités, les contraintes et les opportunités de financement. Voir l'annexe A pour plus d'informations sur les cadres de planification et de mise en œuvre de l'AIC.

Promouvoir l'AIC au Mali ne doit pas être simplement une collection de pratiques agricoles dans différentes parties du pays, mais doit plutôt intégrer et aligner la planification de scénarios de changement climatique, l'analyse économique, la définition des priorités des zones régionales et les obstacles et opportunités. Les décideurs à tous les niveaux, des ministères nationaux aux agriculteurs prenant les décisions en matière de plantation, doivent comprendre l'objectif et les résultats. Le tableau 11 ci-dessous montre, pour chacun des investissements dans les cultures et l'élevage, pourquoi ce produit a été sélectionné, quels seront les impacts du changement climatique sur le produit et quel est l'objectif de l'investissement AIC.

4-2

Analyse climato-intelligente pour quatre investissements sélectionnés

Quatre investissements ont été identifiés comme hautement prioritaires pour accroître la productivité, renforcer la résilience et atténuer les effets des changements climatiques. Plus de 40 parties prenantes représentant divers groupes du gouvernement, de la société civile et de la recherche ont identifié ces priorités lors des ateliers initiaux. Les investissements prioritaires ont ciblé trois systèmes de production spécifiques à fort potentiel - produits forestiers non ligneux, intégration agriculture-élevage et agriculture de décrue - et un programme de portée nationale, un système de télédétection (voir les synopsis ci-dessus et les notes conceptuelles détaillées en annexe).

Une modélisation détaillée a été réalisée pour prédire les performances potentielles en termes de productivité, de résilience et d'atténuation de ces investissements, sous réserve des coûts attendus, des risques sociaux et climatiques et de l'ampleur des résultats potentiels. Le modèle utilise une

Tableau 11: Gains tirés de la mise en œuvre de l'AIC: justification des investissements

INVESTISSEMENT AIC	VALEUR À LA FERME	IMPORTANCE MALIENNE	RÉPONSE PROÉVUE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	SCÉNARIO SANS INVESTISSEMENT	OBJECTIF D'INVESTISSEMENT
Produits forestiers non ligneux	Économique	26% à 73% du chiffre d'affaires annuel	D'accord	Baisse de la production agricole, risques climatiques exacerbés	Croissance
Agriculture de décrue	Sécurité économique et alimentaire	25% du total des terres productives en récession	D'accord	Baisse de la sécurité alimentaire, déstabilisation du marché	Résilience et croissance
Intégration culture-élevage	Nutrition et sécurité alimentaire	10% du PIB national, 85% des agriculteurs maliens possèdent du bétail, 30% des moyens de subsistance principaux	D'accord	Conflit, sécurité alimentaire réduite, dégradation de l'environnement exacerbée	Résilience et croissance
Intégration mil-sorgho-légumineuses	Nutrition et sécurité alimentaire	63% de la consommation nationale de céréales	pauvre	Reste aux faibles taux de production actuels	Résilience et croissance
Légumes	Nutrition, sécurité alimentaire, économique	Fiabilité élevée et demande croissante du marché	pauvre	Baisse de la production, augmentation des pertes post-récolte	Résilience et croissance
Restauration des terres dégradées	Économique	Méthode la plus efficace pour lutter contre la désertification	pauvre	La perte continue de forêts et de terres arables entraîne des conflits et réduit la productivité agricole	Résilience et croissance
Intensification du riz (ISR)	Sécurité économique et alimentaire	Un exportateur net cherchant à améliorer son efficacité	D'accord	Utilisation continue élevée de l'eau et émissions de GES relativement élevées	Croissance
Blé	Sécurité économique et alimentaire	Importateur net avec une demande croissante	pauvre	Baisse de la productivité et augmentation des importations	Croissance

approche probabiliste (réseaux bayésiens ou BN) pour estimer la valeur actuelle nette (VAN) et le retour sur investissement (RSI) des quatre investissements⁶⁸. Un modèle BN a été utilisé pour deux raisons. Premièrement, fournir des estimations précises des coûts, des retours et de l'adoption des projets est l'un des principaux défis de l'évaluation des projets. Le paramètre

d'incertitude de toutes ces variables peut être explicitement modélisé et pris en compte via BN. C'est-à-dire qu'au lieu d'attribuer une valeur en points au nombre ciblé de bénéficiaires ou à leur revenu, nous attribuons au BN une distribution de probabilité qui représente notre degré de confiance autour de cette estimation. Les distributions de probabilité sont utilisées pour

68 Yet B, et al..2016.

toutes les variables du modèle. Deuxièmement, différents scénarios de risque - climatiques et non climatiques - et leur incertitude peuvent être simulés. Le modèle prend en compte la probabilité (fréquence) et l'impact (gravité) des facteurs de risque lors de la modélisation des performances du projet. Vous trouverez une description complète du modèle, des sources de valeurs de paramètres et des résultats supplémentaires à l'annexe E.

Productivité

Les estimations de l'évolution du revenu des agriculteurs mettant en œuvre l'AIC sont au cœur de la modélisation. À ce titre, cette analyse a été réalisée à l'aide du jeu de données le plus complet et le plus moderne disponible, le compendium de l'AIC. Le Compendium AIC

est composé de plus de 1 500 articles évalués par des pairs et contient plus de 150 000 points de données comparant 45 résultats différents en matière de productivité, de résilience et d'atténuation pour 100 pratiques agricoles différentes en Afrique⁶⁹. Cela inclut des données sur les variations du rendement, des coûts et des rendements nets avec l'adoption de l'AIC (voir les exemples au tableau 12 et à l'annexe E). Cette ressource unique fournit une base de données riche pour estimer la performance de pratiques dans un large éventail de conditions agroécologiques et de scénarios de gestion de ferme.

Chacun des quatre investissements apportera plus que probablement des avantages aux petits exploitants agricoles maliens.

Cependant, les échelles (c'est-à-dire le nombre de bénéficiaires) et les amplitudes

Tableau 12: Données du Compendium de l'AIC pour l'Afrique utilisées comme données d'entrée dans l'évaluation intelligente du climat des PIAIC proposés

PRATIQUE AGRICOLE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT	INVESTISSEMENTS				NOMBRE D'ÉTUDES ^b	VARIATION DU RENDEMENT ^b (% ± SD)	VARIATION DE REVENU ^b (% ± SD)	VARIATION DES FRAIS ^b (% ± SD)
	FRA ^a	CLI	NTFP	RSM				
Culture en couloir agroforestière			✓		22	15 ± 97		
Variétés améliorées de cultures	✓	✓		✓	21	36 ± 85		
Rotation des cultures		✓			38	52 ± 68		-40 ± 44
Cultures intercalaires		✓			33	-2 ± 62	-18 ± 52	
Paillis	✓				57	46 ± 81		-55 ± 33
Engrais inorganique	✓				165	68 ± 68	51 ± 37	-48 ± 83
Fertilisant organique	✓	✓			56	73 ± 101	42 ± 10	-63 ± 89
Travail réduit	✓				49	-8 ± 75	-19 ± 10	
Terrasses, crêtes, diguettes		✓			29	44 ± 92	30 ± 14	-30 ± 25
Amélioration de l'alimentation du bétail		✓			83	14 ± 114	-3 ± 77	8 ± 15
Races de bétail améliorées		✓			6	-14 ± 104	-75 ± 44	-2 ± 3

^a Les coches indiquent les technologies incluses dans les projets d'investissement conformément à leurs notes conceptuelles. FRA = agriculture de décrue, CLI = intégration culture-élevage, PFNL = produits forestiers non ligneux et RSM = télédétection et surveillance.

^b Données sur les cultures présentées pour les cultures céréalières (maïs, mil, sorgho et riz) en Afrique de l'Ouest; Les données sur le bétail concernent tout le bétail (bovins, chèvres, moutons, poulets) en Afrique de l'Ouest.

69 Rosenstock TS, et al. 2015.

(c'est-à-dire l'impact par bénéficiaire) diffèrent considérablement (tableau 13). Le nombre de bénéficiaires susceptibles d'être atteints avec chaque investissement variait de 97 000 à plus de 200 000. Ces valeurs représentent des estimations raisonnables du nombre de bénéficiaires compte tenu des données du recensement dans les zones cibles et des estimations du taux d'adoption (innovation et imitation), compte tenu des difficultés inhérentes à l'investissement découlant de la mise en œuvre d'initiatives similaires ailleurs. Ces valeurs représentent entre 10% et 40% du nombre total de ménages agricoles possibles, ce qui suggère une opportunité significative d'atteindre plus de personnes et d'accroître les succès après les programmes. Cependant, l'ampleur des impacts que chaque bénéficiaire peut recevoir varie selon les investissements. Les participants à la télédétection et à la surveillance, qui peuvent souvent recevoir des informations à distance mais agissent rarement, gagnent en moyenne 10% de plus que les pratiques actuelles, tandis que ceux qui s'engagent dans une agriculture de décrue améliorée grâce à de nouvelles variétés, la gestion des sols et d'autres techniques amélioreraient en moyenne les rendements nets de 46%. Par exemple, une étude de huit ans sur les pratiques agricoles améliorées dans la région de Ségou au Mali a montré que les rendements de sorgho et de mil augmentaient de 20% avec la

rotation au niébé, 32% en incorporant des engrais verts et 8% en réduisant le travail du sol par tranche⁷⁰.

Les investissements fondés sur la technologie sont généralement les plus rentables en raison de l'ampleur potentielle de leur impact.

Les investissements dans la télédétection et la surveillance risquent d'affecter la production de tous les produits et de toutes les chaînes de valeur et dans toutes les régions du Mali. Lorsque cette flexibilité est associée à l'exploitation de systèmes technologiques tels que des dispositifs mobiles pour la diffusion d'informations et des systèmes à satellites pour l'acquisition de données, il en résulte un très grand nombre de bénéficiaires potentiels. Les coûts par bénéficiaire de tels programmes ne représentent que le quart des coûts des programmes plus intensifs en sol. Cependant, ces investissements dépendants de la technologie peuvent faire oublier des groupes de population vulnérables. Les portefeuilles combinant différentes voies de mise en œuvre réduisent le risque de telles éventualités. Bien que des détails supplémentaires soient nécessaires pour valider les chiffres des coûts ici, les calculs existants suggèrent que ces investissements sont rentables en termes de nombre de bénéficiaires atteints.

Tableau 13: Performance des quatre investissements prioritaires

PROJECT	NOMBRE DE BÉNÉFICIAIRES	IMPACT DE BEN ⁻¹ (% ± ST DEV)	COÛT (M \$)	COÛT BEN ⁻¹ (\$)	VAN* (M \$)	PROB. DE + VAN** (%)	RSI (%)
Produits forestiers non ligneux	122 400	41 ± 12	40,5	331	21,3	57	53
Culture-élevage LNT.	97 000	45 ± 15	24,9	257	21,9	62	88
Inondation de récession ag.	224 000	46 ± 59	61,4	274	37,1	53	46
Télédétection	200 000	10 ± 15	16,0	80	20,2	92	126

* NPV and ROI based on baseline scenario without inclusion of major project risks.

** Probability of a positive NPV is a measure of resilience of the investment as it estimates NPV when faced with six prevailing risks: drought, flood, pests, political instability, community conflict and poor project governance.

70 Kouyate Z, et al. 2000.

Impact. Les investissements moins coûteux sont susceptibles de générer les améliorations relatives les plus faibles pour chaque bénéficiaire. Par exemple, la télédétection offre une amélioration moyenne de 10% par bénéficiaire, tandis que les investissements utilisant davantage de ressources, tels que les produits forestiers non ligneux, l'intégration agriculture-élevage et l'agriculture de décrue, offrent une amélioration d'environ 40% par bénéficiaire. Ainsi, l'investissement supplémentaire par bénéficiaire en termes de formation, de recherche, de marketing, etc. peut se traduire par des gains relativement plus importants pour les ménages. La prise en compte du changement effectué, en plus du nombre de bénéficiaires, est justifiée.

Le retour sur investissement est positif pour les quatre investissements, ce qui suggère que ces investissements seront judicieux. Ces calculs prennent en compte les données relatives aux variations relatives du revenu découlant des pratiques de gestion de l'AIC par rapport à la gestion classique, ainsi que des hypothèses relatives au rythme d'adoption et aux coûts relatifs définis pour l'investissement. Bien que le modèle tienne compte de l'incertitude de chacun de ces facteurs, la mise en œuvre réelle peut différer considérablement des données et des hypothèses sous-jacentes à cette approche de modélisation. Ainsi, cette analyse peut être considérée comme une première évaluation. Les efforts ultérieurs doivent rassembler un ensemble d'opinions diversifié pour accroître la précision des estimations sous-jacentes aux modèles.

Les investissements devraient créer une VAN positive. Cependant, les investissements montrent différents degrés de résilience aux risques. Dans des conditions plus incertaines et compte tenu des interactions potentielles de tous les risques, l'investissement en télédétection surpasse de loin le reste, avec une VAN égale à $46,6 \pm 42$ millions de USD. Cela se traduit par une chance de succès d'avoir une VAN positive de 92%, compte tenu des risques. En fait, la VAN de l'investissement en télédétection augmente lorsque les risques climatiques sont pris en compte, car les agriculteurs bénéficieront probablement mieux d'une information correcte sur les événements climatiques et les taux d'adoption pourraient également augmenter. Au Sénégal, par exemple, les agriculteurs ont vu leurs rendements augmenter de 80%

lorsque les informations climatiques prédisaient correctement une année sèche par rapport à la non utilisation des informations climatiques⁷¹. Les investissements dans les produits forestiers non ligneux sont les plus sensibles aux risques climatiques, car la santé et la production des arbres sont étroitement liées aux conditions environnementales. L'intégration des cultures et de l'élevage et l'agriculture de décrochage après les inondations n'ont connu qu'une légère réduction de la VAN dans les scénarios de risque climatique, les technologies utilisées dans ces investissements étant censées améliorer l'exposition aux risques climatiques. Tous les projets étaient également exposés aux risques politiques et sociaux (voir les résultats détaillés à l'annexe E).

Les produits forestiers non ligneux constituent l'un des meilleurs choix pour accroître les revenus au Mali. Les essences et les arbustes indigènes représentent entre 26% et 73% du revenu annuel⁷² des agriculteurs. Des investissements supplémentaires dans ce domaine ont une probabilité modérée de générer un retour sur investissement positif et résistent aux risques tant sociaux que naturels. Alors que les risques climatiques peuvent réduire la VAN des projets PFNL (les arbres sont moins productifs les années de sécheresse), le risque le plus prononcé pour ces investissements était l'instabilité politique et les conflits communautaires qui ont réduit le retour sur investissement moyen de 53% à 15%. Les conflits sociaux et politiques peuvent réduire l'accès à la terre, en particulier pour certains groupes tels que les femmes, et réduire la productivité de la terre. Par exemple, en Ouganda, les terres en conflit ont moins de la moitié de la productivité de terres similaires non en conflit⁷³. Travailler avec les PFNL est souvent du domaine des femmes. Ainsi, quel que soit le retour sur investissement le plus faible, les investissements dans les chaînes de valeur des PFNL peuvent avoir des effets supplémentaires sur le revenu et l'autonomisation des femmes.

Le retour sur investissement lié à l'intégration des systèmes de culture et d'élevage a été l'un des plus élevés (moyenne de 88%, sans risque).

71 Sultan B, et al. 2010.

72 Faye MD et al. 2010. C

73 Deininger et Castagnini 2006.

La performance attendue de cet investissement est conditionnée par les changements de près de 50% des impacts attendus liés à l'amélioration des pratiques d'élevage par rapport aux pratiques améliorées (voir tableau ci-dessus), combinés à des hypothèses sur le taux d'adoption relativement lent en raison des difficultés rencontrées pour l'intégration et la diversification des systèmes⁷⁴ d'exploitation et le coût relativement important de la mise en œuvre de l'investissement (supérieur à 25 millions de dollars). L'ajout de bétail aux systèmes de culture peut produire des avantages synergiques (par exemple, produire du fumier pour la fertilisation des cultures), mais il peut également produire des compromis (par exemple, les résidus de culture nourris au bétail ne peuvent pas être utilisés comme amendement du sol pour maintenir la santé du sol). Un choix approprié des systèmes d'élevage et de culture à intégrer pourrait atténuer les mauvaises performances prévues pour ce projet. Par exemple, dans une étude menée dans sept pays d'Afrique subsaharienne, l'augmentation de la production céréalière en incluant l'épandage d'engrais ou d'autres pratiques d'intensification a permis de réduire le compromis entre avoir suffisamment de résidus de récolte pour le bétail et l'amendement du sol dans des systèmes intégrés de culture et d'élevage⁷⁵.

L'agriculture de décrue sera un investissement ambitieux qui touchera plus de 224 000 bénéficiaires à des coûts modestes.

L'agriculture de décrue a connu la VAN la plus élevée dans un scénario sans risque parmi les quatre investissements testés. Bien que cet investissement soit susceptible de générer des gains significatifs, ces risques peuvent potentiellement réduire considérablement la probabilité de rendements positifs. Lorsque les risques sont considérés individuellement, le retour sur investissement moyen de l'investissement passe de 24% sans risque à -16,8% à -3,1% avec des instabilités politiques et des inondations, respectivement. Cependant, la majorité des risques liés à l'agriculture de décrue après les inondations est due à des risques politiques et sociaux dans la région du fleuve Niger. Bien que les risques climatiques réduisent la VAN de 37,1 à 32,2 millions de dollars US en moyenne,

la mise en œuvre de nombreuses technologies qui atténuent les effets de la sécheresse, des inondations et des ravageurs sur l'agriculture signifie que les risques climatiques ne réduisent la VAN que d'environ 13%.

La télédétection et la surveillance constituent l'investissement le plus robuste et le plus performant. Compte tenu des faibles coûts d'investissement, du nombre élevé de bénéficiaires potentiels et du rendement relativement élevé par bénéficiaire, la télédétection et le suivi (agriculture numérique) offrent un potentiel considérable pour renforcer l'intelligence climatique du paysage et des exploitations agricoles. Des pratiques telles que l'information sur le climat et les services du sol seront en mesure de fournir aux agriculteurs une information plus importante et de meilleure qualité au moment où ils en ont le plus besoin. Le projet est également extrêmement résistant aux risques, car les risques climatiques peuvent en réalité augmenter la VAN du projet et la nature distante de la fourniture d'informations peut exposer le projet moins à des risques politiques et sociaux.

4-3

Contraintes à la conception et à la mise en œuvre

Le contexte malien présente certaines circonstances pouvant constituer des obstacles à tous les investissements. Bon nombre de ces obstacles à la conception et à la mise en œuvre de l'AIC découlent de problèmes politiques ou sont aggravés par ceux-ci. Les obstacles possibles à une plus grande menace pour la réussite des investissements de tous les projets sont: (i) les crises politiques ou de sécurité; ii) les conflits entre agriculteurs et éleveurs; (iii) les femmes systématiquement exclues du renforcement des capacités et de la vulgarisation; et (iv) la réticence des donateurs à soutenir les investissements. Les obstacles potentiels d'importance moyenne pour l'AIC incluent: (i) la sécheresse, les inondations, les parasites, les maladies et les températures

74 Thornton PK, et al. 2018.

75 Valbuena D, et al. 2015.

Tableau 14: Obstacles à l'adoption des investissements AIC proposés au Mali

NATIONAL INVESTMENTS		RISKS
Soil information service	●	Lack of funding and/or institutional accountability to acquire and maintain equipment
	●	Lack of land rights deters producers from medium and long term investments
	●	Lack of fertilizer and fallow subsidies
Extension services	●	Low support structure capacity
Remote sensing system	●	Risks are not well understood pending greater investment in farmer capacity
Agroclimatic system	●	Current program does not include crops grown by women
REGIONAL INVESTMENTS		RISKS
Rice intensification (SRI)	●	Labor shortages at time of transplant
	●	Long timeline for establishment of demonstration plots
	●	Smallholder preference for large, lower investment plots
	●	Sandstorms
	●	Mismanagement of water
Flood recession	●	Community conflict related to development of irrigated perimeters
	●	Sandstorms
	●	Occurs outside primary agricultural season, exacerbating farmer-pastoralist land use conflict
Crop livestock integration	●	Limited feed availability for livestock
	●	Increasingly limited grazing area as environmental degradation progresses; encroachment on new areas furthers degradation
Vegetable production, storage, and processing	●	Poor seed availability; lack of infrastructure drives seasonal oversupply and overdemand
	●	Faulty irrigation equipment; poor transport, cold chain, and storage infrastructure
Wheat development	●	Community conflict related to development of irrigated perimeters
	●	High price volatility
Non-timber forest value chains	●	High international market volatility
	●	Bush fires
	●	Cultural norms against investing in indigenous tree species
Millet-sorghum Legume integration	●	Lack of national and international markets
	●	Restrictions on staple crop exports constraints farmers to subsistence production
	●	Poor road network precludes commercial development
Restoration of degraded lands	●	Lack of land rights deter producers from medium and long term investments

● High barrier to adoption

● Medium barrier to adoption

● Low barrier to adoption

extrêmes; ii) le faible accès à l'information; et (iii) une politique de désincitation. Le tableau 14 ci-dessous résume les risques possibles pour chacun des investissements prioritaires nationaux et régionaux. Les investissements sont classés par ordre de gravité parmi les obstacles potentiels au sein de chaque groupe, l'orange indiquant des obstacles potentiellement importants, les obstacles jaunes moyens et les obstacles verts faibles.

Des systèmes d'information et de partage d'informations autour de l'AIC restent à développer au Mali.

Le concept d'AIC n'est pas bien connu des décideurs, des experts techniques ou des agriculteurs eux-mêmes. L'ensemble des connaissances sur les pratiques AIC optimisées spécifiquement pour le contexte malien est encore en développement. Les mécanismes d'échange d'informations sont disjoints ou n'ont pas encore été mis en place. Ces obstacles ont une incidence sur l'adoption de l'AIC, notamment en ce qui concerne l'élaboration des politiques et les services de vulgarisation. En outre, il existe des obstacles importants à la ferme, notamment un faible taux d'alphabétisation des producteurs, un manque de connaissance des problèmes environnementaux et la migration urbaine des jeunes⁷⁶.

Le manque d'accès aux services financiers au niveau de l'exploitation constitue un obstacle majeur à l'adoption et à la mise à l'échelle des pratiques de l'AIC.

Les instruments de crédit à court terme et de réduction des risques sont essentiels au passage des petits exploitants agricoles de l'agriculture de subsistance à l'agriculture commerciale. Cependant, seules quelques institutions financières opèrent au Mali et elles sont principalement concentrées dans les zones urbaines. Ces institutions ne proposent que des produits limités à court terme, assortis de taux d'intérêt excessivement élevés⁷⁷. Les facteurs de risque indépendants de la volonté des agriculteurs, tels que des conditions météorologiques irrégulières, des saisons irrégulières, un régime foncier mal défini et l'absence de système de garanties sur les exploitations agricoles, entraînent le rejet de 70% des demandes de prêt des agriculteurs

maliens⁷⁸. Les institutions de microfinance, les coopératives d'agriculteurs et les organisations de prêt de groupe ont perdu leur crédibilité auprès des agriculteurs en tant qu'alternatives viables aux institutions bancaires traditionnelles; les agriculteurs ont signalé un manque de transparence, une gestion médiocre et des taux d'intérêt plus élevés⁷⁹.

Les crises sécuritaires perturbent la productivité des agriculteurs, empêchent l'accès aux services de base et provoquent des niveaux élevés d'insécurité alimentaire.

En juin 2018, 20% des Maliens (4,1 millions d'individus) étaient en insécurité alimentaire et avaient besoin d'une assistance humanitaire⁸⁰. Les conflits dans le nord réduisent la mobilité humaine et la disponibilité de main-d'œuvre, augmentant ainsi les coûts de transport et les pressions sur les ressources en terres et en eau. La réduction de l'accès aux marchés et aux services d'assistance en raison des conflits et de l'insécurité limite également les revenus et réduit les incitations à produire un excédent commercialisable⁸¹.

Une infrastructure médiocre limite fortement le potentiel du marché agricole. Peu de routes pavées et de longues distances aux marchés ont rendu les transports excessivement coûteux⁸².

Par conséquent, les chaînes de valeur sont souvent désorganisées ou inexistantes. Les grossistes et les intermédiaires tirent parti de la déconnexion des producteurs par rapport aux prix des marchés régionaux et internationaux pour appliquer des marges élevées⁸³. Le manque d'installations de traitement à valeur ajoutée, d'infrastructures de la chaîne du froid et d'installations de stockage freine davantage la diversification et la stabilisation du marché.

76 Gouvernement malien 2014.

77 FAO 2013.

78 Banque mondiale 2015.

79 FAO 2013.

80 Banque mondiale 2018.

81 CIAT 2018.

82 FAO 2013.

83 Entretien.

4-4

Possibilités de conception et de mise en œuvre

Les investissements de l'AIC bénéficient d'un soutien important au Mali. Ceci est démontré par le nombre et la profondeur des parties prenantes qui ont participé au développement du PIAIC discuté ici. Une forte représentation nationale et un appui international ont été essentiels à ce processus. La participation a eu lieu sous forme de consultation préalable à l'atelier, de participation à des ateliers ou des deux.

Bien que l'AIC soit mal connue au Mali, les services climatologiques et les services de vulgarisation bénéficient d'une large reconnaissance et d'un large soutien. Le Mali est un pionnier international de la mise en œuvre de services climatologiques. Son premier programme, le projet d'assistance agrométéorologique en milieu rural, a débuté en 1982 et se poursuit aujourd'hui. Le plan et les politiques d'investissement nationaux, les alliances régionales et les donateurs internationaux se sont unifiés pour soutenir l'expansion des services de vulgarisation.

Le secteur privé représente une opportunité importante pour la mise en œuvre du PIAIC pour l'agriculture, en particulier en termes de fourniture de services dirigés par le secteur privé. Par exemple, le secteur privé est le mieux placé pour lancer le crédit et le prêt et renforcer les services disponibles via les distributeurs agricoles. Dans de nombreux cas, ils disposent également des liquidités et des arguments commerciaux nécessaires pour investir dans les infrastructures, les services de conseil, la formation d'experts en la matière et autres facteurs favorables à une production accrue, à une qualité améliorée et à une plus grande fiabilité du marché. Ces services font partie intégrante des concepts de projet présentés dans ce PIAIC.

Les partenariats public-privé peuvent également être importants lorsque le secteur privé ne peut pas faire une analyse de rentabilité par lui-même.

Les subventions existantes à grande échelle au Mali sur les intrants de coton et de riz offrent des possibilités de renforcer les marchés.

Notamment, les subventions aux engrais pour ces deux cultures stimulent indirectement la production d'autres produits de base. Par exemple, les femmes cultivent traditionnellement du mil, du fonio et du sorgho⁸⁴ pour la consommation domestique mais ne bénéficient pas elles-mêmes de subventions pour les engrais. Mais ces cultures sont produites en rotation avec du riz et du coton, leur productivité augmente donc à cause des engrais résiduels dans le sol.

L'évolution récente des politiques offre d'importantes possibilités de lutter contre les inégalités et de faire participer les populations vulnérables. Les inégalités entravent actuellement considérablement le développement de l'AIC et du secteur agricole malien. Par exemple, les femmes représentent actuellement 65% de la main-d'œuvre agricole, mais seule une fraction d'entre elles sont propriétaires⁸⁵. Celles qui possèdent des terres reçoivent souvent des parcelles plus petites et moins fertiles⁸⁶. Seules 20% des Maliennes ont accès aux services de vulgarisation et 53% ont accès aux intrants agricoles⁸⁷. Les décideurs ont commencé à jeter les bases pour résoudre ces problèmes. La politique de développement agricole pour la période 2011-2020 vise explicitement à promouvoir le progrès économique des femmes et des jeunes⁸⁸. La loi révisée sur les terres agricoles, entrée en vigueur en avril 2017, exige que 15% des terres irriguées soient allouées aux femmes et aux jeunes, bien que cela ne soit pas encore appliqué de manière systématique dans la pratique⁸⁹. La mise en place de politiques et de mécanismes d'application supplémentaires à cet effet facilitera la pleine participation économique des populations maliennes vulnérables.

L'Alliance de l'Afrique de l'Ouest pour une agriculture intelligente face au climat constitue

84 FAO 2013; Interview.

85 CARE 2017.

86 Nhiziyo 2015; Interview.

87 CIAT, 2018.

88 FAO 2018.

89 CARE 2017; Nhiziyo 2015.

une opportunité essentielle pour le Mali de développer des infrastructures de gestion de l'eau. Lancée en 2015 par la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest, cette alliance sert de plateforme pour promouvoir activement l'intégration de l'AIC, notamment en termes de résilience des populations vulnérables. Dans le cadre de l'alliance, l'Union économique et monétaire ouest-africaine contribue au développement des infrastructures de ressources en eau et des mécanismes financiers et politiques liés à l'irrigation pour l'agriculture⁹⁰. Compte tenu de la rareté de l'eau au Mali, la gestion de l'eau dans le contexte du changement climatique est essentielle à la poursuite de la croissance du secteur agricole. En outre, l'Office du Niger est un acteur clé de l'irrigation au Mali. Une coordination minutieuse au niveau national aidera à engager ces acteurs multinationaux autour d'un agenda malien résilient au changement climatique.

Le secteur agricole a connu une croissance importante grâce à la priorisation active du gouvernement. Les dépenses publiques dans l'agriculture ont augmenté de 82% entre 2004 et 2010; l'agriculture représentait en moyenne 12% du budget national entre 2010 et 2016, conformément au protocole de Maputo. Grâce à ces investissements, le secteur agricole a progressé en moyenne de 11% par an au cours de la même période⁹¹, mais 90% des petits exploitants maliens ne pratiquent encore que l'agriculture de subsistance. C'est une formidable opportunité de poursuivre la croissance remarquable du Mali vers son plein potentiel commercial en tant que puissance agricole.

Il existe de nombreuses possibilités de mieux aligner les politiques agricoles sur les objectifs nationaux. Bien que les objectifs nationaux indiquent une intention d'accroître les exportations et de diversifier la production depuis 2005, la politique reste souvent contre-productive pour atteindre ces objectifs. Les exportations de produits de base tels que le mil, le sorgho et le bétail ont été restreintes,

tandis que les droits de douane sur le riz importé ont été levés⁹². Les sous-secteurs du riz et du coton ont bénéficié d'investissements publics démesurés par rapport à d'autres sous-secteurs à contribution équivalente au PIB⁹³. Les subventions au riz visant à supplanter les importations et à lutter contre l'insécurité alimentaire ont favorisé les agriculteurs les plus riches⁹⁴ qui ont accès à l'irrigation et aux intrants, et ont également maintenu les prix de vente à la ferme artificiellement plus bas qu'ils ne le seraient en l'absence de politique⁹⁵. Les chaînes de valeur disloquées, le faible accès aux informations sur les marchés et l'absence d'organisations de producteurs pénalisent davantage les petits exploitants. Des restrictions à l'exportation de produits de base ont été établies à la suite de la crise alimentaire de 2008; elles ont depuis été officiellement levées mais restent en vigueur à la suite de procédures douanières fastidieuses⁹⁶. Des décennies de fortes subventions au coton ont empêché une agriculture diversifiée⁹⁷, rendant le pays vulnérable aux fluctuations des prix et au changement climatique. Le plan quinquennal de développement du coton devrait s'achever en 2018, ce qui, avec d'autres réformes politiques, offre une excellente occasion de mettre en pratique les objectifs agricoles nationaux, y compris l'agriculture intelligente face au climat.

La recherche agricole au Mali reste sous-financée, même s'il existe déjà plusieurs sources de financement, financées en grande partie par les donateurs et les banques de développement, au moyen de projets à court terme. C'est une excellente occasion pour le Mali d'élaborer un programme de recherche global garantissant que les projets à court terme informent et soutiennent les stratégies à long terme, l'efficacité et la coordination entre projets. Un cadre de recherche stratégique aiderait également à encourager un financement supplémentaire de la recherche agricole en servant d'indicateur des progrès et des prochaines étapes.

90 FAO 2013.

91 FAO 2017.

92 FAO 2013.

93 Banque mondiale, 2018.

94 FAO 2018.

95 FAO 2013.

96 FAO 2018.

97 CIAT 2018.



De nombreuses politiques nationales récentes soutiennent l'action et l'adaptation liées au changement climatique, tandis que quelques-unes soutiennent directement l'AIC. Les politiques récentes, examinées plus loin, ont de plus en plus soutenu le développement agricole (tableau 15). De nombreux efforts antérieurs peuvent être développés et des activités complémentaires en cours pour soutenir ce PIAIC malien, comme indiqué à l'annexe B.

La loi sur l'agriculture promulguée en 2006 a ouvert la voie à l'amélioration du régime foncier. Le régime foncier constitue actuellement le principal obstacle à l'adoption généralisée de l'AIC au Mali; les producteurs qui ne possèdent pas la terre qu'ils exploitent hésitent à faire des investissements à long terme. Alors que la terre appartient légalement à l'État, les chefs religieux et les chefs de village sont en mesure de gérer les terres et d'accorder les droits de

propriété⁹⁸. Une application plus stricte des droits de propriété protégera les petits exploitants contre l'expropriation, réduira les conflits entre agriculteurs et pasteurs et incitera les investissements de l'AIC⁹⁹.

Le plan national d'adaptation du Mali souligne le rôle de l'agriculture dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cet engagement jette les bases d'un soutien international, d'une coordination multipartite et de partenariats public-privé pour la réalisation d'innovations AIC. D'autres initiatives en cours, notamment l'assistance humanitaire du Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (UNHCR) et du Programme alimentaire Mondial (PAM), pourraient également bénéficier d'une coordination avec les efforts du PIAIC. En outre, il existe un fort alignement sur la CDN, comme décrit ci-dessous.

⁹⁸ Nhliziyo 2015

⁹⁹ FAO 2018.

Tableau 15: Plans, politiques et cadres maliens récents en faveur du changement climatique, piliers de l'AIC ou l'AIC

POLITIQUE, PLAN OU CADRE	ABRÉVIATION	DATE	CHANGEMENT CLIMATIQUE	ADAPTATION	ATTÉNUATION	AIC
Loi d'Orientation Agricole	LOA	2006				
Programme National pour des Actions d'Adaptation	NAPA	2007				
Cadre Stratégique pour une Economie Verte et Résiliente au Climat	EVRCC	2011				
Plan d'Action National sur le Changement Climatique	PANC	2014				
Politique Nationale d'Alimentation et de Nutrition	PPN	2014				
Plan National d'Investissement dans le Secteur Agricole	PNISA	2014				
Programme National d'Investissement Agricole	PNISA	2015				
CDN prévue	INDC	2015				
Cadre de la CEDEAO pour une agriculture intelligente face au climat		2018				
Politique de Développement Agricole	PDA	2011–20				
Politique Nationale sur le Changement Climatique	PNCC	2015–20				
Cadre Stratégique pour le Redressement Economique et le Développement Durable	CREDD	2016–18				
Plan d'Investissement pour la mise en œuvre de la CDN		2018–20				
Politique foncière agricole et loi sur le régime foncier agricole		en attente				

4-5

Alignement du
PIAIC avec le plan
d'investissement du
partenariat CDN

Le PIAIC s'aligne sur le plan d'investissement du partenariat CDN du Mali et le soutient, à la fois en termes d'objectifs de niveau supérieur (planification nationale, par exemple) et de réalisation d'activités d'adaptation spécifiques (gestion de l'eau, par exemple). Sous les auspices du partenariat CDN , la Banque mondiale aide le Mali à développer ce PIAIC et des stratégies d'adaptation partagées qui s'alignent directement sur la CDN . Compte tenu de l'élaboration en cours du plan d'investissement du Partenariat CDN , il sera important d'assurer

l'harmonisation et la complémentarité de ces processus lors de la planification spécifique de la mise en œuvre du PIAIC. Les objectifs de la CDN à un niveau supérieur comprennent, par exemple:

- **L'aménagement du territoire national** et rural pour développer l'agriculture et le secteur forestier;
- **le développement agricole** réduisant la déforestation et les émissions de GES;
- **l'intensification durable** (agriculture, élevage, pêche) réduisant le déboisement; et
- **la gestion durable des forêts.**

La contribution du PIAIC à ces objectifs est forte, en particulier à l'échelle nationale. Par exemple, les capacités de télédétection et de géomatique fourniront une base solide pour les quatre objectifs de la CDN , en aidant à fournir des informations SIG opportunes et précises pour éclairer la prise de décision. L'introduction de l'AIC dans le système national de vulgarisation soutient le développement

Tableau 16: Alignement des investissements de l'AIC dans les cultures et l'élevage avec les investissements du partenariat CDN

	ALIGNEMENT POTENTIEL AVEC LES INVESTISSEMENTS DU PARTENARIAT CDN						
	Récupération et stockage d'eau de pluie	Régénération naturelle assistée	Développement agricole intelligent	Fumier organique et urée par microdose	Projet de développement pastoral	Gestion forestière pour la restauration des écosystèmes dégradés	Système de riziculture irriguée et intensive (sri)
Produits forestiers non ligneux	X	X	X				
Agriculture de décrue			X	X			
Élevage			X		X		
Intégration mil-sorgho-légumineuses			X	X			
Légumes	X		X	X			
Restauration des terres dégradées	X	X	X			X	
Riziculture intensive (SRI)			X	X			X
Blé			X				

agricole qui réduit les émissions et favorise l'intensification durable et la gestion durable des forêts. Le système d'information météorologique agroclimatique contribue à la réalisation des quatre objectifs en fournissant des informations opportunes pour la mise en œuvre du projet et en établissant les bases permettant de comprendre l'évolution de ces systèmes au fil du temps. De même, la surveillance de la fertilité des sols soutient également les quatre objectifs, par exemple en aidant à déterminer les domaines dans lesquels l'agriculture peut être développée ou intensifiée, où une restauration est nécessaire et où l'agroforesterie pourrait être mise en œuvre. Ces exemples montrent à quel point les investissements du PIAIC dans l'agriculture peuvent aider le Mali à respecter ses engagements en matière de CDN, ainsi que la nécessité d'intégrer la planification pour les deux.

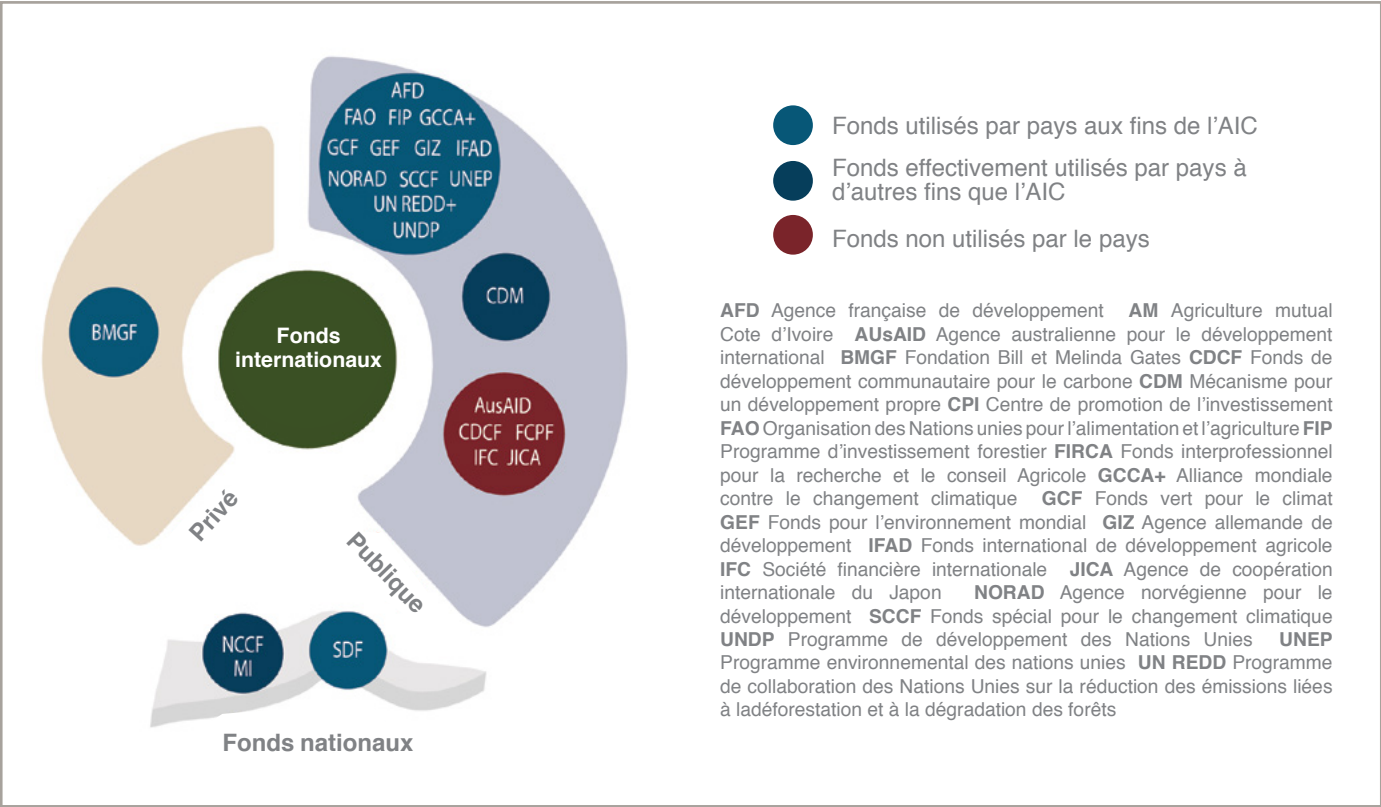
De nombreuses activités d'adaptation proposées dans la CDN sont également fortement soutenues par les investissements dans les cultures et l'élevage de l'AIC. Par exemple, les objectifs du projet CDN incluent: (i) le renforcement de la résilience dans le secteur agricole; (ii) l'hydro-agriculture intelligente face au climat (gestion de l'eau); (iii) l'adoption de cultures et de races améliorées de bétail; (iv) les banques de céréales et le stockage; v) le développement agricole à petite échelle; et (vi) l'agriculture pérenne, en particulier les arbres fruitiers. La CDN du Mali pour la réduction des émissions du secteur agricole identifiées comprend: (i) la réduction des émissions provenant de la culture du riz; (ii) la promotion de la gestion durable des terres sur 92 000 ha, et (iii) le développement de l'électrification rurale renouvelable, y compris l'irrigation solaire. Les pratiques des investissements AIC sont alignées sur de nombreux investissements CDN. Par exemple, le «fumier organique et microdose» est un investissement du CDN, mais pratique également une partie de plusieurs investissements de l'AIC (voir tableau 16). C'est également le cas pour de nombreuses autres pratiques PIAIC.

4-6

Possibilités de financement pour l'expansion de l'AIC

Un cadre opérationnel pour orienter la programmation de l'AIC dans la pratique est essentiel au succès du projet. Des cadres efficaces facilitent la planification et la mise en œuvre en fournissant des informations concrètes. Bien que le Mali soit éligible à plusieurs instruments de financement internationaux, le financement de l'AIC dans le pays a été limité. Il faut redoubler d'efforts pour accéder aux instruments internationaux de financement pour le climat, tout en garantissant la disponibilité d'instruments de financement publics et privés au niveau local pour les investissements dans l'AIC. Cependant, il existe de nombreux financeurs et instruments de financement privés, publics et internationaux potentiels, comme le montre la figure 11.

Figure 11: Activités de financement de l'AIC au Mali¹⁰⁰



© P. CASIER (CGIAR)

100 Profil AIC du Mali.

4-7

Investissements et contributions de l'AIC à l'appui des politiques nationales

Alors que de nombreuses politiques nationales maliennes soutiennent l'AIC, les investissements de l'AIC soutiennent un grand nombre des politiques mentionnées dans le tableau 15 et décrites dans la section 4-4 ci-dessus. Tous les investissements soutiennent fermement au moins deux des trois piliers de l'AIC, et beaucoup appuient également les politiques nationales et aident à surmonter les obstacles identifiés dans les sections précédentes (voir le tableau 17 ci-dessous). Tous les investissements entraînent une augmentation de la productivité agricole. Comme le montre clairement le chapitre 2, le changement climatique affecte déjà la production au Mali et les scénarios montrent que le changement climatique aura des impacts négatifs importants sur de nombreuses cultures, en particulier celles qui sont vitales pour la sécurité alimentaire. Par conséquent, si les rendements des investissements doivent être positifs et durables, tous les investissements agricoles du pays doivent prendre en compte le changement climatique et les pratiques de l'AIC. Tous les investissements doivent également contribuer à l'adaptation et au renforcement de la résilience du secteur agricole. Bien que l'accent soit moins mis sur l'appui aux mesures d'atténuation, la plupart des investissements traitent toujours de cette question. De nombreux investissements jouent également un rôle important dans la promotion de l'égalité des sexes, la réduction de la pauvreté, l'amélioration de la sécurité alimentaire et la réduction de la vulnérabilité. Compte tenu des graves impacts du changement climatique que le Mali connaît déjà, il est essentiel de renforcer la résilience de tous les secteurs de production, et de façon plus générale.

Tous les investissements de l'AIC appuient directement de nombreuses priorités nationales (voir tableau 17 et annexe B).

Les investissements soutiennent les priorités nationales de différentes manières, mais cet appui devrait être pris en compte pour passer du concept (présenté dans ce plan) à la conception et à la mise en œuvre réelles des investissements. Par exemple, les objectifs du pays malien en faveur de la diversification de la valeur de l'agriculture incluraient (i) l'amélioration de la productivité agricole et de l'intégration des marchés, (ii) le renforcement des infrastructures et (iii) la mise en place de mécanismes de gestion des risques permettant aux agriculteurs de mieux se diversifier. Comme le montre le tableau 17 ci-dessus, tous les investissements contribuent directement à l'amélioration de la productivité agricole, à l'exception de la télédétection, où les liens sont indirects. Pourtant, ces investissements couvrent une gamme de produits et de pratiques, tous dans le but de les rendre intelligents face au climat, et auront des répercussions positives sur les autres éléments énumérés dans le tableau. Ces investissements peuvent tous être considérés comme un appui aux politiques nationales clés du Mali et à son développement futur dans les domaines de l'agriculture et de la sécurité alimentaire face au changement climatique.

Les 12 investissements offrent un soutien à de nombreux autres secteurs. Les quatre investissements à l'échelle nationale sont essentiels au niveau fondamental, car ils fournissent l'infrastructure de base nécessaire pour prendre de bonnes décisions en matière d'agriculture. Tous les quatre soutiennent une prise de décision plus large, utile pour la planification stratégique à l'échelle nationale, et apportent également une contribution précieuse aux investissements directs du secteur des cultures et de l'élevage. Les quatre investissements nationaux ont les liens les plus forts pour renforcer la résilience grâce au capital humain, à la réduction des risques, au développement des infrastructures et à l'adaptation. Les huit investissements prioritaires dans les cultures et l'élevage soutiennent l'augmentation de la productivité agricole et la plupart soutiennent une adaptation croissante, notamment l'augmentation de la productivité, la vulgarisation, la recherche et développement, le capital humain, la gestion des risques et le

Tableau 17: Liens entre les investissements de l'AIC et les priorités nationales

	CSA 3 PILLARS			CSA SUPPORT OTHER SECTORS						BUILD RESILIENCE			BOOST AGRICULTURE	
	PRODUCTIVITY	ADAPTATION	MITIGATION	GENDER & YOUTH	FINANCE	ENABLING POLICIES	FARMER NETWORKS	EXTENSION	RESEARCH & DEVELOPMENT	HUMAN CAPITAL	RISK MANAGEMENT MECHANISMS FOR CLIMATE	AGRICULTURAL PRODUCTIVITY & MARKET INTEGRATION	AGRICULTURE VALUE DIVERSIFICATION	INFRASTRUCTURE & CONNECTIVITY
NATIONAL PRIORITY CLIMATE-SMART INVESTMENTS														
National remote sensing														
National extension system														
National agroclimatic system														
National soil fertility monitoring														
PRIORITY CROP & LIVESTOCK CSA INVESTMENTS														
Non-timber forest products														
Flood recession agriculture														
Livestock														
Millet-sorghum with legumes														
Vegetables														
Restoring degraded lands														
Rice intensification (SRI)														
Wheat														

développement des infrastructures. Cela est dû au fait que les composantes des investissements AIC reposent sur des éléments changeants d'autres secteurs. En passant des concepts à la conception et à la mise en œuvre, il est possible d'entreprendre des actions qui maximisent les avantages de la mise en œuvre de l'AIC et de veiller à ce que les projets eux-mêmes, ainsi que les processus associés à leur mise en œuvre, soient conçus pour soutenir davantage les résultats politiques souhaités par le Mali.



CHAPITRE 5:

VERS UN RÉSEAU DE SUIVI - ÉVALUATION DU PLAN D'INVESTISSEMENT AIC DU MALI





5-1 La théorie du changement

5-2 Cadre de résultats et indicateurs

5-3 Une feuille de route

Le suivi-évaluation (S&E) est une composante essentielle de la mise en œuvre du PIAIC; elle expose les hypothèses de la façon dont le changement va avoir lieu (théorie du changement) et fournit les éléments de preuve et d'information pour la mise en œuvre des résultats-gestion axée sur les résultats (cadre logique, indicateurs et système de S&E)¹⁰¹. Le suivi-évaluation du PIAIC fournira des informations fiables et à temps réel dans un tableau de bord facilement accessible, permettant au Gouvernement du Mali, aux partenaires au développement et aux agences d'exécution de suivre les progrès sur les activités, les résultats et l'impact (Case 1) par rapport aux objectifs, et aussi signalé lorsque des actions d'adaptation peuvent être nécessaires¹⁰². Les activités de suivi et d'évaluation créeront également un mécanisme pour l'apprentissage (leçons apprises), pour accroître la redevabilité et générer de l'information pour raconter des cas de succès sur la base des données.

Le suivi et évaluation dans le cadre du PIAIC sont des activités jumelées qui contribuent à la connaissance collective de la façon dont les investissements sont réalisés et comment les actions influent sur les processus de changement. Le suivi est la collecte et l'analyse systématique et répétée des données. Le PIAIC suit les processus (par exemple, l'exécution du programme de suivi par rapport aux plans de travail et budgets) et les résultats (c'est à dire, les indicateurs de suivi des produits et des changements de comportement)¹⁰³. En complément au suivi, l'évaluation évalue la performance des investissements en termes d'efficacité, l'impact et la durabilité. Ces indicateurs permettent une compréhension globale de la livraison et rapport qualité-prix. De plus, « des évaluations d'impact » ciblées seront menées pour déterminer l'efficacité des interventions spécifiques, décrivant quantitativement les facteurs ou la chaîne

d'événements qui ont permis à certaines activités d'atteindre les objectifs (ou pas)¹⁰⁴.

Le suivi et évaluation du PIAIC passeront par les institutions, les juridictions administratives et aller à l'échelle. Le PIAIC vise à améliorer les résultats de l'agriculture, l'environnement et la finance, qui sont actuellement gérés séparément par différentes institutions. Avec la contribution du PIAIC à plusieurs programmes, la conception du système du S&E du PIAIC pour être interopérable avec les systèmes existants est primordiale pour l'efficacité et la cohérence. En outre, le S&E dans le cadre du PIAIC auront des actions qui se produiront au niveau de l'investissement individuel et pour l'ensemble du portefeuille d'investissements. Cela permettra aux parties prenantes à différents niveaux de prendre des mesures fondées sur des preuves pendant que le système dans son ensemble est une cohérence interne. Cette cohérence va au-delà du S&E du PIAIC. Un grand nombre des objectifs du PIAIC sont également pertinents aux objectifs nationaux et internationaux, par exemple, le Programme de Développement de l'Agriculture Africaine (PDDAA), CDN et le Défi de Bonn à la Convention Nationale Lutte contre la Désertification UNCCD). Par conséquent, les opérations à mettre en place pour le PIAIC appuieront le suivi national et les besoins de rapports.

5-1

La théorie du changement

L'objectif du PIAIC est d'augmenter durablement la productivité agricole et renforcer la résilience des exploitations agricoles, des agriculteurs, des fermes, des paysages et le système alimentaire de façon générale. Ce but vise seulement deux piliers d'AIC, qui comprend généralement un troisième (atténuation). Le PIAIC met l'accent sur la productivité et la résilience parce que (i) l'agriculture du Mali, le secteur d'utilisation des terres et de la forêt a eu une contribution

101 Société Financière Internationale. 2018. Travailler avec les petits exploitants : Un guide pour les entreprises de construction des chaînes d'approvisionnement durables. Banque Mondiale : Washington, DC, États-Unis. 327 p.

102 Lamhauge N, Lanzi ER, S. Agrawala 2012. Suivi et évaluation de l'adaptation : Les leçons des agences de coopération au développement. Document de travail OCDE n° 38. Paris, France : Éditions OCDE.

103 Groupe indépendant d'évaluation. 2012. La conception d'un cadre de résultats pour obtenir des résultats : un guide pratique. Banque Mondiale : Washington DC, États-Unis. 45 pp.

104 Banerjee, AV & Duflo, E., 2009. L'approche expérimentale de l'économie du développement. Revue annuelle de l'économie, 1 (1), pp.151-178.

GLOSSAIRE

PRODUITS: Les produits tangibles des activités du projet, y compris des formations, des publications, des partenariats, de nouvelles technologies, des politiques et des infrastructures telles que les stations météorologiques, etc.

RÉSULTATS: Les changements de comportement, y compris les connaissances, les attitudes et les compétences des groupes d'intervenants en raison des activités et résultats du projet.

IMPACT: Objectifs de haut niveau identifiés par les intervenants lors du plan d'investissement de développement (c'est-à-dire l'objectif de développement du projet).

INDICATEURS: Les informations utilisées pour documenter l'état actuel et les changements d'activités, les produits, les résultats ou l'impact.

THÉORIE DU CHANGEMENT: Une description et/ou schéma pour savoir pourquoi et comment les changements souhaités et les objectifs devraient se produire.

VOIE D'IMPACT: Construit sur la théorie du changement, ce parcours permet de visualiser les changements plausibles pour avoir lieu.

CADRE DE RÉSULTATS: Outil de gestion qui est un résumé graphique explicite des résultats attendus des interventions particulières telles que les investissements, les plans de développement ou des politiques.

SUIVI: Collecte continue/régulière de données pour suivre la mise en œuvre des budgets et des activités (planifiées contre réalisées).

ÉVALUATION: La collecte périodique et approfondie des données pour l'évaluation des résultats et de l'impact et la stratégie d'intervention (par exemple, l'efficacité).

historique et actuelle relativement limitée aux émissions causant le changement climatique mondial et (ii) le programme est conçu pour répondre aux priorités nationales de sécurité alimentaire. Cependant, ce PIAIC, contribuera également à l'atténuation des changements climatiques en tant que co-avantages. Un grand nombre d'interventions tels que l'amélioration de l'alimentation du bétail dans l'investissement du bassin alimentaire d'Abidjan et la réduction des déchets alimentaires à travers les chaînes de valeur mangue, cacao et d'autres produits de base des Investissements- diminuera les émissions de GES par unité de produit. En outre, les investissements dans l'agroforesterie et la gestion des sols accumuleront le carbone et réduiront les émissions des champs et des paysages. Par conséquent, malgré le ciblage de la productivité résiliente, ces atténuations co-

avantages font que le PIAIC contribue à tous les trois objectifs de l'AIC et aux engagements nationaux d'atténuation pris dans la CDN.

Le portefeuille d'investissement vise à travailler avec divers bénéficiaires à travers le système alimentaire. Un important effort d'investissement est dirigé vers les agriculteurs et les éleveurs. En outre, le PIAIC planifie des activités qui affectent le fonctionnement des marchés et des chaînes de valeur avec le secteur privé. Le programme appuiera les institutions gouvernementales en termes de définition et de mise en œuvre des politiques, ainsi que dans la recherche, le développement des connaissances et le renforcement des capacités. De cette façon, tous les principaux types d'acteurs du système alimentaire seront engagés pour bénéficier du PIAIC.

Les objectifs du PIAIC pour accroître la productivité et la résilience seront réalisés à travers quatre voies primaires: l'augmentation des revenus, la réduction de l'exposition aux risques climatiques, la réduction de la sensibilité et à la vulnérabilité aux risques climatiques et le renforcement de la capacité d'adaptation. Cette théorie met l'accent sur l'importance des deux actions réactives (absorber, réagir, restaurer et apprendre) et des actions de prévention qui renforcent la robustesse tout en étant compatible avec une théorie fondamentale de la résilience des systèmes sociaux et écologiques¹⁰⁵.

- **L'augmentation de la productivité et des revenus.** L'augmentation de la productivité au champ et le renforcement des mécanismes du marché (intrants et produits), existants et nouveaux, peuvent avoir des effets en cascade à travers la chaîne de valeur vers les producteurs, et ont également un effet positif sur les distributeurs, les transformateurs et les vendeurs. D'autres revenus conduisent à l'accumulation des actifs et de la richesse, à la fois amener les personnes à sortir de la pauvreté et les protéger contre les chocs naturels ou sociaux qui renforcent les pièges de la pauvreté. L'investissement pour rendre les services financiers disponibles renforcera encore la capacité de maintenir les niveaux de productivité et d'actifs. Un grand nombre de ces investissements du PIAIC énumèrent certains types de pratiques de gestion et des technologies qui peuvent accroître la productivité au champ (par exemple, le riz, le bétail et le sorgho, etc.) ou des investissements le long de la chaîne de valeur qui augmentent la quantité de nourriture qui atteint en fin de compte le marché, tels que l'amélioration du stockage de post-récolte des fruits de l'arbuste zaban.
- **La réduction de l'exposition aux dangers¹⁰⁶ climatiques.** La capacité de prévoir et de se préparer avant les événements météorologiques mineurs et majeurs peut grandement améliorer la capacité des agriculteurs, des communautés et des chaînes de valeur à répondre. Même les
- simples réponses par les agriculteurs à travers le semis à la date optimale peuvent avoir des impacts significatifs sur la résilience de la production, en particulier lorsque le temps est très incertain. Ce PIAIC réduit l'exposition par la fourniture des informations sur le climat et la météo en renforçant les services agro-météorologiques et par des investissements spécifiques dans les services de vulgarisation rurale en utilisant la technique de formation traditionnelle face-à-face, en exploitant les technologies de l'information et de communication (TIC). De plus, le PIAIC investit dans la télédétection et des capacités statistiques agricoles pour l'amélioration des décisions politiques et programmatiques.
- **La réduction de la sensibilité et de la vulnérabilité aux dangers climatiques. Atténuer ou amortir les effets des événements climatiques lorsqu'ils se produisent est essentiel pour maintenir les moyens de subsistance et la prospérité économique.** Beaucoup d'investissements AIC ciblent spécifiquement des moyens d'amortir et d'absorber les chocs pour restaurer la capacité des exploitations et les chaînes de valeur de rebondir à partir d'eux. Par exemple, l'amélioration de la fertilité des sols augmente la productivité (par exemple, que l'on trouve dans le programme national de télédétection), à son tour, l'augmentation des revenus peut conduire à l'augmentation des actifs, ce qui se traduit généralement par une meilleure résilience.
- **L'augmentation de la capacité d'adaptation.** La capacité des agriculteurs et des chaînes de valeur à s'ajuster aux chocs après qu'ils se soient produits est souvent en fonction des ressources disponibles (social, physique et capital) et de l'état d'être. Les investissements PIAIC fournissent une plateforme de réponses plus convaincantes aux perturbations systémiques, climatiques et autres. Ce PIAIC vise à renforcer les liens entre les fournisseurs d'information, d'intrants et de produits aux marchés, des groupes communautaires et d'autres. L'augmentation de la connectivité sociale et l'accès aux

¹⁰⁵ Walker B, Holling CS, Carpenter SR, et A Kinzig. 2004. La résilience, la capacité d'adaptation et transformabilité dans les systèmes socio-écologiques. *Ecologie et société*, 9: 5; Tendall DM, Joerin J, Kopainsky B, Edwards P, Shrek A, Le QB, Krueti PK, Grant M et J Six. 2015 la résilience du système alimentaire: La définition du concept. *Sécurité alimentaire mondiale*, 6: 17-23.

¹⁰⁶ Hansen J, Helin J, Rosenstock T, Fisher E, Cairns J, Stirling C, Lamanna C, van Etten J, Rose A and B Campbell. 2018. La gestion du risque climatique et la réduction de la pauvreté. *Systèmes Agricoles* (en presse).

ressources, à l'information et aux actifs sert de plateforme pour renforcer l'ensemble du système alimentaire et de production. Le PIAIC va permettre cela à travers l'ensemble des investissements en renforçant le fonctionnement des institutions et des marchés ; Toutefois, les investissements dans XXX ciblent spécifiquement une meilleure capacité d'adaptation.

Présentées ci-dessus distinctes, les quatre voies sont en effet censées influencer mutuellement et produire des effets complémentaires.

Les complémentarités se produisent lorsque des actions dirigées vers une voie par inadvertance ont une influence sur une autre d'une manière positive¹⁰⁷. En revanche, des concessions se produisent lorsqu'une voie s'améliore et que l'autre se dégrade. Les complémentarités attendues comprennent (sans s'y limiter): l'augmentation des revenus et des actifs qui renforce la résilience en fournissant des ressources pour protéger contre ou rebondir après les perturbations (par exemple, des problèmes de santé ou chocs climatiques) ; la réduction de la sensibilité et la vulnérabilité à ces perturbations systémiques fournissent la plateforme pour soutenir et développer des revenus et de la richesse.

Les quatre voies seront réalisées par des changements dans la compréhension, les compétences, les attitudes et le comportement des acteurs dans le paysage rural, le gouvernement, le secteur privé et les systèmes alimentaires en général. Cela comprend cinq voies principales: l'adoption de nouvelles technologies par les agriculteurs; l'utilisation des stratégies d'atténuation des risques ; le renforcement des systèmes de fourniture d'information; la construction d'un environnement favorable, y compris les services financiers et politiques; et l'engagement du secteur privé. Par conséquent, le PIAIC crée un programme complet, y compris les principaux acteurs afin de catalyser un changement transformateur dans le pays.

Le système S&E du PIAIC fournit un cadre pour le suivi de la mise en œuvre de CDN du Mali, où le Mali cible les actions d'adaptation

et d'atténuation dans le secteur agricole. La théorie du changement et les cadres de résultats du S&E du PIAIC comprennent des indicateurs d'impact qui sont en mesure de quantifier les avantages d'adaptation et d'atténuation découlant des interventions programmatiques. Le cadre, basé sur des données fondamentales qui caractérisent l'exploitation, les activités domestiques et la chaîne de valeur, permettra de suivre la productivité, la résilience, la capacité d'adaptation et les émissions de gaz à effet de serre. Cette approche permettra d'être étendu à des interventions agricoles en dehors du PIAIC.

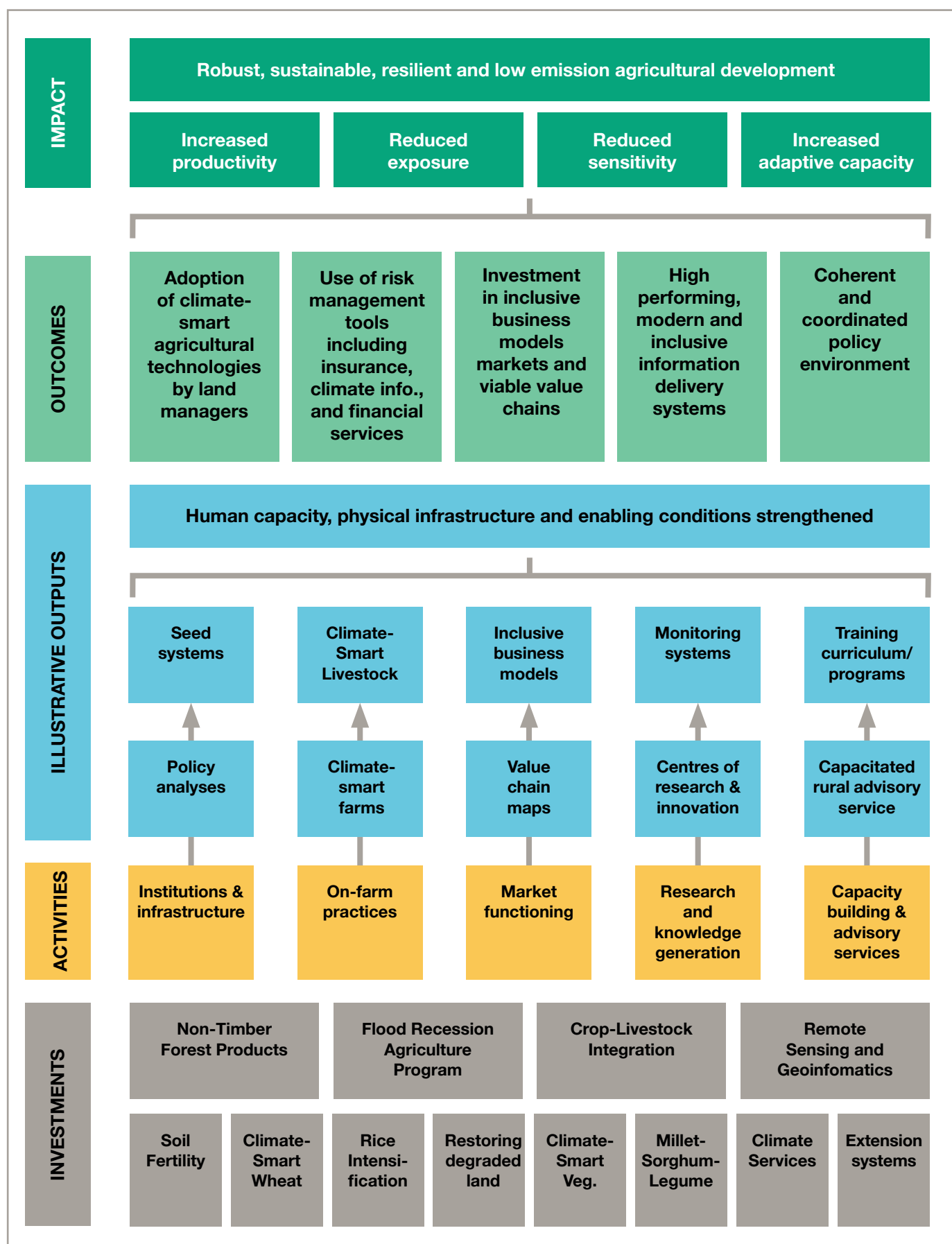
5-2

Cadre de résultats et indicateurs

Le succès de l'investissement sera suivi par rapport aux activités, les produits et les résultats alimenteront les quatre voies à l'impact dérivé de la théorie du changement (voir figure 12). Ce cadre de résultats relie les douze investissements à travers six domaines d'activité transversaux y compris (i) le financement, (ii) les institutions et les infrastructures, (iii) les pratiques dans les exploitations (champs), (iv) le fonctionnement du marché, (v) la recherche et la production des connaissances et le renforcement de capacité et (vi) les services de vulgarisation. Chacun des investissements individuels souligne ou cible des actions dans ces domaines, une moyenne de quatre secteurs d'activité par l'investissement. Les activités financées dans le cadre des investissements produiront d'innombrables types et divers produits tangibles. Les produits des activités seront révisés et finalisés au cours des prochaines étapes du développement de l'investissement. Les types de produits sont déjà évidents dans les notes conceptuelles (annexe F). Individuellement et collectivement, les produits constituent la base de la capacité humaine, l'infrastructure physique et favorisent les conditions de changement dans le paysage rural et le système alimentaire du pays. Dans

¹⁰⁷ Duguma L, Minang PA et M van Noordwijk. 2014. Atténuation et adaptation au changement climatique dans le secteur de l'utilisation des terres: De la complémentarité à la synergie. Gestion de l'environnement, 54: 420-432.

Figure 12: La voie d'impact pour ce PIAIC. Douze investissements (ceux sélectionnés pour les analyses économiques en vert foncé), utilisent cinq domaines d'action conduisant à quatre résultats intermédiaires et d'agriculture climato-intelligente (productifs, résistants et à faible émission).



la période de cet investissement, on peut s'attendre à ce que les résultats produisent des changements de comportement: chez les agriculteurs, par l'adoption des technologies de l'AIC et de l'utilisation des informations sur le climat et l'achat d'assurance; chez les institutions, le développement de nouvelles capacités de prévisions météorologiques et de l'information et des services de vulgarisation axés sur la technologie de communication; chez le secteur privé, la stimulation de nouveaux investissements dans les petites, moyennes et grandes entreprises à travers des modèles d'affaires inclusifs et résilients; et l'appui aux institutions pour des politiques harmonisées; ainsi que d'autres changements potentiels. Ces changements contribuent aux quatre impacts intermédiaires et l'intelligence climato-agricole globale et des systèmes alimentaires au Mali. Une cinquième catégorie d'actions sera également suivie : le processus de mise en œuvre. La mise en œuvre du processus est essentielle pour comprendre les goulots d'étranglement dans la livraison par rapport au cadre de résultats.

Les activités et indicateurs pertinents de suivi seront mis en place au niveau du portefeuille et des investissements individuels. Certains indicateurs seront nécessaires spécifiquement pour pouvoir être agrégés au niveau du portefeuille d'investissement, tels que le nombre de bénéficiaires, les dépenses budgétaires, etc. Le plus souvent, les indicateurs seront sélectionnés pour l'investissement individuel selon des critères préétablis: spécificité (l'indicateur doit être spécifique); mesurabilité; pertinence (il existe une relation claire entre l'indicateur et la composante PIAIC); utilité (l'indicateur collecte des informations qui permettent d'avancer la mise en œuvre du PIAIC); faisabilité (les données peuvent être collectées avec un effort raisonnable et abordable); crédibilité (l'indicateur a été utilisé et testé précédemment par d'autres parties prenantes); et le caractère distinctif (l'indicateur ne mesure pas quelque chose déjà collecté par d'autres indicateurs).

Au niveau du portefeuille, les résultats des investissements transversaux seront suivis

par rapport à un nombre limité d'indicateurs primaires. Ces indicateurs seront (i) les bénéficiaires directs du projet; (ii) la variation en pourcentage de la productivité des produits agricoles sélectionnés appuyés par le projet; (iii) le changement de résilience par l'utilisation de l'approche d'Indice de Mesure et d'Analyse de la Résilience (RIMA-II)¹⁰⁸; (iv) le changement de pourcentage dans l'atténuation par l'utilisation de l'intensité des GES de l'investissement; et (v) l'exécution du plan de travail et du budget. Ces indicateurs captureront les progrès vers les trois piliers de l'intelligence climatique par les quatre voies de l'AIC dans le cadre de résultats avec des indicateurs internationalement reconnus.

La sélection des indicateurs d'investissement individuels aura lieu au cours de la phase d'élaboration de la proposition complète, dépendant du financement des investissements. Les indicateurs permettront de suivre le progrès sur toutes les parties du cadre de résultats ci-dessus (l'impact, les résultats, le produit et les activités), ainsi que le processus de mise en œuvre (tableau 12). Des indicateurs seront sélectionnés en fonction des experts et consultation des parties prenantes selon la feuille de route détaillée ci-dessous. Cela donne des possibilités d'exploiter les capacités potentielles et les efforts existants. La création de synergies avec les systèmes existants positionnerait ce PIAIC à améliorer la viabilité à long terme des efforts de S&E au Mali et contribuer aux besoins de données interministérielles, tels que les rapports sur les progrès accomplis vers la CDN. En cas de besoin, des indicateurs supplémentaires seront détaillés, consulter les listes existantes d'abord comme l'Outil d'Indicateur¹⁰⁹ de programmation de CCAFS pour comprendre ce que les autres programmes ont mis en œuvre avec succès, puis créer des indicateurs uniques lorsque cela est nécessaire.

Les indicateurs de productivité et d'atténuation des changements climatiques, deux des trois piliers de l'AIC sont bien établis. Les rendements, la rentabilité, et la superficie sous des types de gestion spécifiques, les émissions de GES, etc. sont tous couramment utilisés pour décrire l'état et l'évolution de ces résultats.

108 FAO. 2016. L'Indice de mesure et d'analyse de la résilience -II (RIMA-II). Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture des Nations Unies : Rome. 80 pp.

109 <https://ccafs.cgiar.org/csa-programming-and-indicator-tool#.XBa2EBNKjUL>

Dans de nombreux cas, le Mali recueille déjà ces informations. Ainsi, le S&E du PIAIC renforce et sera en mesure de tirer parti des efforts lorsque cela est possible.

Sur les trois piliers de l'AIC, la résilience est particulièrement difficile à suivre. Le suivi - évaluation en vertu du présent PIAIC propose d'utiliser le RIMA-II. La méthodologie RIMA-II regroupe 18 variables dans quatre catégories qui reflètent les différentes facettes de la résilience et qui est une approche systématique pour caractériser la résistance à l'insécurité alimentaire. Il recueille de l'information sur cinq piliers : l'accès aux services de base, les actifs, les filets de sécurité sociale, la sensibilité et la capacité d'adaptation. Ces facteurs cadrent bien avec trois des quatre voies d'impact avec le PIAIC et sont conformes aux meilleures pratiques pour la mesure de la résilience¹¹⁰. Les données recueillies avec RIMA-II alignent également avec de nombreux autres indicateurs couramment associés à la résilience, tels que l'indice de stratégie d'adaptation et le niveau de la consommation alimentaire. L'approche RIMA-II a l'avantage supplémentaire qu'il a été adopté par l'Union Africaine pour les rapports dans le cadre du tableau de bord de l'UA. Avec l'utilisation de RIMA-II, ce PIAIC présentera et contribuera aux besoins de rapports plus généraux du Mali. En outre, RIMA-II a un avantage supplémentaire : il peut s'intégrer dans d'autres investissements en Afrique, et donc la résistance serait mesurée d'une manière cohérente et comparable. Cependant, RIMA-II se concentre uniquement sur les ménages. Il ne mesure pas tout ce qui concerne la résilience écologique ou institutionnelle. D'autres indicateurs tels que le carbone du sol (Mg/ha), le couvert forestier (%) et les perceptions de la capacité institutionnelle peuvent être utilisés pour compléter le RIMA-II pour la quantification de la résilience.

¹¹⁰ FSIN. 2014. Résilience Principes de mesure. Programme alimentaire Mondial : Rome. 35 pp.

Tableau 12: Cadre logique modifié pour le suivi du PIAIC avec des indicateurs choisis pour les objectifs AIC et les investissements pertinents

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
INDICATEURS D'INVESTISSEMENT CROISÉ (DU PROGRAMME)				
Les bénéficiaires	c1.1 Nombre de bénéficiaires (ventilés par sexe et composante du projet)	Nombre de femmes et nombre d'hommes bénéficiaires	Triple-gain	Tous les investissements
Augmentation de la productivité	c2.1 Productivité des produits agricoles soutenus par le projet; chevauchement avec i1.3	kg/ha	Productivité	Tous les investissements
Amélioration de la résilience	c3.1 Résilience des exploitations agricoles à l'insécurité alimentaire (RIMA-II)	indice de capacité de résilience	Résilience	Tous les investissements
Contribution à l'atténuation des changements climatiques	c4.1 Intensité de production de gaz à effet de serre (par investissement)	kg d'émission par unité de produit	Atténuation	Tous les investissements
INDICATEURS D'IMPACT (EXEMPLES)				
Augmentation des revenus	i1.1 Augmentation du revenu agricole moyen (ventilé par sexe)	franc ouest-africain (CFA) /an	Productivité	Extension; services pédologiques; filières forestières non ligneuses; plaine inondable; intégration culture-élevage; système mil-sorgho avec légumineuses; des légumes; restauration; SRI; blé
	i1.2 Augmentation de la productivité (par produit de la chaîne de valeur)	kg/ha	Productivité	Vulgarisation; services climatologiques; plaine inondable; intégration culture-élevage; système mil-sorgho avec légumineuses; des légumes; restauration; SRI; blé
	i1.3 Réduction des pertes après récolte (par produit de base de la chaîne de valeur)	Kg	Productivité	Légumes
Réduction de l'exposition aux risques climatiques	i2.1 Amélioration de l'efficacité des services agrométéorologiques et des systèmes de vulgarisation pour réduire l'exposition aux risques climatiques (perceptions)	échelle qualitative	Résilience, productivité	Vulgarisation, services climatologiques
	i2.2 Amélioration de la télédétection et de la capacité statistique du gouvernement en matière de décisions relatives aux programmes et aux politiques	échelle qualitative	Résilience, productivité	Télédétection
Réduction de la sensibilité et de la vulnérabilité aux risques climatiques	i3.1 Amélioration de l'indice de stratégie d'adaptation*	note pondérée	Résilience, productivité	Tous les investissements
Augmentation de la capacité d'adaptation	i4.1 Amélioration de l'indice de capacité d'adaptation	note composite	Résilience, productivité	Tous les investissements

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
INDICATEURS DE RÉSULTAT (EXEMPLES PAR DOMAINE D'ACTION)				
Amélioration des institutions et des infrastructures	o1.1 Arrangements institutionnels cohérents et coordonnés associant les fournisseurs d'informations sur le climat, la recherche et la vulgarisation agricoles, les décideurs nationaux et les représentants des agriculteurs	échelle qualitative	Triple-gain	Tous les investissements
	o1.2 Augmentation du nombre de politiques et de plans intégrant des informations et des prévisions climatiques (par type de politique)	nombre de politiques	Triple-gagnant	Système agrométéorologique national pour l'AIC
	o1.3 Renforcement des capacités des organisations de producteurs pour assurer l'accès des agriculteurs aux ressources et aux marchés (par chaîne de valeur)	échelle qualitative	Triple-gain	Intégration culture-élevage; systèmes mil-sorgho-légumineuses; des légumes; SRI; blé
	o1.4 Amélioration des infrastructures pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue	échelle qualitative	Triple-gain	Plaines inondables
	o1.5 Amélioration de l'infrastructure physique pour les processus post-récolte (y compris la transformation)	échelle qualitative	Triple-gain	Filières forestières non ligneuses; légumes; blé
Adoption accrue des technologies AIC à la ferme	o2.1 Augmentation du nombre de producteurs, de gestionnaires de terres et d'agroentreprises adoptant les technologies AIC (par produit de la chaîne de valeur et par sexe)	% du total des producteurs, gestionnaires de terres, agro-industries	Triple-gain	Intégration culture-élevage; systèmes mil-sorgho-légumineuses; des légumes; SRI; blé
	o2.2 Augmentation de la superficie sous les pratiques et les technologies de l'AIC	% du total des terres agricoles	Triple-gain	Intégration culture-élevage; systèmes mil-sorgho-légumineuses; des légumes; SRI; blé
	o2.3 Augmentation du nombre de producteurs et de gestionnaires de terres utilisant des stratégies de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) (par sexe)	% du total des producteurs et des gestionnaires de terres	Triple-gain	Services pédologiques
	o2.4 Augmentation du nombre de producteurs et de gestionnaires de terres appliquant des pratiques de restauration des terres dans leurs fermes (par sexe)	% du total des producteurs et des gestionnaires de terres	Triple-gain	Restauration
	o2.4 Augmentation du nombre de producteurs et de gestionnaires de terres utilisant des systèmes d'intensification du riz (par sexe)	% du total des producteurs de riz et des gestionnaires de terres	Triple-gain	SRI

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Adoption accrue des technologies AIC à la ferme	o2.5 Augmentation du territoire couvert de forêts	nombre d'hectares couverts de forêts; % de la superficie totale dans le pays	Atténuation	Filières forestières non ligneuses; intégration culture-élevage; systèmes mil-sorgho-légumineuses; des légumes; SRI; blé
Investissements dans des modèles économiques, des marchés et des chaînes de valeur viables inclusifs	o3.1 Augmentation des investissements dans des modèles commerciaux, des marchés et des chaînes de valeur inclusifs (par chaîne de valeur)	nombre d'investissements, valeur de l'investissement (CFA)	Triple-gain	Filières forestières non ligneuses; intégration culture-élevage; systèmes mil-sorgho-légumineuses; des légumes; SRI; blé
Mécanismes et outils de recherche et de connaissance efficaces	o4.1 Amélioration de la capacité nationale de maintenance et d'utilisation des systèmes d'informations climatologiques disponibles	échelle qualitative	Résilience, productivité	Services climatologiques
	o4.2 Systèmes de R & D améliorés pour le développement de chaînes de valeur climatiquement intelligentes	échelle qualitative	Résilience, productivité	Filières forestières non ligneuses; intégration mil-sorgho-légumineuses; des légumes
	o4.3 Systèmes de R & D améliorés pour une infrastructure de récession optimisée	échelle qualitative	Résilience, productivité	Plaines inondables
Renforcement efficace des capacités et services de conseil	o5.1 Amélioration de la qualité et de la quantité des recommandations fondées sur l'AIC fournies aux producteurs par les conseillers agricoles	nombre de recommandations; échelle qualitative	Résilience, productivité	Vulgarisation, services de sol
	o5.2 Amélioration de la capacité des conseillers consultatifs à fournir aux agriculteurs des informations pertinentes et en temps voulu (par type d'information)	échelle qualitative	Résilience, productivité	Vulgarisation, services climatologiques, services pédologiques, intégration culture-élevage, systèmes de mil-sorgho légumineuses, légumes
	o5.3 Amélioration de la capacité des producteurs, des gestionnaires de terres et des agro-industries à utiliser les informations fournies (en ce qui concerne le climat, les sols, etc.)	échelle qualitative	Résilience, productivité	
	o5.4 Satisfaction des bénéficiaires à l'égard des services d'information fournis (ventilée par sexe et type de service; référence à la rapidité, l'utilité, la pertinence et la fréquence des services)	échelle de Likert (très insatisfait, insatisfait, neutre, satisfait, très satisfait)	Résilience, productivité	Vulgarisation, services climatologiques, services pédologiques
	o5.5 Amélioration de la capacité nationale (vulgarisation, recherche, producteurs) à restaurer les terres dégradées (par type d'acteur)	échelle qualitative	Triple-gain	Restauration

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Renforcement efficace des capacités et services de conseil	o5.6 Amélioration de la capacité nationale (extension, recherche, producteurs) à mettre le SRI (par type d'acteur)	échelle qualitative	Triple-gain	Restauration
INDICATEURS DE PRODUITS/RÉSULTATS (EXEMPLES)				
Systèmes de semences	r1.1 Nombre de nouvelles variétés/races sur le marché (par produit de la chaîne de valeur)	#	Résilience, productivité	Mil-sorgho, production de légumes, blé
	r1.2 Nombre d'utilisateurs de nouvelles variétés/races (par produit de la chaîne de valeur)	#	Résilience, productivité	
Elevage intelligent face au climat	r2.1 Nombre de producteurs, de gestionnaires de terres et/ou d'agro-industries utilisant des systèmes intégrés cultures-élevage (par acteur et par sexe)	#	Résilience, productivité	Intégration culture-élevage
	r2.2 Proportion de producteurs, de gestionnaires de terres et/ou d'entreprises agro-alimentaires bénéficiant d'une formation sur les pratiques et les outils climato-intelligents pour les systèmes intégrés culture-élevage (par acteur et par sexe)	%	Résilience, productivité	
Modèles économiques inclusifs	r3.1 Nombre de cartes de la chaîne de valeur élaborées (par produit de la chaîne de valeur)	#	Résilience, productivité	Chaînes de valeur forestières non ligneuses, intégration culture-élevage, mil-sorgho, production légumière, blé
	o3.2 Proportion de femmes et de jeunes engagés dans des chaînes de valeur climato-intelligentes (par produit de base et stade de la chaîne de valeur)	% femmes; % jeunes (total des femmes et des jeunes engagés dans l'agriculture)	Résilience, productivité	
	r3.2 Structure de propriété de l'entreprise (par sexe)	qualitative	Résilience, productivité	
Systèmes de suivi	r4.1 Couverture du réseau national d'observation du climat	% du territoire national	Résilience, productivité	Télédétection, système national d'information agroclimatique, services pédologiques
	r4.2 Nombre de stations météorologiques installées et entretenues	#	Résilience, productivité	
	r4.3 Système permettant d'intégrer les données météorologiques historiques aux nouvelles données météorologiques ainsi qu'aux données agricoles et phénologiques	# de systems	Résilience, productivité	
	r4.4 Nombre de services disponibles pour communiquer des informations aux agriculteurs (par type de service, par exemple SMS ou appel vocal via mobile, diffusion radio, portail Web-SIG, bulletins d'information, etc.)	#	Résilience, productivité	

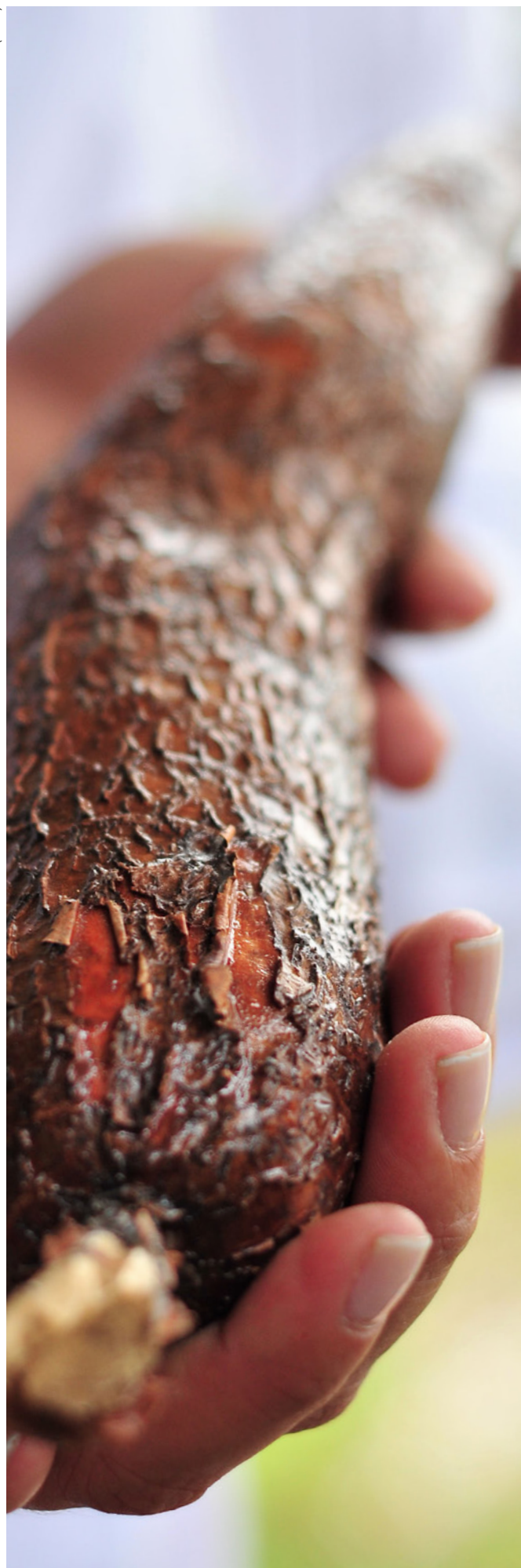
COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Systèmes de suivi	r4.5 Nombre de producteurs utilisant des services d'information (ventilés par sexe et type de service, tels que mobiles par rapport aux non mobiles)	#	Résilience, productivité	Télédétection, système national d'information agroclimatique, services pédologiques
	r4.6 Fréquence de l'accès aux services d'information par les producteurs (ventilée par sexe et type de service, tels que mobiles par rapport aux non mobiles)	fois/mois ou fois/saison	Résilience, productivité	
Programmes de formation/ curriculum	r5.1 Rapport du conseiller aux producteurs	rapport	Résilience, productivité	Vulgarisation
	r5.2 Nombre de formations et nombre de conseillers agricoles ayant suivi une formation AIC de pointe	#, type	Résilience, productivité	
	r5.3 Nombre et type de systèmes disponibles pour la diffusion d'informations AIC aux producteurs (écoles pratiques, TIC, bureaux satellites de conseil supplémentaires, etc.)	#, type	Résilience, productivité	
	r5.4 Fréquence d'accès des producteurs aux informations AIC (ventilée par sexe)	fois/mois ou fois/saison	Résilience, productivité	
INDICATEURS DE PRODUITS/RÉSULTATS (EXEMPLES PAR INVESTISSEMENT)				
Télédétection	ir1.1 Système d'information géospatiale fonctionnel (SIG) destiné à appuyer une gestion de l'environnement et de l'agriculture intelligente face au climat	nombre de systèmes fonctionnels en place	Triple-gain	Télédétection nationale et géomatique appliquée
	ir1.2 Proportion de producteurs, de gestionnaires de terres et d'agro-industries bénéficiant d'une formation à la compréhension et à l'exploitation de l'information	% de tous les producteurs / gestionnaires de terres / agro-industries	Triple-gain	
	ir1.3 Proportion d'utilisateurs actifs d'informations géomatiques (par type de système d'information et par type d'utilisateur: gestionnaires de terres, producteurs agricoles, conseillers agricoles et décideurs)	#	Triple-gain	
Vulgarisation	ir2.1 Rapport des conseillers agricoles (agents de vulgarisation) aux producteurs	rapport	Résilience, productivité	Vulgarisation
	ir2.2 Nombre de formations et nombre de conseillers agricoles (agents de vulgarisation) ayant suivi des formations sur les aspects de pointe de l'AIC	#, type	Résilience, productivité	
	ir2.3 Fréquence d'accès des producteurs aux informations AIC (ventilée par sexe)	fois/mois ou fois/saison	Résilience, productivité	

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Vulgarisation	ir2.4 Nombre et type de systèmes disponibles pour la diffusion d'informations AIC aux producteurs (écoles pratiques, TIC, bureaux satellites de conseil supplémentaires, etc.)	#, type	Résilience, productivité	Vulgarisation
Système national d'information agroclimatique	ir3.1 Couverture du réseau national d'observation du climat	% du territoire national	Résilience, productivité	Services climatologiques
	ir3.2 Nombre de stations météorologiques installées et entretenues	#	Résilience, productivité	
	ir3.3 Proportion de producteurs utilisant des services de conseil climat (ventilés par sexe et type de service: par exemple, services mobiles (SMS, appels), radiodiffusion, portail Web-SIG, bulletins d'information, etc.)	% de producteurs agricoles	Résilience, productivité	
	ir3.4 Fréquence d'accès des producteurs aux services de conseil climat (ventilée par sexe et type de service: mobile et non mobile)	Fois/mois ou fois/saison	Résilience, productivité	
Services pédologiques	ir4.1 Services d'information sur les sols fonctionnels (SIS) développés pour une analyse rapide et peu coûteuse des propriétés du sol et des éléments nutritifs des plantes et pour la recommandation de pratiques de gestion basées sur la localisation	#	Résilience, productivité	Services pédologiques
	ir4.2 Proportion de producteurs utilisant le SIS pour la mise en œuvre de pratiques de gestion de ferme basées sur la localisation (par type de SIS: mobile, non mobile)	% de tous les producteurs agricoles	Résilience, productivité	
Chaînes de valeur forestières non ligneuses	ir5.1 Nombre et superficie de parcs agroforestiers polyvalents établis	#, Ha	Triple-gain	Chaînes de valeur forestières non ligneuses
	ir5.2 Nombre et type d'espèces d'arbres disponibles et accessibles aux producteurs et aux gestionnaires de terres pour la création de parcs	#, type	Triple-gain	
	ir5.3 Nombre et type d'acteurs (particuliers, entreprises privées, etc.) engagés dans des chaînes de valeur forestières non ligneuses (par produit de la chaîne de valeur)	#, type d'acteur	Triple-gain	

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Chaînes de valeur forestières non ligneuses	ir5.4 Nombre de femmes productrices et transformatrices engagées dans des chaînes de valeur forestières non ligneuses (par produit de la chaîne de valeur)	#	Triple-gain	Chaînes de valeur forestières non ligneuses
Plaines inondables	ir6.1 Nombre et type de projets d'infrastructures développés pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue	#, type	Résilience, productivité	Plaines inondables
	ir6.2 Proportion de producteurs e /ou d'entreprises agro-alimentaires bénéficiant d'infrastructures améliorées pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue (par type d'acteur et type d'infrastructure)	%	Résilience, productivité	
	ir6.3 Nombre et type d'acteurs (secteurs civil et privé) engagés dans l'amélioration des infrastructures pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue (projet d'infrastructure)	#, type d'acteur	Résilience, productivité	
Intégration agriculture-élevage	ir7.1 Nombre de producteurs, de gestionnaires de terres et/ ou d'entreprises agricoles utilisant des systèmes intégrés agriculture-élevage (par acteur et par sexe)	#	Triple-gain	Intégration culture-élevage
	ir7.2 Proportion de producteurs, de gestionnaires de terres et/ou d'entreprises agricoles recevant une formation sur les pratiques et les outils climato-intelligents pour les systèmes intégrés culture-élevage (par acteur et par sexe)	%	Triple-gain	
Intégration mil-sorgho-légumineuse	ir8.1 Nombre de producteurs, de gestionnaires de terres et/ ou d'entreprises agricoles utilisant des systèmes intégrés mil-sorgho-légumineuses (par acteur et par sexe)	#	Résilience, productivité	Intégration mil-sorgho-légumineuse
	ir8.2 Proportion de producteurs, de gestionnaires de terres et/ ou d'entreprises agricoles bénéficiant d'une assistance technique liée aux systèmes intégrés mil-sorgho-légumineuses (production, stockage, transformation) (par acteur)	%	Résilience, productivité	

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Production de légumes	ir9.1 Proportion de femmes et de jeunes bénéficiant d'une assistance technique pour la production, le stockage et/ou la transformation de légumes	% femmes; % de jeunes (total des femmes et des jeunes engagés dans la production de légumes)	Résilience, productivité	Légume
	ir9.2 Nombre d'installations post-production (transformation) de légumes disponibles et fonctionnelles	#	Resilience, productivity	
	ir9.3 Nombre d'organisations de producteurs de légumes créées ou renforcées et nombre de membres de chaque organisation de producteurs	nombre d'organisations de producteurs; nombre de membres/ organisation	Résilience, productivité	
Restauration	ir10.1 Nombre et proportion d'agents de vulgarisation bénéficiant d'une formation sur les pratiques/méthodes de restauration des terres	#, % du total des agents de vulgarization	Triple-gain	Restauration
	ir10.2 Proportion de producteurs/gestionnaires de terres bénéficiant d'une formation sur les pratiques/ méthodes de restauration des terres	%	Triple-gain	
	ir10.3 Valeur des investissements dans la restauration des sols	CFA	Triple-gain	
	ir10.4 Surface et proportion de terres dégradées restaurées	nombre d'hectares, % de terres restaurées par rapport au total des terres agricoles dégradées	Triple-gain	
Système d'intensification du riz (SRI)	ir11.1 Proportion d'agents de vulgarisation bénéficiant d'une formation en SRI	%	Triple-gain	SRI
	ir11.2 Proportion de producteurs/gestionnaires de terres bénéficiant d'une assistance technique en SRI	%	Triple-gain	
	ir11.3 Nombre d'organisations de producteurs SRI créées ou renforcées et nombre de membres de chaque organisation de producteurs	nombre d'organisations de producteurs; nombre de membres/ organisation	Triple-gain	

COMPOSANTE DU CADRE DE RÉSULTATS	INDICATEUR	MESURE	OBJECTIF AIC	INVESTISSEMENTS PERTINENTS
Blé	ir12.1 Proportion de producteurs/gestionnaires de terres recevant une formation sur les pratiques et les outils climato-intelligents pour la production et la transformation du blé	%	Résilience, productivité	Blé
	ir12.2 Nombre d'organisations de producteurs de blé créées ou renforcées et nombre de membres de chaque organisation de producteurs	nombre d'organisations de producteurs; nombre de membres/ organization	Résilience, productivité	
INDICATEURS DE PROCESSUS DE S&E				
Structure organisationnelle	p1.1 Nombre d'investissements et de projets approuvés pour la mise en œuvre	#	-	Tous les investissements
	p1.2 Nombre d'unités/divisions ayant des responsabilités de S&E en place	#	-	All investments
	p1.3 Nombre de cadres de S&E développés (pour chaque domaine d'investissement et projet)	#	-	All investments
Capacité humaine et technique	p2.1 Nombre d'employés effectuant des travaux liés au S&E du PIAIC	#	-	All investments
	p2.2 Niveau de capacité humaine à mener à bien les activités de S&E (concevoir un plan de travail, effectuer un suivi régulier, compiler et gérer des bases de données, diffuser des informations)	échelle qualitative	-	All investments
	p2.3 Niveau de capacité technique pour mener à bien les activités de S&E (conception du plan de travail, suivi courant, constitution et gestion des bases de données, diffusion des informations)	échelle qualitative	-	All investments
Taux d'exécution du budget	p3.1 Budget total alloué au S&E du PIAIC	CFA	-	All investments
	p3.1 Pourcentage du budget de suivi et d'évaluation consacré aux activités de suivi et d'évaluation	% du budget total de S&E	-	All investments



Les informations de S&E seront pertinentes pour les agences gouvernementales, les institutions financières, les agences et collectivités locales et les autres décideurs. La diversité des types d'informations et des parties prenantes utilisant les informations dicteront la création d'un système de gestion de l'information (IMS) spécifique au PIAIC. Sur le serveur principal, le système contiendra un stockage sécurisé pour les protocoles de collecte de données et de données, ainsi que d'autres documents. Sur le front-end, accessible via Internet, un tableau de bord permettra un accès facile aux données et aux informations pour la prise de décision. Le système IMS sera mis en œuvre de manière flexible via des principes de conception centrée sur l'être humain¹¹¹, les utilisateurs de l'information étant au centre du processus de développement. De cette manière, l'IMS peut rendre compte de la diversité des besoins en information et de la diversité des acteurs, du local au global.

Le système de suivi et d'évaluation du PIAIC sera conforme aux systèmes de suivi et d'évaluation utilisés dans le Cadre stratégique pour la croissance et la réduction de la pauvreté et le Plan national d'investissement agricole (PNISA). Les domaines de résultats proposés du PIAIC s'alignent sur les zones affectées décrites dans les deux politiques. Les résultats dans le PIAIC sont ciblés sur des problèmes spécifiques qui correspondent aux résultats agricoles plus vastes des programmes existants. Le CSCR, le PNISA et les domaines de résultats sont pris en charge par au moins un des cinq domaines de résultats du PIAIC. Il n'est pas possible de mapper les résultats / produits entre les deux politiques et le PIAIC car les composantes du PIAIC ne sont que des concepts pour le moment. Toutefois, sur la base des activités et des composantes déjà décrites, il est raisonnable d'envisager le fait que la plupart des résultats du PIAIC, sinon tous, contribueront aux produits ciblés par ces autres politiques.

¹¹¹ IDEO. 2015. Le guide de terrain pour la conception centrée sur l'homme. IDEO: Canada.

Tableau 13: Cohérence entre les résultats du cadre stratégique pour la croissance et la réduction de la pauvreté, du plan national d'investissement agricole et du plan d'investissement dans l'agriculture intelligente face au climat

CADRE STRATÉGIQUE POUR LA CROISSANCE ET LA RÉDUCTION DE LA PAUVRETÉ 2012-2017 (SFGPR; FRANÇAIS: CSCRP)		PLAN NATIONAL D'INVESTISSEMENT DANS L'AGRICULTURE 2015-2025 (NAIP; FRANÇAIS: PNISA)		PLAN D'INVESTISSEMENT DANS L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT (PIAIC)
RÉSULTAT	SORTIES (RÉSULTATS)	RÉSULTAT (OBJECTIFS)	SORTIES (RÉSULTATS)	RÉSULTAT
Axe 1: croissance économique accélérée avec des bases diversifiées	O1.1 la production agricole développée et diversifiée	o3. Amélioration de la productivité et de la compétitivité des secteurs agro-sylvo-pastoraux	3.1-3.3 Chaînes de valeur des cultures, de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture développées et renforcées (meilleur accès aux intrants, évaluation économique, soutien consultatif, diversification de la production et des revenus)	o2. Adoption accrue de technologies agricoles intelligentes face au climat (AIC) à la ferme o3. Investissements dans des modèles économiques, des marchés et des chaînes de valeur viables inclusifs o4. Mécanismes et outils de recherche et de connaissance efficaces
			3.5.1-3.5.3 Normes de certification et d'étiquetage développées	
			3.6.1 Mesures d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques élaborées et adoptées	
			3.7.1-3.7.3 Mise en place d'un cadre institutionnel pour la gestion des agropoles et mise en place de grappes agroalimentaires	
	o1.3 Amélioration de la couverture et de l'accès au crédit (microfinance) et options de financement diversifié	o2. Augmentation des investissements agricoles, notamment dans les régimes fonciers, la gestion des ressources naturelles et les systèmes d'irrigation et de gestion de l'eau	2.2.1 Fonds opérationnels nationaux, régionaux et locaux pour le soutien à l'agriculture	
			2.2.2 Amélioration des mécanismes d'accès au crédit (produits de crédit, garanties, bonus, etc.)	
			2.1.2 Amélioration du cadastre rural (planification, enregistrement)	
			2.3.1 Sols restaurés et sources d'eau conservées	
			2.3.2 Forêts et réserves fauniques préservées et aménagées	
			2.4.1-2.4.10 Infrastructures agricoles créées et gérées (par exemple, systèmes d'irrigation, assainissement, transformation, commercialisation, etc.)	
			2.5.1 Meilleur accès au matériel agricole mécanisé	
	o1.4 Accès universel à des technologies de l'information et de la communication de qualité	o1. Renforcement des capacités des acteurs du développement agricole	1.6.1 Mécanismes fonctionnels et outils d'information, de communication et de documentation (SIFA, SIFOR)	

CADRE STRATÉGIQUE POUR LA CROISSANCE ET LA RÉDUCTION DE LA PAUVRETÉ 2012-2017 (SFGPR; FRANÇAIS: CSCRP)		PLAN NATIONAL D'INVESTISSEMENT DANS L'AGRICULTURE 2015-2025 (NAIP; FRANÇAIS: PNISA)		PLAN D'INVESTISSEMENT DANS L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT (PIAIC)
RÉSULTAT	SORTIES (RÉSULTATS)	RÉSULTAT (OBJECTIFS)	SORTIES (RÉSULTATS)	RÉSULTAT
Axe 2: Accès à des services sociaux de qualité (accès équitable et bases renforcées à long terme)	o2.3 Meilleur accès à la formation technique et professionnelle	o4. Formation et recherche consolidées à l'appui des systèmes de production agricole	4.1.1-4.1.5 Amélioration de la recherche et de la technologie agricoles	o4. Mécanismes et outils de recherche et de connaissance efficaces
			4.2.1-4.2.3 Amélioration de la formation professionnelle et continue et de l'emploi agricole	
	o2.4 Un état nutritionnel satisfaisant pour chaque malien	o5. Amélioration de la protection sociale pour répondre au problème de l'insécurité alimentaire et nutritionnelle	5.1.1 Élaboration d'une politique de sécurité alimentaire et nutritionnelle	o5. Renforcement efficace des capacités et services de conseil
			5.2.1 Comités opérationnels de sécurité sanitaire des aliments et système d'alerte précoce	
			5.2.2 Des stocks alimentaires diversifiés sont établis	
			5.3.1 Amélioration des pratiques de gestion de l'insécurité alimentaire	
			5.3.2 Programmes d'éducation nutritionnelle mis en œuvre	
Axe 3: Renforcement des institutions et de la gouvernance	o3.4 Coordination, formulation et mise en œuvre de politiques et de programmes de développement sectoriels et amélioration des systèmes de suivi et d'évaluation	o1. Renforcement des capacités des acteurs dans les activités de développement agricole, en mettant l'accent sur le suivi et l'évaluation	1.1-1.4 Renforcement des capacités humaines et financières des structures agricoles publiques, des professionnels, de la société civile et des communautés pour mener des activités liées à l'agriculture	o1. Amélioration des institutions et des infrastructures o5. Renforcement efficace des capacités et services de conseil
			1.5.1-1.5.4 Système de suivi et d'évaluation sectoriel opérationnel (SEGOR)	
	o3.6 Amélioration de la mobilisation, de la répartition sectorielle et de la gestion des ressources publiques		2.2.1 - 2.2.3 Mécanismes de financement sectoriels mis en place	

5-3

Une feuille de route

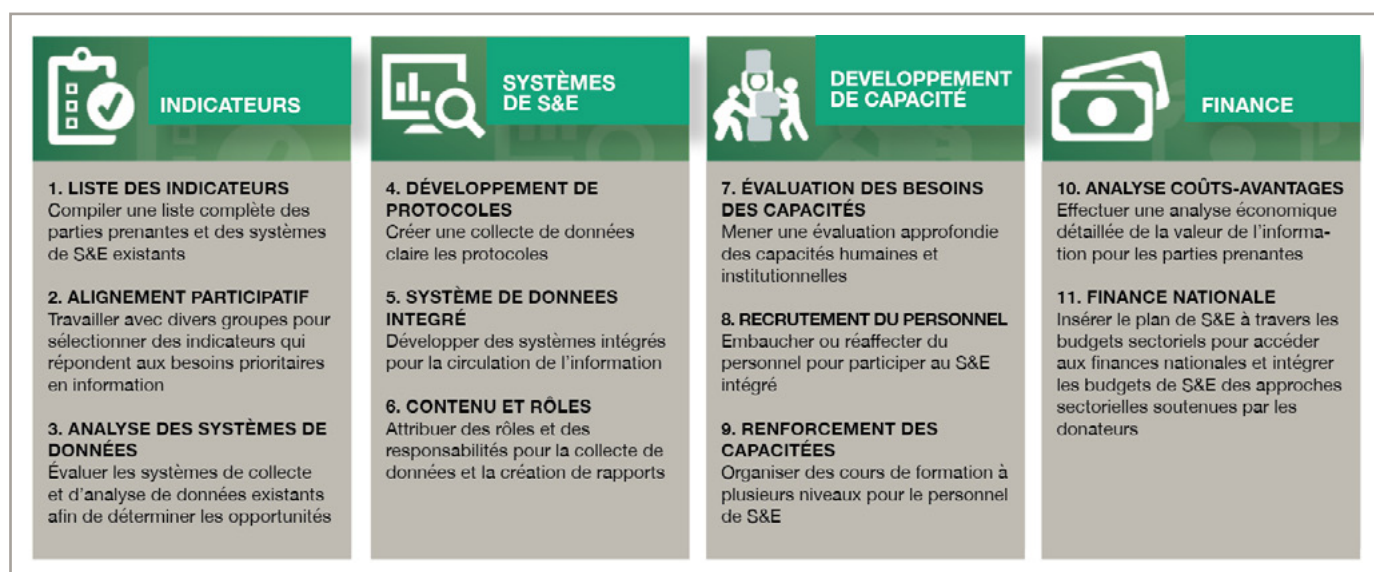
Des informations supplémentaires sont nécessaires pour définir les composantes du système de S & E, définir les rôles et responsabilités des institutions participantes (par exemple, prendre des dispositions institutionnelles), créer les outils de mise en œuvre, établir des protocoles de gestion des données et affiner la logistique. Une analyse multinationale récente recommande 11 activités pour élaborer le S & E (figure 13)¹¹². Ces actions aident à définir l'espace pour le système de S & E et à assurer la durabilité à long terme. Ici, les activités suggérées forment une feuille de route pour créer et mettre en œuvre le système de suivi et d'évaluation du PIAIC.

La liste des indicateurs du tableau 13 montre une première évaluation des opportunités potentielles pour le Mali sur la base des niveaux actuels d'élaboration dans les notes conceptuelles. Les prochaines étapes exigent que la liste des indicateurs soit affinée et alignée en fonction des besoins des utilisateurs de l'information. Cela doit se faire de manière

participative en utilisant à la fois des entretiens individuels avec des informateurs clés et des ateliers avec le gouvernement, les donateurs et les partenaires de mise en œuvre telles que les autorités locales et les personnes censées collecter, compiler et analyser les informations. Dans le cadre de l'évaluation, une analyse détaillée des systèmes de données existants décrivant les dispositions de mise en œuvre et les flux d'informations (flux de travail et autorisations, etc.) sera présentée.

Les résultats de l'évaluation - décrivant les besoins des utilisateurs, les indicateurs et les systèmes existants - contribuent à l'élaboration des systèmes de suivi et d'évaluation du PIAIC, qui seront formalisés dans un manuel de suivi et d'évaluation. Le manuel décrira le qui, quoi, comment et quand de la collecte, de l'analyse et de la communication des données. De manière générale, les activités de S & E devraient être menées par le personnel travaillant sur/avec la mise en œuvre du PIAIC et ses agents d'exécution, y compris les agents de vulgarisation, les agences gouvernementales locales, le personnel et autres, supervisés par un coordinateur du S & E. Des évaluateurs externes seront engagés pour effectuer des audits et

Figure 13: Onze étapes pour créer un système de suivi et d'évaluation cohérent de l'AIC, fondées sur les résultats d'une évaluation des besoins, des systèmes et des opportunités centrée sur le pays



¹¹² TS Rosenstock, Wilkes A, Nowak A et al. 2018. Mesure, compte rendu et vérification de l'agriculture intelligente face au climat: changement de perspective, changement de possibilités? Résultats d'une évaluation des besoins, des systèmes et des opportunités conduite par le pays. CCAFS InfoNote.

mener des évaluations spécifiques telles que des évaluations d'impact. Le PIAIC utilisera un ensemble d'approches de S & E (essais à la ferme, enquêtes, évaluations qualitatives) qui combinent des mesures répétées des progrès et des évaluations d'impact spécifiques en utilisant des approches expérimentales et quasi expérimentales sur des questions clés. La surveillance pour les deux types reposera sur les lignes de base initiales définies par les enquêtes auprès des ménages, l'échantillonnage sur le terrain et l'observation de la Terre avec télédétection, en fonction de l'indicateur et des besoins de l'utilisateur. Cette base de référence, qui sera différenciée en fonction du groupe de parties prenantes, caractérisera l'état initial des ménages, des exploitations agricoles, des paysages et des acteurs de la chaîne de valeur et fournira une compréhension des perceptions locales des systèmes, services et outils actuels pour améliorer la productivité et la résilience. Le processus de réalisation des activités de S & E devra être formalisé dans des modèles de collecte de données, puis codifié dans le système de base de données en ligne de S & E; ces deux éléments devront être conçus, testés itérativement sur le terrain, validés par les partenaires d'investissement et révisés, si nécessaire. L'évaluation des capacités identifiera également les lacunes, y compris les domaines dans lesquels il sera nécessaire de recruter du personnel de S & E spécifique au PIAIC et dans lesquels il sera possible de simplement renforcer les capacités du personnel existant.

Le manuel décrit la structure du système de S&E; des actions spécifiques sont nécessaires pour passer à la pratique. Tout d'abord, une évaluation initiale des capacités sera réalisée avec le personnel du PIAIC (y compris les agents de vulgarisation, les agences gouvernementales locales, etc.) afin de comprendre les capacités existantes pour suivre et rendre compte des résultats, produits et indicateurs alignés prévus. Cela aidera à garantir une approche de rapport axée sur les résultats tout au long de la période de mise en œuvre du PIAIC. L'évaluation des capacités examinera: (i) les structures organisationnelles (unités de S & E spécialisées existantes ou potentielles, plans de travail de S & E et directives formulées pour chaque investissement, etc.); ii) capacités techniques et humaines (personnel à plein

temps disponible pour assumer les fonctions de S & E, responsabilités claires en matière de S & E et division du travail, connaissances et compétences en matière de S & E, etc.); iii) les ressources financières disponibles pour les activités préparatoires, la collecte et la gestion de données, le contrôle de la qualité des données et la production de rapports; et les défis et faiblesses concernant la capacité de S & E. Les conclusions de l'outil d'enquête sur l'évaluation de la capacité de suivi et d'évaluation guideront et renforceront la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation des activités, des résultats attendus et des impacts du PIAIC. Avec une capacité accrue, les participants du PIAIC seront prêts à mettre en œuvre le suivi et l'évaluation. Les activités d'évaluation orienteront les efforts ultérieurs de renforcement des capacités en suivi et évaluation et au-delà pour les ministères et les partenaires d'exécution concernés.

Bien que les fonds nécessaires à la mise en place d'activités de suivi et d'évaluation du PIAIC (évaluations, renforcement des capacités, systèmes de données et collecte de données, etc.) proviendront du budget du PIAIC, le suivi et l'évaluation de PIAIC suivra et analysera les coûts et les avantages de S & E améliorés afin de justifier les investissements dans de telles activités dépassant le cadre du programme. Les gouvernements et les partenaires de développement ont besoin d'informations sur les activités et leur efficacité. Presque toutes les institutions suivent les indicateurs de performance clés de différents types et utilisent ces valeurs pour répartir les efforts. Étant donné que les indicateurs du PIAIC recoupent d'autres besoins institutionnels tels que les allocations budgétaires à l'agriculture, les émissions de GES du secteur de l'agriculture, de l'utilisation des terres et de la foresterie, etc., il est envisagé que le S & E du PIAIC joue un rôle catalyseur dans le renforcement de l'utilisation des données dans la prise de décision. Des analyses spécifiques qui étudient la valeur des informations pour identifier une programmation efficace et réduire le fardeau de la collecte de données seront intégrées aux systèmes de S&E.

Le PIAIC donne des orientations pour les activités de S & E, mais il faut du temps et des actions supplémentaires pour détailler les systèmes de S & E et les approches qui seront utilisées. Cela est dû en partie au manque

de clarté quant aux investissements à financer. Une fois ces décisions prises, les activités suivantes - notamment l'évaluation des systèmes, indicateurs, capacités et dispositifs de mise en œuvre complémentaires; détaillant un manuel de qui, comment et quand; renforcement des capacités; et l'argument financier en faveur du suivi et de l'évaluation - contribuera à assurer la durabilité à long terme des investissements dans le suivi et l'évaluation dans le cadre du PIAIC, contribuant à améliorer le rapport qualité-prix et, au final, l'efficacité du PIAIC.

Il convient de noter que le système de suivi et d'évaluation du PIAIC servira des objectifs autres que ceux de l'AIC. Les systèmes

- y compris les indicateurs, les rôles et les responsabilités et le système de surveillance de l'information (IMS) - s'aligneront sur ceux d'autres programmes et politiques tels que le PDN, le PNISA et la CDN. De cette manière, les investissements dans le S & E renforceront les capacités institutionnelles et humaines pour utiliser les données pour prendre des décisions et aider le gouvernement du Mali à raconter des histoires de changement solides et fondées sur des preuves avec le PIAIC.

ANNEXES



ANNEXE A: ANALYSE DE SITUATION: CONTEXTE POLITIQUE ET PROGRAMMATIQUE DU Plan d'AIC AU MALI



Un contexte politique favorable et les conditions favorables existantes constituent un élément essentiel de l'analyse de situation pour les investissements réalisés par les ACVM. Cette section souligne brièvement :

- A-1** Engagements, cadres et plans internationaux et régionaux
- A-2** Politiques et plans nationaux
- A-3** Autres cadres juridiques
- A-4** Sélection de donateurs et de projets ayant des liens potentiels avec les investissements dans l'AIC
- A-5** Projets sélectionnés de la Banque mondiale présentant des liens potentiels avec les investissements dans l'AIC

A-1 Engagements, cadres et plans internationaux et régionaux

- **Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (UNFCCC)**
- **Politique agricole régionale de la CEDEAO pour l'Afrique de l'Ouest (ECOWAP) ECOWAP + 10 Déclaration 2014 de Malabo sur la transformation de l'agriculture**
- **Objectifs de développement durable (ODD)**
- **Alliance du Sahel** (initialement le G5 Sahel) pour aider le Mali (avec la Mauritanie, le Niger, le Burkina Faso et le Tchad) à appuyer les priorités des plans de développement nationaux, soutenues par les accords multilatéraux et bilatéraux.
- **Programme détaillé pour le développement de l'agriculture en Afrique (PDDAA):** le Mali a reçu 37,21 millions USD du Programme mondial pour l'agriculture et la sécurité alimentaire (GAFSP) afin de soutenir (i) les investissements dans la maîtrise de l'eau afin d'accroître la productivité et de réduire les risques climatiques pour les agriculteurs; (ii) augmentation des revenus dans les secteurs agricoles clés en améliorant la productivité agricole et en adoptant une approche de chaîne de valeur; et (iii) le renforcement des capacités des autorités locales et des organisations d'agriculteurs.
- L'objectif du **Programme de productivité agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO / WAAPP)** est d'accroître la productivité dans les principaux secteurs agricoles de l'Afrique de l'Ouest, **conformément** aux priorités nationales et régionales.

A-2 Politiques et plans nationaux

Le plan stratégique intérimaire de pays transitoire (T-ICSP), lancé en janvier 2018, repose sur sept résultats stratégiques et vise à aider le gouvernement à réaliser son plan de développement national (CREDD 2016-2018), l'objectif de développement durable (ODD) 2, zéro Faim et ODD 17, Partenariats pour les objectifs. Les résultats et les activités ont été conçus sur la base des projets prolongés d'opérations de secours et de redressement (IPSR) et d'opérations spéciales (OS). Les résultats stratégiques de l'ICSP sont les suivants:

- Les populations touchées par les crises répondent à leurs besoins alimentaires et nutritionnels de base pendant et après les crises ;
- Les personnes vulnérables vivant dans des zones d'insécurité alimentaire et d'après-crise peuvent satisfaire leurs besoins alimentaires et nutritionnels de base tout au long de l'année ;
- Les populations cibles (enfants de 6 à 59 mois et femmes enceintes ou allaitantes) ont réduit leur malnutrition conformément aux objectifs nationaux ;
- Les populations des zones ciblées, y compris les petits exploitants agricoles vulnérables, ont amélioré leurs moyens de subsistance et leur résilience pour mieux répondre aux besoins en matière de sécurité alimentaire et de nutrition tout au long de l'année ;
- Le gouvernement (aux niveaux local et national) et la société civile ont renforcé leur capacité à gérer les politiques et programmes de sécurité alimentaire et de nutrition d'ici 2023 ;
- Les efforts déployés par les gouvernements pour parvenir à la lutte contre la faim à l'horizon 2030 sont soutenus par des cadres politiques efficaces et cohérents ;
- Les partenaires humanitaires ont accès à des services communs (analyse des transports, de la logistique, des télécommunications d'urgence et de la sécurité alimentaire) tout au long de l'année.

Le Cadre stratégique pour la croissance et la réduction de la pauvreté (CSCR) du Mali : fournit un cadre permettant au Mali de formuler et de mettre en œuvre des politiques et stratégies économiques et sociales, tout en identifiant les besoins financiers et les moyens de les couvrir. La vision du CSCR s'articule autour de: (i) une nation unie sur une base culturelle diversifiée et réhabilitée; (ii) une organisation politique et institutionnelle garantissant le développement et la paix sociale; (iii) une économie forte, diversifiée et ouverte; (iv) un cadre environnemental amélioré; (v) une meilleure qualité des ressources humaines.

Stratégie d'assistance commune par pays (SCAP II - 2016-2018) : est le document cadre de partenariat spécifiant les principes et les modalités de la coopération au développement entre le gouvernement du Mali et ses partenaires techniques et financiers pour la période 2016-2018, centrés sur la sortie de crise du Mali. Cette JAS fait suite à JAS I (2008-2011), qui a permis des progrès significatifs.

Politique nationale de développement de l'élevage : le sous-secteur de l'élevage occupe une place importante dans l'économie nationale du Mali, comme en témoigne sa contribution au PIB et aux recettes d'exportation. Le ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche du Mali a lancé ce document stratégique afin d'identifier les meilleures interventions pour soutenir le secteur de l'élevage.

La politique nationale de développement de l'aquaculture et de la pêche identifie la manière de mettre en œuvre les programmes du plan directeur de développement de la pêche et de l'aquaculture adoptés par le gouvernement en avril 1997 et mis à jour en 2006.

Le Gouvernement malien a élaboré la **Stratégie nationale de développement de l'irrigation (SNDI)** avec l'appui de la Banque mondiale, de la FAO et d'autres partenaires internationaux du développement, en vue de normaliser les approches et d'identifier les actions prioritaires pour une utilisation optimale des ressources humaines et financières disponibles.

Programme national d'irrigation de proximité (PNIP) : l'agriculture irriguée, en particulier l'irrigation locale, soutient une grande partie des agriculteurs maliens et joue un rôle central dans la réduction de la pauvreté et la création d'emplois. Le groupe cible du PNIP est composé des opérateurs de développement hydro-agricoles locaux, des transformateurs des produits d'irrigation de proximité (PI) et de certains acteurs de leur commercialisation.

Politique de tenure agricole et loi de tenure agricole (soumis pour approbation) : est un document clair de politique foncière montrant un engagement très fort pour assurer la cohérence globale de l'un des facteurs fondamentaux de la production.

A-3 Autres cadres juridiques

Le Cadre stratégique pour la relance économique et le développement durable (CREDD) (2016-2018) vise à atteindre les objectifs de développement durable (ODD) d'ici 2030 en promouvant une agriculture intensive, diversifiée et durable avec pour objectif de garantir et d'améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle de tous, en particulier des plus vulnérables. L'unité technique du cadre stratégique de lutte contre la pauvreté a piloté la consultation, la conception et la finalisation du processus ayant conduit à la validation du CREDD.

La responsabilité de la mise en œuvre du CREDD incombe aux ministères, à travers leur programmation sectorielle, pour mettre en œuvre le plan d'action CREDD.

La politique nationale sur les changements climatiques 2015-2020 (PNCC) a été adoptée à la fin de 2011. Son objectif général est de lutter contre le changement climatique et d'assurer le développement durable du Mali. Les principaux objectifs sont les suivants :

- Faciliter une meilleure prise en compte des enjeux climatiques dans les politiques et stratégies sectorielles de développement socio-économique national et orienter les interventions des acteurs des secteurs public, privé et de la société civile en faveur du développement durable dans le contexte du changement climatique ;
- Accroître la résilience des systèmes écologiques, des systèmes de production et des systèmes sociaux aux effets du changement climatique en intégrant en priorité les mesures d'adaptation dans les secteurs les plus vulnérables ;
- Contribuer à l'effort mondial visant à stabiliser les concentrations d'émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, notamment en promouvant des projets propres et durables ;
- Promouvoir la recherche nationale et le transfert de technologie face aux changements climatiques ;
- Renforcer les capacités nationales en matière de changement climatique.
- Il existe des éléments clés qui affectent le sous-secteur agricole, tels que l'utilisation d'informations météorologiques et les prévisions saisonnières, l'utilisation de variétés adaptées, la récupération des eaux de pluie, une meilleure efficacité des systèmes d'irrigation. Pour le sous-secteur de l'élevage, des mesures telles que la préservation des corridors de transhumance, l'aménagement de périmètres pastoraux ou la promotion de l'élevage intensif sont suggérées. Pour le sous-secteur de la pêche, des actions telles que le développement de la pisciculture et de l'aquaculture, ou des actions de conservation pour les espèces sauvages dans les rivières et les lacs, sont suggérées. Pour le secteur forestier, des actions telles que la plantation d'arbres ou la réduction de l'utilisation du bois de chauffage sont suggérées. Il existe également un soutien aux mesures visant à mettre en œuvre la politique de CC aux niveaux régionaux (par exemple, renforcement des capacités, ressources financières, développement de projets).

Le Mali a présenté ses contributions déterminées par la CCNUCC au niveau national (CDN) en 2015, réaffirmant l'engagement du pays envers l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets. L'agriculture et la foresterie sont des domaines clés tant pour l'atténuation que pour l'adaptation dans les CDN. La CDN propose trois pratiques principales pour l'atténuation dans le secteur agricole : le microdosage des engrais, le développement sur SIR (Système d'intensification du riz) et la production de fumier organique. Dans le secteur forestier, des mesures telles que la régénération naturelle des arbres, la gestion des zones protégées et la plantation d'arbres ont été mentionnées. Pour l'adaptation, les mesures suggérées comprennent les semences, les races et les cultures fourragères améliorées et adaptées ; banques de céréales, utilisation des informations météorologiques, planification et conservation des sols, renforcement des capacités et gestion des ressources naturelles. Le programme pilote visant à développer une agriculture résistante au climat et adaptée au climat est explicitement mentionné dans la CDN.

Le plan d'investissement pour la mise en œuvre de la CDN au Mali (2018-2020) a été financé par le Programme des Nations Unies pour le développement et la GIZ en collaboration avec le ministère de l'Environnement et l'Agence pour l'environnement et le développement durable. Il fournit une référence au niveau national et un outil pour trouver des ressources avec des partenaires nationaux et internationaux pour la mise en œuvre de projets et de programmes visant à améliorer les conditions de vie des populations les plus vulnérables en s'adaptant mieux aux effets néfastes du changement climatique et en respectant ses objectifs et honorant ses engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre contenus dans la CDN. Le plan d'investissement comprend des secteurs tels que l'énergie, l'agriculture, le changement d'affectation des sols et la foresterie. Il comprend des programmes et des projets liés à la CDN qui permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de mettre en œuvre des mesures d'adaptation telles que le projet de collecte et de stockage des eaux de pluie; le programme de régénération naturelle assistée; le projet de gestion forestière pour la restauration des écosystèmes dégradés, le programme de promotion de l'irrigation intermittente, du placement en profondeur des engrais dans la culture du riz irrigué et du système de culture intensive du riz (SIR).

Le Programme national d'investissement dans le secteur agricole (PNIA) fournit un cadre cohérent pour la programmation des investissements publics et privés dans le secteur agricole pour les huit prochaines années (2015-2025). Le PNIA est aligné sur les engagements régionaux et internationaux du Mali. Le PNIA couvre les sous-secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, de l'aquaculture et de la gestion de l'environnement. Son objectif général est de soutenir la planification du développement agricole au Mali et de rendre opérationnelle les investissements agricoles. Son objectif est de permettre au secteur rural de participer à l'économie nationale, d'assurer la sécurité nutritionnelle et alimentaire des populations urbaines et rurales et de générer des revenus et des emplois significatifs dans une perspective de développement durable. Cinq programmes principaux sont définis :

- Renforcement des capacités des différents acteurs de l'agriculture (de la société civile au secteur public);
- Investissement dans les infrastructures de production et de transformation ;
- Production et compétitivité des chaînes de valeur agricoles (y compris cultures, élevage, pêche, chaînes de valeur des arbres) ;
- Formation et recherche (meilleure utilisation des résultats de la recherche, développement de technologies) ;
- Sécurité alimentaire (en élaborant une politique de sécurité alimentaire et nutritionnelle ou en mettant en place des systèmes d'alerte précoce.
- Les mesures d'adaptation et d'atténuation sont explicitement mentionnées dans le troisième programme et associées à la mise en œuvre du plan national d'adaptation et à la lutte contre la désertification.

A-4 Sélection de donateurs et de projets ayant des liens potentiels avec les investissements dans l'AIC

De nombreux donateurs (bilatéraux, multilatéraux, ONG) travaillent au Mali sur des questions liées au changement climatique, à l'agriculture, à l'eau ou à la sécurité alimentaire. Voici un échantillon de projets mis en œuvre récemment ou en cours de réalisation au Mali. Les investissements dans le secteur agricole CSAIP potentiellement pertinents sont indiqués en italique.

- **Le projet de l'Alliance globale contre le changement climatique sur l'intégration de la REDD**, y compris les programmes de reboisement et les études sur la séquestration du carbone (6,215 millions d'euros, 2010-2017) ; *NTFP CN, restauration CN*
- Projets du **Fonds international de développement agricole (FIDA)**, y compris la microfinance dans les zones rurales pour l'adaptation de l'agriculture et l'amélioration de la productivité agricole (environ 534,9 millions de USD) ; *Bétail CN, Restauration CN,*

- **Le soutien de l'UE à la paix et à la sécurité**, qui prend également en compte les problèmes liés au changement climatique, notamment un projet de soutien à la sécurité alimentaire dans le Nord (30 millions d'euros, à démarrer en 2015) et 1,28 milliard d'euros au Mali en 2013. *Agriculture de récession dans les plaines inondables CN, Rice CN.*
- **Programme Hydromet en Afrique - Renforcement de la résilience au changement climatique en Afrique subsaharienne** : Projet de pays du Mali PNUD-NAS et Mali Soutien rencontré par le biais de l'USAID. *Services climatiques CN.*
- **Le Ministère allemand de l'environnement** et Projet du Ministère malien de l'environnement et de l'assainissement sur l'adaptation au changement climatique (10 millions d'euros, commencé en 2011); La GIZ est active au Mali avec des programmes tels que le soutien à la stratégie nationale d'adaptation au changement climatique (2014-2019) et le programme national pour la petite irrigation durable (2008-2023); *Légumes CN.*
- **Ambassade des Pays-Bas au Mali** en faveur du programme intégré pour les ressources en eau (2015-2019) ; et la Grande Muraille Verte financée par le Multi Trust Fund (GEF), le SCCF, la Banque mondiale et la BAD. *NTFP CN, Ressources en eau CN, Légumes CN, Récession des plaines inondables, Agriculture CN.*
- **Banque islamique de développement (BID)** - Projet de développement intégré de l'élevage et des ressources halieutiques (PDIRAAM), CNB.
- **Banque africaine de développement** - Projet de développement de la production animale dans la zone de Kayes Sud (PADEPA-KS), *Bétail CN.*
- **L'activité d'adaptation au changement climatique de l'USAID au Mali**, avec des objectifs relatifs aux informations sur le changement climatique, au changement climatique dans les systèmes de gouvernance communaux et à l'adoption de pratiques d'adaptation au changement climatique par les ménages.
- **Feed the Future de l'USAID**, axé sur le mil et le sorgho, le riz et le bétail pour la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté. *Mil et Sorgho CN, SIR / riz CN; Bétail CN.*
- **Le Fonds pour l'environnement mondial** a soutenu le Programme d'action national d'adaptation au PAN (PANA), la stratégie et le plan d'action nationaux pour la diversité biologique (NBSAP) et l'autoévaluation par pays. Depuis 1994, le Mali a reçu 13,7 millions USD pour des projets relatifs à la biodiversité, 32,4 millions USD pour des projets liés aux changements climatiques, 8,1 millions USD pour des projets de dégradation des sols et 11,2 millions USD pour des projets relevant de plusieurs domaines. *Restauration CN, NTFP CN.*

A-5 Projets sélectionnés de la Banque mondiale présentant des liens potentiels avec le CSAIP

Les investissements potentiellement intéressants des ACVM pour chacun de ces projets sont indiqués en italique.

- Projet de croissance de la productivité agricole au Mali (P095091: PAPAM, 70 millions USD, se terminant en juillet 2018); *Bétail CN, restauration CN*
- Programme de productivité agricole en Afrique de l'Ouest (P129565: WAAPP, 60 millions USD, se terminant en décembre 2018); *Riz CN, Légumes CN (Tomate),*
- Projet de soutien à la compétitivité agro-industrielle du Mali - Chaîne de valeur du bétail, y compris la volaille et les poissons (aliments pour animaux) (P151449: PACAM, 30 millions USD, a débuté fin 2016 et se termine en juillet 2022); *Bétail CN.*
- Programme de renforcement du système régional de surveillance des maladies en Afrique de l'Ouest, phase 3 (P161163: REDISSE 3). PAPAM, PROCEJ et le WAAPP consacrent des fonds aux systèmes d'élevage traditionnels et améliorés. *Bétail CN.*
- Projet de développement des terres arides (P164052: Année fiscale 19), conçu pour renforcer la résilience de la production céréalière pluviale. *Blé CN, Millet et Sorgho CN, Riz CN.*
- Le projet de mobilité et de connectivité rurales (P160505: approuvé au début de l'exercice 18) financera les routes rurales, *CN végétal, CN d'élevage, Millet et Sorgho CN.*
- PADEL-M s'appuiera également sur deux projets d'irrigation futurs concernant la production irriguée, potentiellement de cultures fourragères (P159765), *Livestock CN.*
- PADAIC dans la région d'Alatona, dans le delta intérieur du Niger, et projet d'appui à l'Initiative d'irrigation pour le Sahel (SIIP / P154482), *CN de légumes, CN de riz, Agriculture de récession en zone inondable, CN.*
- Projet régional d'appui au pastoralisme dans le Sahel (P147674: PRAPS-ML, 45 millions de dollars EU, se terminant en décembre 2021); *Bétail CN*

ANNEXE B: PRIORISATION DES INTERVENTIONS: LE PROCESSUS DES LISTES LONGUES AUX LISTES FINALES



Cette section résume le processus utilisé pour hiérarchiser les investissements, avec des sections sur :

- B-1 Produire une longue liste d'investissements**
- B-2 Produire une courte liste d'investissements**
- B-3 Pratiques d'investissement dans l'agriculture intelligente face au climat (AIC), emplacement, risques et institutions**
- B-4 Participants à l'atelier de priorisation**

B-1 Produire une longue liste d'investissements

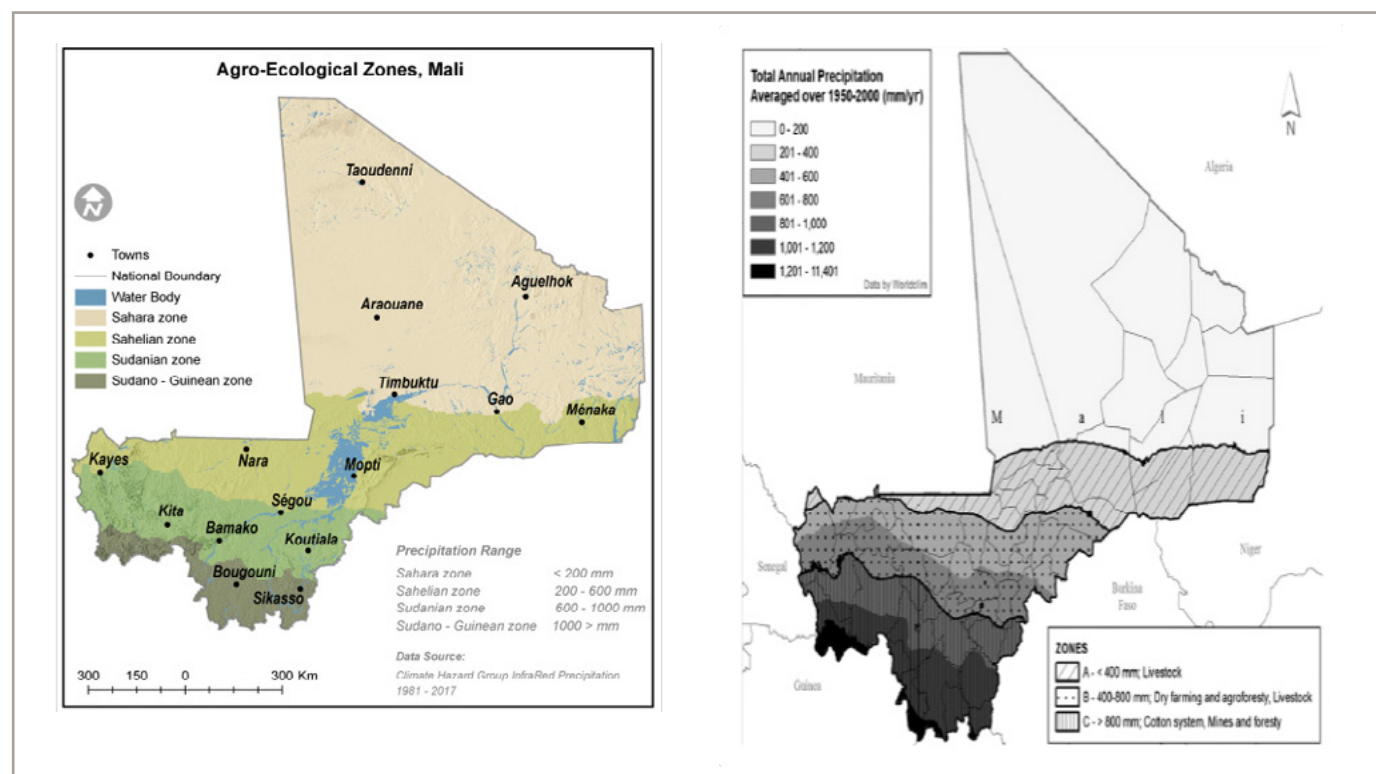
Pour élaborer la longue liste d'investissements des ACVM, des documents stratégiques nationaux clés (plan, stratégie, politique) tels que le Plan national d'investissement dans le secteur agricole (PNISA), le rapport de la CDN et plan d'investissement, la politique nationale sur les changements climatiques (PNCC), ainsi que d'autres documents et programmes ont été évalués (voir annexe B). Ensuite, les pratiques mentionnées dans ces documents ayant un impact potentiel sur les piliers de l'AIC (adaptation, atténuation et productivité) ont été identifiées, et les pratiques ont été regroupées par appartenance à une catégorie nationale ou à une zone agroécologique spécifique. Plus précisément, la longue liste d'investissements avait été identifiée avant cet atelier et d'autres investissements potentiels identifiés par les parties prenantes à l'atelier. Ce processus a été réalisé avec des experts locaux appuyés par l'expertise du GCRAI lors d'une réunion au Mali du 19 au 22 juin 2018 (voir la fin de la présente annexe pour la liste des participants). La longue liste d'investissements identifiés est illustrée à la figure C-1, qui présente les groupes utilisés pour classer les investissements potentiels. Ces investissements ont été divisés en 4 catégories : système agricole, système de pêche et d'élevage, gestion forestière et durable de l'eau et des sols et services de l'AIC.

Figure B-1: Liste longue des programmes d'investissement au Mali, par catégorie

SYSTÈMES AGRICOLES	
1	Système de promotion de l'intensification du riz
2	Promotion durable des terres basses irriguées
3	Développement du maïs intelligent face au climat
4	Développement du système mil-sorgho adapté au climat
5	Développement du coton intelligent face au climat
6	Développement et gestion post-récolte des légumineuses sensibles au climat (Arachide-Niébé)
7	Développement du fonio climatisé
8	Développement des filières mangue et autres fruits
9	Développement du maraîchage intelligent face au climat
10	Développement de l'agriculture de décrue adapté au climat dans le nord du Mali (maïs, sorgho, patate douce, maraîchage comme le gombo)
11	Redynamisation de la chaîne de valeur du blé au Mali grâce aux pratiques de l'AIC et à la transformation à valeur ajoutée
12	Développement de dunes (cumin, anis, melon d'eau, échalote)
13	Développement d'oasis (maraîchage : pomme de terre, tomate, oignon, patate douce, datte, arrosage de chameaux)
SYSTÈMES DE PÊCHE ET D'ÉLEVAGE	
14	Développement et intégration des systèmes d'élevage et agricoles adaptés au climat
15	Développement écologique de la pêche et de la pisciculture (pisciculture et aquaculture communautaires)
FORÊT ET GESTION DURABLE DE L'EAU ET DES SOLS	
16	Bio-Char / Green Charcoal Development
17	Restauration des zones dégradées
18	Gestion des bassins hydrographiques
19	Développement de chaînes de valeur de produits forestiers non ligneux (comprenant la chaîne de valeur du karité, du baobab et de la gomme)
SERVICES POUR L'AIC	
20	Identification des lacunes et renforcement d'un système d'information agro-climatique
21	Services financiers et assurance pour l'agriculture
22	Intégration de l'AIC dans le système national de vulgarisation
23	Surveillance des surfaces forestières et développement des émissions de GES
24	Fertilité des sols nationaux
25	Surveillance et évaluation de la dynamique des écosystèmes et des statistiques agricoles grâce à la télédétection et à la géomatique appliquée
26	Améliorer l'état nutritionnel des femmes et des enfants

La dernière catégorie (services pour l'AIC) a été prise en compte pour l'investissement au niveau national (pour une mise en œuvre nationale), tandis que l'autre a été divisée en trois zones agroécologiques; Saharo-sahélien (zone nord), soudano-sahélien (zone centrale) et guinéo-soudanien (zone sud) (voir la figure C-1)

Figure B-2: Carte des zones agro-climatiques du Mali, utilisée dans le texte principal de ce rapport (en haut) et carte de la CDN utilisée dans l’atelier.



B-2 Produire une courte liste d'investissements

Pour réduire cette longue liste d'investissements potentiels à une liste plus courte, deux étapes principales ont été suivies. Dans un premier temps, les participants ont été divisés en 4 groupes (zone saharo-sahélienne, zone soudano-sahélienne, zone guinéo-soudanienne et zone nationale) et ont été invités à hiérarchiser 5 à 6 investissements en fonction de la spécificité de leur zone. (Pour simplifier les noms, ceux-ci ont été abrégés.) Les priorités pour chacune des zones sont le programme pour :

ZONE SAHARO-SAHÉLIENNE

1. Développement de **l'agriculture intelligente face au climat à travers des cultures de décrue** dans le nord du Mali
2. Développement et intégration de **l'élevage dans les** systèmes d'exploitation
3. Redynamisation de la **chaîne de valeur** du **blé** au Mali grâce aux pratiques de l'AIC et à la transformation à valeur ajoutée
4. Développement de la **pêche et de la pisciculture** intelligente face au climat (pisciculture commune et aquaculture)
5. Restauration de **terres dégradées** dans la zone sahélienne
6. Développement des **chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux**

ZONE SOUDANO-SAHÉLIENNE

1. Promotion du système d'intensification du **riz** (SIR)
2. **Développent et intégration des systèmes mil-sorgho-légumineuses**
3. Développement des **filières mangue et autres fruits**
4. Développement de la **pêche et de la pisciculture** intelligente face au climat (pisciculture commune et aquaculture)
5. Développement du **maraîchage** intelligent face au climat
6. Développement et intégration de **l'élevage dans les** systèmes d'exploitation

ZONE GUINÉO-SOUDANIENNE

1. Développement des **chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux**
2. **Balancez les systèmes** climato-intelligents de **mil-sorgho** avec des légumineuses
3. Développement du **maraîchage** intelligente face au climat
4. Développement des **filières mangue et autres fruits**
5. Programme de **développement de l'élevage** (petits ruminants, lait, fourrage)
6. Développement du **coton** intelligent face au climat

PROGRAMMES À L'ÉCHELLE NATIONALE

1. Intégration de l'AIC dans le système **national de vulgarisation**
2. Surveillance et évaluation des écosystèmes et de l'agriculture par la télédétection et la géomatique appliquée
3. Améliorer l'état **nutritionnel des femmes et des enfants**
4. Renforcement d'un système d'information **agroclimatique**
5. **Surveillance nationale de la fertilité des sols**
6. **Surveillance des surfaces forestières et développement des émissions de GES**

Les participants ont ensuite été invités à hiérarchiser les six principaux investissements en utilisant un système de points, en produisant le classement présenté à la figure C-3.

Figure B-3: Classement final des projets par les participants

INVESTISSEMENTS	POINTS	RANG	PORTÉE
Développement des chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux au Mali (Karité, Baobab, Gomme, Zaban, Ronier)	19	1	Régional
Développement de l'agriculture intelligente face au climat à travers des cultures de décrue dans le nord du Mali (maïs, sorgho, patate douce, maraîchage comme le gombo)	17	2	Régional
Suivi et évaluation de la dynamique des écosystèmes et des statistiques agricoles par la télédétection et la géomatique appliquée	15	3	Nationale
Développement et intégration de l'élevage dans les systèmes d'exploitation de la zone soudanienne du Mali	12	4	Régional
Développement et intégration des systèmes mil-sorgho-légumineuses	12	5	Régional
Programme d'intégration de l'AIC dans le système national de vulgarisation	11	6	Nationale
Programme de développement du maraîchage intelligent face au climat	10	7	Régional
Renforcement d'un système d'information agroclimatique	9	8	Nationale
Restauration de terres dégradées dans la zone sahélienne du Mali	9	9	Régional
Promotion du Système d'Intensification du Riz (SIR) au Mali	9	dix	Régional
Programme de surveillance de la fertilité du sol national	6	11	nationale
Redynamisation de la chaîne de valeur du blé au Mali grâce aux pratiques de l'AIC et à la transformation à valeur ajoutée	3	12	Régional
Surveillance des surfaces forestières et développement des émissions de GES	2	13	Nationale
Développement de la pêche et de la pisciculture intelligente face au climat (pisciculture commune et aquaculture)	2	14	Régional
Développement de la mangue et autres fruits chaînes de valeur	1	15	Régional
Développement du coton intelligent face au climat	1	16	Régional

B-3 Pratiques d'investissement dans l'AIC, emplacement, risques et institutions

Les participants ont ensuite examiné chacun des 12 investissements dans l'AIC pour éclairer l'élaboration des notes de concept, discuter des principales institutions, des pratiques nécessaires requises par l'AIC, de la portée du projet, de la portée géographique proposée, des risques et de toute autre information pertinente. Ils ont également impliqué des acteurs clés dans la promotion de l'adoption des pratiques de l'AIC. Pour chaque acteur, les changements nécessaires en termes de connaissances, compétences, pratiques et activités connexes ont été identifiés. Ces informations ont été utilisées pour élaborer un projet proposé plus détaillé et pour développer les résultats, les activités et les composants de chaque investissement / programme. Tous ces éléments ont été utilisés pour développer les concepts de projet figurant à l'annexe F, et les informations sur les ateliers ont été incluses et complétées lors du développement de ces concepts. En outre, l'alignement de ces investissements proposés sur ceux proposés par le partenariat CDN a été envisagé (voir chapitre 3).

B-4 Participants à l'atelier de la priorisation

Élaboration d'un plan d'investissement dans l'agriculture intelligente face au climat pour le Mali Atelier du 19 au 22 Juin 2018

PRÉNOM	INSTITUTION
Lassina Traoré	L'Agence d'Aménagement Des Terres Et De Fournitures D'eau D'irrigation (ATI)
Mohamed Adideye Maiga	L'Agence de l'environnement et du développement durable (AEDD)
Aissata Keita	USAID / Ministère de l'environnement et de l'assainissement)
Daouda Z. Diarra	Agence Nationale De La Météorologie Du Mali
Chaka Traoré	Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH)
Ibrahima Diakité	Commissariat à la sécurité alimentaire
Bougouna Sogoba	Association malienne d'éveil au développement durable (AMEDD)
Kadari Traoré	
Fadiala Dembélé	Université De Bamako
Kalifa Traoré	Institut D'économie Rurale
Moussa Sacko	Centre mondial d'agroforesterie (ICRAF)
Djalal Arinloye	Centre mondial d'agroforesterie (ICRAF)
Samba Traoré	Institut D'économie Rurale
Kalifa Traoré	Institut D'économie Rurale
Aly Boubacar	Institut D'économie Rurale
Toumany Diallo	Alliance Globale Sur Le Changement Climatique Au Mali (AGCC - Mali)
Amidou Sako	Groupe de coordination des zones arides au Mali (GCOZA -Mali)
Doumbia Zan Diarra	Expert
Otogolo Kone	Direction Nationale des Productions et des Industries Animales (DNPIA)
Mariam Sawadoya	CTESA
Amadou Diallo	Direction Nationale des Eaux et Forêts
Issa Traoré	Ministère de l'élevage et de la pêche (MEP)

ANNEXE C: STRUCTURE ET RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE MODÉLISATION DE SCÉNARIO (RCPs + SSPs)

- C-1 À propos des voies socioéconomiques partagées (SSPs)**
- C-2 Combinaisons de voies de concentration représentatives (RCPs) et de voies socioéconomiques partagées (SSPs)**
- C-3 Modèle IMPACT et combinaisons de modélisation des PCR et des SSPs.**
- C-4 But de scénarios de modélisation**
- C-5 Méthodologie**
- C-6 Indicateurs supplémentaires**
- C-7 Mesure standard et interprétation des résultats**
- C-8 Exploration des données préliminaires pour Mali à partir de la base de données IIASA**
- C-9 Résultats: tableaux de la carte thermique complète**

C-1 À propos des chemins socioéconomiques communs (PSS)

Les voies socio-économiques partagées (SSPs) sont des scénarios de développement mondial et contiennent de nombreux éléments. Chaque scénario a reçu un nom évocateur pour décrire un chemin de développement que le monde pourrait emprunter et comment ce chemin affecterait la capacité de la société à réagir au changement climatique. La figure suivante montre comment les cinq SSPs ont été envisagés en ce qui concerne la capacité de la société à faire face au changement climatique.¹¹³ Les SSPs sont des scénarios futurs avec récits, qui incluent des éléments quantitatifs tels que la population, l'urbanisation, les taux de changement technologique, le revenu, l'indice de développement humain, la répartition du revenu, etc. En utilisant les récits obtenus de Riahi et al. (2016), le tableau suivant présente les récits de chaque SSP.

¹¹³ Robinson et al., 2015

Tableau C-1: Résumé des interprétations du SSPs.

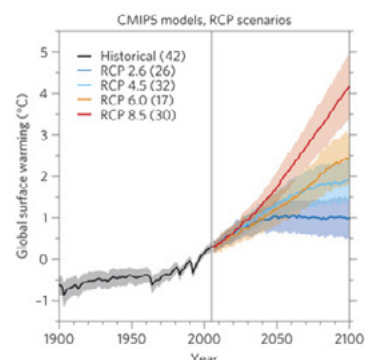
SSP1	Durabilité - Prendre la route verte (défis d'atténuation et d'adaptation faibles). Le monde évolue progressivement, mais de manière dominante, vers la durabilité, en insistant sur un développement plus inclusif respectant les limites environnementales perçues. La gestion des biens communs mondiaux s'améliore lentement, les investissements dans l'éducation et la santé accélèrent la transition démographique, l'accent étant mis sur la croissance économique pour se concentrer davantage sur le bien-être humain.
SSP2	Milieu de la route (défis moyens d'atténuation et d'adaptation). Le monde suit une voie dans laquelle les tendances sociales, économiques et technologiques ne s'écartent pas de manière marquée des tendances historiques. Le développement et la croissance des revenus progressent de manière inégale, certains pays progressant relativement bien tandis que d'autres ne répondent pas aux attentes. Les institutions mondiales et nationales œuvrent en faveur de la réalisation des objectifs de développement durable, mais progressent lentement. Les systèmes environnementaux subissent une dégradation, malgré certaines améliorations et, globalement, l'intensité de l'utilisation des ressources et de l'énergie diminue. La croissance démographique mondiale est modérée et se stabilise après 2050.
SSP3	Rivalité régionale - Une route rocheuse (défis élevés en matière d'atténuation et d'adaptation). Un nationalisme renaissant, des préoccupations en matière de compétitivité et de sécurité et des conflits régionaux poussent les pays à se concentrer de plus en plus sur des problèmes nationaux ou, tout au plus, régionaux. Les politiques évoluent avec le temps pour devenir de plus en plus orientées vers les questions de sécurité nationales et régionales. Les pays se concentrent sur la réalisation des objectifs en matière d'énergie et de sécurité alimentaire dans leurs propres régions aux dépens d'un développement plus large. Les investissements dans l'éducation et le développement technologique diminuent. Le développement économique est lent, la consommation de matériaux intensive et les inégalités persistent ou s'aggravent avec le temps. La croissance démographique est faible dans les pays industrialisés et élevée dans les pays en développement.
SSP4	Inégalité - Une route divisée (faibles défis en matière d'atténuation, hauts défis en matière d'adaptation). Des investissements très inégaux dans le capital humain et des disparités croissantes en termes d'opportunités économiques et de pouvoir politique entraînent des inégalités croissantes et une stratification accrue, tant à l'intérieur des pays qu'à l'intérieur des pays. Le fossé se creuse de plus en plus entre une société connectée au niveau international qui contribue aux secteurs de l'économie mondiale à forte intensité de capital et de savoir, et un ensemble fragmenté de sociétés à faible revenu et peu éduquées, dotées d'une économie à forte intensité de main-d'œuvre et à faible technologie. Dans le secteur et l'économie de haute technologie, le développement technologique est élevé et le secteur énergétique mondialement connecté se diversifie, avec des investissements dans les combustibles à forte intensité de carbone comme le charbon et le pétrole non conventionnel, ainsi que dans les sources d'énergie à faible émission de carbone. Les politiques environnementales se concentrent sur les problèmes locaux relatifs aux zones à revenus moyens et élevés.
SSP5	Développement axé sur les combustibles fossiles - Prendre l'autoroute (défis élevés en matière d'atténuation, faibles défis en matière d'adaptation). Ce monde place de plus en plus la confiance dans les marchés concurrentiels, l'innovation et les sociétés participatives pour produire des progrès technologiques rapides et le développement du capital humain en tant que voie du développement durable. Les marchés mondiaux sont de plus en plus intégrés, et les investissements dans la santé, l'éducation et les institutions sont importants pour renforcer le capital humain et social. Dans le même temps, les efforts en faveur du développement économique et social vont de pair avec l'exploitation de ressources en combustibles fossiles abondantes et l'adoption de modes de vie à forte intensité de ressources et d'énergie à travers le monde. Tous ces facteurs entraînent une croissance rapide de l'économie mondiale, alors que la population mondiale atteint un sommet et diminue au 21 ^e siècle. Les problèmes environnementaux locaux tels que la pollution atmosphérique sont gérés avec succès.

C-2 Combinaisons de voies de concentration représentatives (RCPs) et de voies socioéconomiques partagées (SSPs)

Chaque cellule de la matrice indique une combinaison de trajectoire de développement socioéconomique et de résultat climatique basée sur une trajectoire de forçage particulière que les modèles actuels de modèle d'évaluation intégrée (MIA) ont démontré réalisable.¹¹⁴

Tableau C-2: Architecture de la matrice de scénarios et voies futures du RCP.

		SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5
RCP REPLICATION	REFERENCE	X	X	X	X	X
	8.5 WM. ²			X		
	6.0 WM. ²		X	X	X	X
	4.5 WM. ²	X	X	X	X	X
	2.6 WM. ²	X	X		X	



C-3 Modèle IMPACT et combinaisons de modélisation des PCR et des SSP.

Le GIEC a mis au point une mesure de la compatibilité des SSPs et des RCPs. Le tableau 3 résume cette matrice de compatibilité. Le carré avec un X représente une combinaison SSP-RCP qui n'est pas considérée comme plausible. Plus l'ombrage est sombre, plus les coûts pour la société qui seraient nécessaires pour réduire les émissions de gaz à effet de serre seront élevés, afin de permettre la compatibilité d'un SSP avec un RCP. Par exemple, si aucune politique climatique n'est mise en œuvre pour atténuer le changement climatique dans le SSP 2, nous nous attendrions à quelque part entre RCP 6.0 et 8.5. Cependant, avec certaines mesures d'atténuation, RCP 6.0 est possible, et avec des investissements plus lourds, les versions 4.5 et 2.6 peuvent également être possibles.¹¹⁵

Tableau C-3: Matrice de compatibilité du RCP et du SSP et coût des mesures d'atténuation.

SCENARIO DES SPÉCIFICATIONS	SSP 1	SSP 2	SSP 3	SSP 4	SSP 5
RCP 8.5	X				
RCP 6.0					
RCP 4.5					
RCP 2.6					

Source: Panel international sur le changement climatique (2013, 2014).

Note: RCP = Representative Concentration Pathway (Voie de concentration représentative)

SSP = Shared Socioeconomic Pathway (Voie socio-économique partagé).

Chaque PRC représente le changement climatique mondial à travers le rôle des émissions de gaz à effet de serre et du forçage radiatif. Ceci est juste une dynamique physique qui détermine le climat et la météo. Pour simuler tous ces systèmes qui déterminent le climat et fournir la météo comme intrants aux modèles de culture, les RCPs doivent être simulés dans des modèles de système terrestre (ESM ou anciennement appelés modèles de circulation générale). Les modèles ESM sont des modèles complexes

¹¹⁴ (Riahi et al., 2016)

¹¹⁵ Robinson et al. 2015.

simulant les cycles biogéochimiques de la Terre et combinant des modules simulant le climat physique, la circulation atmosphérique et la dynamique des océans et des glaces. Chaque MSE a des hypothèses quelque peu différentes sur la manière dont chacune de ces dynamiques complexes fonctionne et interagit, ce qui signifie que la réalisation du PCR pour chaque MSE sera quelque peu différente. Cette diversité de résultats crée une incertitude quant au modèle, car il est impossible de déterminer quelle réalisation de GSE est la plus probable. Pour mieux gérer cette incertitude et élargir l'espace des possibilités climatiques dans lequel les scénarios IMPACT peuvent être testés, il a été décidé d'utiliser plusieurs réalisations ESM de chaque PRC et de permettre l'utilisation d'un ensemble multimodèle pour tester l'incertitude climatique. Les modèles ESM, actuellement utilisés pour fournir des données climatiques au système d'aide à la décision pour les modèles de cultures transférés en agrotechnologie, sont les suivants : GFDL-ESM2M, HADGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, MIROC-ESM, NORESM1-M.

C-4 But de scénarios de modélisation

Chaque scénario à analyser est intégré pour a) le modèle de circulation générale (MCG) b) les voies de concentration représentatives (RCPs), et c) les voies socio-économiques partagées (SSPs). Ces combinaisons ont été expliquées dans les tableaux précédents. Cependant, la modélisation permet de regrouper les conditions climatiques futures telles que les précipitations et la température.

C-5 Méthodologie

Il est important de se rappeler que les résultats du modèle IMPACT ne sont pas des prévisions, mais plutôt des scénarios décrivant la performance potentielle future des cultures dans des conditions climatiques et politiques spécifiques. Les résultats du modèle IMPACT prennent en compte plusieurs hypothèses clés concernant la structure du système socio-économique, les investissements nationaux dans l'agriculture et le climat. Ainsi, pour interpréter les résultats qui suivent, il est important de considérer les tendances modélisées comme des futurs plausibles et non prédits. Le modèle IMPACT étant un modèle d'équilibre partiel du secteur agricole, il est largement guidé par l'offre et la demande des produits modélisés. De plus, le tableau 5 présente certaines variables de résultats pour chaque scénario modélisé pour une période allant de 2020 à 2050.

Tableau C-4: Variables tirées des résultats du modèle IMPACT

NO	NOM DU VARIABLE
1	Production totale (000mt)
2	Totale de demande pour la commodité (000mt)
3	Rendements de la récolte (mt/ha)
4	Totale de la zone (000 ha)
5	Marché net (000mt)
6	Les exports pour chaque pays et la commodité commerciale (000mt)
7	Production de la part du marché (%)
8	Les imports pour chaque pays et la commodité commerciale (000mt)
9	La production nette de la part commerciale (%)
10	Demande net de la part commerciale (%)
11	La solution totale de la commodité du fournisseur

Basé sur la description de modèle IMPACT version 3 (Robinson et al. 2015)

C-6 Indicateurs supplémentaires

En plus des variables précédentes, il est possible d'amplifier l'analyse par scénario en mesurant:

Autonomie alimentaire

$$\text{Food_Autonomy}_{\text{country_CC_SSP}} = \frac{\text{Domestic Supply}_{\text{country_crop_CC_SS}}}{\text{Food Demand}_{\text{country_crop_CC_SS}}} \quad (1)$$

Si, $\text{Food_Autonomy}_{\text{country_CC_SSP}} < 1$

cela signifie que le pays n'a pas la capacité de produire une quantité suffisante à même de répondre à la demande locale.

Quand, $\text{Food_Autonomy}_{\text{country_CC_SSP}} > 1$

cela signifie que le pays soumis au changement climatique a potentiellement un excédent affecté au commerce international.

Finalement, $\text{Food_Autonomy}_{\text{country_CC_SSP}} = 1$

signifie que le pays devrait être équilibré entre la production et la demande locales.

Dépendance aux importations

$$\text{Import_dependency}_{\text{country_CC_SSP}} = \frac{\text{Total_Comm_Imports}_{\text{country_CC_SSP}}}{\text{Total_Comm_Exported}_{\text{country_CC_SSP}}} \quad (2)$$

Cet indicateur évalue la relation entre la capacité de production alimentaire et la dépendance au commerce international ou l'exposition au marché.

C-7 Indicateurs supplémentaires

Les impacts du changement climatique (inclure les trajectoires des SSPs) sur un indicateur d'intérêt donné sont calculés comme la différence de pourcentage en 2050 par rapport à l'année de référence 2020, avec et sans changement climatique. Par exemple, l'impact du changement climatique sur les rendements ($Y_{diff(pp)}$) est évalué comme suit.

$$Y_{diff(pp)} = \% \Delta y_{CC} - \% \Delta y_{NoCC} \quad (1)$$

Où

$$\% \Delta y_{CC} = \frac{y_{CC2050} - y_{CC2020}}{y_{CC2020}} \quad (2)$$

$$\% \Delta y_{NoCC} = \frac{y_{NoCC2050} - y_{NoCC2020}}{y_{NoCC2020}} \quad (3)$$

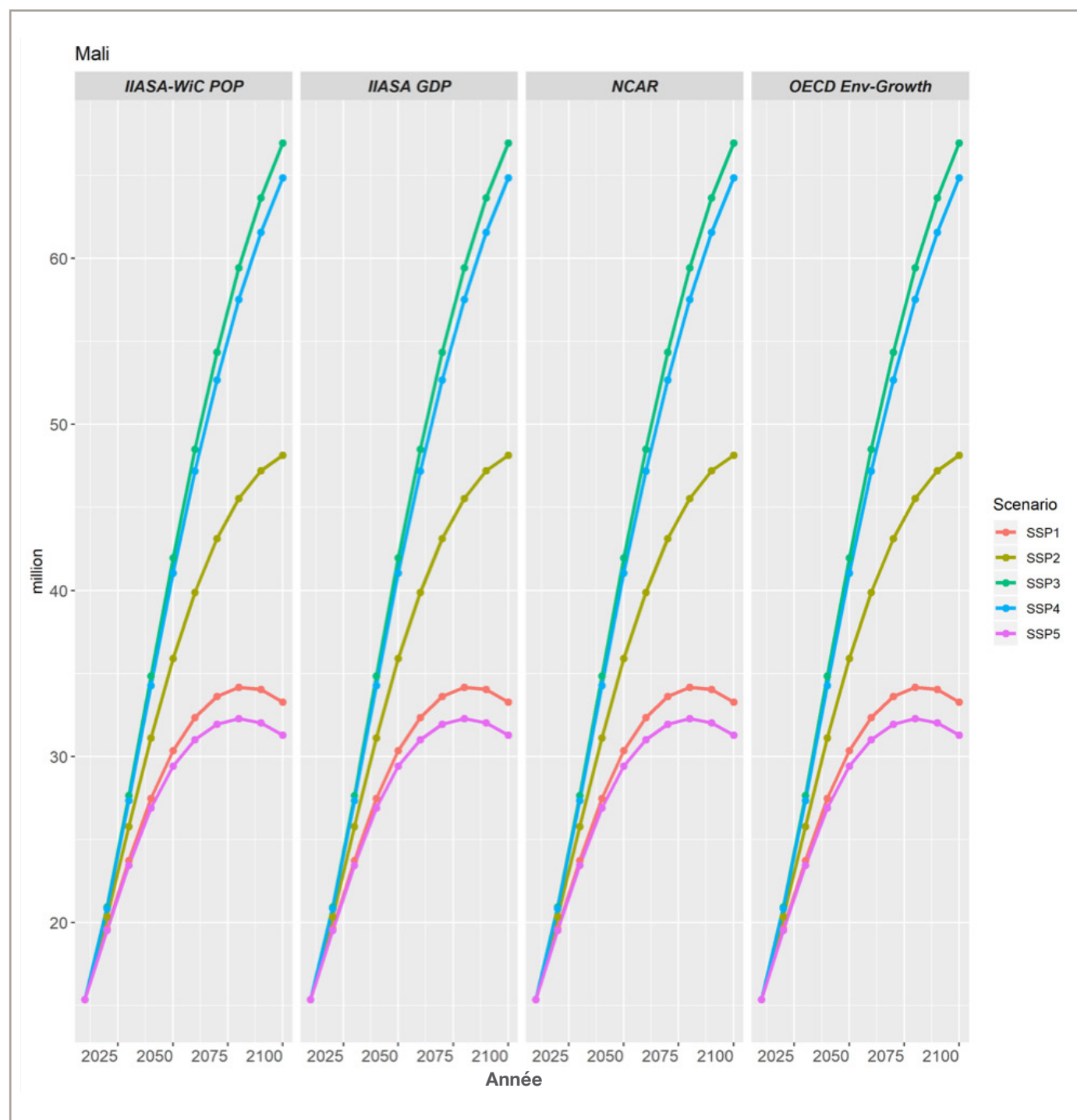
Ainsi calculés, les impacts sont exprimés en différence de points de pourcentage. Les impacts peuvent également être évalués en tant que différence en pourcentage de la valeur 2050 de l'indicateur sous CC par rapport à sa valeur 2050 selon le scénario NoCC. En ce qui concerne le rendement, ce serait:

$$Y_{diff(\%)} = \frac{y_{CC2050} - y_{NoCC2050}}{y_{NoCC2050}} \quad (4)$$

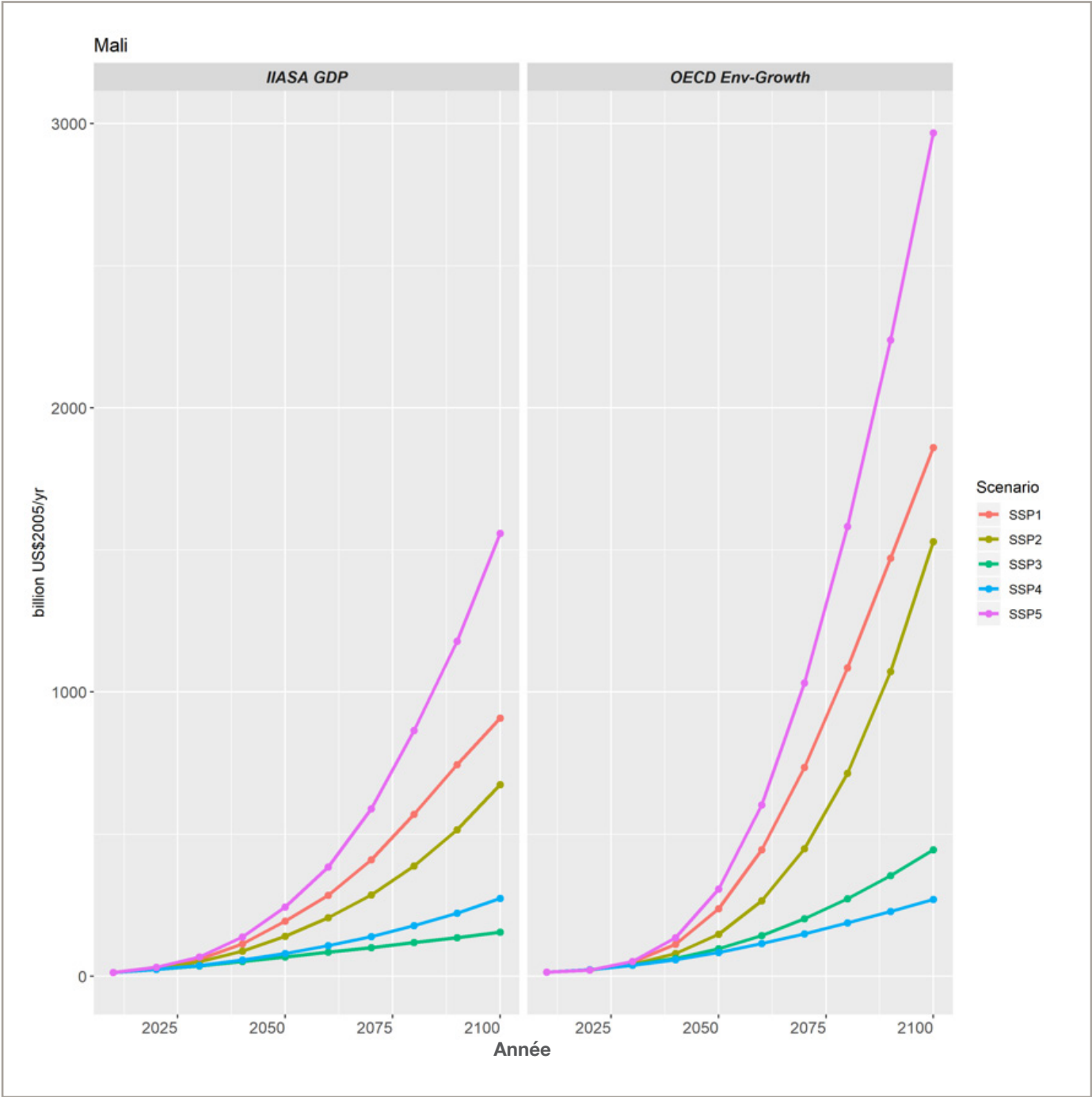
Ainsi calculés, les impacts sont exprimés en pourcentage.

C-8 Exploration des données préliminaires pour Mali à partir de la base de données IIASA

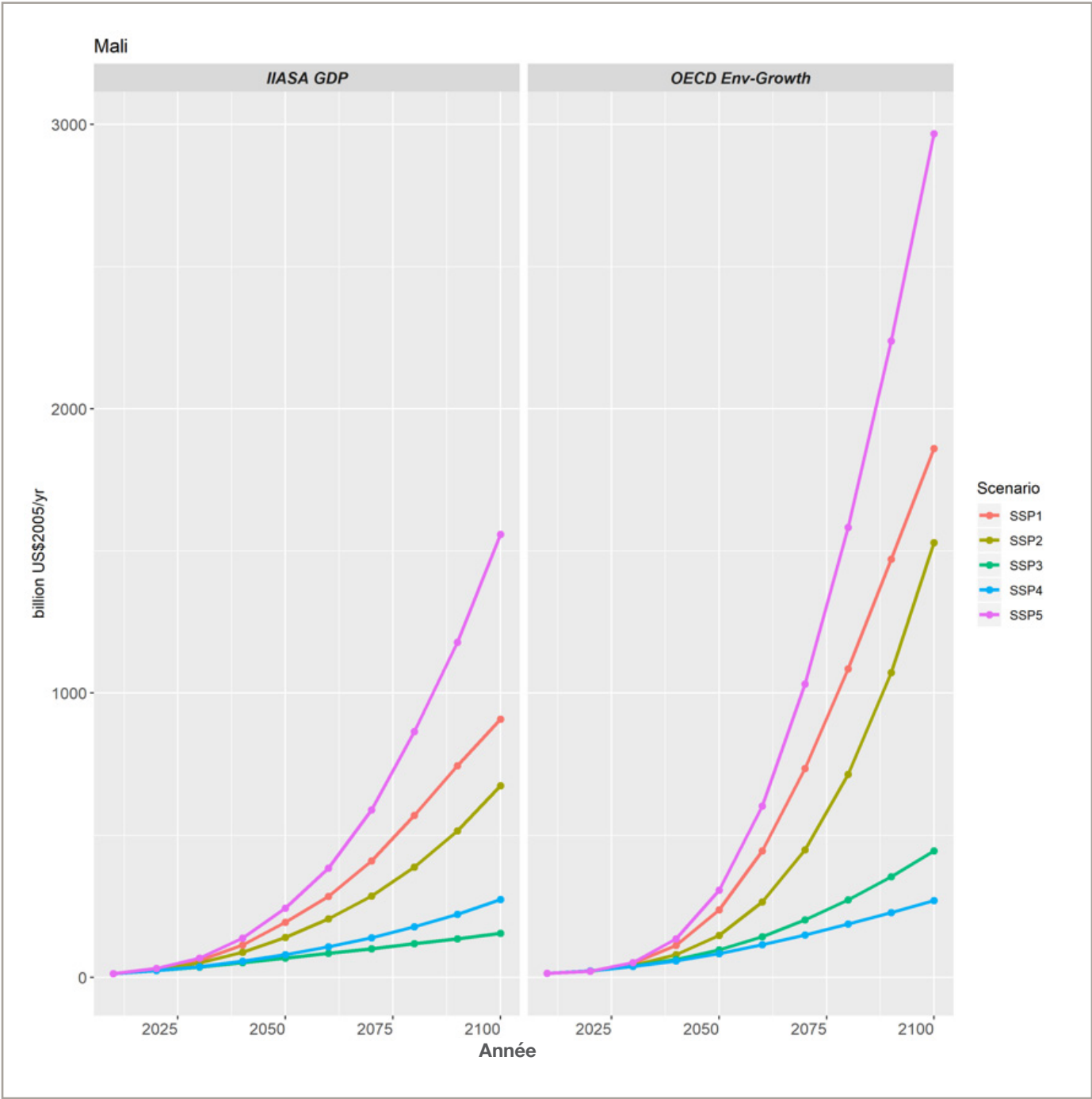
Changement de population selon différents scénarios



Évolution de la population urbaine sous différents SSP



Variation du PIB sous différents SSP.



C-9 Résultats: tableaux de la carte thermique complète

		Variation en pourcentage de la superficie cultivée d'ici 2050													
		RCP2.6			RCP4.5					RCP6.0	RCP8.5				Moyenne
		SSP2	SSP4	SSP5	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	SSP2	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	
Igname	29.7	0.0	0.0	0.0	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.7	-1.5	-2.7	-2.7	-2.6	-1.9
Manioc	22.3	-0.6	-0.6	-0.6	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-3.3	-1.9	-3.3	-3.4	-3.3	-2.6
Patate douce	23.4	-2.6	-2.6	-2.6	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-2.8	-3.4	-4.0	-4.1	-4.0	-3.3
Banane	65.4	-0.9	-0.9	-0.9	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1	-5.0	-4.8	-2.1	-3.0	-3.1	-2.9	-3.4
Niébé	0.4	-2.4	-2.4	-2.4	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	-3.7	-3.3	-4.6	-4.7	-4.6	-3.9
Thé	1.8	-1.2	-1.2	-1.2	-5.7	-5.7	-5.8	-5.8	-5.7	-5.2	-2.7	-3.8	-3.8	-3.7	-4.0
Patate	23.5	-2.0	-2.0	-2.0	-5.1	-5.1	-5.2	-5.1	-5.0	-6.4	-3.0	-3.9	-3.9	-3.5	-4.0
Sorgho	1.0	-2.6	-2.6	-2.6	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-3.4	-5.8	-5.9	-5.9	-5.8	-4.0
Riz	1.7	-3.7	-3.7	-3.7	-4.2	-4.3	-4.3	-4.3	-4.2	-3.7	-5.0	-5.8	-5.8	-5.5	-4.5
Petit mil	0.9	-3.4	-3.4	-3.4	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-4.7
Fruit tropical	4.9	-2.8	-2.8	-2.7	-7.6	-7.6	-7.6	-7.6	-7.5	-7.6	-6.5	-7.6	-7.6	-7.4	-6.4
Soja	1.9	0.2	0.2	0.2	-6.9	-6.8	-6.8	-6.9	-6.8	-8.4	-10.1	-10.5	-10.6	-10.5	-6.4
Coton	0.4	-3.0	-3.0	-3.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.7	-6.2	-7.6	-7.6	-7.4	-6.6
Maraichage	12.8	-5.3	-5.3	-5.3	-7.2	-7.2	-7.2	-7.2	-7.1	-6.3	-7.6	-9.1	-9.1	-8.8	-7.1
Blé	2.6	-4.6	-4.5	-4.4	-7.6	-7.7	-7.9	-7.8	-7.4	-7.7	-11.2	-12.9	-12.9	-11.7	-8.3
Canne à sucre	83.7	-5.1	-5.1	-5.2	-8.8	-8.8	-8.7	-8.7	-8.8	-7.5	-11.3	-11.3	-11.3	-11.3	-8.6
Arachide	0.9	-5.7	-5.7	-5.7	-9.7	-9.7	-9.8	-9.8	-9.7	-9.0	-10.1	-13.0	-13.0	-12.9	-9.5
Maïs	1.8	-9.1	-9.1	-9.1	-16.4	-16.4	-16.4	-16.4	-16.4	-14.1	-20.2	-20.6	-20.7	-20.4	-15.8

		Variation en pourcentage de la superficie cultivée d'ici 2050														
	Valeur de base 2018 (ha)	RCP2.6			RCP4.5					RCP6.0	RCP8.5					Moyenne
		SSP2	SSP4	SSP5	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	SSP2	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5		
Canne à sucre	5.7	3.2	3.4	3.1	4.7	4.7	4.6	5.0	4.3	4.2	6.5	6.4	7.0	6.0	4.9	
Arachide	329.7	2.2	2.2	2.3	3.5	3.4	3.2	3.3	3.5	3.6	3.9	5.4	5.5	5.9	3.7	
Patate	4.2	0.9	0.9	0.9	2.4	2.3	2.2	2.3	2.5	0.0	4.2	4.8	4.9	5.2	2.6	
Riz	485.1	0.6	0.7	0.6	2.2	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.5	3.1	3.2	3.8	2.1	
Banane	2.4	1.7	1.7	1.7	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	2.2	3.0	3.0	3.1	1.7	
Sorgho	1046.6	0.5	0.5	0.5	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8	
Niébé	313.0	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5	1.4	1.5	1.3	0.8	
Les ignames	2.1	1.1	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	
Thé	0.1	1.0	1.0	1.0	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.9	1.4	1.4	1.4	0.5	
Manioc	3.7	1.0	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	
Petit mil	1606.0	-0.5	-0.4	-0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.2	1.1	1.1	1.1	0.4	
Patate douce	8.3	0.3	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.5	0.0	
Soja	1.2	0.5	0.5	0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.8	-1.4	-0.7	-0.7	-0.7	-0.3	
Maïs	414.6	0.4	0.4	0.3	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	0.1	-0.2	-0.6	0.0	-0.3	
Fruit tropical	68.2	0.2	0.2	0.2	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	-0.8	-0.1	-0.1	0.1	-0.4	
Coton	548.1	-1.0	-1.0	-0.9	-2.4	-2.4	-2.5	-2.5	-2.3	-2.4	-1.8	-1.0	-1.1	-0.6	-1.7	
Maraîchage	83.6	-2.0	-2.1	-1.7	-3.3	-3.5	-3.7	-3.5	-3.2	-3.0	-4.0	-4.8	-4.5	-4.3	-3.4	
Blé	3.4	-3.9	-3.7	-3.0	-5.4	-6.1	-6.8	-6.1	-4.3	-6.5	-8.1	-9.6	-9.3	-4.1	-5.9	

		Variation en pourcentage de la superficie cultivée d'ici 2050													
	Valeur de base 2018	RCP2.6			RCP4.5					RCP6.0	RCP8.5				Moyenne
		SSP2	SSP4	SSP5	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	SSP2	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	
Agneau	136	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3
Porc	4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1
Boeuf	133	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
Volaille	52	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	-0.1	-0.1	0.1	-0.2
Laitier	799	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.3
Œuf	14	-0.6	-0.6	-0.6	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-1.5	-1.4	-1.3	-1.3	-1.0
Igname	64	1.1	1.1	1.1	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-2.2	-0.9	-2.1	-2.1	-2.1	-1.1
Patate	98	-1.0	-1.0	-0.9	-2.7	-2.8	-3.0	-2.8	-2.5	-6.2	1.4	1.2	1.3	2.0	-1.3
Banane	160	0.9	0.9	0.9	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-3.9	-3.7	0.2	0.0	0.0	0.3	-1.6
Manioc	82	0.4	0.4	0.3	-3.0	-3.0	-2.9	-3.0	-3.0	-3.1	-1.6	-2.8	-2.9	-3.0	-2.1
Riz	812	-3.1	-3.1	-3.1	-2.2	-2.3	-2.4	-2.3	-2.0	-1.7	-2.6	-2.8	-2.7	-1.9	-2.5
Niébé	124	-1.4	-1.4	-1.4	-4.1	-4.1	-4.2	-4.1	-4.2	-3.1	-2.9	-3.3	-3.2	-3.3	-3.1
Sorgho	1028	-2.2	-2.1	-2.2	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.8	-5.0	-5.2	-5.2	-5.2	-3.2
Patate douce	193	-2.3	-2.3	-2.2	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4	-2.4	-3.5	-4.3	-4.2	-4.4	-3.3
The	0	-0.2	-0.2	-0.1	-5.8	-5.8	-5.9	-5.9	-5.8	-5.0	-1.6	-2.3	-2.3	-2.1	-3.3
Canne à sucre	473	-2.1	-1.9	-2.3	-4.5	-4.5	-4.5	-4.2	-4.9	-3.6	-5.6	-5.7	-5.2	-6.0	-4.2
Petit mil	1427	-3.9	-3.9	-3.9	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-5.0	-5.2	-5.2	-5.1	-4.4
Arachide	305	-3.6	-3.7	-3.5	-6.6	-6.7	-6.9	-6.8	-6.6	-5.7	-6.8	-8.2	-8.2	-7.7	-6.2
Soja	2	1.0	1.0	0.9	-6.8	-6.7	-6.7	-6.7	-6.7	-8.7	-10.8	-10.4	-10.5	-10.4	-6.3
Fruit tropical	336	-2.4	-2.4	-2.4	-8.2	-8.2	-8.3	-8.2	-8.1	-8.3	-7.0	-7.4	-7.4	-7.0	-6.6
Coton	205	-3.8	-3.8	-3.7	-10.0	-10.0	-10.1	-10.1	-9.8	-9.7	-7.7	-8.2	-8.3	-7.7	-7.9
Maraichage	1071	-7.2	-7.3	-6.9	-10.2	-10.4	-10.7	-10.5	-10.1	-9.1	-11.2	-13.3	-13.1	-12.7	-10.2
Blé	9	-8.3	-8.1	-7.3	-12.6	-13.3	-14.1	-13.4	-11.3	-13.6	-18.3	-21.2	-20.9	-15.4	-13.7
Maïs	754	-8.6	-8.7	-8.8	-17.0	-16.9	-16.7	-17.0	-16.8	-14.5	-19.7	-20.4	-20.9	-20.2	-15.9

		Percent Difference in Total Demand by 2050													
	2018 Baseline Value (MT)	RCP2.6			RCP4.5					RCP6.0	RCP8.5				Average
		SSP2	SSP4	SSP5	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	SSP2	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	
Wheat	134	3.2	3.6	2.9	3.2	2.7	2.2	3.1	1.7	2.7	3.3	1.1	2.3	-1.3	2.4
Barley	2	2.3	2.3	2.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.9	1.5	0.8	0.9	0.1	1.5
Sunflower Oil	0	1.1	1.0	1.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	-0.1	-0.6	-0.5	-1.0	0.2
Lamb	120	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dairy	962	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.4	-0.1
Rapeseed	1	1.8	1.8	1.7	0.1	0.2	0.3	0.2	-0.1	0.7	-0.7	-2.2	-2.1	-3.2	-0.1
Beef	154	0.2	0.2	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.3	-0.5	-0.4	-0.7	-0.1
Eggs	16	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	-0.6	-0.8	-0.7	-1.0	-0.4
Pork	5	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	-0.7	-0.9	-0.8	-1.1	-0.4
Poultry	56	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.8	-1.0	-1.0	-1.3	-0.5
Beans	0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.8	-1.4	-1.4	-1.6	-0.8
Sweet Potato	188	-0.3	-0.3	-0.3	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-1.6	-1.6	-1.6	-0.9
Vegetables	930	-0.1	-0.1	-0.2	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-0.9	-1.5	-2.3	-2.3	-2.6	-1.2
Millet	1431	-0.5	-0.5	-0.5	-1.3	-1.3	-1.3	-1.2	-1.4	-1.2	-2.4	-2.5	-2.5	-2.7	-1.5
Sorghum	976	-0.7	-0.7	-0.7	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.5	-1.1	-2.1	-2.2	-2.2	-2.4	-1.5
Cowpeas	149	-1.1	-1.1	-1.1	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.6	-2.5	-2.5	-2.4	-1.6
Yams	72	-1.4	-1.4	-1.4	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.7	-2.0	-2.6	-2.6	-2.6	-2.0
Tropical Fruit	357	-1.0	-1.0	-1.0	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.7	-2.3	-3.0	-3.0	-3.1	-2.0
Cotton	5	-0.6	-0.6	-0.6	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-2.1	-1.7	-2.6	-3.9	-3.8	-4.3	-2.1
Tea	17	-1.1	-1.1	-1.1	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9	-2.7	-3.6	-3.5	-3.7	-2.2
Cacao	0	-1.7	-1.7	-1.7	-2.2	-2.2	-2.1	-2.1	-2.2	-2.1	-2.3	-3.2	-3.2	-3.3	-2.3
Banana	189	-1.5	-1.5	-1.5	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.5	-2.2	-2.9	-3.6	-3.6	-3.7	-2.5
Coffee	2	-1.4	-1.4	-1.4	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.3	-2.8	-3.8	-3.8	-4.0	-2.6
Cassava	69	-1.7	-1.7	-1.7	-2.7	-2.7	-2.6	-2.6	-2.7	-2.1	-2.9	-4.0	-3.9	-4.3	-2.7
Potato	123	-1.1	-1.1	-1.2	-3.1	-3.1	-3.0	-3.1	-3.2	-2.0	-4.1	-4.8	-4.8	-5.0	-3.1
Soybean	3	-1.7	-1.7	-1.6	-3.6	-3.6	-3.7	-3.6	-3.6	-2.8	-3.7	-6.0	-5.8	-6.0	-3.7
Rice	1021	-1.4	-1.5	-1.4	-3.6	-3.6	-3.6	-3.6	-3.8	-3.3	-4.8	-6.5	-6.4	-7.0	-3.9
Groundnut	248	-2.1	-2.1	-2.1	-3.7	-3.8	-3.8	-3.7	-3.8	-3.9	-4.9	-6.0	-5.9	-6.0	-4.0
Sugarcane	473	-2.1	-1.9	-2.3	-4.5	-4.5	-4.5	-4.2	-4.9	-3.6	-5.6	-5.7	-5.2	-6.0	-4.2
Maize	788	-3.8	-3.9	-3.8	-6.1	-5.9	-5.7	-5.9	-6.1	-5.1	-9.2	-9.0	-9.0	-9.8	-6.4

	2018 Baseline Value (kg/capita)	Percent Difference in Food Availability by 2050														Average
		RCP2.6			RCP4.5					RCP6.0	RCP8.5					
		SSP2	SSP4	SSP5	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5	SSP2	SSP2	SSP3	SSP4	SSP5		
Barley	0.1	2.3	2.3	2.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.9	1.5	0.8	0.9	0.1	1.5	
Sunflower Oil	0.0	1.1	1.0	1.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	-0.1	-0.6	-0.5	-1.0	0.2	
Lamb	6.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Dairy	49.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.4	-0.1	
Rapeseed	0.0	1.8	1.8	1.7	0.1	0.2	0.3	0.2	-0.1	0.7	-0.7	-2.2	-2.1	-3.2	-0.1	
Beef	8.0	0.2	0.2	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.3	-0.5	-0.4	-0.7	-0.1	
Eggs	0.4	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.5	-0.7	-0.7	-0.9	-0.3	
Pork	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	-0.7	-0.9	-0.8	-1.1	-0.4	
Poultry	2.9	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.8	-1.0	-1.0	-1.3	-0.5	
Wheat	6.7	1.3	1.2	0.9	-0.3	0.0	0.3	0.0	-1.0	0.4	-1.0	-1.8	-1.8	-4.9	-0.5	
Beans	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.5	-0.8	-1.4	-1.4	-1.6	-0.8	
Sweet Potato	9.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-1.6	-1.6	-1.6	-0.9	
Millet	56.0	-0.4	-0.4	-0.4	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-1.8	-1.9	-1.9	-1.9	-1.1	
Sorghum	39.1	-0.6	-0.6	-0.6	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-0.9	-1.6	-1.7	-1.7	-1.7	-1.1	
Vegetables	45.5	-0.1	-0.1	-0.2	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-0.9	-1.5	-2.3	-2.3	-2.6	-1.2	
Cowpeas	7.7	-1.1	-1.1	-1.1	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.6	-2.5	-2.5	-2.4	-1.6	
Yams	3.5	-1.4	-1.4	-1.4	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.7	-2.0	-2.6	-2.6	-2.6	-2.0	
Tropical Fruit	17.8	-1.0	-1.0	-1.0	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.7	-2.3	-3.0	-3.0	-3.1	-2.0	
Cassava	2.3	-1.5	-1.5	-1.5	-2.1	-2.2	-2.2	-2.2	-2.1	-1.7	-2.2	-3.2	-3.2	-3.1	-2.2	
Tea	0.9	-1.1	-1.1	-1.1	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9	-2.7	-3.6	-3.5	-3.7	-2.2	
Cacao	0.0	-1.7	-1.7	-1.7	-2.2	-2.2	-2.1	-2.1	-2.2	-2.1	-2.3	-3.2	-3.2	-3.3	-2.3	
Banana	9.9	-1.5	-1.5	-1.5	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.5	-2.2	-2.9	-3.6	-3.6	-3.7	-2.5	
Coffee	0.1	-1.4	-1.4	-1.4	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.3	-2.8	-3.8	-3.8	-4.0	-2.6	
Potato	6.4	-1.1	-1.1	-1.2	-3.1	-3.1	-3.0	-3.1	-3.2	-2.0	-4.1	-4.8	-4.8	-5.0	-3.1	
Groundnut	1.1	-1.9	-1.9	-1.9	-3.2	-3.2	-3.2	-3.2	-3.3	-3.1	-3.9	-5.1	-5.1	-5.3	-3.4	
Soybean	0.2	-1.7	-1.7	-1.6	-3.6	-3.6	-3.7	-3.6	-3.6	-2.8	-3.7	-6.0	-5.8	-6.0	-3.7	
Rice	48.0	-1.4	-1.5	-1.4	-3.6	-3.6	-3.6	-3.6	-3.8	-3.3	-4.8	-6.5	-6.4	-7.0	-3.9	
Maize	26.8	-3.1	-3.1	-3.1	-4.7	-4.8	-4.9	-4.7	-4.9	-4.2	-7.4	-7.6	-7.3	-7.8	-5.2	

ANNEX D: MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE D'INTELLIGENCE CLIMATIQUE

D-1 Conception du Modèle

D-2 Estimation de paramètre

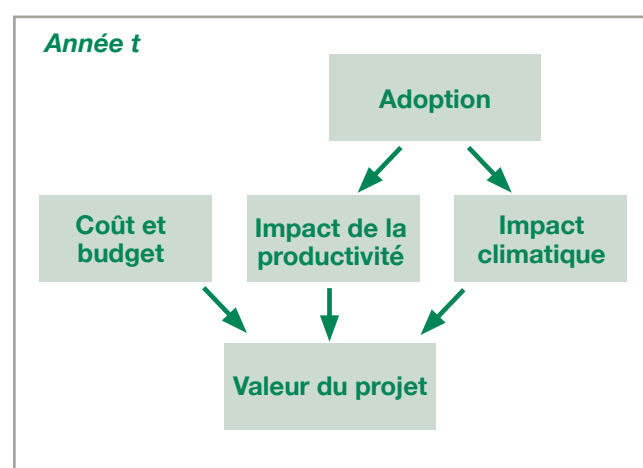
D-3 Résultats de la Valeur Actuelle Nette (VAN) et du Retour sur Investissement pour les quatre projets prioritaires dans divers scénarii de risque

Nous avons modélisé les performances des projets à l'aide du réseau bayésien (RB) avec l'objectif de prédire les résultats des investissements avec un degré élevé d'incertitude, de non-linéarité et de rétroaction entre les composants. Ces caractéristiques sont communes aux projets climatiques, agricoles et de développement rural. Plus précisément, nous avons utilisé un modèle RBRB pour deux raisons. Premièrement, fournir des estimations précises des coûts, des retours et de l'adoption des projets est l'un des principaux défis de l'évaluation des projets. Le paramètre d'incertitude de toutes ces variables peut être explicitement modélisé dans le RBRB et est pris en compte. En d'autres termes, au lieu d'attribuer une valeur en points au nombre ciblé de bénéficiaires ou à leur revenu, nous attribuons au RBRB une distribution de probabilité qui représente notre degré de confiance autour de cette estimation. Les distributions de probabilité sont utilisées pour toutes les variables du modèle. Deuxièmement, différents scénarios de risque, climatiques et non climatiques, et leur incertitude peuvent être simulés. Le modèle prend en compte la probabilité (fréquence) et l'impact (gravité) des facteurs de risque lors de la modélisation des performances du projet. Dans les sections suivantes, nous décrivons la structure, le paramétrage et la simulation du modèle.

D-1 Modèle de conception

Le modèle RB a pour objectif de hiérarchiser les alternatives de projet en fonction de leur valeur actuelle nette (VAN) et de leur retour sur investissement (RSIRSI) actualisé. L'impact du projet est monétisé, actualisé et calculé en tenant compte de son adoption progressive par les bénéficiaires ciblés. La figure 1 présente un aperçu du modèle. Chaque nœud de la figure 1 représente un fragment de RB contenant plusieurs nœuds et relations. Le NE suppose que le projet est évalué sur cinq ans, soit la durée commune des projets. La distribution de la valeur actualisée nette et du retour sur investissement cumulés du projet est calculée en tenant compte de l'adoption, de l'impact et des coûts engendrés chaque année. Dans la suite de cette section, nous décrivons le contenu de chaque fragment à la figure E-1.

Figure D-1: Aperçu du réseau bayésien dans le temps t



Adoption. Dans le modèle, la portée d'un projet est définie par le nombre total de bénéficiaires ciblés. Ces deux mesures sont incertaines et définies par une distribution de probabilité. Les interventions, (dans ce cas précis, il s'agit de l'agriculture intelligente face au climat), sont progressivement adoptées sur une période donnée. Le pourcentage de bénéficiaires ciblés qui adoptent le projet est modélisé par le modèle Bass¹¹⁶. Le modèle Bass utilise le taux d'innovation p et le taux d'imitation q pour estimer le taux d'adoption (TA) sur une période de temps spécifiée t pour atteindre le total des bénéficiaires cibles, comme suit:

$$AR_t = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \left(\frac{q}{p}\right)e^{-(p+q)t}} \quad (1)$$

Les risques du projet, tels que le manque d'acceptation de la part de la communauté ou la sécheresse, peuvent affecter le taux d'adoption. Pour refléter cela, les taux d'innovation et d'imitation sont modélisés sous forme de mix de mélanges conditionnées par les facteurs de risque du modèle.

$$p = \sum_i P(\text{AdoptionRisk} = i) p_i \quad (2)$$

$$q = \sum_i P(\text{AdoptionRisk} = i) q_i \quad (3)$$

Où p_i est le taux d'adoption lorsque le risque d'adoption i est présent. Le taux d'adoption a été modélisé avec une distribution Bêta ou une distribution de probabilité similaire afin de refléter son paramètre d'incertitude. Le nombre total de bénéficiaires et de zones qui adoptent le projet change chaque année en fonction du taux d'adoption. La figure E-2 montre l'adoption de la modélisation du fragment de BN.

$$\text{Beneficiaries}_t = AR_t \times \text{Target_Beneficiary} \quad (4)$$

$$\text{Area}_t = AR_t \times \text{Target_Area} \quad (5)$$

L'impact d'un projet est évalué à partir de la différence entre les revenus du bénéficiaire avant et après l'adoption du projet.

$$\text{Productivity}_t = IP_t^{adj} - IB_t^{adj} \quad (6)$$

Plusieurs facteurs de risque naturels, tels que la sécheresse et les ravageurs, peuvent affecter le revenu des bénéficiaires et la performance des interventions de l'AIC. En outre, l'effet de ces facteurs de risque pourrait être différent selon qu'il s'agisse d'utilisateur et d'un non-utilisateur du projet. Par exemple, si une sécheresse peut réduire le revenu des bénéficiaires du projet et des autres agriculteurs, son impact peut être plus grave pour les agriculteurs qui n'ont pas adopté les pratiques de l'AIC. Pour modéliser cela, nous ajustons d'abord les estimations du revenu de base et du projet en fonction des facteurs de risque qui se produisent au cours des différentes années. Soit IB et IP - respectivement le revenu d'un bénéficiaire avant et après l'adoption du projet -, EB_t et EP_t l'effet combiné des facteurs de risque naturels à t . Les revenus ajustés avant et après l'adoption du projet à t , c'est-à-dire IP_t^{adj} et IB_t^{adj} , sont les suivants:

$$IP_t^{adj} = IP \times EP_t \quad (7)$$

$$IB_t^{adj} = IB \times EB_t \quad (8)$$

L'effet combiné des facteurs de risque pour les bénéficiaires du projet et les autres agriculteurs est modélisé comme une distribution de mélange conditionnée par le facteur de risque naturel:

$$EP_t = \sum_i P(\text{NaturalRisk} = i)_t EP_i \quad (9)$$

$$EB_t = \sum_i P(\text{NaturalRisk} = i)_t EB_i \quad (10)$$

116 Bass FM. 1969.

Où $P(NaturalRisk = i)$ est la probabilité que le facteur de risque naturel i se réalise au temps t , et EP_i et EB_i sont l'effet du facteur de risque i pour les bénéficiaires du projet et les autres agriculteurs, respectivement. La figure E-3 montre le fragment du réseau bayésien qui estime l'impact de la productivité pendant différentes années.

Figure D-2: Fragment d'adoption du réseau bayésien

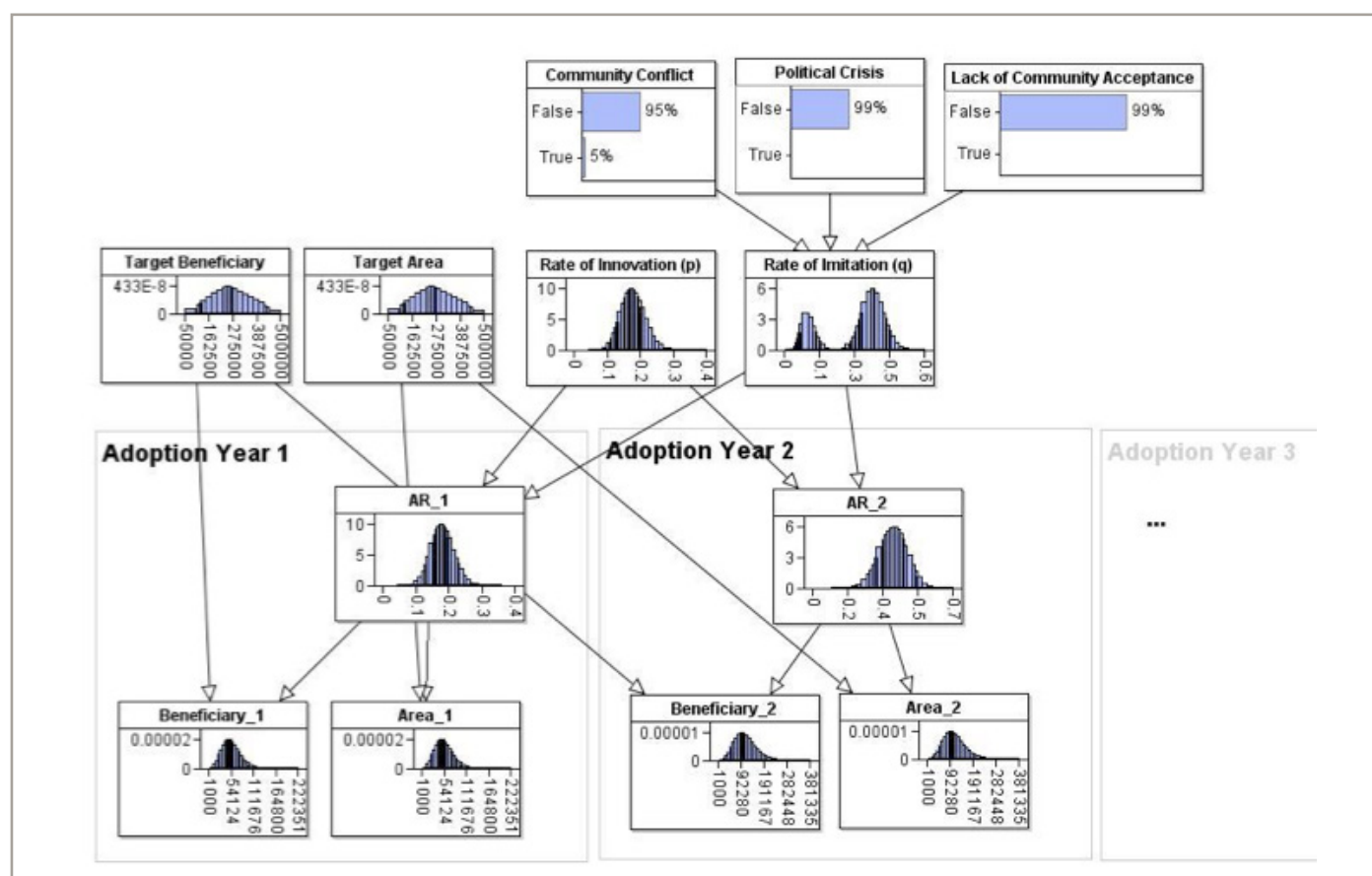
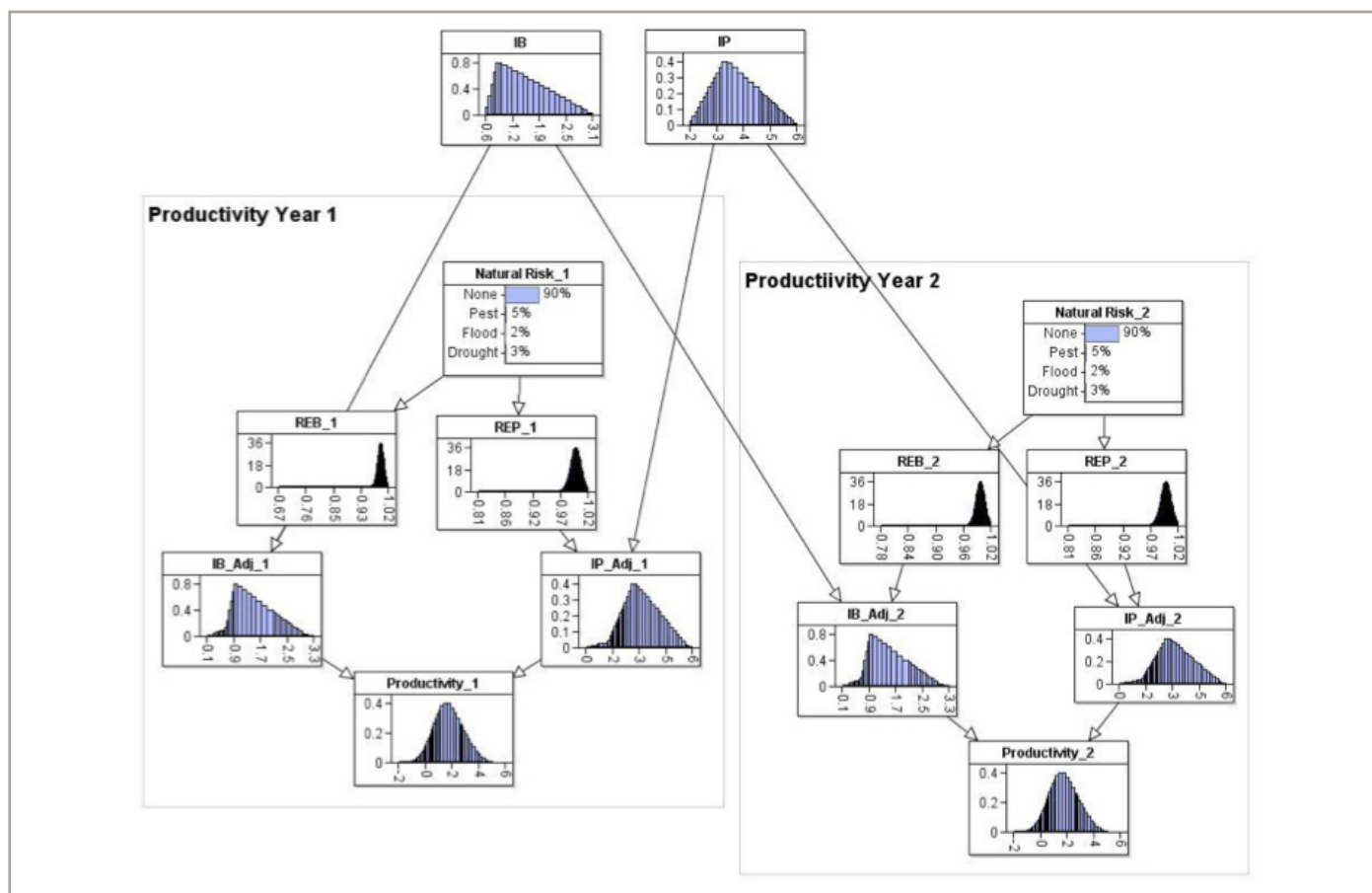
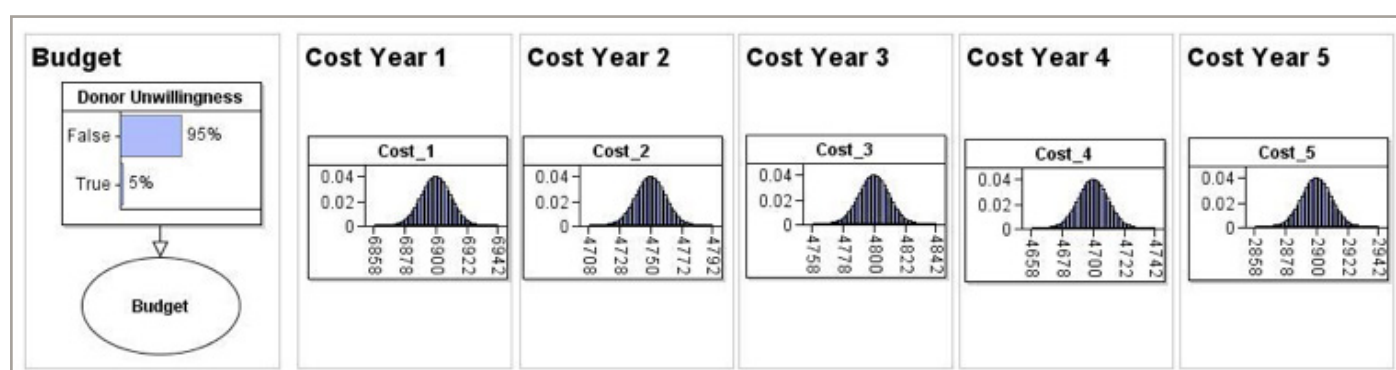


Figure D-3: Fragment de BN d'impact sur la productivité



Les coûts sont estimés sur une base annuelle et modélisés par des distributions de probabilité qui représentent le degré d'incertitude autour de ces estimations. L'écart-type autour des estimations de coûts est augmenté de façon à refléter une incertitude plus grande quant aux estimations à long terme. Les coûts et le budget du projet peuvent être ajustés en fonction des facteurs de risque pertinents. Par exemple, le facteur de risque de réticence d'un bailleur diminue le budget du projet.



La valeur actuelle nette (VAN) du projet au cours de l'année t est calculée dans le fragment de valeur du projet en utilisant les estimations d'adoption, de productivité et de coûts susmentionnées calculées dans les sections précédentes.

$$R_t = (Adj_Impact_t - Cost_t) / (1 + Discount_Rate)^t \quad (11)$$

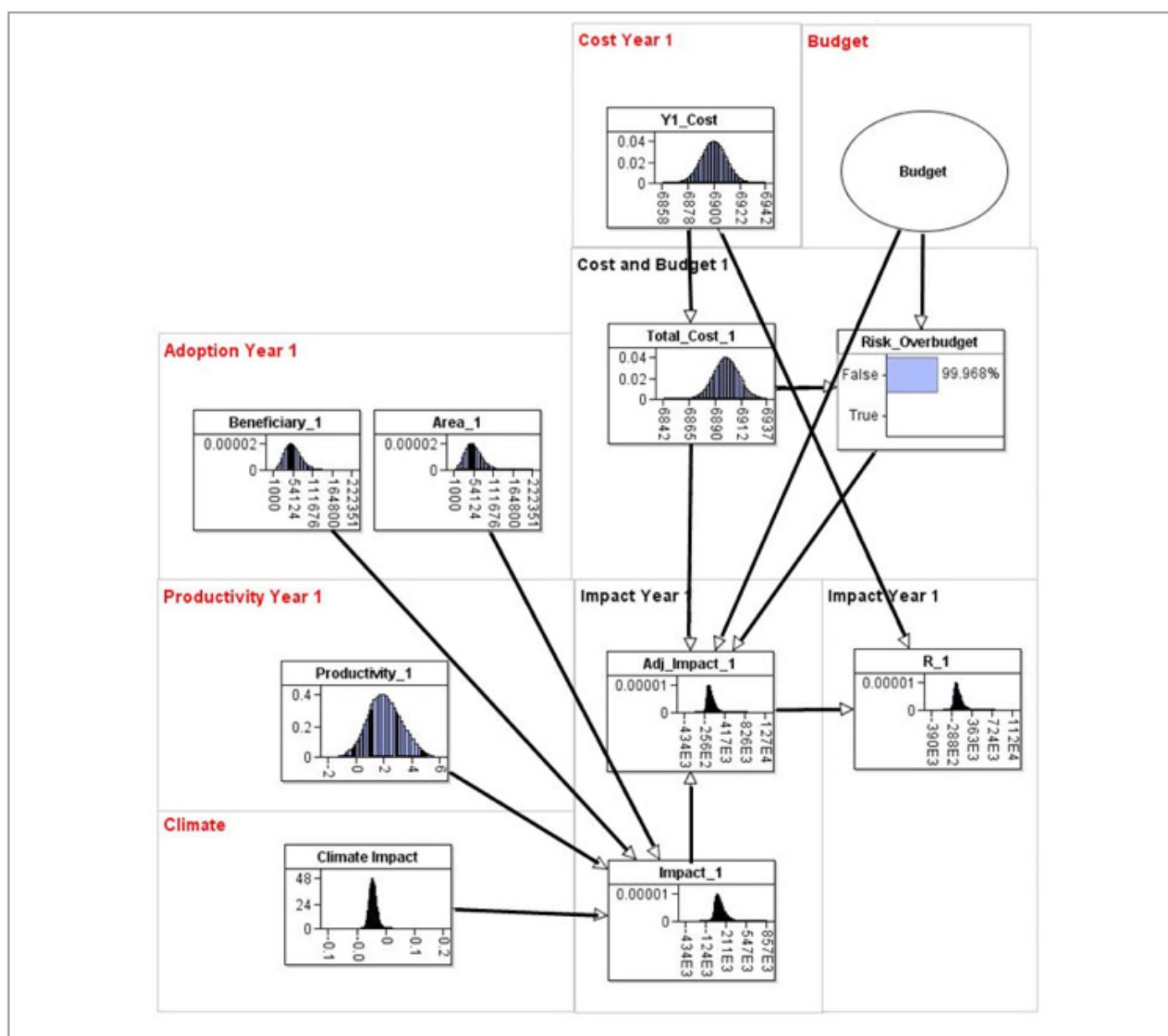
La VAN est la somme des avantages actualisés sur la durée du projet k et le retour sur investissement est le rapport entre la VAN et le coût total actualisé du projet.

$$NPV = \sum_{t=1}^k R_t \quad (12)$$

$$ROI = NPV / Total_Cost_k \quad (13)$$

La figure D-5 montre le fragment de réseau bayésien qui calcule le R_t . Notez que les parties liées aux autres fragments de réseau bayésien sont colorées en rouge dans cette figure.

Figure D-5: Valeur du projet dans la fraction BN de la première année



D-2 Estimation de paramètre

Les paramètres du modèle de réseau bayésien ont été définis sur la base d'une combinaison de connaissances expertes du domaine et de sources de données externes, le cas échéant. Les connaissances des experts ont été obtenues grâce à un questionnaire en ligne des participants après des rencontres de travail (annexe C). Les réponses de plusieurs experts ont été combinées aux données externes disponibles pour obtenir la distribution des paramètres de BN (tableau D-1).

Tableau D-1: Sources of information on model parameters

PARAMÈTRE	SAVOIR EXPERT	DONNÉES EXTERNES
Nombre de bénéficiaires	x	x
Taux d'adoption	x	
Revenu avant-projet	x	x
Revenu après projet	x	x
Coûts du projet	x	
Fréquence de risque	x	x
Impact du risque sur le projet	x	

Nous avons utilisé un processus en plusieurs étapes pour guider les experts dans l'estimation des paramètres de projet avec le moins de biais possible. Les experts du domaine ont été recrutés parmi les participants à l'atelier d'évaluation. L'estimation des paramètres a été réalisée à l'aide de questionnaires en ligne après l'atelier en raison de contraintes de temps. Le questionnaire suivait un format testé pour la détermination des paramètres dans les Réseaux Bayésien¹¹⁷, et utilisait deux types de questions: les questions à intervalles et les questions à choix multiples. Des questions à intervalle ont été utilisées pour déterminer les distributions de paramètres continus, tels que le revenu, après le projet et les bénéficiaires cibles. Les participants ont été invités à définir un intervalle incluant les estimations les plus élevées et les plus basses possibles, ainsi que la meilleure estimation de la valeur réelle. Des questions à choix multiples ont été utilisées pour déterminer la probabilité et l'effet de facteurs de risque distincts. Les répondants au questionnaire ont été formés à ces méthodes de collecte de données en expliquant d'abord les biais et les approches communes dans l'estimation, puis en leur donnant un échantillon de paramètre à estimer. Les questionnaires de collecte de données ont été envoyés à plusieurs experts et un regroupement linéaire pondéré a été utilisé pour leurs réponses. Dans cette approche, le paramètre regroupé estimé $f(\theta)$ est la moyenne pondérée des estimations individuelles des experts du domaine où w_i et $f(\theta)$ sont respectivement la pondération et l'estimation paramétrique de l'expert i :

$$f(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^n w_i f(\theta)_i}{n} \quad (14)$$

Le poids attribué à chaque expert a été défini en fonction de la précision de sa réponse. Dans le questionnaire, nous avons obtenu des informations sur les revenus des bénéficiaires avant et après le projet. A partir de là, on pouvait calculer le domaine de l'estimation de l'expert sur l'impact de la productivité du projet. Nous avons également obtenu le même paramètre pour chaque projet dans la littérature scientifique et avons utilisé ce paramètre comme paramètre de départ pour évaluer la précision des experts. Nous avons utilisé l'approche de Bojke et al¹¹⁸ pour attribuer des poids aux experts en fonction du paramètre de départ, l'échantillonnage de la distribution obtenue des experts et la distribution

¹¹⁷ Yet et al. 2016.

¹¹⁸ Bojke L, et al 2010.

de la littérature scientifique. Dans chaque échantillon, l'expert le plus proche de l'échantillon de l'AIC obtient un point. Le poids de chaque expert est calculé en divisant ses points par le nombre total d'échantillons. Enfin, nous ajustons une distribution de probabilité aux estimations des paramètres mis en commun et utilisons ces distributions comme intrants du modèle RB.

En plus des connaissances spécialisées, nous avons également incorporé des sources de données externes afin d'améliorer la précision des estimations et la cohérence des estimations d'un projet à l'autre.

A. Nombre de bénéficiaires: Nous avons utilisé les données de recensement des régions de projet spécifiées pour estimer le nombre potentiel de bénéficiaires. Cependant, tous les bénéficiaires potentiels n'adopteront pas une technologie donnée. Le nombre de bénéficiaires a donc été ajusté en fonction des taux d'adoption correspondant à la complexité du système. En plus du nombre total de bénéficiaires atteints, nous avons également estimé la mise en œuvre des courbes pour chaque projet (tableau E-2). Les projets avec des courbes de mise en œuvre lentes mettent plus de temps à développer des technologies, des matériaux et à commencer la mise en œuvre, de sorte qu'ils sont plus lents à atteindre le nombre total de bénéficiaires. En revanche, les projets rapides peuvent rapidement commencer à atteindre les bénéficiaires avec des technologies facilement disponibles et / ou simples à mettre en œuvre. Les projets ont été affectés à l'une des trois courbes de mise en œuvre en fonction du jugement des experts sur le temps nécessaire pour mettre en œuvre les activités de projet planifiées.

Tableau D- 2. Courbes de mise en œuvre utilisées pour estimer l'adoption annuelle

% DE BÉNÉFICIAIRES ATTEINTS (PAR AN)					
La vitesse	Année 1	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année
Lent	5	10	30	60	100
Moyen	10	20	40	70	100
Vite	15	30	50	75	100

B. Les taux d'adoption ont été estimés sur la base d'opinions d'experts quant à la probabilité que les participants au projet continuent à utiliser les technologies ou les services du projet pendant sa durée de vie. Estimation approximative de taux d'adoption faible (10-30%), moyen (30-50%) ou élevé (50-70%). En règle générale, les taux d'adoption seront faibles pour les projets impliquant des technologies complexes ou les modifications multiples apportées aux pratiques actuelles, tandis que les taux d'adoption pour les projets nécessitant peu de changements seront plus élevés.

C. Le revenu avant-projet était basé sur une estimation experte du revenu du ménage pour tous les projets du pays afin de calculer une moyenne et la variance du revenu du ménage utilisées pour chaque projet.

D. Le revenu post projet. Pour les projets reposant principalement sur des pratiques de gestion agricole, nous avons estimé l'évolution du revenu après la mise en œuvre du projet à l'aide du Compendium de l'Agriculture Intelligente face au Climat (Compendium de l'AIC), un ensemble de données compilé à partir de plus de 1 500 articles évalués par des pairs, contenant plus de 150 000 points de données comparant 45 les résultats de la productivité, de la résilience et de l'atténuation pour 100 pratiques agricoles différentes en Afrique¹¹⁹. Cela inclut des données sur les variations de rendement, de coûts et de rendements nets avec une option de l'AIC (voir exemple dans le tableau E-3). Cette ressource unique fournit une base de données riche pour estimer la performance de pratiques dans un large éventail de conditions agroécologiques et de scénarios de gestion de ferme.

119. Rosenstock TS, Lamanna C et al. 2015.

Tableau D-3 Exemples de données de résultats pour les pratiques de l'AIC dans le Compendium de l'AIC pour l'Afrique

PRATIQUE	No D'ÉTUDES	CHANGE-MENT DE RENDEMENT (% ± SD)	CHANGE-MENT DU REVENU (% ± SD)	CHANGEMENT DE COÛTS (% ± SD)	CHANGEMENT DE LA QUALITÉ DU SOL (% ± SD)
Agroforesterie / Culture en couloirs	134	19 ± 87	64 ± 91	15 ± 42	12 ± 59
Variétés de culture améliorées	79	41 ± 80	43 ± 46	28 ± 38	34 ± 115
Rotation des cultures	103	26 ± 76	77 ± 135	-11 ± 70	16 ± 48
Culture intercalaire	143	-2 ± 82	50 ± 130	1 ± 19	4 ± 70
Paillis	208	49 ± 86	56 ± 86	24 ± 34	42 ± 103
Engrais Inorganique	489	87 ± 82	66 ± 111	42 ± 45	21 ± 89
Fertilisant organique	189	87 ± 100	70 ± 94	41 ± 53	24 ± 68
Travail du sol réduit	184	31 ± 89	24 ± 97	14 ± 37	15 ± 88
Irrigation	61	13 ± 113	46 ± 113	8 ± 107	-4 ± 30
Terrasses, dalot, berges	107	81 ± 86	113 ± 129	29 ± 35	65 ± 128
Amélioration du régime du bétail	342	17 ± 99	21 ± 156	-4 ± 38	
Amélioration des races de bétail	35	17 ± 44		-3 ± 21	

- Agriculture nationale de récession/ L'impact a été estimé à l'aide d'une méta-analyse de données sur les changements de rendement, de revenus et de coûts dans la région Afrique de l'Ouest pour les pratiques de l'AIC (variétés améliorées, engrais organiques et inorganiques, paillage, travail réduit du sol) et cultures clés (maïs, sorgho, manioc), tomates} spécifiées dans la note succincte de présentation.
- Analyse de l'intégration cultures-élevage de l'évolution du rendement, des revenus et des coûts pour la mise en œuvre de pratiques d'élevage intelligentes face au climat {par exemple, gestion de l'alimentation, races améliorées} pour des espèces d'élevage clés {bovins, chèvres, moutons, poulets} en Afrique de l'Ouest.
- Produits forestiers non ligneux (PFNL) L'impact de l'incorporation de PFNL sur le revenu des ménages ruraux a été estimé sur la base des modifications rapportées du revenu des ménages.
- Programme national de télédétection et de géoinformatique l'impact de la mise en œuvre a été estimé sur la base de l'utilisation potentielle des informations résultantes par les agriculteurs, notamment en améliorant les dates de plantation sur la base des prévisions météorologiques et en améliorant le choix des variétés sur la base d'informations pédologiques et météorologiques. La moyenne et la variation de l'impact des informations agrométéorologiques sur le rendement des cultures et le revenu des ménages ont été extraites d'une étude de modélisation des avantages des informations climatiques pour les producteurs de mil au Niger.¹²⁰

E. Coûts : Les budgets et les coûts détaillés du projet ont été élaborés en consultation avec les «champions» de l'investissement après l'atelier des parties prenantes. Parmi ces champions figuraient des experts et des responsables gouvernementaux possédant des informations de domaine spécifiques pertinentes pour la note conceptuelle. Les budgets visaient à cibler des programmes d'une taille allant de 200 000 à 60 millions de dollars américains, afin de pouvoir être rapidement financés.

F. Fréquence des risques : nous avons utilisé un processus en plusieurs étapes pour identifier les

120. Roudier P, et al. 2016.

risques et estimer les paramètres de vraisemblance et d'impact à partir de sources multiples. Au cours des ateliers d'évaluation, les participants ont répertorié les risques pour chaque projet et ont fourni une estimation qualitative (faible, moyenne, élevée) de la probabilité et de l'impact du risque pour le projet (voir ci-dessus). Cela a généré une liste de risques qui a été utilisée pour obtenir des paramètres de risque quantitatifs auprès d'experts de domaine et de sources de données externes. Les estimations des experts de domaine et les données externes ont été utilisées pour générer les distributions de probabilité finales pour la probabilité de risque et l'impact sur le projet dans le réseau bayésien. L'approche utilisée pour estimer les paramètres de chacun des six risques modélisés est décrite ci-dessous.

- **Sécheresse:** Nous avons estimé la probabilité de sécheresse à partir de la fréquence historique des sécheresses au Mali sur la période 1991-2010.¹²¹ Les épisodes de sécheresse ont été définis comme des périodes au cours desquelles les précipitations effectives des douze derniers mois ont été inférieures de plus d'un écart type à la moyenne à long terme (indice de précipitation normalisé SPI-12 < -1), sur la base de données de précipitations globalement quadrillées. Une période de sécheresse débiterait un mois où l'indice SPI-12 atteindrait -1 et se terminerait un mois où l'indice SPI-12 atteindrait 0 ou les conditions pluviométriques moyennes. Le nombre de ces événements entre 1991 et 2010 était la fréquence de sécheresse rapportée. Nous avons calculé la moyenne et la variance du nombre d'épisodes de sécheresse dans chaque pays en divisant le pays (pour le Mali, seules les régions productrices de cultures du sud ont été utilisées) en 16 cellules de grille et en mesurant le nombre moyen de sécheresses par cellule. La probabilité de sécheresse était alors le nombre moyen d'événements de sécheresse par an. Par exemple, si la superficie moyenne est de 1 sécheresse par décennie, nous estimons 10% de chances de sécheresse chaque année.
- **Les inondations:** Comme pour la probabilité de sécheresse, nous avons estimé la probabilité d'inondation à partir des données historiques sur les inondations au Mali. La fréquence des inondations signalées a été obtenue à partir de la plateforme de connaissances PreventionWeb du Bureau de la prévention des risques de catastrophe des Nations Unies (UNISDR).¹²² pour la période 2005-2014. Bien que des inondations se produisent chaque année au Mali pendant la saison des pluies, les inondations enregistrées dans PreventionWeb sont des pertes signalées au niveau international et pourraient donc perturber les activités du projet. Comme pour la sécheresse, la probabilité d'inondation a été estimée sur la base du nombre d'événements d'inondation observés par an.
- **Les parasites:** Il est difficile de trouver des données sur la fréquence des épidémies d'organismes nuisibles majeures (et donc perturbant le projet) en Afrique. Nous avons évalué la probabilité d'épidémies d'organismes nuisibles en utilisant plusieurs sources de données. Au Mali, le ravageur le plus répandu est le criquet pèlerin. Des invasions acridiennes sont survenues à 5 reprises entre 1900 et 2000¹²³, qui donne une estimation prudente de la probabilité de 5% pour une année donnée (car les épidémies peuvent durer d'une à plusieurs années). En outre, de nouvelles épidémies ou épidémies de ravageurs et de maladies se sont produites environ cinq fois en Afrique subsaharienne au cours des 20 dernières années¹²⁴ y compris la plus récente éclosion de ver de l'armée automnale à travers le continent. Cela donne une estimation prudente de la limite supérieure de 25% de probabilité d'épidémie importante d'organismes nuisibles au cours d'une année donnée. Ces estimations ont été combinées pour obtenir la probabilité finale d'une invasion d'organismes nuisibles perturbatrice au cours d'une année donnée.
- **Instabilité politique:** Le Mali a connu un coup politique et un conflit permanent au cours de la dernière décennie, suggérant un risque relativement élevé d'instabilité politique. Pour estimer

121. Spinoni J, et al. 2014..

122. www.preventionweb.net

123. United Nations Food and Agriculture Organization. Locust Watch. www.fao.org/ag/locusts

124. Smith J. 2015.

la probabilité d'instabilité politique, nous avons utilisé l'indicateur de gouvernance mondiale de la Banque mondiale.[94] Stabilité politique et absence de violence (PSAV) .Nous avons converti les scores WGI PSAV en probabilité d'instabilité politique en établissant une échelle linéaire de 100% de chance d'instabilité pour un score de -3 (généralement les pays en conflit actif sans gouvernements en activité) et de 0% de chance d'instabilité pour un score de 2 (le plus haut donné dans le jeu de données). Nous avons calculé le score moyen et SD du score PSAV au Mali sur la période 1996-2017 et l'avons converti en une probabilité moyenne et SD d'instabilité politique à l'aide de notre échelle linéaire.

- **Mauvaise gouvernance:** À l'instar de l'instabilité politique, nous avons estimé la probabilité qu'une mauvaise gouvernance affecte la mise en œuvre des projets à l'aide de l'indicateur de gouvernance mondiale de la Banque mondiale 10 Efficacité du gouvernement (GE) .Les scores GE ont été convertis en probabilité de mauvaise gouvernance en utilisant une échelle linéaire ; le score le plus faible (-2,5) correspond à une probabilité de 100% de mauvaise gouvernance affectant le projet et le score le plus élevé (+2,5) correspond à une chance de mauvaise gouvernance de 0% .Nous avons calculé la moyenne et l'écart type du score GE pour le Mali sur la période 1996-2017 et avons converti cette différence en un écart moyen et standard de la probabilité de mauvaise gouvernance à l'aide de notre échelle linéaire.
- **Conflit communautaire:** Les conflits communautaires, en particulier entre les agriculteurs et les pasteurs, ou entre différents groupes ethniques, constituent un risque potentiel du projet identifié par les parties prenantes au Mali. Nous avons estimé la probabilité d'un conflit communautaire à l'aide de la base de données de profils institutionnels [95] indicateurs de conflit social (A203). La variable Conflit social comprend des estimations des conflits ethniques et religieux, des conflits fonciers en zone rurale et d'autres types de conflits sociaux. Nous avons converti les scores de conflit social en probabilité de conflit en utilisant une échelle linéaire, où un score de 0 (conflit social grave) était une chance de conflit de 100% et un score de 4 (pas de conflit social) était une chance de conflit de 0%. Nous avons utilisé l'écart type des scores d'un pays parmi les cinq variables qui contribuent à l'indicateur de conflit social pour estimer l'incertitude entourant la probabilité d'un conflit.

G. L'impact du risque a été estimé à la fois comme l'effet potentiel de l'occurrence d'un risque sur le revenu du bénéficiaire du projet, ainsi que l'effet sur l'adoption du projet. Certains risques, tels que la sécheresse, affecteront principalement l'impact du projet (par exemple, la réduction des rendements), tandis que d'autres, tels que les conflits communautaires, affecteront principalement la participation au projet (par exemple, l'impossibilité d'accéder aux sites ou aux activités du projet).

Tableau D-4 : Estimation de la fréquence et de l'impact des risques

Risque	Chance annuelle (% ± SD)	Impact du risque sur le revenu / l'adoption ^a				
		Affaires comme d'habitude ^b	Agriculture de récession des inondations	Intégration cultures -élevage	Produits Forestier non ligneux	Télédétection
Sécheresse	25 ± 7	--/N / A	- / +	- / 0	- / 0	0 / ++
Inondation	20 ± 10	--/N / A	- / +	- / 0	- / 0	0 / +
Ravageurs	15 ± 10	--/N / A	- / 0	- / 0	- / -	- / +
L'instabilité politique	49 ± 19	0 / NA	0 / -	0 / -	0 / -	0 / -
Mauvaise gouvernance	67 ± 3	0 / NA	0 / -	0 / -	0 / -	0 / -
Conflit communautaire	65 ± 22	0 / NA	0 / -	0 / -	0 / -	0 / -

- a Les symboles représentent les distributions de probabilité pour l'impact sur le revenu des bénéficiaires et les taux d'adoption dans l'analyse. Pour le revenu : - perte totale ou partielle du revenu, - perte légère ou modérée, 0 gain faible à faible perte, + gain modéré, ++, augmentation du double ou plus du revenu. Pour adoption - perte de participation jusqu'à complète, - perte de participation faible à modérée, 0 perte faible à petit gain de participation, + gain de participation faible à modéré, ++ gain de participation modéré à élever.
- b Le statu quo représente l'impact des risques sur un agriculteur similaires aux bénéficiaires du projet, mais qui ne participent pas au projet, par exemple un scénario sans projet.

D-3 Résultats de la VAN et du RSI pour les quatre projets prioritaires dans divers scénarios de risque

Chaque projet a été exécuté selon quatre scénarios de risque: aucun risque, uniquement des risques climatiques, uniquement des risques sociaux et tous les risques possibles. Si un risque n'était pas inclus dans un scénario, sa probabilité d'occurrence était explicitement définie sur zéro pour cette exécution. Autrement, tous les risques ont été autorisés en fonction de leur fréquence dans le tableau E-4. Pour chaque scénario et projet, nous avons calculé la moyenne et la variance de la VAN et du RSI, ainsi que la probabilité d'une VAN positive compte tenu des risques (tableau E-5).

Tableau D-5 : VAN et RSI pour les projets de l'AIC soumis à divers scénarios de risque

SCÉNARIO DE RISQUE	VAN (M\$ ± SD)	RSI (% ± SD)	% VAN POSITIF
AGRICULTURE DE RÉCESSION			
Aucun risque	37.1 ± 71.8	46 ± 88	70
Risques climatiques uniquement	32.2 ± 67.9	40 ± 84	67
Risques sociaux uniquement	11.0 ± 54.8	14 ± 67	57
Tous les risques	7.4 ± 51.8	9 ± 64	53
INTÉGRATION CULTURES-ÉLEVAGE			
Aucun risque	-6.8 ± 61.2	-27 ± 246	45
Risques climatiques uniquement	-8.2 ± 49.5	-33 ± 199	41
Risques sociaux uniquement	-9.9 ± 44.9	-40 ± 181	40
Tous les risques	-10.8 ± 37.2	-44 ± 150	35
PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX			
Aucun risque	21.3 ± 11.4	53 ± 28	98
Risques climatiques uniquement	17.6 ± 21.7	44 ± 54	80
Risques sociaux uniquement	6.2 ± 9.3	15 ± 23	74
Tous les risques	3.5 ± 16.4	9 ± 41	57
TÉLÉDÉTECTION ET SURVEILLANCE			
Aucun risque	20.2 ± 21.9	125 ± 137	84
Risques climatiques uniquement	60.0 ± 47.5	374 ± 299	93
Risques sociaux uniquement	14.2 ± 17.8	88 ± 112	80
Tous les risques	46.6 ± 38.2	291 ± 239	92

D-4 Valeur des avantages en termes d'atténuation des émissions de GES issus de quatre investissements prioritaires

La valeur économique des avantages liés à l'atténuation pour chaque investissement a été estimée à l'aide des coûts sociaux du carbone (40 USD / tonne de CO₂). Cette analyse a été basée sur les meilleures données disponibles concernant les changements probables d'émissions, sur la base des types d'actions que les interventions stimuleraient pour le nombre attendu de bénéficiaires du projet. L'analyse suggère que la valeur des avantages liés à l'atténuation n'est pas triviale à ce prix, avec une valeur totale comprise entre 5,4 millions USD et - 18,6 millions USD en fonction de l'intervention et des risques (table E-6). La valeur au taux du marché en vigueur serait presque inférieure d'un ordre de grandeur. Il convient de noter que ces analyses sont très incertaines compte tenu du manque d'informations sur les taux d'émissions et de séquestration dans les agroécosystèmes ciblés et du nombre d'informations sur le nombre de bénéficiaires mettant en œuvre chaque type d'intervention.

Tableau D-6 : Valeur des avantages de l'atténuation en supposant un prix du carbone de 40 USD / tonne de CO₂

INVESTISSEMENT	VALEUR (MILLION USD)	
	AUCUN RISQUE	TOUS RISQUES
Agriculture de récession après les inondations	7.7 ± 0.9	5.7 ± 0.9
Intégration cultures-élevage	7.4 ± 3.1	5.4 ± 2.4
Produits forestiers non ligneux	18.6 ± 2.7	13.5 ± 2.4
Télédétection et surveillance	12.0 ± 3.8	9.7 ± 3.2

ANNEXE E: PLANS D'INVESTISSEMENTS DANS L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT AU MALI

INVESTISSEMENTS DE L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT À L'ÉCHELLE NATIONALE

E-1 Programme de télédétection et de géomatique appliquée

E-2 Programme national de vulgarisation

E-3 Programme de services d'information agro-climatique

E-4 Surveillance nationale de la fertilité des sols

	BÉNÉFICIAIRES	RÉSULTATS DE DÉVELOPPEMENT PROPOSÉ (PDO)
Télédétection et géomatique appliquée	200 000 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la capacité à gérer efficacement les zones de ressources naturelles, évaluer la productivité agricole et gérer les risques liés au climat en fournissant aux gestionnaires des terres, aux producteurs agricoles, aux conseillers agricoles et aux décideurs politiques un GIS précis et actualisé.
Système de vulgarisation	186 048 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la production de la ferme et minimiser les risques liés au climat en améliorant la qualité et la quantité des recommandations formulées par les conseillers agricoles à l'intention des producteurs, fondées sur la AIC.
Système d'information agro-climatique	400 000 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la productivité agricole et atténuer les risques liés au climat en fournissant aux producteurs ; aux agents de vulgarisation ; aux agents et au secteur agroalimentaire des informations agrométéorologiques précises et en temps actualisé.
Surveillance de la fertilité des sols	103 360 travailleurs agricoles et leurs ménages à l'échelle nationale	Augmenter la capacité des producteurs agricoles à pratiquer l'AIC en fournissant aux producteurs et aux agents de vulgarisation des informations adaptées à l'emplacement sur les caractéristiques des sols et les meilleures pratiques de gestion, ainsi que les outils, produits, partenariats et environnement politique nécessaires à la mise en œuvre de ces recommandations.

INVESTISSEMENTS INTELLIGENTS FACE AU CLIMAT POUR LES CULTURES ET L'ÉLEVAGE AU MALI

- E-5 Programme des chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux**
- E -6 Programme d'agriculture de récession**
- E -7 Programme d'intégration cultures- élevage**
- E -8 Programme d'intégration mil-sorgho-légumineuse**
- E -9 Programme de production, de stockage et de transformation des cultures maraîchères intelligentes face au climat**
- E -10 Programme de restauration des terres dégradées**
- E -11 Programme de promotion du système d'intensification du riz**
- E -12 Programme de développement du blé intelligent face au climat**

	BÉNÉFICIAIRES	RÉGION DU MALI	REVENU DU DÉVELOPPEMENT PROPOSÉ
Chaines de valeur des produits forestiers non ligneux	122 400 Productrices et transformatrices et leurs ménages	Région de Koutiala	Renforcer la croissance économique, la sécurité alimentaire et la résilience au climat du Mali en développant le secteur des PFNL en agroforesterie
Agriculture de récession	224 000 petits exploitants et leurs ménages	Zone des plaines inondables	Augmenter la productivité agricole et minimiser les risques climatiques en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire un support technique et améliorer l'infrastructure pour des pratiques agricoles optimisées à la suite des inondations
Bétail	97 000 petits exploitants et leurs ménages	Région de Ségou	Augmenter la productivité agricole et minimisez les risques climatiques en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire les meilleures pratiques de gestion et les outils nécessaires à l'intégration des cultures et du bétail
Intégration de légumineuses mil-sorgho	199 495 femmes agriculteurs et leurs ménages	Régions de Koulikoro et de Ségou	Augmenter la résilience au climat et la productivité des systèmes mil-sorgho pour améliorer les résultats nutritionnels et économiques des petits exploitants
Légumes	52 747 femmes, jeunes et leurs ménages	Niono, Kati, et Cercle de Bandiagara	Augmenter la productivité et la résilience au climat de la production de légumes, tout en favorisant les opportunités économiques pour les producteurs, en particulier les femmes et les jeunes, tout en minimisant l'impact environnemental
Restauration des sols dégradés	106 461 producteurs agricoles et leurs ménages	Nioro, Yelimane, et Cercles de Kayes (Communes de Karakor Sahel, et Koussane, resp	Renforcer la capacité nationale à restaurer à grande échelle les terres afin d'accroître la résilience au climat, les services écosystémiques et la productivité agricole
Intensification du riz (SIR)	72 480 producteurs et leurs ménages	Zone de production de riz non inondée du bassin du Niger entre les villes de Mopti et Ségou et une partie des cercles de Tenenkou, Macina, et Ségou	Augmenter la productivité du riz et la résilience au climat en mettant à l'échelle les pratiques de la SIR pour améliorer les résultats économiques et nutritionnels
Blé	71 856 petits exploitants et leurs ménages	Région de Niono	Augmenter la productivité du blé et la résilience au climat en mettant à l'échelle les pratiques de l'AIC pour améliorer les résultats économiques et nutritionnels

INVESTISSEMENTS DANS L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT À L'ÉCHELLE NATIONALE

E-1 Programme de télédétection et de géomatique appliquée

Introduction et contexte stratégique: information géospatiale et géoinformatique pour une agriculture intelligente face au climat

Des informations et des statistiques actualisées, précises et accessibles sur l'agriculture et l'environnement sont fondamentales pour l'AIC. Les parties prenantes, depuis les ministères des finances jusqu'aux agents de vulgarisation sur le terrain, ont besoin d'informations pour suivre les indicateurs de performance clés et planifier les budgets nationaux de manière à formuler des recommandations spécifiques à chaque site pour améliorer la gestion agricole par les agriculteurs, respectivement. La disponibilité de l'information facilite les décisions fondées sur des preuves et la responsabilisation dans la programmation. En bref, les données permettent d'accroître l'efficacité de la programmation de l'AIC (rapport qualité-prix) et les pays et les développeurs de projets racontent leur histoire de manière robuste avec les données. La transparence et la responsabilité qui en résultent contribuent à stimuler les investissements des acteurs des secteurs public et privé.

Géoinformatique comprend une gamme d'outils de collecte, d'analyse et d'interprétation de données facilitant la prise de décision. Par exemple, les géoinformatique peuvent rapidement compiler et transmettre des informations sur l'évolution de l'humidité du sol, la santé des plantes et le stress végétatif, ce qui permet aux gestionnaires des terres et aux producteurs d'anticiper et de gérer les conditions défavorables, de tirer parti des conditions favorables et de s'adapter aux changements. La cartographie annuelle soutient les décisions de gestion des terres et des forêts et fournit des informations en retour sur les résultats des décisions de gestion. Des services tels que l'assurance indiciaire et les systèmes d'alerte précoce en cas de famine utilisent de plus en plus la télédétection. La cartographie des cultures et de l'utilisation des sols permet d'élaborer des politiques, des recherches de pointe et des recommandations optimales d'agents de vulgarisation aux niveaux régional et national.

La variabilité accrue associée au changement climatique a rendu de plus en plus difficile la prise de décision éclairée en matière de gestion des terres. Des phénomènes imprévisibles et extrêmes - entre autres épidémies de parasites et de maladies, la dégradation des ressources naturelles, la productivité agricole et les conditions météorologiques - sont les signes distinctifs du changement climatique. Les petits exploitants pauvres en ressources, en particulier en Afrique subsaharienne, sont particulièrement vulnérables aux pertes dues aux événements extrêmes. Sans préavis, des changements imprévisibles peuvent entraîner des pertes importantes et contribuer à la pauvreté persistante et à l'insécurité alimentaire.¹²⁵

Les systèmes d'information géographique (SIG) constituent un outil permettant de traduire les données géographiques en avis pratiques, de les transmettre par des canaux de communication accessibles et d'investir dans la capacité des utilisateurs finaux à comprendre et à exploiter les informations. Les avis pratiques sont exploitables et éclairent directement la prise de décision. Les exemples peuvent inclure les prévisions et recommandations de production végétale, les prévisions concernant les parasites et les maladies, les avis de changement de la couverture forestière et des informations sur les nouvelles pratiques et technologies de l'AIC. En général, les médias et les TIC sont les moyens de communication les plus efficaces pour les informations à court terme, telles que les événements soudains ; les processus participatifs en personne structurés sont les plus efficaces pour élaborer des stratégies de production à long terme et renforcer la capacité des utilisateurs finaux à comprendre les informations et à agir efficacement.¹²⁶

125. World Bank Group. Worldwide Governance Indicators. <http://info.worldbank.org/governance/wgi/>
126. Institutional Profiles Database: <http://www.cepii.fr/institutions/EN/ipd.asp>

La conception de processus de fourniture d'informations géospatiales tenant compte des facteurs socioéconomiques et culturels permet de garantir l'accès des bénéficiaires potentiels les plus vulnérables. Des facteurs tels que l'âge, le sexe et le statut socio-économique peuvent affecter la capacité d'une personne à accéder aux avis et aux processus de participation et de renforcement des capacités. Par exemple, les services de vulgarisation sont souvent orientés vers les agriculteurs, et les responsabilités des femmes à la maison les empêchent souvent d'écouter des émissions de radio ou d'assister à des réunions communautaires. Les stratégies de communication qui exploitent plusieurs canaux se sont révélées efficaces à cet égard, tout en rendant l'information géospatiale disponibles dans des endroits et des processus qui font déjà partie des routines des populations les plus vulnérables, tels que les centres de santé, les forages et les groupes de femmes.¹²⁷

Contexte national pour la géoinformatique

Le Mali connaît des variations et des extrêmes imprévisibles dus au changement climatique.

La région subit des sécheresses, des températures extrêmes, des vents violents et des précipitations irrégulières du fait du changement climatique. Les feux de brousse sont devenus de plus en plus fréquents pendant les périodes de sécheresse, de températures extrêmes et de vents violents.¹²⁸ Les pénuries de fourrage et de combustibles entraînent la déforestation, aggravant encore les pénuries, la dégradation des ressources naturelles et les effets du changement climatique.

Le Mali dispose de capacités relativement bonnes en matière de statistiques agricoles mais manque de financement. Le Mali occupe la 21^e position sur 52 dans l'évaluation de la capacité des banques africaines de développement pour les statistiques agricoles.¹²⁹ Bien que l'infrastructure institutionnelle soit présente, l'évaluation suggère qu'il est rare que des ressources suffisantes soient disponibles.

La géoinformatique s'est déjà révélée viable au Mali. La télédétection a été utilisée avec succès dans les systèmes d'alerte précoce à la famine, la planification du développement agricole, la classification des types de culture, la caractérisation de la préparation des sols, la caractérisation du paysage et la surveillance du reboisement¹³⁰. Ces projets à grande échelle autonomisent les décideurs, les prestataires de services et les chercheurs. Le développement ultérieur des informations résultantes en avis pratiques GSIS étendra ces outils d'aide à la décision aux gestionnaires des terres, aux agents de vulgarisation et aux agriculteurs.

Alignement institutionnel et sectoriel

La mise en œuvre d'un programme de géoinformatique est une priorité pour le gouvernement malien. Le plan national d'investissement de 2018 donne la priorité à la gestion et au réaménagement des forêts, à la diffusion d'informations sur les ressources forestières, à la protection des ressources naturelles et à la productivité agricole.¹³¹ La Politique nationale de développement agricole de 2013 souligne la nécessité d'évaluer et de surveiller les ressources naturelles et agricoles et d'investir dans la faune, la gestion des forêts et la durabilité.¹³² Cet investissement correspond également aux intérêts de la CDN et aux priorités de l'AEDD.

127. CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines."

128. CCAFS, "Agricultural Advisory Services at a Global Scale."

129. Huyer et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services."

130. Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

131. African Development Bank. 2014. Country Assessment of Agricultural Statistical Systems in Africa: Measuring the Capacity of African Countries to Produce Timely, Reliable, and Sustainable Agricultural Statistics. African Development Bank: Abidjan.

132. Dodo, "Examining the Potential Impacts of Climate Change on International Security"; Famine Early Warning Systems Network, "FEWS NET Data Center"; Gumma et al., "Prioritization of Watersheds across Mali Using Remote Sensing Data and GIS Techniques for Agricultural Development Planning"; Clevers, "Remote Sensing and Crop Recognition: Improving the Information System around Smallholders in Mali."

Cette priorité nationale s'aligne sur les objectifs des alliances internationales auxquelles le Mali appartient. Dans le cadre du plan de contributions déterminées au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali a investi dans des projets concernant la collecte et le stockage des eaux de pluie, la régénération naturelle assistée et le développement agricole intelligent pour la gestion de l'eau.¹³³ Le programme de l'Union africaine sur la croissance et la transformation de l'agriculture vise à promouvoir une gestion rationnelle des ressources naturelles ainsi que la productivité de l'agriculture, de l'élevage et des forêts.¹³⁴ Le traité modifié de l'Union économique et monétaire ouest-africaine et Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent la priorité au développement économique durable et à la résilience au changement climatique de leurs États membres, y compris le Mali.¹³⁵ Ce projet vise également à atteindre l'objectif de développement durable n°12: Consommation durable, objectif 13: à combattre le changement climatique, objectif 15: à protéger les écosystèmes; et aborde indirectement l'objectif 2: Éliminer la faim et l'objectif 8: une croissance économique durable¹³⁶.

De nombreuses organisations internationales ont collaboré avec le Mali pour résoudre ce problème prioritaire. L'Alliance mondiale contre le changement climatique au Mali a consacré 5,65 millions d'euros¹³⁷ pour mener des inventaires forestiers et utiliser des outils de géoréférencement pour suivre les projets de reboisement des communautés. Les efforts continus porteront sur l'amélioration de la capacité opérationnelle du système d'information sur les forêts et l'établissement d'un système national de compte rendu et de vérification des mesures.¹³⁸ FEWS NET de l'USAID fournit des services d'alerte rapide contre la famine basée sur les données géospatiales et les images satellite fournies par les services géologiques des États-Unis.¹³⁹ Africa RISING, en coordination avec le GCRAI, l'IITA et l'USAID, a priorisé les bassins versants maliens dans le cadre de la planification du développement agricole à l'aide de données de télédétection.¹⁴⁰ Le projet « Transformer de dynamisme pour l'agriculture grâce à la télédétection » se concentre sur la classification des types de culture, y compris la variabilité des cultures, la similarité des cultures à différents stades de croissance, différentes méthodes de préparation du sol et les caractéristiques du paysage.¹⁴¹

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à accroître la capacité de gestion efficace des zones de ressources naturelles, à évaluer la productivité des exploitations et faire face aux risques liés au climat fournir aux gestionnaires des terres, aux producteurs agricoles, aux conseillers agricoles et aux décideurs des informations et des avis géospatiaux exacts et opportuns.

Bénéficiaires : La sous-composante des avis sur mobile de ce projet bénéficiera directement à 200 000 travailleurs agricoles ruraux âgés de 15 ans et plus.¹⁴² et leurs ménages au cours des dix années du projet .L'intégration d'informations et d'avis géospatiaux dans les programmes de stations de radio, les centres de santé, les groupes de femmes et/ou les services de conseil aux agents de vulgarisation augmenterait considérablement le nombre de bénéficiaires potentiels en accédant à des abonnés non mobiles. Les avantages indirects découlant de la politique de sensibilisation au climat et des recommandations en matière de vulgarisation qui en résultent pourraient atteindre tous les producteurs agricoles maliens.

133. GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

134. Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

135. Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

136. Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

137. West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

138. Knoema, "Sustainable Development Goals of Mali."

139. Dodo, "Examining the Potential Impacts of Climate Change on International Security."

140. Global Climate Change Alliance+, "GCCA in Mali."

141. Famine Early Warning Systems Network, "FEWS NET Data Center."

142. Gumma et al., "Prioritization of Watersheds across Mali Using Remote Sensing Data and GIS Techniques for Agricultural Development Planning."

Description du projet : Ce projet est conçu pour fournir aux gestionnaires de l'utilisation des sols et aux décideurs politiques des informations et des conseils géospatiaux afin d'informer les résultats environnementaux et agricoles et la résilience face au changement climatique. Les activités viseront à développer : (i) les infrastructures, (ii) les capacités, (iii) les avis pratiques, (iv) les institutions et (v) la politique habilitante.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Développer l'infrastructure

Acteurs clés: AMEDD, CIDEX, SIFOR, INSAT, MEADD, MA, AMM, APCAM

Cette composante augmentera la qualité et l'accessibilité de l'infrastructure nécessaire pour prendre en charge une base de données géospatiale et un système d'information précis et opportuns. Cela comprendra notamment: (i) la réalisation d'une étude d'optimisation du réseau des infrastructures nationales existantes, (ii) acquérir et installer le matériel nécessaire (par exemple, Liddar, processeurs, images haute résolution, drones) sur la base des résultats des études et du financement disponible, (iii) élaborer et mettre en œuvre un plan national de maintenance, (iv) appliquer des pratiques d'inventaire à l'utilisation et à la maintenance des équipements, et (v) définir un schéma de financement pour la maintenance et le remplacement des équipements.

COMPOSANTE 2: Construire un système de télédétection et de géoinformatique (SIG)

Acteurs clés: AMEDD, CIDEX, SIFOR, INSAT, MEADD, MA, AMM, DPI, IFRA, ICRAF, CIAT

Cette composante établira un programme de surveillance spatiale et temporelle pour les statistiques agricoles des écosystèmes afin de soutenir la productivité et la résilience¹⁴³. Cela comprendra notamment: (i) mettre en œuvre des données de télédétection et de télédétection continues des données géospatiales et temporelles par région et par ressource, (ii) mettre au point des mécanismes d'évaluation de la production agricole et de l'état des forêts et des parcours, (iii) nettoyer et consolider les données géospatiales historiques, (iv) opérationnaliser un système pour intégrer en continu les données géospatiales, temporelles et d'évaluation entrantes, et (v) analyser les données pour déterminer les tendances réelles et prévisibles.

COMPOSANTE 3: Cartographie institutionnelle et politique habilitante

Acteurs clés: AMEDD, CIDEX, MEADD, MA, CENI

Dans cette composante, les principaux acteurs de la gestion du système, de la communication des informations et de la prise de décision sont identifiés et organisés de manière à garantir que le système soit maintenu et pleinement utilisé pour le bien-être national.¹⁴⁴ Les sous-composantes peuvent comprendre: (i) des arrangements institutionnels visant à réunir le responsable de l'information géomatique, la recherche et la vulgarisation agricoles, les décideurs nationaux et les représentants des agriculteurs pour compléter les composantes 1 à 4, (ii) la création d'un groupe de travail multidisciplinaire pour guider le projet, (iii) l'identification des rôles, des flux de communication, de la chaîne de commandement et des procédures opérationnelles pour le partage et la prise de décision concernant les résultats de l'information géomatique, (iv) l'intégration des informations et des prévisions résultantes dans la planification et la politique, et (v) la disponibilité de fonds pour mise en place et l'entretien d'un réseau national agroclimatiques.

143. Clevers, "Remote Sensing and Crop Recognition: Improving the Information System around Smallholders in Mali."

144. Mobile subscriber penetration in Mali is 60.5%, representing about 11.5 million unique subscribers. Assuming penetration among the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in the capital is 100%, then penetration outside the capital is about 52%, or 8 million unique subscribers. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that 0% of residents of the capital identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. About 52% of the population is ages 15 and up. This implies that approximately 4 million individuals are employed by agriculture and subscribe to mobile services. World Population Review, "Mali Population 2018"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; GSMA, "The Mobile Economy: West Africa."

COMPOSANTE 4: Renforcement des capacités

Acteurs clés: AMEDD, CIDEX, SIFOR, INSAT, MEADD, MA, AMM

Cette composante du projet renforcera les capacités d'une masse critique de personnel (identifié dans la composante 3) pour utiliser et entretenir le système, exploiter les informations issues des processus décisionnels et aider les gestionnaires de l'utilisation des terres à utiliser ces informations pour éclairer les processus décisionnels.¹⁴⁵ Les sous-composantes comprendront: (i) la formation du personnel concerné à l'utilisation et à la maintenance du matériel, (ii) la formation des décideurs concernés sur l'interprétation et l'application des informations géoinformatique, (iii) un modèle de formation du formateur pour le personnel concerné dans les applications de collecte de données et d'informations processus de diffusion pour assurer le développement des connaissances organisationnelles, (iv) intégration de l'utilisation des outils de géoinformatique dans les programmes de conseil et d'assistance technique de l'AIC, et (v) formation du personnel de vulgarisation sur la reconnaissance du fait que l'âge, le sexe ou le statut socio-économique peuvent affecter la capacité d'accès d'une personne et tirer parti des outils géoinformatique.

COMPOSANTE 5: Élaborer et diffuser des avis

Acteurs clés: AMEDD, CIDEX, MA, MEADD, APCAM, ONG

Cette composante traduira les données en informations et recommandations immédiatement applicables et les partagera par des canaux appropriés et inclusifs sur les plans social, culturel et économique. Cela comprendra: (i) révision des ressources existantes (cartes agroclimatiques, par exemple) et élaboration de nouveaux avis (recommandations en matière de production végétale et d'aménagement forestier, risques phytosanitaires, etc.), (ii) mise en place de centres d'accès décentralisés aux services géographiques, (iii) intégration dans structures de vulgarisation existantes, (iv) intégration dans les lieux fréquentés par les producteurs (forages, bureaux de santé et groupes de femmes, par exemple), et (v) développement de canaux TIC (par exemple, services mobiles (SMS, appels), radiodiffusion et web) portails).

Risques: Les principaux risques associés à ce projet sont les suivants¹⁴⁶:

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Crises politiques et sécuritaires	Moyen	Haute
Instabilité institutionnelle	Moyen	Moyen
Météo défavorable	Moyen	Faible
Désaccord entre les politiques/acteurs nationaux et régionaux	Faible	Faible
Mauvais partage de l'information entre les principaux intervenants/ accès limité à l'information	Faible	Faible

145. Expert Panel Workshop, Remote Sensing and Geomatics Project Components.

146. Expert Panel Workshop.

E-2 Programme national de vulgarisation

Introduction et contexte stratégique

Des services de vulgarisation de haute qualité sont essentiels à l'agriculture intelligente face au climat (AIC). La science climatique et agricole est au cœur de l'AIC. Néanmoins, les informations scientifiques seules ne sont généralement pas utiles aux producteurs agricoles. La traduction des informations climatiques en recommandations pratiques adaptées aux conditions locales est cruciale pour permettre aux agriculteurs de se préparer, de s'adapter et d'atténuer la variabilité et les changements climatiques. S'occuper simultanément de la productivité, de l'adaptation et de l'atténuation afin de saisir les opportunités de compromis, par exemple l'atténuation par le biais des avantages connexes de l'adaptation, optimise la résilience des agriculteurs.¹⁴⁷ Les systèmes d'extension sont les moyens par lesquels cette traduction se produit. En outre, les conseillers agricoles jouent un rôle majeur dans la promotion de l'AIC en soutenant le développement de technologies, en renforçant les capacités des agriculteurs, en facilitant les conversations entre producteurs et autres parties prenantes (par exemple, chercheurs, transformateurs, coopératives) et en défendant des politiques favorables à l'AIC.¹⁴⁸ Les systèmes de vulgarisation peuvent également servir de mécanismes institutionnels pour faciliter l'interaction à l'échelle et la fertilisation croisée qui s'ensuit, par exemple en co-testant et en développant les options d'AIC avec les communautés et leur utilisation pour les plates-formes de district d'information et les politiques scientifiques nationales.¹⁴⁹ Les services de vulgarisation prêts à assumer ces rôles hautement interdisciplinaires sont le fruit d'investissements substantiels dans les capacités institutionnelles des services météorologiques nationaux, des organismes de recherche agricole et des fournisseurs de services de conseil agricole.¹⁵⁰

Les services de vulgarisation en Afrique de l'Ouest sont en pleine mutation. Les changements climatiques ont créé un besoin croissant de services de vulgarisation hautement personnalisés, fournis par divers agents par des agents de vulgarisation bien formés à la recherche et aux technologies de pointe. Il en résulte un fort mouvement de décentralisation, de prestation de services pluraliste et de privatisation. La majorité des pays regroupe désormais un ensemble d'organisations publiques, non gouvernementales et privées offrant des services de vulgarisation aux petits exploitants. Les technologies de l'information et de la communication, telles que le téléphone mobile, la radio et la télévision, sont devenues des outils de plus en plus courants pour la fourniture de services. Services de vulgarisation holistiques, y compris les écoles pratiques d'agriculture et les nouveaux villages intelligents face au climat¹⁵¹ et fermes du futur¹⁵² deviennent également de plus en plus courants. Malgré cette diversification, les femmes restent proportionnellement sous-desservies par les prestataires de services de vulgarisation.

Le secteur agricole malien en croissance rapide a mis au défi le service national de vulgarisation. Le ministère de l'agriculture emploie environ 646 agents de vulgarisation sur le terrain¹⁵³ desservir environ 7,72 millions de travailleurs agricoles âgés de 15 ans et plus.¹⁵⁴, soit un conseiller agricole pour 11 950 agriculteurs. Même en supposant des unités familiales de 4 adultes, cela représente 2 998 familles, soit 15 à 16 villages¹⁵⁵, par conseiller agricole. En revanche, le ratio standard de la Banque mondiale est de 800 agriculteurs par conseiller.¹⁵⁶, et le taux fixé par le gouvernement malien est de 6 à 8 villages par conseiller.¹⁵⁷ Compte tenu de ce ratio, le personnel de vulgarisation compte de plus en plus sur les

147. Expert Panel Workshop.

148. Expert Panel Workshop.

149. Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali.

150. Napolitano, "Supporting Agricultural Extension towards Climate-Smart Agriculture."

151. Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali; CCAFS, "New Knowledge Sharing Platform Helps Mali Rig Better Defense against Climate Change."

152. CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines."

153. CCAFS, "Climate-Smart Villages: An AR4D Approach to Scale up Climate-Smart Agriculture."

154. Ouedraogo et al., "L'Approche « fermes Du Futur » Pour Accélérer l'adaptation Au Changement Climatique."

155. USAID, "Mali: In-Depth Assessment of Extension and Advisory Services."

156. Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; World Population Review, "Mali Population 2018."

157. USAID, "Mali: In-Depth Assessment of Extension and Advisory Services."

agriculteurs relais pour diffuser les recommandations de vulgarisation. Environ la moitié du personnel sur le terrain a un diplôme agricole de deux à trois ans, le reste ayant un diplôme d'études secondaires. Les cadres supérieurs, les spécialistes en la matière, le personnel de formation continue et le personnel d'appui en TIC détiennent généralement un diplôme de 4 ans.¹⁵⁸ La Division de l'agriculture et de l'éducation rurale de la Direction nationale de l'agriculture organise de temps à autre des programmes de formation continue.

Renforcer les services de vulgarisation est une priorité pour le gouvernement malien. Le plan national d'investissement de 2018 donne la priorité à la gestion et au réaménagement des forêts, à la diffusion d'informations sur les ressources forestières, à la protection des ressources naturelles et à la productivité agricole.¹⁵⁹ La Politique nationale de développement agricole de 2013 souligne la nécessité d'évaluer et de surveiller les ressources naturelles et agricoles et d'investir dans la gestion et la durabilité de la faune et de la forêt.¹⁶⁰ L'Alliance pour l'AIC (ou GACSA) de la CEDEAO pour l'Afrique de l'Ouest soutient les pays membres, y compris le Mali, dans la mise en œuvre du cadre de l'AIC de l'Alliance¹⁶¹. Le Mali s'est engagé avec des organisations internationales telles que la Banque mondiale¹⁶², FIDA¹⁶³, et le PNUD¹⁶⁴ pour favoriser la productivité agricole par la capacitation des producteurs. Plus récemment, le projet de développement des capacités d'extension locales, mis en œuvre par Digital Green en coordination avec l'USAID, l'IFPRI, CARE et le GFRAS, afin de mobiliser les communautés autour de l'amélioration des services de conseil.¹⁶⁵

Cette priorité nationale s'aligne sur les objectifs des alliances internationales dont le Mali fait partie. Dans le cadre du plan de contributions déterminé au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali a investi dans des projets relatifs au développement agricole intelligent.¹⁶⁶ Le programme de l'Union africaine sur la croissance et la transformation de l'agriculture soutient fermement les services de vulgarisation dans le cadre de son objectif de promotion d'une gestion rationnelle des ressources naturelles et d'une productivité agricole efficace.¹⁶⁷ Le traité modifié de l'Union économique et monétaire ouest-africaine et Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent la priorité au développement économique durable et à la résilience au changement climatique de leurs États membres, y compris le Mali.¹⁶⁸ Ce projet vise également directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, objectif 5: l'égalité des sexes, objectif 8: la croissance économique, objectif 9: l'innovation, l'objectif 12: production responsable, l'objectif 13: l'action pour le climat, et indirectement, l'objectif 10: réduire les inégalités, l'objectif 11: collectivités durables, l'objectif 15: la vie sur terre et l'objectif 16: des institutions solides.¹⁶⁹

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à accroître la productivité agricole et à minimiser les risques liés au climat en améliorant la qualité et la quantité des recommandations formulées par les conseillers agricoles à l'intention des producteurs, fondées sur l'AIC.

Bénéficiaires : 186 048 personnes bénéficieront directement du projet, des travailleurs agricoles ruraux âgés de 15 ans et plus¹⁶⁹ et leurs ménages au cours de son mandat de 8 ans¹⁷⁰. Divers canaux de diffusion, y compris les écoles pratiques d'agriculture et les villages intelligents face au climat¹⁷¹,

158. Feder, Ganguly, and Anderson, The Rise And Fall Of Training And Visit Extension.

159. USAID, "Mali: In-Depth Assessment of Extension and Advisory Services."

160. USAID.

161. GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

162. Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

163. The West Africa CSA Alliance, "Regional CSA Alliances and Platforms: Information Sheet."

164. World Bank, "Projects : Mali-Fostering Agricultural Productivity."

165. IFAD, "Rural Youth Vocational Training, Employment and Entrepreneurship Support Project."

166. UNDP, "PAPAM."

167. USAID, "Mali: In-Depth Assessment of Extension and Advisory Services."

168. Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

169. Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

170. West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

171. Knoema, "Sustainable Development Goals of Mali."

ferme du futur¹⁷², les programmes des stations de radio, les centres de santé, les groupes de femmes et / ou les services mobiles augmenteraient considérablement le nombre de bénéficiaires potentiels¹⁷³. Par exemple, environ 4 millions de producteurs agricoles sont abonnés à la téléphonie mobile¹⁷⁴; ces personnes sont sur le point de bénéficier directement de SMS et / ou de services de vulgarisation basés sur des appels. Les avantages indirects liés à l'amélioration de la productivité agricole, aux résultats économiques, à la sécurité nutritionnelle et à la résilience au climat pourraient atteindre de manière réaliste tous les producteurs agricoles maliens.

Description du projet: Ce projet vise à accroître la capacité du système de vulgarisation à fournir des recommandations aux producteurs informés par les pratiques de l'AIC et à les promouvoir. Le projet portera sur (i) le développement, fondé sur la demande, de nouvelles technologies et informations relatives à l'AIC, ainsi que (ii) la diffusion rapide et efficace de la même chose aux producteurs. Les activités viseront à développer (i) la capacité de recherche multipartite de l'AIC, (ii) la capacité des agents de vulgarisation à atteindre efficacement les producteurs avec des recommandations de haute qualité de l'AIC, et (iii) à développer des canaux de communication et des politiques environnementales pour soutenir des services de vulgarisation efficaces.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Augmentation de la capacité technique des agents de vulgarisation dans l'AIC

Acteurs clés: MA, ADN, AMASSA-Afrique Verte, CAEB, Sahel Eco, Stop Sahel, CCAFS

Cette composante formera les conseillers agricoles aux techniques de pointe de l'AIC.¹⁷⁵ Les sous-composants spécifiques comprendront : (i) l'intégration du module de l'AIC dans (a) tous les programmes des centres de formation, (b) les programmes de l'Université de Bamako et de l'IPR-FRA, et (c) en particulier, la maîtrise et le doctorat en agriculture. (ii) la mise en place d'un système de formation continue pour tous les agents de vulgarisation, axé sur (a) les connaissances techniques et scientifiques nouvellement générées et (b) les nouveaux concepts en matière de l'AIC, (iv) la cessation de la promotion de toute pratique jugée non intelligente face au climat dans les conditions climatiques actuelles et prévues, et (v) la révision du programme et du matériel de formation pour intégrer l'AIC.

COMPOSANTE 2: Systématiser la diffusion de la technologie de l'AIC

Acteurs clés: MA, ADN, MEP, MEADD

Cette composante du projet mettra en œuvre des systèmes pour la diffusion en temps voulu des informations aux producteurs¹⁷⁶. Plus précisément, il s'agira notamment de: (i) tirer parti des plateformes d'innovation régionales existantes en matière de politique scientifique afin de fournir un soutien à la vulgarisation¹⁷⁷, (ii) élaboration de nouveaux outils et guides d'éducation axés sur (a) les villages intelligents face au climat et les fermes du futur, (b) la mise à l'essai et l'élaboration d'options de PAD avec les communautés, (c) l'utilisation de la science résultante et les enseignements tirés de la prise de décision des plateformes régionales d'innovation, et (d) l'alphabétisation fonctionnelle, (iii) la capacité technique des agriculteurs relais à élargir leur portée, (iv) le développement et la mise en œuvre de multiples canaux de diffusion des TIC, y compris la radio et le mobile, et (v) encourager la décentralisation du système de conseil par la création de bureaux satellites supplémentaires.

172. We assume the current extension field staff of approximately 646 could each directly reach 800 farmers, per the World Bank standard ratio. USAID, "Mali: In-Depth Assessment of Extension and Advisory Services"; Feder, Ganguly, and Anderson, The Rise And Fall Of Training And Visit Extension.

173. Expert Panel Workshop, Extension Services Project Components.

174. CCAFS, "Climate-Smart Villages: An AR4D Approach to Scale up Climate-Smart Agriculture."

175. Ouedraogo et al., "L'Approche « fermes Du Futur » Pour Accélérer l'adaptation Au Changement Climatique."

176. CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines."

177. Mobile subscriber penetration in Mali is 60.5%, representing about 11.5 million unique subscribers. Assuming penetration among the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in the capital is 100%, then penetration outside the capital is about 52%, or 8 million unique subscribers. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that 0% of residents of the capital identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. About 52% of the population is ages 15 and up. This implies that approximately 4 million individuals are employed by agriculture and subscribe to mobile services. GSMA, "The Mobile Economy: West Africa"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; World Population Review, "Mali Population 2018."

COMPOSANTE 3: Établir des canaux de rétroaction pour les chercheurs

Acteurs clés: MA, ADN, DLCA, AMASSA-Afrique Verte, CAEB, Sahel Eco, Stop Sahel

Cette composante opérationnalisera les systèmes pour permettre aux organisations de recherche de recevoir rapidement les commentaires en retour, afin de garantir une recherche pratique, axée sur la demande. À savoir, cela inclura: (i) l'intégration de la collecte de données dans les activités de vulgarisation afin d'informer les priorités sur les besoins, (ii) l'utilisation de la plateforme d'innovation en matière de politique scientifique nationale existante pour prendre en compte le succès et les preuves des plateformes au niveau des districts de la Composante 2¹⁷⁸, (iii) le financement de subventions de recherche multipartites et public-privé, de contrats de financement et de prix de recherche, (iv) la pleine utilisation des sites de recherche nationaux et internationaux à des fins de démonstration pédagogique, et (v) la mise en place de solides partenariats multipartites des liens entre les instituts de recherche, le secteur privé, les ONG et les services de conseil par le partage du personnel, des ateliers régionaux, l'élaboration d'un plan stratégique, la publication de revues scientifiques, l'évaluation des résultats scientifiques, etc.

COMPOSANTE 4 : Recherche scientifique sur les traversins

Acteurs clés : MA, ADN, eurodéputé, AMASSA-Afrique Verte, CAEB, Sahel Eco, Stop Sahel

Cette composante favorisera des recherches efficaces menées par des professionnels hautement qualifiés. Les étapes spécifiques incluront: (i) rénover les centres de recherche et l'équipement selon les besoins, (ii) promouvoir les chercheurs et les centres de recherche produisant des résultats significatifs via un système de primes, récompenses, subventions et publications médiatiques, (iii) instituer des «incubateurs» de recherche dans les universités (iv) établir des pôles de recherche dans chaque région, et (v) créer une base de données nationale des compétences actuelles qui permettra d'identifier les compétences manquantes afin de hiérarchiser les priorités en matière de recrutement, de formation et d'accords de coopération organisationnelle.

COMPOSANTE 5 : Créer un environnement de règles habilitant

Acteurs clés : MA, ADN, MEP, MEADD

Cette composante favorisera des services de vulgarisation solides via un environnement politique de soutien¹⁷⁹. Plus précisément, il s'agira notamment: (i) d'établir un système national de services de vulgarisation de l'AIC, (ii) d'élaborer une approche de modèle d'entreprise pluraliste pour les services de vulgarisation mettant l'accent sur les TIC, (iii) développer des outils et des systèmes pour suivre et évaluer la mise en œuvre de l'AIC dans les services de vulgarisation, (iv) affecter des fonds aux services de vulgarisation de l'AIC et (v) décentraliser le système national de vulgarisation.

Risques : Les principaux risques associés à ce projet sont résumés ci-dessous¹⁸⁰.

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Crises politiques et sécuritaires	Moyen	Moyen
Désaccord entre les politiques / acteurs nationaux et régionaux	Faible	Faible
Capacité de structure de soutien faible	Moyen	Moyen
Mauvais partage de l'information entre les principaux intervenants / accès limité à l'information	Faible	Faible

178. Expert Panel Workshop, Extension Services Project Components.

179. Expert Panel Workshop.

180. Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali.

E-3 Services d'information agro-climatiques

Introduction et contexte stratégique

Les conditions météorologiques constituent un risque majeur pour la production agricole, et le changement climatique a rendu les conditions météorologiques beaucoup plus variables, extrêmes et difficiles à prévoir. Petits exploitants pauvres en ressources, en particulier en Afrique subsaharienne¹⁸¹, sont particulièrement vulnérables aux pertes dues aux phénomènes météorologiques extrêmes. Sans notification préalable des conditions météorologiques à court terme, des dangers imminents, ou de l'accès aux technologies (systèmes d'irrigation, par exemple) pour protéger les cultures et le bétail contre des conditions défavorables, les fluctuations climatiques peuvent paralyser la production et contribuer à la persistance de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire.¹⁸²

Des informations agrométéorologiques rapides, précises et accessibles sont fondamentales pour l'AIC. Les services d'information sur le climat (CEI) communiquent les connaissances sur le climat aux agriculteurs et aux autres utilisateurs finaux. Un SIC efficace réduit l'incertitude entourant les schémas climatiques erratiques, permettant aux producteurs et à l'industrie agroalimentaire de prévoir et de gérer les conditions météorologiques défavorables, de tirer parti des conditions météorologiques favorables et de s'adapter au changement¹⁸³ pour mieux gérer les risques climatiques. Ils soutiennent également les recommandations des agents de vulgarisation en matière de politique, de planification et de sensibilisation au climat.¹⁸⁴

Un système CIS bien conçu traduit les données en conseils pratiques, les transmet sur des canaux de communication accessibles et investit dans la capacité des utilisateurs finaux à comprendre et à exploiter les informations¹⁸⁵. Les avis pratiques sont exploitables et éclairent directement la prise de décision; des exemples peuvent inclure des prévisions et recommandations de production végétale, des prévisions de ravageurs et de maladies, des avis de conditions météorologiques extrêmes, des informations sur les nouvelles pratiques et technologies de l'AIC et des choix de développement tactiques applicables basés sur des scénarios climatiques futurs¹⁸⁶. En général, les médias et les TIC sont les moyens de communication les plus efficaces pour les informations à court terme, telles que les prévisions en saison et les événements météorologiques majeurs ; les processus participatifs en personne structurés sont les plus efficaces pour élaborer des stratégies de production à long terme et renforcer la capacité des utilisateurs finaux à comprendre les informations et à agir efficacement.¹⁸⁷

La conception des processus de prestation des SIC fondée sur les considérations socioéconomiques et culturelles contribue à garantir l'accès des bénéficiaires potentiels les plus vulnérables. Des facteurs tels que l'âge, le sexe et le statut socio-économique peuvent affecter la capacité d'une personne à accéder à des avis de sécurité et à se joindre à des processus participatifs et de renforcement des capacités.¹⁸⁸ Par exemple, les services de vulgarisation sont souvent orientés vers les agriculteurs, et les responsabilités des femmes à la maison les empêchent souvent d'écouter des émissions de radio ou d'assister à des réunions communautaires. Les stratégies de communication faisant appel à de multiples canaux se sont révélées efficaces à cet égard, tout en rendant le CIS disponible dans des lieux et des processus qui font déjà partie des routines des populations les plus

181. Zougmore.

182. Expert Panel Workshop, Extension Services Project Components.

183. Expert Panel Workshop.

184. Welle, "Extreme Weather."

185. CCAFS, "Climate Services in Agriculture"; CCAFS, "Agricultural Advisory Services at a Global Scale"; CCAFS, "Putting Farmers at the Centre of Climate Information Services"; Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies"; CCAFS, "Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA)."

186. CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines."

187. CCAFS; CCAFS, "Building Climate Services Capacity in Rwanda"; Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali.

188. Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement; CCAFS, "Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA)"; CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services"; CCAFS, "Climate Services for Farmers."

vulnérables, tels que les centres de santé, les forages, les groupes de femmes¹⁸⁹ et les groupes de travail multidisciplinaires sous-nationaux du Mali.¹⁹⁰

Le Mali connaît des phénomènes météorologiques extrêmes dus au changement climatique. Dans la région sahélienne, les températures devraient augmenter et les précipitations diminuer de manière continue depuis 2001 (DSU, 2016). La variabilité des précipitations rend les inondations annuelles de plus en plus difficiles à prévoir (DSU, 2016 ; Nenkam, 2017). Ces conditions météorologiques changeantes déplacent les régions productives vers le sud, mettant davantage de pression sur une région agricole déjà intensive (DSU, 2016). Sans CEI fiable, les maliens sont pris au dépourvu par de tels événements météorologiques extrêmes ; les personnes appauvries sont plus susceptibles de vivre dans des zones vulnérables et sont moins en mesure d'investir dans le rétablissement après une perte.¹⁹¹

Le Mali a été un pionnier dans la mise en œuvre de la CEI. En 1982, la Direction de la météorologie nationale du Mali a lancé le projet d'assistance agrométéorologique en milieu rural afin de fournir aux communautés rurales des informations sur le climat afin d'appuyer les processus décisionnels en matière de gestion de l'agriculture. Ce programme a été conçu comme un processus de collaboration entre les agriculteurs, les agents de vulgarisation et le gouvernement (CCAFS, 2014). Les agriculteurs participants ont reçu des pluviomètres et des prévisions météorologiques, ainsi qu'un support technique pour l'utilisation de pesticides, l'application de semences, etc. Les rendements des participants étaient nettement supérieurs à ceux de leurs homologues non participants. Les preuves ont montré que les taux d'adoption étaient élevés, suggérant que les agriculteurs maliens sont disposés et capables d'adopter la CEI et qu'ils considèrent qu'il s'agit d'une source d'information crédible (Tall, 2014 ; Hellmuth, 2010).

Il reste encore des difficultés à mettre en œuvre les premiers succès de la CEI au Mali. Les services consultatifs de base sur les cultures vivrières de base, l'état du sol et la disponibilité de l'eau (Hellmuth, 2010) fourniraient un contexte pour une utilisation efficace des services de la CEI. L'expansion du programme de la CEI à d'autres cultures, en coordination avec des canaux de diffusion tenant compte de la culture, augmenterait le taux d'adoption actuellement très faible parmi les femmes; le programme n'inclut pas actuellement les cultures principalement cultivées par les femmes (Carr, 2015). Un système de suivi et d'évaluation permettrait une évaluation quantitative des impacts, ainsi que des liens directs entre l'approche et les résultats, permettant ainsi d'optimiser les outils en fonction des besoins des agriculteurs (Tall, 2014).

Développer la CEI est une priorité pour le gouvernement malien et ses alliés. Le projet participatif intégré de services climatologiques pour l'agriculture, mis en œuvre par le GCRAI, vise à fournir aux agriculteurs des informations climatologiques locales dans un cadre participatif. En 2017, le Fonds vert pour le climat a accordé une subvention de 22 millions USD pour renforcer la capacité des services hydrométéorologiques nationaux dans le pays dans le cadre du programme Hydromet en Afrique (DSU, 2016). Le programme Hydromet de la CEDEAO, d'une valeur de 65 millions de dollars US, aidera les services météorologiques et hydrologiques nationaux à améliorer la prestation de services¹⁹². Le projet CREWS, doté de 22,75 millions USD, est financé par l'IDA et le Fonds vert pour le climat afin de renforcer les capacités hydrométéorologiques et d'alerte du pays.¹⁹³ Cette initiative visera directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 8: la croissance économique et l'objectif 13: l'action pour le climat; il soutient également indirectement, l'objectif 9: Innovation et infrastructure, l'objectif 15: la vie sur terre et l'objectif 16 des institutions fortes. Cet investissement correspond également aux intérêts de la CDN et aux priorités de l'AEDD.

189. CCAFS, "Agricultural Advisory Services at a Global Scale"; Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies"; CCAFS, "Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA)"; Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement; Huyet et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services"; CCAFS, "Building Climate Services Capacity in Rwanda"; Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali.

190. CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines"; CCAFS, "Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA)."

191. Partey et al., 2018 (a)

192. Huyet et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services"; CCAFS, "Climate Services for Farmers."

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé: Ce projet vise à accroître la productivité des exploitations et à atténuer les risques liés au climat en: fournir aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire des informations agro-météorologiques précises et à jour.

Bénéficiaires: La sous-composante «Avis sur les mobiles» de ce projet bénéficiera directement à 400 000 travailleurs agricoles ruraux âgés de 15 ans et plus.¹⁹⁴ et leurs ménages. L'intégration de SIC dans les programmes de stations de radio, les centres de santé, les groupes de femmes et / ou les services de conseil aux agents de vulgarisation augmenterait considérablement le nombre de bénéficiaires potentiels en accédant à des abonnés non mobiles. Les avantages indirects découlant de la politique de sensibilisation au climat et des recommandations en matière de vulgarisation qui en résultent pourraient atteindre tous les producteurs agricoles maliens.

Description du projet: Ce projet a pour objectif d'échelonner la CEI au Mali de manière à ce que les producteurs agricoles, les agents de vulgarisation, l'agroalimentaire et les décideurs politiques aient accès à des données agrométéorologiques précises et actualisées. Le projet portera sur (i) les systèmes et la capacité technique du secteur public pour produire et transmettre des informations sur les agromets, (ii) la capacité technique des producteurs à accéder aux informations sur les agromets et à les exploiter, (iii) les infrastructures physiques, (ii) les systèmes d'agrégation, de synthèse et de diffusion de données et (iii) la capacité de maintenir et d'exploiter le SIC.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Produire et traiter les données

Acteurs Clés : MALI-METEO, MA

Cette composante jettera les bases d'un SIC efficace en produisant et en stockant des données météorologiques précises à la résolution spatiale appropriée. Le secteur public (i) mènera une étude d'optimisation du réseau et acquerra, installera et maintiendra des stations météorologiques en fonction des résultats et du financement actuel, (ii) automatisera la collecte et le traitement de nouvelles données météorologiques, y compris des données dérivées de satellites, (iii) nettoyer et consolider les données météorologiques historiques, ainsi que les données agricoles et phénologiques, à des échelles comparables à celles des données météorologiques suivies (iv) intègrent ces trois ensembles de données, et (v) analysent les données relatives aux tendances réelles et prévues¹⁹⁵.

COMPOSANTE 2 : Traduire les données en conseils pratiques

Acteurs clés : MA, MALI-METEO, instituts de recherche, universités, MEADD, CCAFS, FEWSNET

Cette composante du projet traduira les données en informations et recommandations immédiatement applicables, telles que: (i) la révision des mesures agroclimatiques nationales, par exemple des calendriers saisonniers et des cartes agroclimatiques¹⁹⁶ ii) prévisions de production agricole¹⁹⁷ et recommandations par degré de risque et gain potentiel¹⁹⁸, (iii) modélisation agroclimatique du risque

193. Partey et al., 2018(b)

194. Welle, "Extreme Weather."

195. Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali.

196. <https://reliefweb.int/report/mali/mali-seeks-strengthen-climate-risk-and-early-warning-system>

197. Mobile subscriber penetration in Mali is 60.5%, representing about 11.5 million unique subscribers. Assuming penetration among the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in the capital is 100%, then penetration outside the capital is about 52%, or 8 million unique subscribers. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that 0% of residents of the capital identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. About 52% of the population is ages 15 and up. This implies that approximately 4 million individuals are employed by agriculture and subscribe to mobile services. World Population Review, "Mali Population 2018"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; GSMA, "The Mobile Economy: West Africa."

198. Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services"; Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement.

phytosanitaire et des parasites¹⁹⁹ iv) un système d'alerte rapide en cas d'événements défavorables, tels que périodes sèches, vagues de chaleur et tempêtes²⁰⁰ v) des informations sur les nouvelles pratiques et technologies des ACVM, par exemple les variétés de semences tolérantes au stress.²⁰¹, systèmes agroforestiers et mesures de conservation des sols et des eaux intelligentes face au climat²⁰².

COMPOSANTE 3: Développer des produits et des services pour communiquer des avis

Acteurs clés: MA, MALI-METEO, institutions de recherche, universités, ONG, MEADD, CCAFS

Dans cette composante, des canaux de diffusion des avis élaborés dans la Composante 2 sont créés, qui sont socialement, culturellement et économiquement appropriés et inclusifs.²⁰³ Les canaux peuvent comprendre: (i) des services mobiles (SMS, appels), (ii) une émission de radio, (ii) un portail Web-SIG, (iii) des lettres d'information périodiques et spéciales, (v) une intégration dans des lieux fréquentés par les producteurs (par exemple, des forages, bureaux de santé, groupes de femmes, groupes de travail multidisciplinaires sous-nationaux²⁰⁴) et (v) intégration dans les structures d'extension existantes. [177]

COMPOSANTE 4: Former les agriculteurs à l'utilisation des données

Acteurs clés: MEADD, MA, ONG, CCAFS

Cette composante sera axée sur l'augmentation de la capacité de la CEI. Il s'agira notamment de: (i) un modèle de formation de formateur destiné au personnel concerné dans les applications de collecte de données et les processus de diffusion d'informations, Exemples: PICSA, CCAFS, divers pays africains; Services climatologiques pour l'agriculture, GCRAI, Rwanda (ii) la formation du personnel concerné dans l'entretien de l'équipement, (iii) l'intégration d'un module météo et le climat dans les programmes d'assistance technique de l'AIC (iv) le personnel de vulgarisation de la formation sur la reconnaissance lorsque l'âge, le sexe, ou socio-économique le statut peut affecter la capacité d'un individu à accéder au SIC, et v) une formation continue sur l'utilisation du SIC pour les producteurs et l'industrie agroalimentaire. Exemple : PICSA, CCAFS, divers pays africains.²⁰⁵

COMPOSANTE 5: Capacité institutionnelle et collaboration systématisée

Acteurs clés: MA, MALI-METEO, institutions de recherche, universités, ONG, MEADD, CCAFS

Cette composante contribuera à garantir que la capacité technique et les réseaux de communication sont en place pour faire évoluer le SID via les composants 1-4. Cela comprendra notamment : (i) l'établissement de partenariats avec des institutions de recherche nationales (exemple : IER), régionales (exemple : Centre AGRHYMET, ACMAD) et internationales (exemple : CCAFS, IRI, FEWSNET), (ii) la création d'un groupe de travail national multidisciplinaire. groupe pour guider le projet²⁰⁶, y compris les fournisseurs d'informations sur le climat, les chercheurs, les agents de vulgarisation, les décideurs, les agriculteurs et les ONG, Exemple: Atelier consultatif national, Rwanda; (iii) l'incorporation d'informations et de prévisions climatologiques dans la planification et les politiques via la plate-forme nationale de dialogue science-politique sur l'AIC, facilitée par l'AEDD-Mali²⁰⁷ (iv) fonds disponibles pour la création

199. Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement.

200. Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies."

201. CCAFS, "Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA)."

202. Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement; CCAFS, "Building Climate Services Capacity in Rwanda"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services."

203. Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement; Huyer et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services."

204. CCAFS, "Agricultural Advisory Services at a Global Scale."

205. Zougmore et al., 2014; Zougmore et al., 2018

206. Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services"; Huyer et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services."

207. Partey et al. 2018(b)

et le maintien d'un réseau national agroclimatique²⁰⁸, et v) la formation de tous les acteurs concernés pour tirer parti des SIC dans leur travail, notamment: a) les agents de vulgarisation, b) les décideurs, c) la gouvernance régionale et d) les chercheurs.

Risques : Les principaux risques pour ce projet sont les suivants:

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Crises politiques et sécuritaires	Moyen	Haute
Discorde entre les politiques / acteurs nationaux et régionaux	Faible	Faible
Partage limité d'informations / accès à l'information	Faible	Faible

208 Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement; CCAFS, "Climate Services for Farmers"; CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines"; Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies"; CCAFS, "Building Climate Services Capacity in Rwanda"; Huyer et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services"; CCAFS, "Climate Services for Farmers."

E-4 Programme national de surveillance de la fertilité des sols

Introduction et contexte stratégique

La santé des sols est essentielle à l'agriculture intelligente face au climat. Des sols sains régulent les cycles des éléments nutritifs et de l'eau, améliorant la fertilité des sols tout en contribuant à la séquestration du carbone, à la productivité agricole et à la protection contre les changements et la variabilité climatiques.

L'agriculture a généralement des effets négatifs sur les sols. La culture et le travail du sol continus épuisent les nutriments lorsqu'ils sont exportés hors du champ sous forme de biomasse et réduisent le carbone. Il existe une tendance générale à la perte de nutriments dans les systèmes de culture subsahariens. Même avec les taux actuels d'épandage d'engrais et d'engrais, l'agriculture africaine ne parvient pas à reconstituer l'assimilation d'éléments nutritifs par les cultures d'au moins 20 kg / ha de N, de 10 kg / ha de P et de 20 kg / ha de K chaque année.²⁰⁹ En conséquence, la dégradation des sols menace au moins 25% des terres arables africaines et entrave la production agricole et son intensification.²¹⁰

Les petits exploitants africains ont un accès limité aux amendements visant à améliorer la fertilité des sols. Le manque de subventions, la médiocrité des infrastructures, la faible production de biomasse et les possibilités limitées d'acquérir des crédits mettent les quantités d'engrais nécessaires pour optimiser la productivité des cultures de la plupart des petits exploitants. En tant que tel, l'optimisation de la productivité des cultures via la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS), c'est-à-dire l'optimisation ciblée et spécifique à chaque emplacement des interactions entre les engrais, les intrants biologiques et les variétés améliorées, est cruciale pour la fertilité des sols et la productivité des cultures. L'identification des meilleures pratiques de gestion intégrée de la gestion intégrée des forêts pour une ferme donnée nécessite une connaissance approfondie du sol des caractéristiques du sol, telles que le type de sol, la profondeur, la texture, la fertilité, la teneur en matière organique, etc.

Il a été démontré que les systèmes d'information sur les sols (SIS) permettaient la gestion intégrée des ressources en eau à grande échelle. Le Centre mondial d'agroforesterie (ICRAF) a mis au point des diagnostics spectraux²¹¹ utilisant des technologies infrarouges et à rayons X permettant une analyse rapide et peu coûteuse des propriétés du sol et des éléments nutritifs des plantes, pouvant ensuite être appliquées à grande échelle pour la cartographie numérique.²¹² Le niveau de détail, la précision et l'échelle géographique offerts par cette technologie à faible coût devraient changer le paradigme de la gestion des sols.²¹³ Service d'information sur les sols en Afrique (AfSIS)²¹⁴ a appliqué cette technologie pour générer des SIS nationaux détaillés en Éthiopie, au Ghana, au Nigéria et en Tanzanie et à plus petite échelle en Côte d'Ivoire. Des organisations telles que SoilCares²¹⁵, Laboratoire de services de nutrition des cultures, Fondation Gates, One Acre Fund.²¹⁶, et FoodAfrica ont exploité la technologie de diagnostic spectral de l'ICRAF pour générer des cartes pédologiques²¹⁷, planifient des projets et assurent des services de test en Afrique.

209 CCAFS, "Participatory Integrated Climate Services for Agriculture (PICSA)"; Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement; CCAFS, "Building Climate Services Capacity in Rwanda"; Huyer et al., "What We Know about Gender and Rural Climate Services"; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services."

210 Expert Panel Workshop, Agromet Theorie du Changement.

211 Andrieu, et al. 2017.

212 Expert Panel Workshop; CCAFS, "Rwanda Establishes a National Framework for Climate Services"; Tesfaye et al., "Estimating the Economic Benefits of Alternative Options for Investing in Agricultural Climate Services in Africa: A Review of Methodologies."

213 Stoorvogel and Smaling, "Assessment of Soil Nutrient Depletion in Sub-Saharan Africa: 1983-2000."

214 Vanlauwe et al., "Looking Back and Moving Forward"; Jones et al., Soil Atlas of Africa.

215 Soil-Plant Spectral Diagnostics Lab, "Network of Dry Spectroscopy Laboratories."

216 World Agroforestry Centre, "Soil-Plant Spectral Diagnostics Laboratory."

217 World Agroforestry Centre, "Testimonials."

Les sols maliens peuvent être très productifs sur le plan agricole avec la GIFS. La région soudano-guinéenne se caractérise principalement par des ultisols à faible fertilité, qui peuvent être productifs si l'apport d'engrais est important. La région soudanienne comprend principalement des alfisols, qui ont une fertilité naturellement élevée et un bon potentiel pour l'agriculture. Néanmoins, la fertilité des sols de cette région a régulièrement diminué en raison de la pression démographique croissante, d'une augmentation de la production animale et d'une diminution des périodes de jachère, le changement climatique ayant poussé les régions productives vers le sud (FAO, 2017; Groundswell, 2011). Le Sahel est généralement caractérisé par des aridisols, qui contiennent beaucoup de sel et ne sont productifs du point de vue de l'agriculture que lorsque de l'eau d'irrigation est disponible (University of Idaho, 2018).

Le degré d'accès des engrais maliens aux engrais crée une demande pour les efforts de l'IFSM. Les efforts en cours des gouvernements, des ONG et des organisations internationales ont considérablement amélioré l'accès et l'utilisation des engrais au cours de la dernière décennie. La consommation moyenne d'engrais est passée de 6 kg / ha de terres arables en 2009 à 29 kg / ha en 2015 (Données de la Banque mondiale 2015). Cela reste bien en dessous de la moyenne mondiale de 133 kg / ha²¹⁸, ainsi que les quantités nécessaires pour optimiser la productivité des cultures (c'est-à-dire les taux d'application recommandés par l'industrie des engrais). Néanmoins, l'amélioration de l'accessibilité de près de 500% représente une opportunité importante pour la mise en œuvre des pratiques de GIFS utilisant un dosage ciblé d'engrais inorganiques, comme indiqué par un SIS national.

La protection et la valorisation des ressources en sols constituent une priorité du gouvernement malien et de ses partenaires. La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest s'est associée au Centre international de développement des engrais et au Programme des engrais d'Afrique de l'Ouest pour modéliser et cartographier les recommandations d'engrais spécifiques aux sites pour les principales cultures vivrières en Afrique de l'Ouest²¹⁹. L'USAID a beaucoup investi dans la modélisation et la cartographie des sols au Mali par le biais du Programme des engrais en Afrique de l'Ouest.²²⁰ Un certain nombre de donateurs et d'institutions de recherche, notamment la Fondation Bill & Melinda Gates, ISIRC World Soil Information et l'Université de Wageningen, participent au développement du service d'information sur les sols en Afrique (AfSIS). Le Centre commun de recherche de la Commission européenne, en collaboration avec l'Union africaine et la FAO, a réuni des experts des sols d'Europe et d'Afrique afin de produire le tout premier Atlas des sols d'Afrique, dans le but de sensibiliser le grand public et toutes les disciplines à l'importance du sol à l'existence humaine en Afrique²²¹. L'initiative 4 pour Mille, lancée par le gouvernement français en 2015, encourage la mise en œuvre de pratiques agricoles renforçant les matières organiques dans les sols. Ce projet répond directement à l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif n°12: production responsable, l'objectif n°13: action pour le climat et l'objectif n°15: la vie sur terre, et soutient indirectement, l'objectif n°8: croissance économique et l'objectif n°10: réduction des inégalités.²²²

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé: Ce projet vise à accroître la capacité des producteurs agricoles à pratiquer l'AIC en: fournir aux producteurs et aux agents de vulgarisation des informations adaptées à l'emplacement, sur les caractéristiques du sol et les meilleures pratiques de gestion, ainsi que les outils, produits, partenariats et environnement politique nécessaires à la mise en œuvre de ces recommandations.

218 Africa Soils, "Africa Soil Information Service."

219 SoilCares, "Soil analysis for farmers."

220 One Acre Fund, "2017 Annual Report."

221 ISRIC, "SoilGrids"; Africa Soils, "Africa Soil Information Service."

222 FAO, 2017; Groundswell, 2011

Bénéficiaires: Le projet bénéficiera directement à 103 360 travailleurs agricoles ruraux âgés de 15 ans et plus²²³ et leurs ménages au cours de son mandat de 5 ans. Au fil du temps, la diversification des canaux SIS, tels que les programmes de stations de radio, les centres de santé, les groupes de femmes et / ou les services mobiles, augmenterait considérablement le nombre de bénéficiaires potentiels.²²⁴ Par exemple, environ 4 millions de producteurs agricoles sont abonnés à la téléphonie mobile²²⁵; ces personnes sont sur le point de bénéficier directement du SMS et / ou du SIS par appel. Les avantages indirects liés à l'amélioration de la productivité agricole, aux résultats économiques, à la sécurité nutritionnelle et à la résilience au climat pourraient atteindre de manière réaliste tous les producteurs agricoles maliens.

Description du projet: Ce projet est conçu pour appuyer les décisions du producteur en matière de gestion des sols avec un SIS national. Cela contribuera à la promotion des pratiques de l'AIC au Mali. Le projet portera sur (i) le développement d'un SIS (ii) le développement et la diffusion d'outils et de produits d'aide à la décision, notamment via des partenariats avec les parties prenantes, (iii) la capacité des agents de vulgarisation à utiliser et à recommander ces outils et produits, et (iv) les producteurs capacités à exploiter pleinement ces outils et produits dans l'aide à la décision de la direction.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Soutenir la recherche sur la gestion des sols

Acteurs clés: LABOSEP, MA, MALI-METEO, universités, INSAT, CGIAR, instituts de recherche

Cette composante rassemblera les connaissances de base nécessaires pour établir un SIS national. Les sous-composants comprendront: i) des essais d'optimisation de la gestion de la fertilité des sols dans toutes les régions pédologiques, ii) des essais d'optimisation de la gestion des processus biologiques des sols dans toutes les régions pédologiques, iii) l'utilisation de la technologie spectrale pour caractériser les profils des sols à un kilomètre spécifique, iv) développer et communiquer les recommandations de pratiques de gestion optimales pour chaque zone de 1 km sur la base des résultats de i-iii, et v) développer des outils et des produits (mélanges d'engrais, analyses de laboratoire, kits d'essais sur le terrain, gaules de haie, semences de cultures de couverture propres, amendements de sol, etc.) les pratiques du management.²²⁶

COMPOSANTE 2: Développer le service national d'information sur les sols

Acteurs clés: LABOSEP, MA, MEADD, universités, GCRAI, instituts de recherche

Cette composante développera un outil SIS national pour appuyer les décisions de gestion des producteurs. Cela impliquera notamment: i) l'installation et la formation de personnel gouvernemental dédié au développement et à la maintenance du SIS ii) la création de SIS accessibles au public, y compris des cartes numériques des sols et des cartes d'aptitudes des sols, sur la base des résultats de la Composante 1 iii) la maintenance et la mise à jour du SIS sur les nouveaux résultats de la recherche, iv) formaliser un canal de communication entre le personnel et les organisations de recherche afin de garantir que les informations et les recommandations actualisées sont intégrées au SIS en temps voulu, et v) établir des partenariats avec le secteur privé (par exemple, l'industrie agroalimentaire, les laboratoires d'analyse, installations de recherche) pour créer ou augmenter considérablement la disponibilité des outils et des produits recommandés par les organismes de recherche aux producteurs et aux agents de vulgarisation²²⁷. Exemples: EthSiS AfSiS, Ethiopie; GhaSiS, Ghana; NiSiS, Nigeria et TanSiS, Tanzanie²²⁸.

223 University of Idaho, 2018.

224 World Bank Data 2015

225 ISRIC, "Taking Fertilizer Recommendations to Scale for Major Crops in West Africa."

226 ISRIC.

227 Jones et al., Soil Atlas of Africa.

228 Knoema, "Sustainable Development Goals of Mali."

COMPOSANTE 3: Assistance technique et liens des agents de vulgarisation

Acteurs clés: LABOSEP, MA, MEADD, APCAM

Cette composante augmentera la capacité des agents de vulgarisation à utiliser le SIS pour soutenir les meilleures pratiques de gestion des producteurs. Les sous-composants comprennent: i) une assistance technique pour accéder au SIS et y naviguer ii) une orientation sur l'accès et l'utilisation des outils et produits développés par les organisations de recherche et mis à disposition par le biais de collaborations avec le secteur privé iii) formalisation d'un système de communication à plusieurs voies entre agents de vulgarisation et organismes de recherche et producteurs²²⁹

COMPOSANTE 4: Assistance technique aux producteurs

Acteurs clés: LABOSEP, MA, MEADD, APCAM

Cette composante augmentera la capacité des producteurs à exploiter le SIS pour faciliter la prise de décision en matière de gestion. Cela comprendra notamment i) des campagnes de sensibilisation du public sur les bonnes pratiques générales de gestion (compostage, biofertilisants, microdosage d'engrais ciblés, rotation des cultures, association de cultures, jachère améliorée, cultures de couverture légumineuses, cultures associées, agroforesterie), ii) une meilleure intégration recommandations de pratiques de gestion par région de sol dans les canaux de communication et d'assistance technique existants (par exemple, formation participative, conseils en matière de vulgarisation, systèmes d'information climatologiques) iii) élaborer des outils d'aide à la prise de décisions pratiques basés sur le SIS à l'usage des producteurs et des agents de vulgarisation (par exemple, système d'information mobile, centre d'appel national, outils de formation participatifs), et iv), par l'intermédiaire de tous les canaux spécifiés en i-iii, sensibiliser les producteurs aux outils et produits recommandés par les instituts de recherche et définir des mesures pratiques pour y accéder.²³⁰

COMPOSANTE 5 : Soutenir la prise de décision des producteurs à long terme

Acteurs clés : LABOSEP, MA, MEADD, APCAM, secteur privé

Cette composante augmentera les chances des producteurs d'investir dans la santé des sols à long terme. Les étapes spécifiques comprennent: i) le renforcement des droits de propriété et des registres afin d'accroître la volonté des producteurs d'investir dans leurs terres, ii) la tenue de campagnes de sensibilisation du sol aux ressources non renouvelables, iii) l'accès accru des producteurs au crédit par des moyens tels que: a) le renforcement performance du secteur de la microfinance via une réglementation accrue²³¹, (b) réglementant les agents bancaires pour améliorer le pourcentage d'adultes ruraux ayant accès à des points de services financiers formels, et (c) autorisant et encourageant l'utilisation de cultures, de stocks ou d'équipements en garantie.²³²

229 We assume the current extension field staff of approximately 646 could each directly reach 800 farmers, per the World Bank standard ratio. USAID, "Mali: In-Depth Assessment of Extension and Advisory Services"; Feder, Ganguly, and Anderson, The Rise And Fall Of Training And Visit Extension.

230 CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines."

231 Mobile subscriber penetration in Mali is 60.5%, representing about 11.5 million unique subscribers. Assuming penetration among the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in the capital is 100%, then penetration outside the capital is about 52%, or 8 million unique subscribers. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that 0% of residents of the capital identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. About 52% of the population is ages 15 and up. This implies that approximately 4 million individuals are employed by agriculture and subscribe to mobile services. GSMA, "The Mobile Economy: West Africa"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; World Population Review, "Mali Population 2018."

232 Expert Panel Workshop; Africa Soils, "Africa Soil Information Service"; ISRIC, "Taking Fertilizer Recommendations to Scale for Major Crops in West Africa."

Risques : Les principaux risques pour ce projet sont les suivants :

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Crises politiques et sécuritaires	Moyen	Haute
Manque de financement et / ou de responsabilité institutionnelle pour acquérir et entretenir du matériel	Haute	Haute
Discorde entre les politiques nationales et régionales, les acteurs	Faible	Faible
Mauvais partage de l'information entre les principaux intervenants	Faible	Faible

INVESTISSEMENTS INTELLIGENTS FACE AU CLIMAT POUR LES CULTURES ET L'ÉLEVAGE AU MALI

E-5 Programme des chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux

Introduction et contexte stratégique

La déforestation exacerbe les effets du changement climatique et réduit la résilience des petits exploitants. Les arbres supportent de nombreuses fonctions de l'écosystème, y compris la régulation de la température ; la séquestration du carbone; stabilisation du sol, structure, régulation de l'humidité et fertilité ; le vent se brise ; et de l'ombre pour les autres espèces. Supprimer les arbres du paysage déstabilise le sol, le rendant plus vulnérable au vent et à l'érosion hydrique. La réduction des apports en matière organique du sol a un impact négatif sur la structure, la fertilité et la capacité de rétention d'eau du sol. L'exposition au soleil réduit la capacité des autres espèces végétales et animales à réguler leur température et à retenir l'eau. Elle épuise aussi rapidement l'humidité du sol et peut avoir un impact négatif sur le biote du sol. La libération de carbone séquestré dans le bois contribue directement aux causes du changement climatique²³³. La déforestation provoque également des pénuries de carburant, dégrade les terres productives et expose les cultures à une plus grande variabilité climatique.

Les chaînes de valeur des produits agroforestiers non ligneux soutiennent et encouragent les pratiques d'agriculture intelligente face au climat. L'intégration des arbres à usages multiples dans les paysages agricoles diversifie les moyens de subsistance des petits exploitants, améliorant ainsi la résilience, la productivité, l'économie et la sécurité nutritionnelle. Il contribue également à l'atténuation du changement climatique grâce au carbone séquestration, amélioration de la qualité du sol, contrôle de la température, régulation de l'humidité du sol et réduction de l'érosion. Il est important de noter que la valeur des produits forestiers non ligneux sert également d'incitation directe aux communautés à réduire la déforestation ou même à étendre la superficie forestière, empêchant ainsi d'atténuer les effets du changement climatique.²³⁴

Des pratiques telles que la régénération naturelle assistée et l'agriculture de contournement augmentent la résilience au climat des systèmes agroforestiers. Les bandes de contour peuvent être formées par des arbres, des arbustes, des herbes et / ou d'autres plantes, et sont très économiques par rapport aux autres méthodes.²³⁵ L'amélioration de la couverture du sol et de l'ombrage, le contrôle de l'érosion et la maximisation de l'utilisation de l'eau qu'offre le remodelage sont particulièrement cruciaux dans les régions où l'eau est rare et sous la variabilité accrue du climat associée au changement climatique. La régénération naturelle assistée favorise la création de forêts secondaires en protégeant et en entretenant les arbres mères et leurs jeunes arbres qui se produisent naturellement dans la région.²³⁶

Les femmes d'Afrique de l'Ouest jouent un rôle clé dans la production et la transformation en agroforesterie. Les femmes sont traditionnellement responsables de la culture des semis, de la plantation, de l'arrosage et du désherbage. En termes de récolte et de transformation, les femmes sont généralement responsables des produits de subsistance tels que le fourrage, le bois de chauffage et les fruits. Les femmes possèdent également une certaine transformation et la commercialisation des produits. Par exemple, les femmes produisent du beurre, des noix et des amandes à partir de karité ²³⁷.

233 Expert Panel Workshop; World Agroforestry Centre, "Soil-Plant Spectral Diagnostics Laboratory"; Hengl et al., "Soil Nutrient Maps of Sub-Saharan Africa"; Soil-Plant Spectral Diagnostics Lab, "Network of Dry Spectroscopy Laboratories."

234 Africa Soils, "Africa Soil Information Service."

235 Expert Panel Workshop.

236 World Bank, "Atelier de Restitution, Diagnostic de Finance Agricole et Plan d'Action."

237 Palmer, "Making Climate Finance Work in Agriculture"; CCAFS, "10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines."

Les fruits, les feuilles, les fleurs, l'écorce, les graines, les branches et les racines du baobab sont récoltés pour créer une variété de produits, notamment des colorants, des jus, des confitures, des cordes, de la gomme, de l'huile de graine, de la vaisselle et des réservoirs d'eau²³⁸. Les fruits et les feuilles des arbustes de Zabbaan sont recherchés pour la production de jus et de confiture²³⁹. En plus de sa gomme de grande valeur, les feuilles et les gousses de la gomme arabique constituent un excellent fourrage.²⁴⁰

Contexte national pour les chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux

Les arbres à usages multiples jouent un rôle important dans le paysage malien et la sécurité nutritionnelle. Les parcs agroforestiers aident à atténuer les effets du changement climatique en stabilisant les dunes et les sols, en améliorant la qualité des sols et en agissant comme un brise-vent. Dans les systèmes agroforestiers, les cultures arboricoles sont fréquemment associées au mil, au sorgho, au sésame et aux arachides, et augmentent fréquemment le rendement des cultures et améliorent la qualité du sol. L'agroforesterie améliore la résilience des petites exploitations en créant une source supplémentaire de fourrage pour le bétail, de bois de chauffage pour la maison et de microclimats régulés pour les cultures et le bétail.²⁴¹ Les arbres fourragers sont particulièrement importants vers la fin de la saison sèche et pendant les périodes de sécheresse, car leurs racines profondes peuvent accéder à l'eau et continuer à nourrir le bétail.²⁴²

L'agroforesterie représente une opportunité économique importante pour le Mali. De nombreux ménages de petits exploitants s'engagent dans les chaînes de valeur du karité, du baobab, du zabaan et de la gomme arabique pour compléter les revenus provenant de la production végétale et animale. Les marchés du karité et de la gomme arabique sont particulièrement bien développés tant au niveau local qu'international. Le Mali est le deuxième producteur mondial de karité et un important producteur de gomme arabique. Ces marchés représentent des opportunités importantes pour développer le secteur agricole malien à valeur ajoutée. Étant donné que la plupart des producteurs et transformateurs d'agroforesterie maliens sont des femmes, ce projet offre également une amélioration de l'égalité des sexes sur le marché du travail.²⁴³

L'agroforesterie au Mali n'est pas sans défis. La région subit des sécheresses, des températures extrêmes et des précipitations irrégulières du fait du changement climatique. Les feux de brousse peuvent rapidement endommager ou détruire de grandes étendues de parcs. Les vents violents sont courants et particulièrement dangereux lors de la floraison des cultures d'arbres²⁴⁴. La récolte continue de bois de chauffage, de charbon de bois, de fourrage et de développement foncier à grande échelle a considérablement réduit les peuplements d'arbres existants. Cette déforestation a provoqué une dégradation importante des sols. La sécheresse persistante a déplacé la région de culture propice au karité vers le sud²⁴⁵. Sur le plan culturel, il est rare que les producteurs investissent dans la plantation d'essences d'arbres indigènes. L'accès au matériel de plantation amélioré est très limité. Lorsqu'elle est disponible, la plantation de karité amélioré est souvent considérée comme une revendication territoriale à long terme et est donc limitée aux parcelles louées ou empruntées. Les prix des produits faisant l'objet d'échanges internationaux, tels que le beurre de karité, peuvent varier considérablement et les prix de gros des produits bruts sont souvent trop bas pour générer des bénéfices. La transformation des produits agroforestiers exige beaucoup de travail et nécessite souvent une source de chaleur soutenue ; cette demande de bois de feu peut être à l'origine de la déforestation²⁴⁶.

238 Oakland Institute, "Agroforestry to Improve Farm Productivity in Mali"; Sidibe, Myint, and Westerberg, "An Economic Valuation of Agroforestry and Land Restoration in the Kelka Forest in Mali"; Kandji, Verchot, and Mackensen, "Climate Change and Variability in the Sahel Region"; Zomer et al., "Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land"; Iiyama et al., "Tree-Based Ecosystem Approaches (TBEAs) as Multi-Functional Land Management Strategies—Evidence from Rwanda."

239 Iiyama et al., "Tree-Based Ecosystem Approaches (TBEAs) as Multi-Functional Land Management Strategies—Evidence from Rwanda."

240 Xu, An Agroforestry Guide for Field Practitioners.

241 FAO, "Assisted Natural Regeneration of Forests."

242 Kiptot, "Gender Roles, Responsibilities, and Spaces: Implications for Agroforestry Research and Development in Africa."

243 Gebauer et al., "Africa's Wooden Elephant."

244 Daily Mail, "The Juice Startup Putting Mali in a Bottle."

245 "The Gold in Acacia Trees."

246 Iiyama et al., "Tree-Based Ecosystem Approaches (TBEAs) as Multi-Functional Land Management Strategies—Evidence from Rwanda."

Les pratiques agricoles intelligentes face au climat peuvent favoriser une plus grande résilience de l'agroforesterie malienne. Des pratiques telles que la culture intercalaire, la culture en couverture, le paillage et les cultures en courbes de niveau aident à conserver les ressources en sol et en eau. Une régénération naturelle assistée, des campagnes de plantation motivées et une sensibilisation aux avantages et à l'importance des ressources forestières peuvent contribuer à garantir que les ressources en fourrage, bois de feu et autres arbres soient plantées à des taux de remplacement. Le soutien aux groupes d'agriculteurs, le renforcement des chaînes de valeur des produits et la négociation d'accords commerciaux contribuent à garantir des moyens de subsistance durables et des marchés fiables pour les petits exploitants.

Alignement institutionnel et sectoriel

Le développement de chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux est une priorité pour le gouvernement malien. Le Plan national d'investissement de 2018 donne la priorité à la maximisation de la transformation à valeur ajoutée des matières premières maliennes, à la création d'un environnement favorable aux chaînes de valeur qui responsabilisent les petits exploitants et transformateurs, ainsi qu'à la protection et à la pérennité des ressources naturelles.²⁴⁷ La Politique nationale de développement agricole de 2013 met en évidence des investissements importants dans la gestion durable de la faune et des forêts²⁴⁸. Cela correspond également aux projets prioritaires sur l'agriculture et la foresterie identifiés par l'AEDD²⁴⁹.

Cette priorité nationale s'aligne sur les objectifs des alliances internationales dont le Mali fait partie. Dans le cadre du plan de contributions déterminé au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali a investi dans des projets concernant la collecte et le stockage des eaux de pluie, la régénération naturelle assistée et le développement agricole stratégique pour la gestion de l'eau.²⁵⁰ Le programme de l'Union africaine sur la croissance et la transformation de l'agriculture vise à promouvoir une gestion rationnelle des ressources naturelles ainsi que la productivité agricole.²⁵¹ Le traité modifié de l'Union économique et monétaire ouest-africaine et Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent la priorité à la compétitivité économique et financière de leurs États membres, y compris le Mali.²⁵² Ce projet concerne également directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif n°5: la qualité des femmes, l'objectif n°8: la croissance économique, l'objectif n°12: la consommation et la production durables et l'objectif 13: combattre le changement climatique, et indirectement l'objectif n°9: l'industrialisation durable, et l'objectif 15: protéger les écosystèmes.²⁵³

De nombreuses organisations internationales ont collaboré avec le Mali pour résoudre ce problème prioritaire. Les agronomes et vétérinaires sans frontières ont travaillé au développement du secteur de la gomme arabique à Kayes. La FAO et la Direction nationale collaborent à la commercialisation de produits forestiers non ligneux²⁵⁴. Le Centre mondial d'agroforesterie a mené à bien de nombreux projets d'agroforesterie au Mali et a actuellement deux projets en cours ; L'USAID finance le développement à grande échelle de technologies d'agroforesterie respectueuses du climat pour améliorer l'accès au marché, la sécurité alimentaire et nutritionnelle au Mali, et la Commission européenne pour lutter contre la dégradation des terres en renforçant l'agriculture persistante²⁵⁵. La start-up Zabbaan a commencé à commercialiser des jus de fruits naturels à base de produits maliens locaux²⁵⁶.

247 Kandji, Verchot, and Mackensen, "Climate Change and Variability in the Sahel Region:"

248 Tadesse, "Natural Gums and Resins: Potential Dryland Non Timber Forest Products of Ethiopia"; Boffa, "Opportunities and Challenges in the Improvement of the Shea (Vitellaria Paradoxa) Resource and Its Management."

249 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

250 Venturini et al., "Cultivating Climate Resilience: The Shea Value Chain."

251 Boffa, "Opportunities and Challenges in the Improvement of the Shea (Vitellaria Paradoxa) Resource and Its Management"; Rousseau, Gautier, and Wardell, "Coping with the Upheavals of Globalization in the Shea Value Chain."

252 GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

253 Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

254 Programme quinquennal d'aménagement forestiers (2018-2022)

255 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

256 Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à renforcer la croissance économique, la sécurité alimentaire et la résilience au climat du Mali par le développement du secteur des produits agroforestiers non ligneux.

Bénéficiaires : 122 400 personnes bénéficieront directement du projet²⁵⁷, productrices et transformatrices, ainsi que leurs ménages, dans la région rurale de Koutiala²⁵⁸ de la zone Guinée-Soudan.²⁵⁹ La durée initiale du projet sera de 5 ans. À terme, des avantages indirects liés à l'amélioration des résultats économiques, à la résilience au changement climatique et à la sécurité nutritionnelle pourraient atteindre de manière réaliste tous les producteurs agricoles maliens de la zone soudanienne et guinéo-soudanienne.

Description du projet : Ce projet vise à promouvoir le secteur des produits forestiers non ligneux en établissant les fondements fondamentaux de ce secteur. Le projet portera sur : (i) la recherche et le développement, (ii) la production, (iii) la post-récolte et (iv) les chaînes de valeur.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1 : Renouvellement du parc agroforestier

Acteurs clés : MEADD, ONG, IPR, IER, autorités foncières autochtones

Cette composante soutiendra le développement et l'adoption d'une stratégie de renouvellement des parcs agroforestiers²⁶⁰. Cela comprend notamment : (i) la mise en place d'un programme de régénération naturelle assistée, (ii) la sensibilisation du public au processus de régénération, à l'importance des ressources forestières et aux avantages de la plantation d'essences d'arbres indigènes à des taux de remplacement, (iii) la création d'un centre de ressources pour agents de vulgarisation, gestionnaires de terres et autres décideurs, (iv) réunions multipartites pour discuter des priorités, des mesures à prendre, des progrès, des résultats de la recherche et des résultats des composantes 4 à 6; et v) la mise en place d'un système d'incitation à la plantation de variétés indigènes et de variétés améliorées de la composante 6.

COMPOSANTE 2: Contournement de terrain pour la conservation et la récupération de l'eau de pluie

Acteurs clés: MEADD, ONG, IPR, IER

Cette composante du projet encouragera l'utilisation du contournement agroforestier dans les discussions sur les ressources en sol et en eau.²⁶¹ Les composantes spécifiques incluront: (i) la recherche sur les meilleures pratiques de gestion en matière de contournement pour chaque agro-région, (ii) la formation des agents de vulgarisation sur les avantages du contournement et les meilleures pratiques de gestion identifiées par la recherche, (iii) l'intégration de ces pratiques recommandées dans l'extension et des modules sur le terrain, (iv) sensibiliser le public aux avantages de l'agriculture de contour, et (v) une assistance financière (subventions, prêts, crédits, etc.) pour permettre aux coopératives et aux petits exploitants d'investir dans un établissement d'agriculture de contour.

257 West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

258 Knoema, "Sustainable Development Goals of Mali."

259 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

260 World Agroforestry Centre, "Projects | Mali."

261 Daily Mail, "The Juice Startup Putting Mali in a Bottle."

COMPOSANTE 3: Renforcer les chaînes de valeur

Acteurs clés: MEADD, Chambre de commerce, secteur privé

Cette composante renforcera la transformation commerciale des produits agroforestiers en offrant une assistance technique aux groupes de femmes et en officialisant les accords commerciaux et de marché²⁶². En particulier, il s'agira notamment de: (i) améliorer l'accès aux outils de mécanisation appropriés et à l'assistance technique nécessaire pour accroître l'efficacité et réduire les coûts, par exemple les presses hydrauliques, les distillateurs et évaporateurs solaires, les filtres mécaniques et les sources de chaleur autres que le bois; (ii) la formation aux nouvelles techniques de traitement pour diversifier les options de produits, (iii) la conclusion d'accords commerciaux équitables avec des entreprises de traitement du karité (iv) la facilitation des accords de travail entre les coopératives et les partenaires commerciaux du secteur privé (installations de stockage, devantures de magasins, fabricants d'emballages, etc.), pour stabiliser les prix et la disponibilité des services, et v) des programmes de formation à l'entrepreneur et de mentorat pour les coopératives (par exemple, avec des partenaires commerciaux du secteur privé).

COMPOSANTE 4: Mappage et intégration de peuplements

Acteurs clés: MEADD, IPR, IER, ONG

Cette composante se concentrera sur la cartographie des régions agroforestières et sur l'exploitation de cette information dans la prise de décision, la recherche et les décisions politiques²⁶³. Les sous-composantes du projet comprendront: (i) l'utilisation de la télédétection pour cartographier les peuplements, (ii) la mise à jour des ressources existantes avec de nouvelles données, (iii) la mise en service d'un service d'informations permettant aux gestionnaires des terres, aux agents de vulgarisation, aux décideurs et aux autres parties prenantes d'accéder et de les utiliser données, (iv) définir les priorités de recherche en collaboration avec divers intervenants pour les services de cartographie, et (v) fournir une assistance technique aux agents de vulgarisation et aux décideurs pour tirer parti des informations de cartographie dans leur travail.

COMPOSANTE 5: Construire des unités de stockage et de traitement après la récolte

Acteurs clés: MEADD, Chambre de commerce, secteur privé

Ce composant soutiendra les chaînes de valeur post-récolte via la création d'unités de stockage et de traitement.²⁶⁴ Cela comprend notamment : (i) des services financiers personnalisés (subventions, crédits, prêts, etc.) pour permettre aux coopératives de construire des installations de stockage et de traitement et / ou d'acquérir du matériel de traitement, (iii) une assistance technique pour les coopératives afin de répondre aux besoins en matière de financement. iii) la construction d'installations de stockage régionales, et (iv) opérationnalisation du système de réception d'entrepôt.

COMPOSANTE 6 : Développer et diffuser des variétés améliorées

Acteurs clés : MEADD, IPR, IER, ONG, ICRAF

Cette composante soutiendra le développement de variétés agroforestières améliorées.²⁶⁵ Cela comprendra notamment: (i) la recherche et le développement de variétés améliorées de karité, de

262 Approximately 815,000 Malians live in specified region. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in Bamako does not identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. This implies that about 783,000 people in the target region are farmers. About 52% of the population is ages 15 and up, and about 50% of the population is female, meaning that there are approximately 204,000 woman agriculturalists in the target region. Earth Institute, "Segou Population Data"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; Nations Online Project, "Political Map of Mali"; Socioeconomic Data and Applications Center, "Population Density Grid"; Statoids, "Mali Regions"; World Population Review, "Mali Population 2018."

263 Oakland Institute, "Agroforestry to Improve Farm Productivity in Mali."

264 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

265 Expert Panel Workshop.

baobab, de gomme d'acacia et de zabaan, (ii) recherche et publication des meilleures pratiques de gestion pour chaque nouvelle variété, (iii) formation des agents de vulgarisation aux variétés améliorées et aux meilleures pratiques de gestion, (iv) formation des pépinières et des coopératives sur les meilleures pratiques de gestion de la production de plants, et (v) production et distribution des plants.

Risques : Les principaux risques identifiés pour cet investissement sont résumés ci-dessous.

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Temps extrême (vent, sécheresse, précipitations irrégulières)	Moyen	Moyen
Feux de brousse	Moyen	Moyen
Insécurité	Moyen	Haute
Mauvaise gouvernance	Faible	Haute
Faible engagement communautaire	Faible	Haute
Manque de financement	Haute	Haute

E-6 Programme d'agriculture de décrue

Introduction et contexte stratégique

L'agriculture de récession due aux inondations est un élément crucial de la sécurité alimentaire dans les régions aux précipitations très limitées, telles que le Sahel, en Afrique de l'Ouest.

L'agriculture de décrue des terres tire profit de l'humidité et des sédiments laissés par les inondations pour produire des cultures. L'agriculture de décrue est pratiquée dans les plaines inondables saisonnières de l'Afrique de l'Ouest depuis au moins 1 500 ans av.²⁶⁶. Les cultures courantes cultivées dans les plaines inondables saisonnières comprennent le sorgho, le maïs, le fourrage, les pommes de terre, l'igname, le manioc, la tomate, l'oignon, le gombo et le concombre.²⁶⁷ En dépit de l'importance traditionnelle de cette pratique, la recherche et les politiques en matière d'agriculture de décrochage à la suite des inondations demeurent minimales²⁶⁸. Cela implique des opportunités significatives pour l'optimisation des pratiques agricoles de décrue des inondations afin d'améliorer la production et la résilience au changement climatique.

L'agriculture de décrue après les inondations est considérablement affectée par le changement climatique. Même les années où les précipitations sont suffisantes, la plupart des rivières maliennes cessent de couler pendant la saison sèche. Les températures extrêmes et les vents violents induits par le changement climatique augmentent considérablement le taux d'évapotranspiration des plaines inondables, réduisant ainsi l'humidité du sol disponible pour les cultures. Des précipitations irrégulières et une sécheresse en amont du fleuve peuvent éliminer les inondations et la saison des cultures de décrue, entraînant une insécurité nutritionnelle et économique pour de nombreux petits exploitants.

Les pratiques agricoles intelligentes face au climat peuvent considérablement améliorer les résultats de la production lors de la récession due aux inondations. Les pratiques visant à conserver l'humidité du sol, à augmenter la fertilité, à prévenir l'érosion et à accélérer le cycle de production contribuent à rendre les cultures plus résilientes au climat face aux plaines inondables à l'assèchement rapide, aux températures extrêmes et aux vents violents²⁶⁹. Le développement des infrastructures, telles que celles des systèmes d'irrigation nécessitant peu d'entretien, des trous de forage et des pompes mécaniques, permet aux producteurs de conserver et de gérer activement les ressources en eau pendant la saison de production de décrue. L'organisation et l'engagement de la communauté contribuent à assurer une bonne gestion des infrastructures et des ressources en eau, et à atténuer les conflits entre les pasteurs et les agriculteurs en période de décrue.²⁷⁰

Contexte du pays pour les cultures de décrue

Le Mali a un secteur de production bien établi de décrue des inondations qui est menacé par les effets du changement climatique. Environ 2 millions d'hectares²⁷¹ des terres situées le long des fleuves Niger et Sénégal dans les régions de Kayes, Tombouctou et Gao sont sujettes aux inondations saisonnières. Environ 75 000 hectares dans ces zones (25% de l'ensemble des terres productives du Mali) sont en phase de décrue de la production agricole.²⁷² Le Mali est l'un des plus grands pays producteurs d'agriculture de décrue en Afrique de l'Ouest.²⁷³ Compte tenu de la longue histoire de l'agriculture de décrue au Mali, les producteurs de la région ont mis au point des techniques sophistiquées adaptées aux variations d'altitude des crues, de la texture du sol et de la présence d'animaux sauvages²⁷⁴, besoins nutritionnels et préférences alimentaires.²⁷⁵ Néanmoins, le changement climatique a apporté de nouveaux défis qui nécessitent une adaptation supplémentaire.

266 Expert Panel Workshop.

267 Expert Panel Workshop.

268 Expert Panel Workshop.

269 Expert Panel Workshop.

270 Expert Panel Workshop

271 Barbier et al., "Irrigation in West-African Sahel."

272 Expert Panel Workshop, Flood Recession Crops Project Components.

273 Minten et al., "Flood Recession Agriculture for Food Security in Northern Ghana."

Les producteurs de la région ont déjà démontré l'efficacité des pratiques de l'AIC en matière de production en période de récession. L'Institut malien des économies rurales a mené des essais d'agriculture de décrue de 2011 à 2016 dans le cercle de Yelimane, au nord de Kayes. Les agriculteurs ont constaté des avantages significatifs des pratiques de l'AIC, telles que compostage des résidus de culture avec du fumier et de l'urée, semis mécanisés, trempage et repiquage des semences, utilisation de maïs amélioré (Djorobana, Sotubaka, Dembagnouma vs Landrace Maka) et sorgho (S23, S8 et S32 vs. variétés locales, augmentation de la densité de plantation du sorgho et amoncellement du sol.²⁷⁶ La poursuite des recherches sur les meilleures pratiques de gestion de l'AIC pour les zones de production touchées par le décrochage au Mali, conjuguée à un renforcement des capacités et du développement des infrastructures, aidera ces producteurs à renforcer leur résilience face au changement climatique, à augmenter leur productivité et à améliorer leurs résultats économiques et nutritionnels régionaux.

L'AIC dans les zones de décrue n'est pas sans défis. La région a de plus en plus souffert de sécheresse, de températures extrêmes, de vents violents et de précipitations irrégulières²⁷⁷ qui paralysent ou arrêtent la production agricole dans les plaines inondables.²⁷⁸ Comme la récession due aux inondations a lieu en dehors de la saison agricole principale, la concurrence pour l'utilisation des terres avec les pasteurs augmente considérablement et des conflits peuvent survenir.

Alignement institutionnel et sectoriel

La réduction des cultures de décrue après les inondations est une priorité pour le gouvernement malien. Le plan national d'investissement de 2018 donne la priorité à la productivité agricole ainsi qu'aux pratiques de l'AIC visant à protéger et à préserver les ressources naturelles.²⁷⁹ La Politique nationale de développement agricole de 2013 met en évidence des investissements importants dans la productivité agricole et la durabilité de l'environnement.²⁸⁰

Cette priorité nationale s'aligne sur les objectifs des alliances internationales auxquelles le Mali participe. Dans le cadre du plan de contributions déterminé au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali a investi dans des projets concernant la collecte et le stockage des eaux de pluie et le développement agricole approprié pour une meilleure gestion de l'eau.²⁸¹ Le programme de l'Union africaine sur la croissance et la transformation de l'agriculture vise à promouvoir une gestion rationnelle des ressources naturelles ainsi que la productivité agricole.²⁸² Le traité modifié de l'Union économique et monétaire ouest-africaine et Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent la priorité au développement économique durable et à la résilience au changement climatique de leurs États membres, y compris le Mali.²⁸³ Ce projet vise également directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 8: la croissance économique, l'objectif 9: l'innovation, l'objectif 12: production responsable, l'objectif 13: action pour le climat et vise indirectement l'objectif 10: réduction des inégalités, l'objectif 11: collectivités durables, l'objectif 15: la vie sur terre, et l'objectif 16: des institutions fortes.

Cependant, les organisations internationales ne se sont généralement pas engagées avec le Mali dans la résolution de ce problème prioritaire. Les investissements dans l'agriculture de décrue après les inondations ont toujours été rares et, le cas échéant, les pays voisins de l'Afrique de l'Ouest en ont

274 Traore, Aune, and Traore, "Effect of Organic Manure to Improve Sorghum Productivity in Flood Recession Farming in Yelimane, Western Mali."

275 Expert Panel Workshop, Flood Recession Crops Project Components.

276 Thom and Wells, "Farming Systems in the Niger Inland Delta, Mali."

277 Delaney, "Challenges and Opportunities for Agricultural Water Management in West and Central Africa."

278 Minten et al., "Flood Recession Agriculture for Food Security in Northern Ghana."

279 dangerous wildlife congregate in the few remaining watering holes toward the end of the dry season. Barbier et al., "Irrigation in West-African Sahel."

280 Harlan and Pasquereau, "Décrue Agriculture in Mali."

281 Traore, Aune, and Traore, "Effect of Organic Manure to Improve Sorghum Productivity in Flood Recession Farming in Yelimane, Western Mali."

282 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

283 citation

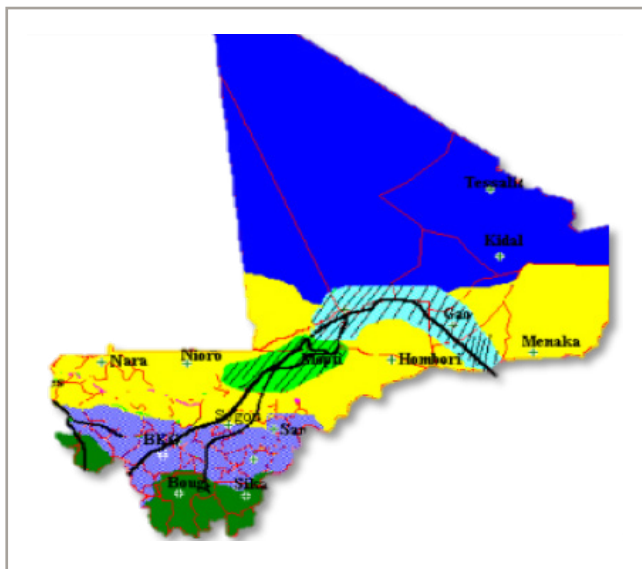
été les bénéficiaires. L'instabilité politique récente et la population régionale relativement maigre au Mali, ainsi que les traditions de longue date et complexes de l'agriculture en période de récession après les inondations en général, ont peut-être été un moyen de dissuasion pour la mise en œuvre du projet. Le manque général de recherches et d'investissements dans ce secteur agricole suggère que des efforts importants pourraient être réalisés en collaborant avec le gouvernement malien dans la mise en œuvre de l'AIC pour améliorer la productivité et la résilience au climat dans les pratiques agricoles de décrue.

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à accroître la productivité agricole et à minimiser les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire un support technique et une infrastructure améliorée pour des pratiques agricoles optimisées en période de décrue.

Bénéficiaires : Le projet bénéficiera directement à environ 224 000 personnes,²⁸⁴ petits exploitants âgés de 15 ans et plus et leurs ménages au cours de la période de cinq ans. Au fil du temps, des avantages indirects liés à une résilience accrue au climat, à des résultats économiques et à la sécurité nutritionnelle pourraient atteindre tous les petits exploitants maliens.

Figure E-1: Zone inondée représentée en bleu clair ²⁸⁵



Description du projet : Ce projet est conçu pour soutenir la croissance économique nationale et la sécurité alimentaire en développant la productivité et la résilience des producteurs agricoles dans les zones de culture en période de décrue. Le projet portera sur : (i) la recherche, (ii) les capacités, (iii) les infrastructures et (iv) la participation des secteurs civil et privé.

²⁸⁴ GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

²⁸⁵ Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

Composantes du projet

COMPOSANTE 1 : Capacité de production accrue

Acteurs clés : IER, MEADD, RPI, ADN, MA

Cette composante renforcera la capacité des agriculteurs à gérer plus efficacement les ressources en eau disponibles et à mettre en œuvre l'AIC pour augmenter les rendements.²⁸⁶ La formation portera notamment sur: (i) les pratiques de régulation de l'humidité du sol telles que (a) le monticule, (b) la densité de plantation, (c) le paillage (d) les trous de zaï, et (e) l'ombrage, (ii) les pratiques de fertilité du sol telles que (a) compostage à l'aide de résidus de récolte et de déchets animaux, (b) micro-dosage d'engrais, et (c) agroforesterie pour prévenir l'érosion, (iii) pratiques d'accélération de la production telles que (a) imbibage de semences, (b) plantation mécanisée, et c) repiquage, (iv) meilleures pratiques de gestion pour les variétés améliorées développées dans la composante 4 et accès à ces dernières, et (v) pratiques de gestion des ressources en eau telles que (a) gestion des canaux pour éliminer les obstructions et permettre à l'eau de remplir les lacs saisonniers, (b) installation des seuils à l'entrée des étangs, c) la collecte des précipitations par les bassins de rétention d'eau, et d) la mise en place de systèmes de canaux d'inondation.

COMPOSANTE 2 : Formation des agents de vulgarisation

Acteurs clés : IER, MEADD, RPI, ADN, MA

Cette composante du projet préparera les conseillers agricoles à intégrer les pratiques de l'AIC dans leurs recommandations sur l'agriculture de récession.²⁸⁷ La formation portera notamment sur: (i) les pratiques de régulation de l'humidité du sol telles que (a) le compactage, (b) la densité de plantation, (c) le paillage, et (d) l'ombrage, (ii) les pratiques de fertilité du sol, telles que (a) le compostage résidus de récolte et déchets animaux, (b) microdosage d'engrais, et (c) agroforesterie pour prévenir l'érosion, (iii) pratiques d'accélération de la production telles que (a) le trempage des semences, (b) la plantation mécanisée, et (c) la transplantation, (iv) les meilleures pratiques de gestion pour les variétés améliorées développées dans la composante 4 et l'accès à ces variétés, et v) des pratiques de gestion des ressources en eau telles que: a) la gestion des canaux pour éliminer les obstructions et permettre à l'eau de remplir les lacs saisonniers, b) l'installation de seuils à l'entrée c) la collecte des précipitations dans les bassins de rétention d'eau, et d) la mise en place de réseaux de canaux d'inondation.

COMPOSANTE 3 : Assistance technique aux coopératives

Acteurs clés : IER, MEADD, ADN, MA, ONG

Dans cette composante, les coopératives et autres groupes de producteurs recevront une assistance technique en matière de gestion de groupe et de transformation à valeur ajoutée, l'accent étant mis sur les groupes de femmes.²⁸⁸ La formation comprendra notamment: (i) une assistance technique dans le traitement à valeur ajoutée des cultures de décrue ciblées, (ii) la maintenance des infrastructures mises en place par le gouvernement (systèmes d'irrigation, par exemple), (iii) la coordination entre les groupes d'agriculteurs et les pasteurs pour la prévention iv) respect des normes minimales en matière de transparence pour accéder aux services de comptabilité (instruments de réduction des risques, récépissés d'entrepôt, taux d'achat groupés, crédit, épargne, crédit et autres services collectifs, par exemple); et (vi) partage des connaissances et plans de coordination régionale.

286 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

287 Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

288 West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

COMPOSANTE 4: Programmes de recherche sur les traversins

Acteurs clés: IER, RPI, universités, ONG, ATI

Cette composante cherchera et développera des variétés améliorées et des pratiques agricoles optimisées afin de soutenir une résilience au changement climatique et une productivité améliorée²⁸⁹. Il s'agira notamment de : (i) la recherche et le développement de variétés améliorées de cultures cibles, (ii) les meilleures recommandations de gestion pour chacune des variétés améliorées, (iii) la recherche et le développement de pratiques optimisées de gestion des terres en période de décrue, (iv) créer un système permettant de transférer les technologies nouvellement développées aux producteurs et de communiquer en temps voulu les priorités des producteurs aux chercheurs.

COMPOSANTE 5: Développer l'infrastructure

Acteurs clés: IER, MEP, secteur privé, ATI, municipalités

Cette composante développera et améliorera les infrastructures pour soutenir une agriculture productive et résiliente face à la récession après les inondations.²⁹⁰ Ceci peut inclure la construction de: (i) des bassins de rétention d'eau, (ii) des systèmes de canaux d'inondation, (iii) les fossés d'irrigation, (iv) les seuils d'entrée de l'étang, et (v) la plantation d'arbres le long des canaux, ce qui réduit l'évaporation en fournissant de l'ombre.

COMPOSANTE 6: Engagement des secteurs civil et privé

Acteurs clés: IER, secteur privé, ONG, APCAM, municipalités

Cette composante impliquera les ONG, le secteur public et le secteur privé dans les composantes 1-5²⁹¹. Il s'agira notamment de: (i) former les employés des ONG locales aux pratiques de prévention des inondations de la CSA, (ii) établir des partenariats coopératifs-privés pour le mentorat, la formation continue et les contrats de vente et de services, (iii) des campagnes de sensibilisation du public les avantages de l'agriculture de décrue, iv) une incitation au développement de services financiers personnalisés pour les petits producteurs et groupes de producteurs, et v) des accords de partenariat avec des ONG pour la poursuite de la recherche et du développement.

Risques: Les principaux risques associés à ce projet sont les suivants:²⁹²

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Temps extrême (température, tempêtes de sable)	Haute	Faible
Précipitations irrégulières et sécheresse	Haute	Moyen
Crises politiques et sécuritaires	Haute	Haute
Conflit communautaire lié à la nouvelle infrastructure d'irrigation	Moyen	Haute
Conflit entre agriculteurs et éleveurs	Faible	Moyen

289 This number developed through expert opinion, but is currently under review and may be adjusted to be smaller based on the population size of the region being targeted.

290 Republic of Mali, "Second National Communication to UNFCCC."

291 Expert Panel Workshop, Flood Recession Crops Project Components.

292 Expert Panel Workshop.

E-7 Programme d'intégration culture-élevage

Introduction et contexte stratégique

L'élevage de petits exploitants en Afrique subsaharienne a un impact direct sur le changement climatique et est affecté par le changement climatique. Le secteur de l'élevage est un contributeur important aux émissions mondiales de gaz à effet de serre, principalement par le changement d'affectation des sols et la digestion des ruminants. Les pays en développement représentent environ 29% de ce chiffre, soit 12% des émissions mondiales²⁹³. L'Afrique subsaharienne est un point chaud de l'intensité des émissions en raison de la faible productivité animale et de la santé animale.

Les effets du changement climatique menacent la sécurité nutritionnelle des petits éleveurs.

La variabilité des précipitations rend la disponibilité de fourrage et d'eau imprévisible, affectant la productivité de l'élevage et poussant les pasteurs à parcourir de plus longues distances et à exploiter davantage de terres afin de maintenir leurs troupeaux²⁹⁴. La sécheresse, les inondations et la chaleur extrême augmentent la mortalité du bétail et déstabilisent les marchés²⁹⁵. Le faible accès aux marchés pour les intrants et le financement, les maladies animales répandues et la faiblesse des politiques et des infrastructures compromettent davantage les moyens de subsistance des éleveurs.²⁹⁶

L'agriculture intelligente face au climat réduit les impacts des systèmes d'élevage sur le climat et les rend plus résilients face au changement climatique. Les approches intelligentes face au climat dans les systèmes d'élevage améliorent la productivité grâce à la sélection, à la prévention des maladies, à des systèmes intégrés agriculture-élevage afin d'optimiser les aliments pour animaux et les fourrages, ainsi qu'à de meilleures ressources en eau et en ombrage²⁹⁷. Le fumier animal est utilisé pour produire du biogaz et améliorer la fertilité du sol en compostant les résidus de récolte²⁹⁸. Les résidus de cultures de couverture et de cultures intercalaires, tels que le mucuna et le pois cajan, peuvent être utilisés comme fourrage hautement nutritif²⁹⁹. Les cultures déjà en production destinées à la consommation humaine, telles que le sorgho, l'arachide et le niébé, peuvent également être utilisées comme aliments du bétail hautement nutritifs. Une meilleure nutrition du bétail augmente les taux de survie, ainsi que la qualité et la quantité de produits d'origine animale tels que le lait, la viande et les peaux³⁰⁰. Les possibilités d'amélioration de la production animale sont particulièrement pertinentes pour les agricultrices. Les femmes sont traditionnellement chargées de chercher de l'eau, ce que les animaux plus productifs consomment généralement plus. Ils sont également responsables de la production et des ventes de lait; Là encore, les animaux les plus productifs, comme les races améliorées, produisent généralement de plus grandes quantités de lait. De plus, les petits ruminants, tels que les ovins et les caprins, et les fétides, tels que les poulets et les canards, sont généralement détenus et gérés par des femmes.³⁰¹

La production fourragère peut améliorer l'alimentation pour la résilience, en particulier pendant les saisons sèches. La production fourragère basée sur l'agroforesterie en particulier peut offrir de multiples avantages en termes de production, d'adaptation et d'atténuation. Les arbres offrent une nutrition cruciale pour maintenir la santé et la productivité du bétail pendant la longue saison sèche. Les apports de matières organiques provenant des feuilles des arbres et du fumier du bétail améliorent la qualité du sol, ce qui peut atténuer la dégradation et améliorer les rendements. Les arbres constituent un habitat pour les insectes utiles, tels que les prédateurs de parasites des cultures, et protègent à la fois les cultures et le bétail du soleil, des vents forts, des taux d'évaporation élevés et des températures

293 Expert Panel Workshop.

294 Expert Panel Workshop.

295 Expert Panel Workshop.

296 Expert Panel Workshop.

297 Expert Panel Workshop.

298 Amole and Ayantunde, "Climate-Smart Livestock Interventions in West Africa: A Review."

299 GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

300 Williams et al., "Agriculture Climate Smart Facing the African Context."

301 Williams et al.

extrêmes. En plus du fourrage, l'agroforesterie fournit également du bois de feu et une diversification des revenus grâce à la récolte et à la vente de produits forestiers.³⁰² Enfin, la croissance des arbres atténue le changement climatique en séquestrant le carbone. Les démarches d'établissement d'agroforesterie telles que la régénération naturelle gérée par les agriculteurs minimisent les coûts de main-d'œuvre et d'intrants et nécessitent très peu de formation.

Contexte national pour l'intégration cultures-élevage

L'élevage est un secteur économique central au Mali, représentant 10% du PIB national.³⁰³ Environ 85% des Maliens possèdent du bétail ruminant et 30% dépendent principalement de la production animale.³⁰⁴ Il y a plus de 9 millions de moutons et de chèvres, 25 millions de bovins et 1 million de dromadaires sur environ 30 millions d'hectares de pâturages, en plus d'environ 35 millions de volailles³⁰⁵. Les races locales les plus populaires comprennent les moutons Djallonké, les bovins N'dama, les chèvres naines du Nord et les zébis maures. Le Mali est l'un des plus grands éleveurs de bétail de la sous-région³⁰⁶, et un grand exportateur d'animaux vivants en Afrique de l'Ouest. Il existe une demande forte et croissante de moutons et viande de chèvre sur le marché intérieur.³⁰⁷

Le secteur de l'élevage malien est confronté à la variabilité croissante du climat et à la dégradation des ressources naturelles. La principale contrainte sur le secteur de l'élevage au Mali est la disponibilité limitée des aliments pour animaux. De grandes parties des parcours du Mali offrent un fourrage limité avec une valeur nutritive, une teneur en protéines et une teneur en matière sèche faibles, en particulier pendant la saison sèche. La faible disponibilité de fourrage est exacerbée par les effets du changement climatique, notamment la sécheresse, les inondations, la chaleur extrême, les vents violents et la dégradation des ressources naturelles. En conséquence, le bétail pastoral empiète de plus en plus sur les terres agricoles, entraînant de violents conflits.³⁰⁸ L'accès limité aux intrants et au financement, les maladies récurrentes et la faiblesse des infrastructures ont également posé problème aux petits exploitants.

Les systèmes culture-élevage sont très prometteurs au Mali soudano-sahélien et dans d'autres zones agro-écologiques maliennes. Des recherches récentes au Mali ont démontré la viabilité de variétés de sorgho et de niébé à double usage, qui produisent des grains de qualité suffisante pour la consommation humaine et l'alimentation animale. Les variétés améliorées de niébé offrent des avantages environnementaux similaires à ceux des variétés locales, notamment une évaporation réduite du sol et une teneur en azote améliorée. Les variétés hybrides Fadda et de sorgho Tiandougou Coura améliorées étaient plus digestibles et avaient des rendements nettement supérieurs à ceux de la variété locale Tiéblé³⁰⁹. Les systèmes agroforestiers et la FMNR sont également bien adaptés au contexte malien.³¹⁰

Alignement institutionnel et sectoriel

Le développement du secteur de l'élevage est une priorité pour le gouvernement malien. Le plan national d'investissement de 2018 vise en priorité à accroître l'efficacité des systèmes d'élevage afin d'améliorer la sécurité nutritionnelle et de réduire les émissions par kilogramme de produit d'origine animale, ainsi que les pratiques de l'AIC pour protéger et préserver les ressources naturelles.³¹¹ La Politique nationale de développement agricole de 2013 met en évidence des investissements importants dans la gestion des ressources pastorales, la transformation, le stockage, les infrastructures de commercialisation, la mécanisation et la durabilité environnementale.³¹²

302 FAO, "Climate-Smart Livestock Production."

303 Best Practices Note, "Selecting Legumes as Green Manure/Cover Crops."

304 IFAD, "Overview."

305 Expert Panel Workshop, Crop-Livestock Integration Project Components.

306 Zougmore, CCAFS ICRISAT Africa Program Leader; Bamako, Mali.

307 GIZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

308 GIZ.

309 Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

310 Rural Development Directorate.

311 Fall, "Mali Small Ruminant Value Chains: Where Are We?"

312 Expert Panel Workshop, Crop-Livestock Integration Project Components; Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

Cette priorité nationale s'aligne sur les objectifs des alliances internationales auxquelles le Mali participe. Dans le cadre du plan de contributions déterminé au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali investit dans des projets concernant le développement pastoral et l'association de l'agriculture et de l'élevage. La Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-35 de l'Union africaine vise à accélérer la croissance équitable vers le plein potentiel de l'Afrique dans le secteur de l'élevage.³¹³ Le traité modifié de l'Union économique et monétaire ouest-africaine, la Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest et la politique agricole de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent tous la priorité à la compétitivité économique et financière de leurs États membres, y compris le Mali.³¹⁴ Ce projet vise également directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 5: l'égalité des sexes, l'objectif 8: la croissance économique, l'objectif 9: l'innovation, l'objectif 12: production responsable, l'objectif 1 : l'action pour le climat, et indirectement, l'objectif 10: réduire les inégalités, l'objectif 11: collectivités durables, l'objectif 15: la vie sur terre, et l'objectif 16: des institutions fortes.

De nombreuses organisations internationales ont collaboré avec le Mali pour résoudre ce problème prioritaire. Le projet multinational de renforcement de la résilience face à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle (P2RS), d'une durée de 20 ans, financé par la Banque africaine de développement, fournira au Mali 32 milliards FCFA (56,6 millions USD) pour développer des chaînes de valeur et des infrastructures en zones rurales.³¹⁵ Le projet d'appui régional au pastoralisme au Sahel, financé par la Banque mondiale et l'Union économique et monétaire ouest-africaine, vise à améliorer l'accès aux installations de production, aux services et aux marchés essentiels pour les éleveurs maliens³¹⁶. La Banque mondiale finance également le projet d'appui au développement du secteur de l'élevage au Mali visant à améliorer la productivité et la commercialisation de la production animale non pastorale à hauteur de 78,4 millions USD³¹⁷, et le projet malien sur la gestion des ressources naturelles face aux changements climatiques, doté de 12 millions USD.³¹⁸ La Direction nationale de l'agriculture du Mali s'associe au PNUD pour renforcer les communautés agricoles face aux changements climatiques dans le cadre du projet des femmes maliennes.³¹⁹ La Banque islamique de développement finance, entre autres, des entrepôts d'aliments pour le bétail et des étangs d'abreuvement dans le cadre du Programme de résilience à la sécurité alimentaire (Mali-PRIA) d'une valeur de 60 milliards FCFA (33,9 millions USD).³²⁰

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé: Ce projet vise à accroître la productivité agricole et à minimiser les risques liés au climat en fournissant aux producteurs, aux agents de vulgarisation et au secteur agroalimentaire les meilleures pratiques de gestion et les meilleurs outils d'intégration des cultures et de l'élevage.

Bénéficiaires: Le projet bénéficiera directement à 97 000 agriculteurs, petits exploitants et leurs ménages.³²¹ dans le cercle de Ségou de la zone guinéo-soudanienne au cours de son mandat de cinq ans.³²² Les avantages indirects découlant de la mise à l'échelle de pratiques améliorées, ainsi que de la résilience au climat et de la sécurité nutritionnelle qui en résultent, pourraient atteindre de nombreux autres producteurs maliens dans les zones soudanienne et guinéo-soudanienne.

313 Collaborative Crop Research Program, "Dual-Purpose Sorghum and Cowpeas."

314 World Agroforestry Centre, "Farmer-Managed Natural Regeneration"; FMNR Hub, "The Spread of FMNR in Niger."

315 GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

316 Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

317 Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

318 West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

319 Niarela, "Projet-1 P2RS."

320 PRAPS, "Projet Régional d'Appui Au Pastoralisme Au Sahel."

321 World Bank, "Mali Livestock Sector Development Support Project."

322 World Bank, "Mali Natural Resources Management in a Changing Climate Project."

Description du projet: Ce projet est conçu pour soutenir la croissance économique nationale et la sécurité alimentaire en développant la productivité et la résilience des producteurs agricoles face aux risques climatiques grâce à l'intégration des cultures et de l'élevage. Le projet portera sur : (i) la recherche, (ii) les capacités, (iii) les infrastructures et (iv) l'engagement civil.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Producteurs de soutien technique

Acteurs clés: MEP, MEADD, IER, RPI, universités

Cette composante augmentera la capacité technique des éleveurs en proposant des formations³²³ en: (i) avantages de l'AIC dans l'élevage, (ii) meilleures pratiques de gestion pour les races locales et améliorées de la composante 4, (iii) utilisation et avantages des systèmes intégrés cultures-élevage, notamment: cultures à double usage (sorgho, niébé, arachide, mucuna, bracharia, bourgou, par exemple), b) maîtrise du climat, et c) gestion intégrée de la fertilité du sol, iv) pratiques d'engraissement des vaches et des ovins et production laitière associée; et v) prévention et traitement des maladies.

COMPOSANTE 2: Augmentation de la capacité des agents de vulgarisation

Acteurs Clés: MEP, MEADD, IER, RPI

Cette composante augmentera la capacité des conseillers agricoles à intégrer les meilleures pratiques de l'AIC dans leurs recommandations pour les systèmes d'élevage.³²⁴ Cela comprendra notamment une formation sur: (i) les avantages de l'AIC en matière d'élevage, (ii) les meilleures pratiques de gestion pour les races d'élevage locales et améliorées de la Composante 4, (iii) l'utilisation et les avantages des systèmes intégrés agriculture-élevage, notamment:) l'utilisation de cultures à double usage (sorgho, niébé, arachide, mucuna, bracharia, bourgou), b) la maîtrise du climat, et c) la gestion intégrée de la fertilité des sols, iv) les pratiques d'engraissement des vaches et des ovins et les production de lait, et (v) prévention des maladies et traitements.

COMPOSANTE 3: Coopératives de soutien et organisations de producteurs

Acteurs clés: eurodéputé, APCAM, secteur privé

Cette composante renforcera la transformation commerciale des produits du système culture-élevage en offrant une assistance technique et des relations formalisées avec des partenaires de l'industrie privée aux groupes de femmes.³²⁵ Cela comprendra notamment: (i) le développement de services financiers sur mesure (subventions, prêts, crédits, subventions) et de services de location pour que les coopératives puissent accéder et / ou investir dans du matériel, des infrastructures et des installations de traitement améliorées, nouvelles techniques de traitement pour diversifier les options de produits, (iii) assistance technique pour améliorer l'efficacité du traitement (par exemple, la mécanisation), (iv) systématisation de la création de contrats de travail avec des partenaires commerciaux du secteur privé (par exemple, devantures de magasins, producteurs d'emballages, etc.), et (v) des programmes de formation et de mentorat à l'entrepreneuriat (par exemple avec des partenaires commerciaux du secteur privé).

323 United Nations Development Program, "Supporting Mali's Women to Adapt to Climate Change."

324 Niarela, "PRIA-MALI."

325 The population of the Segou circle is approximately 912,000. About 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in Bamako does not identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. This implies that about 875,500 people in the target region are farmers. About 52% of the population is ages 15 and up, and about 50% of the population is female, meaning that there are approximately 228,000 woman agriculturalists in the target region. Nations Online Project, "Political Map of Mali"; City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)"; World Population Review, "Mali Population 2018."

COMPOSANTE 4: Recherche sur les traversins

Acteurs Clés: MEP, IER, RPI, universités

Cette composante renforcera les initiatives de recherche sur le bétail. Les composantes spécifiques incluront: (i) la recherche et le développement de races améliorées d'ovins, de caprins et de volailles, (ii) les meilleures recommandations de gestion pour les races améliorées, ainsi que les races locales (par exemple, ovins Djallonke, N'dama, caprins nains du Nord), Zébis maures), (iii) recherche et développement de variétés fourragères à double usage, y compris sorgho, niébé, arachide et autres légumineuses de couverture, (iv) études et recommandations sur la santé et la prévention des maladies, (v) mise en service d'un système pour transférer la technologie nouvellement développée aux producteurs et communiquer les priorités des producteurs aux chercheurs en temps opportun.

COMPOSANTE 5: Promouvoir la participation des secteurs civil et privé

Acteurs clés: eurodéputé, APCAM, secteur privé

Cette composante soutiendra l'engagement des ONG, des organisations financières et des organismes du secteur public dans la mise en œuvre réussie des composantes susmentionnées.³²⁶ Les sous-composantes comprendront notamment: i) le renforcement des capacités du personnel des ONG locales en ce qui concerne les pratiques de l'AIC en matière d'intégration cultures-élevage, ii) la mise à l'essai de divers modèles commerciaux pour le développement du secteur agroalimentaire, iii) l'aide aux coopératives pour se conformer aux normes d'accès aux services financiers, (iv) établir une politique qui encourage et permet aux coopératives agricoles d'accéder à des instruments financiers réduisant les risques, mobilisant des garanties et sauvegardant l'épargne, et (v) s'associant avec des vétérinaires du secteur privé pour fournir des services de vaccination, de contrôle et autres cliniques organisées.

COMPOSANTE 6: Accès aux ressources et développement de l'infrastructure

Acteurs clés: eurodéputé, APCAM, secteur privé

Cette composante améliorera la qualité et l'accessibilité des ressources et des infrastructures liées à l'élevage³²⁷. Les sous-composantes spécifiques comprendront : (i) la définition des couloirs, des périmètres pastoraux et des zones de quarantaine transhumants pour les pasteurs, (ii) la création d'installations de nuit, (iii) la création de nouveaux points d'accès à l'eau potable, (iv) la construction d'installations de stockage d'aliments pour animaux et de vaccination, (v) distribution de variétés améliorées de cultures à double usage, y compris sorgho, niébé, arachide, mucuna, bracharia et bourgou.

³²⁶ Expert Panel Workshop, Crop-Livestock Integration Project Components.

³²⁷ Expert Panel Workshop.

E-8 Programme d'intégration mil-sorgho-légumineuse

Introduction et contexte stratégique

Le mil et le sorgho sont des cultures vivrières de base de longue date dans l'Afrique de l'Ouest semi-aride. Les deux cultures - et en particulier le mil - sont très résistants aux températures élevées et dans des conditions arides et peuvent même supporter des sols salés et gorgés d'eau. Leur capacité à produire dans des environnements aussi rudes avec des ressources en eau et en intrants limitées en fait un pilier des petits exploitants agricoles dans les régions semi-arides du monde.³²³ Les deux cultures sont également extrêmement riches en nutriments, bonnes sources de protéines et sans gluten.³²⁴ Le sorgho est l'une des plantes les plus efficaces sur le plan de la photosynthèse et présente un taux d'accumulation de matière sèche très élevé. Il est également l'une des plantes alimentaires à maturation plus rapide, et peut être récolté un grand nombre trois fois par an. De nombreux petits exploitants ont échangé leur production de mil contre celle du maïs le plus rentable mais le plus sensible au climat [303]. Les deux cultures ont une présence très limitée sur le marché international et ne sont souvent même pas vendues sur les marchés locaux ; cela décourage la production excédentaire³²⁵ ainsi que des investissements dans la recherche³²⁶. Cependant, contrairement au maïs, qui devrait subir une réduction drastique de la superficie cultivée sous l'effet du changement climatique, le mil et le sorgho devraient avoir un impact minimal ou même gagner une surface cultivée appropriée.³²⁷

Les systèmes mil-sorgho sont les piliers de la sécurité nutritionnelle des petits exploitants dans la zone soudo-sahélienne semi-aride du Mali. Le mil et le sorgho représentent respectivement 41 % et 22 % de la consommation céréalière malienne³²⁸. La production de mil se trouve principalement dans les zones sablonneuses de Mopti, Ségou et le nord de Koulikoro. Le sorgho est concentré à Ségou, au nord de Koulikoro et au nord de Sikasso. Le mil et le sorgho sont produits presque exclusivement pour la consommation domestique et sont donc principalement gérés par des agricultrices.

Les systèmes de mil-sorgho au Mali soudo-sahélien font face à de multiples défis. La faible fertilité du sol est un facteur limitant primaire dans la production de mil et de sorgho.³²⁹ Les agriculteurs qui louent ou qui manquent de tout régime foncier ont peu de chances d'investir dans des pratiques de gestion visant à améliorer la qualité des sols à long terme.³³⁰ Des insectes nuisibles tels que la mouche espagnole, les sauterelles et les oiseaux ont également une incidence sur le rendement.³³¹ Les prix élevés des intrants et les faibles taux du marché limitent l'adoption de nouvelles technologies de production végétale, notamment des équipements susceptibles d'améliorer l'efficacité et la productivité du travail.³³² En raison des inégalités d'accès aux intrants et à l'éducation entre les cultures des hommes et des femmes, le degré de mécanisation et d'innovation dans la production et la transformation du mil et du sorgho reste faible.³³³

Il a été démontré que les pratiques d'agriculture intelligente face au climat (AIC) amélioraient considérablement les systèmes mil-sorgho. Plusieurs systèmes d'intensification de la production de mil et de sorgho en association avec des légumineuses ont récemment été mis au point par le CCAFS à la station de recherche de Cinaza au Mali. Ces systèmes sont axés sur l'optimisation de la gestion des sols et des ressources en eau et ont démontré le potentiel d'augmentation significative de la productivité. Un certain nombre d'autres pratiques et innovations de l'AIC relatives aux systèmes mil-sorgho ont également été testées et perfectionnées au centre, notamment :³³⁴

328 Expert Panel Workshop.

329 Expert Panel Workshop.

330 Expert Panel Workshop.

331 Expert Panel Workshop

332 National Academics of Science Engineering and Medicine, "Sorghum"; National Academics of Science Engineering and Medicine, "Pearl Millet."

333 ICRISAT, "Millets and Sorghum."

334 National Academics of Science Engineering and Medicine, "Pearl Millet."

- Variétés améliorées
- utilisation de compost et microdosage
- rotation optimisée et pratiques d'association
- gestion intégrée de la fertilité des sols
- diguettes
- crêtes nouées
- applications de résidus de culture
- intégration d'espèces d'arbres, par exemple gliricidia, moringa, acacia albida et sesbania

À ce jour, la plupart de ces pratiques ont été peu utilisées³³⁵; ceci suggère une opportunité significative pour améliorer les systèmes mil-sorgho à travers la mise à l'échelle et la diffusion des technologies existantes.³³⁶

Le gouvernement malien et ses alliés se sont engagés à améliorer la résilience et la productivité des systèmes mil-sorgho en développant les pratiques du CSA. Le Plan national d'investissement pour le secteur agricole de 2014 accorde la priorité à la disponibilité de semences de qualité par l'intermédiaire d'organisations de producteurs et d'acteurs du secteur privé.³³⁷ La Banque mondiale reconnaît également que la production de céréales est l'un des principaux moteurs de la réduction de la pauvreté au Mali ³³⁸. Le programme d'amélioration du sorgho et du mil de la SADC / ICRISAT a été principalement financé par l'USAID et a duré 20 ans (1983-2003) ; ce programme a travaillé en étroite collaboration avec les programmes de recherche nationaux et d'autres parties prenantes pour développer et diffuser des innovations dans les systèmes de production de sorgho et de mil.³³⁹ L'ICRISAT poursuit ce travail, ainsi que le développement de la chaîne de valeur, dans le cadre de l'initiative Smart Food, en partenariat avec Feed the Future.³⁴⁰ Ces travaux portent directement sur l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 8: croissance économique, l'objectif 9: innovation, l'objectif 12: production responsable, l'objectif 13: action pour le climat, et indirectement sur l'objectif 10: réduction des inégalités, l'objectif 11: collectivités durables, l'objectif 15: la vie sur terre et l'objectif 16: des institutions fortes.³⁴¹

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à accroître la résilience au changement climatique et la productivité des systèmes mil-sorgho afin d'améliorer les résultats nutritionnels et économiques des petits exploitants.

Bénéficiaires : 199 495 projets bénéficieront directement agricultrices de mil-sorgho âgées de 15 ans et plus et leurs ménages³⁴² pendant la durée du projet, soit 5 ans. À terme, des avantages indirects liés à l'amélioration des résultats économiques et nutritionnels pourraient atteindre les petits exploitants dans les régions de Koulikoro et de Ségou.

Description du projet : Ce projet est conçu pour améliorer la productivité, la résilience et la sécurité nutritionnelle et économique des producteurs de mil-sorgho au Mali. Le projet portera sur (i) la capacité des agents de vulgarisation, (ii) la capacité des associations de producteurs, (iii) le soutien technique aux agriculteurs, (iv) les efforts de recherche et (v) le cadre politique.

335 FAO, "Sorghum and Millets in Human Nutrition."

336 Read "Lost Crops of Africa."

337 CCAFS, "Projected Change in Suitable Area in Mali for Numerous Crops under Climate Change (2040-2069)."

338 Traore, "Intensification of Production of Millet and Sorghum: Dual Purpose Sorghum and Cowpea Intercropping in Mali."

339 Traore.

340 Expert Panel Workshop, Millet-Sorghum-Legume Integration Project Planning.

341 Expert Panel Workshop.

342 Traore et al., "Optimizing Yield of Improved Varieties of Millet and Sorghum under Highly Variable Rainfall Conditions Using Contour Ridges in Cinzana, Mali."

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Producteurs de soutien technique

Acteurs clés: MA, MEADD, IER, IPR, universités, associations de producteurs

Cette composante augmentera la capacité technique des producteurs en offrant une formation en³⁴³ : (i) avantages de l'intégration des légumineuses dans la production de mil et de sorgho, (ii) meilleures pratiques de gestion des variétés améliorées de la composante 4, (iii) accès aux variétés améliorées développées dans la composante 4, (iv) alphabétisation fonctionnelle axée sur les pratiques, intrants, équipements, etc. de l'AIC, et (v) les pratiques supplémentaires de l'AIC pour les systèmes mil-sorgho, y compris (a) la préparation et l'utilisation de compost, (b) le microdosage, (c) le paillage, (d) l'agroforesterie, e) la rotation des cultures, et f) les pratiques de conservation de l'eau et des sols.

COMPOSANTE 2: Augmentation de la capacité des agents de vulgarisation

Acteurs clés: MA, MEADD, IER, IPR

Cette composante augmentera la capacité des conseillers agricoles à intégrer les meilleures pratiques de l'AIC dans leurs recommandations pour les systèmes mil-sorgho³⁴⁴. Cela comprendra notamment une formation sur: (i) les avantages de l'intégration des légumineuses dans la production de mil et de sorgho, (ii) les meilleures pratiques de gestion des variétés améliorées de la composante 4, (iii) l'accès aux variétés améliorées développées dans la composante 4, (iv) l'alphabétisation en mettant l'accent sur les pratiques, les intrants, le matériel, etc., de l'AIC, et (v) les pratiques supplémentaires de l'AIC pour les systèmes mil-sorgho, notamment: a) la préparation et l'utilisation de compost, b) le microdosage, c) le paillage, d) agroforesterie, e) rotation des cultures et f) pratiques de conservation des eaux et des sols.

COMPOSANTE 3 : Coopératives de soutien et organisations de producteurs

Acteurs clés: MA, APCAM, secteur privé

Cette composante renforcera la transformation commerciale des produits du système mil-sorgho-légumineuses en offrant une assistance technique aux groupements de producteurs³⁴⁵. Cela comprendra notamment: (i) un meilleur accès aux outils de mécanisation appropriés, (ii) une formation aux nouvelles techniques de traitement pour diversifier les options de produits, (iii) une assistance technique visant à améliorer l'efficacité du traitement (c'est-à-dire la mécanisation), (iv) la systématisation de la création des accords de travail avec des partenaires commerciaux du secteur privé (par exemple, des devantures de magasins, des producteurs d'emballages, etc.), et v) des programmes de formation à l'esprit d'entreprise et de mentorat (avec des partenaires commerciaux du secteur privé, par exemple).

COMPOSANTE 4: Recherche sur les traversins

Acteurs clés: MA, IER, IPR, ICRISAT, universités

Cette composante renforcera les initiatives de recherche sur le système mil-sorgho-légumineuses. Les composants spécifiques comprendront³⁴⁶: i) la recherche et le développement de variétés améliorées, ii) les meilleures recommandations de gestion pour les variétés améliorées, notamment Tisndougou Coura, Djacumbe, Toronious et Soxsat, iii) la mise au point d'équipements de mécanisation accessibles nécessitant peu d'entretien (iv) la mise à l'essai continue des pratiques optimales de l'AIC pour diverses zones et variétés agricoles, telles que les associations, les rotations, les cultures de couverture,

343 The World Bank, "Mali - Country Partnership Framework for the Period FY16-19."

344 Traore et al., "Optimizing Yield of Improved Varieties of Millet and Sorghum under Highly Variable Rainfall Conditions Using Contour Ridges in Cinzana, Mali."

345 Traore et al., "Optimizing Yield of Improved Varieties of Millet and Sorghum under Highly Variable Rainfall Conditions Using Contour Ridges in Cinzana, Mali."

346 ICRISAT, "Millets and Sorghum."

les techniques de conservation, etc., et v) la mise en place d'un système permettant de transférer la technologie nouvellement mise au point aux producteurs et de communiquer leurs priorités aux producteurs chercheurs en temps réel.

COMPOSANTE 5 : Favoriser un environnement politique favorable

Acteurs clés : MA, DNA, SOCAFON, Commission de la sécurité alimentaire, OMA, PAM / PAM

Cette composante soutiendra l'intégration des légumineuses dans les systèmes mil-sorgho en favorisant un environnement favorable en termes de politique et de participation du secteur privé.³⁴⁷ Les sous-composants spécifiques comprendront: (i) le développement ultérieur des services financiers existants (subventions, prêts, crédits, subventions, etc.) pour les producteurs et les coopératives (ii) l'incitation des prestataires du secteur privé à améliorer l'accès aux intrants et aux équipements, en particulier ceux développés dans la composante 4 (iii) rationaliser les processus fonciers et l'accessibilité afin d'encourager les investissements dans la qualité des ressources naturelles, (iv) la révision des politiques d'achat et de stockage, et (v) la campagne de sensibilisation du grand public sur les avantages de l'intégration des légumineuses dans les systèmes mil-sorgho

Risques Les principaux risques pour ce projet sont les suivants:

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Sécheresse sévère et variabilité des précipitations	Moyen	Haute
Vents forts	Moyen	Faible
Information médiocre Disponibilité / Transfert	Moyen	Moyen
Manque ou retard du financement	Moyen	Haute
Conflit paysan-pastoral	Moyen	Faible
Conflit ethnique (Peul-Dogon)	Moyen	Faible
L'instabilité politique	Faible	Moyen

347 Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

E-9 Programme de production, de stockage et de transformation des cultures maraîchères face au climat

Introduction et contexte stratégique

La demande en cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest a augmenté ces dernières années.

Cette tendance est principalement due à la forte augmentation de la demande urbaine résultant de la richesse croissante et de la diversification de l'alimentation.³⁴⁸ La production périurbaine destinée à répondre à cette demande a créé d'importantes possibilités d'emploi dans la production, le stockage et la transformation de légumes exotiques et indigènes. Les normes de production et de santé n'ont toutefois pas suivi ; les producteurs utilisent fréquemment des pesticides interdits ou inappropriés dans les eaux d'irrigation en excès et / ou polluées.³⁴⁹

Il a été démontré que les pratiques d'agriculture intelligente face au climat (AIC) amélioraient considérablement la production, le stockage et la transformation des légumes. La production de compost et l'application ciblée améliorent la fertilité, la structure et l'humidité du sol ; Cela non seulement favorise la productivité des cultures, mais prévient et atténue également la dégradation des sols. Les pratiques de conservation de l'eau, y compris la récupération de l'eau de pluie, les systèmes d'irrigation et les pompes solaires, réduisent l'apport de travail et favorisent la résilience face à la pénurie d'eau et aux températures extrêmes.³⁵⁰ Le développement des infrastructures, telles que celles des systèmes d'irrigation nécessitant peu d'entretien, des trous de forage et des pompes mécaniques, permet aux producteurs de conserver et de gérer activement les ressources en eau pendant la saison sèche³⁵¹. Un meilleur stockage réduit les pertes après récolte et permet également aux agriculteurs d'obtenir des taux de récolte plus élevés en les maintenant jusqu'à la saison morte. L'organisation et l'engagement de la communauté facilitent l'accès aux processus, aux équipements et aux infrastructures permettant d'accroître l'efficacité, la résilience et de réduire les pertes. Cela peut inclure, par exemple, les séchoirs solaires, les installations de stockage, les chaînes du froid, les transports, les crédits et les prêts, les récépissés d'entrepôt et les achats et ventes en gros.³⁵²

Les femmes et les jeunes jouent un rôle crucial dans la production, le stockage et la transformation des légumes. Les femmes sont les principales productrices, transformatrices et vendeuses de légumes. Les jeunes hommes participent également activement à la production de légumes et d'autres cultures de courte durée pendant la saison sèche. Il existe de nombreuses opportunités d'engagement des jeunes dans la transformation à valeur ajoutée, le transport logistique et la commercialisation à mesure que les marchés se développent, tant dans les zones rurales que dans les régions périurbaines.³⁵³

348 The World Bank, "Mali - Country Partnership Framework for the Period FY16-19."

349 FAO, "The SADC/ICRISAT Sorghum and Millet Improvement Program."

350 ICRISAT, "Millets and Sorghum."

351 Knoema, "Sustainable Development Goals of Mali."

352 Total population of the target region is 797,910. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in Bamako does not identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. This implies that about 765,993 people in the target region are farmers. About 52% of the population, or 398,317, is ages 15 and up, and approximately half the population, or 199,160, is female.. City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)"; World Population Review, "Mali Population 2018"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018."

353 Expert Panel Workshop, Millet-Sorghum-Legume Integration Project Planning.

Les cultures maraîchères sont un élément essentiel du régime alimentaire et de l'économie malienne. Les oignons, les échalotes, les tomates, les piments chili, les aubergines et le gombo sont des composants traditionnels de la cuisine malienne et sont par conséquent très demandés, tant sur le marché local que sur les marchés. Les légumes font partie des principaux produits d'exportation et constituent un axe stratégique de la croissance économique.³⁵⁴ Les marchés locaux et internationaux se caractérisent par l'alternance de périodes de demande excédentaire et d'offre excédentaire.³⁵⁵ Les légumes sont produits presque exclusivement dans le sud du pays, le plateau de Dogon, Baguineda et le cercle de Niono constituant des épices remarquables.³⁵⁶ La plupart des légumes sont cultivés sous irrigation pendant la saison sèche, à quelques exceptions près (par exemple, le gombo).³⁵⁷

La production de légumes maliens n'est pas sans défis. La chaleur extrême, en particulier en combinaison avec la sécheresse, peut entraîner une disponibilité insuffisante d'eau de qualité pour l'irrigation dans les puits et les barrages pendant la saison sèche.³⁵⁸ Les intrants chimiques peuvent être utilisés de manière incorrecte et / ou en excès.³⁵⁹ La dégradation des sols, associée à un accès limité aux engrais, limite considérablement les rendements.³⁶⁰ L'absence de méthodes de transport fiables, d'installations de stockage optimisées et de chaînes de froid implique des pertes post-récolte très élevées.³⁶¹

L'amélioration de la production, du stockage et de la transformation des cultures maraîchères offre des opportunités économiques considérables. Une plus grande résilience de la production et une réduction des pertes après récolte amélioreraient considérablement l'efficacité de la production légumière malienne. Une capacité accrue de stockage à moyen terme permettrait un approvisionnement en dehors de la période de production normale et des prix majorés associés.³⁶² Un stockage et / ou une transformation efficace réduiraient également la dépendance vis-à-vis d'importations coûteuses pendant les périodes de faible offre intérieure.

Le gouvernement malien a lourdement investi dans l'amélioration de la production de légumes. Le plan national d'investissement de 2018 donne la priorité à la productivité agricole ainsi qu'aux pratiques de l'AIC visant à protéger et à préserver les ressources naturelles.³⁶³ La Politique nationale de développement agricole de 2013 met en évidence des investissements importants dans la productivité agricole et la durabilité environnementale, et souligne notamment l'importance d'améliorer la disponibilité de semences de haute qualité pour soutenir le secteur des légumes.³⁶⁴ Ce projet soutient également l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 5: l'égalité des sexes, l'objectif 8: la croissance économique, l'objectif 9: l'innovation, l'objectif 12: la production responsable, l'objectif 13: l'action pour le climat et vise indirectement l'objectif 10: la réduction des inégalités, l'objectif 11: Collectivités durables, l'objectif 15: La vie sur terre et l'objectif 16: Des institutions fortes.

Diverses organisations et alliances internationales collaborent avec le Mali sur cette question prioritaire. Dans le cadre du plan de contributions déterminé au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali a investi dans des projets concernant la collecte et le stockage des eaux de pluie et le développement agricole approprié pour une meilleure gestion de l'eau.³⁶⁵ Le programme de l'Union africaine sur la croissance et la transformation de l'agriculture vise à promouvoir une gestion rationnelle des ressources naturelles ainsi que la productivité agricole.³⁶⁶ Le traité modifié de l'Union économique

354 Expert Panel Workshop.

355 Expert Panel Workshop.

356 Expert Panel Workshop.

357 Expert Panel Workshop.

358 Blein et al., "Agricultural Potential of West Africa (ECOWAS)."

359 Levasseur et al., "A Review of Urban and Peri-Urban Vegetable Production in West Africa."

360 Partey et al., "Developing Climate-Smart Agriculture to Face Climate Variability in West Africa."

361 Andrieu et al., "Prioritizing Investments for Climate-Smart Agriculture."

362 CCAFS, "Climate-Smart Agriculture in Mali."

363 Expert Panel Workshop, Vegetable Production, Processing, and Storage Project Planning.

364 Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

365 Josserand, "Assessment of Volume and Value of Regionally Traded Staple Commodities."

366 Expert Panel Workshop, Vegetable Production, Processing, and Storage Project Planning.

et monétaire ouest-africaine et Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent la priorité au développement économique durable et à la résilience au changement climatique de leurs États membres, y compris le Mali.³⁶⁷ Le projet Gardens Against Climate Change, mis en œuvre par le MEADD malien, le PNUD et la GIZ, installe un système d'irrigation goutte à goutte pour la production de légumes en période de sécheresse.³⁶⁸ Le World Vegetable Center s'associe au projet d'amélioration de la production et de la consommation de légumes au Mali de l'Institut d'économie rurale du Mali de l'USAID, visant à améliorer la qualité, la disponibilité, l'accessibilité et le caractère abordable des semences de variétés de légumes améliorées.³⁶⁹

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à accroître la productivité et la résilience au climat de la production légumière, tout en créant des perspectives économiques pour les producteurs, en particulier les femmes et les jeunes, tout en réduisant au minimum l'impact sur l'environnement.

Bénéficiaires : Le projet bénéficiera directement à 52 747 agricultrices (25 ans et plus) et aux jeunes hommes et femmes (âgés de 15 à 24 ans)³⁷⁰ et leurs ménages au cours des cinq années du projet. Avec le temps, des avantages indirects liés à une amélioration des résultats économiques et nutritionnels pourraient atteindre tous les producteurs de légumes des cercles de Niono, Kati et Bandiagara.

Description du projet : ce projet est conçu pour accroître la résilience et la productivité de la production de légumes au Mali afin d'améliorer les résultats nutritionnels et économiques. Le projet portera sur (i) la capacité des agents de vulgarisation, (ii) l'assistance technique aux producteurs, (iii) la recherche, (iv) la force organisationnelle des producteurs et (v) le développement des infrastructures.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Assistance technique aux producteurs

Acteurs clés: MA, ADN

Cette composante renforcera la capacité des producteurs de culture maraîchère à intégrer des pratiques intelligentes face au climat dans leurs décisions de gestion agricole.³⁷¹ La formation comprendra notamment: i) l'accès aux meilleures pratiques de gestion développées dans la composante 4, ainsi que les meilleures pratiques de gestion associées, ii) les techniques de conservation des sols et de l'eau, notamment: a) des fosses de zaï, b) une technique en demi-lune, c) des contours ensachage, et (d) paillage, (iii) production et utilisation de compost, (iv) gestion intégrée des parasites et des maladies, y compris l'utilisation sans danger des intrants chimiques, et (v) meilleures pratiques d'irrigation, y compris (i) normes de qualité de l'eau, (ii) l'utilisation de l'irrigation goutte-à-goutte, et (iii) l'utilisation de pompes solaires / mécaniques.

COMPOSANTE 2: Augmentation de la capacité des agents de vulgarisation

Acteurs clés: MA, ADN

Dans cette composante préparera les conseillers agricoles à intégrer les pratiques de l'AIC dans leurs recommandations.³⁷² La formation comprendra notamment: i) l'accès aux meilleures pratiques de gestion développées dans la composante 4, ainsi que les meilleures pratiques de gestion associées, ii) les techniques de conservation des sols et de l'eau, notamment: a) des fosses de zaï, b) une technique

367 CCAFS, "Climate-Smart Agriculture in Mali."

368 Expert Panel Workshop, Vegetable Production, Processing, and Storage Project Planning.

369 Levasseur et al., "A Review of Urban and Peri-Urban Vegetable Production in West Africa."

370 Andrieu et al., "Prioritizing Investments for Climate-Smart Agriculture."

371 CCAFS, "Climate-Smart Agriculture in Mali."

372 Josserand, "Assessment of Volume and Value of Regionally Traded Staple Commodities."

en demi-lune, c) des contours ensilage, et (d) paillage, (iii) production et utilisation de compost, (iv) gestion intégrée des parasites et des maladies, y compris l'utilisation sans danger des intrants chimiques, et (v) meilleures pratiques d'irrigation, y compris (i) normes de qualité de l'eau, (ii) l'utilisation de l'irrigation goutte-à-goutte, et (iii) l'utilisation de pompes solaires / mécaniques.

COMPOSANTE 3: Associations de producteurs de soutien

Acteurs clés: MA, ADN, IER, AVRDC, ONG

Cette composante renforcera la transformation commerciale des produits du système mil-sorgho-légumineuses en offrant une assistance technique aux groupements de producteurs³⁷³. Cela comprendra notamment: i) une formation à l'utilisation du matériel de production, de stockage et de transformation amélioré, notamment: a) des boîtes de stockage, b) du matériel d'irrigation, c) des fours solaires, d) du matériel de chaîne du froid, et e) véhicules de transport; ii) des services financiers destinés à faciliter l'accès à ces équipements, notamment: a) crédit, b) prêts, c) subventions et d) subventions; (iii) une assistance technique pour des procédés et des produits nouveaux et / ou plus efficaces à valeur ajoutée (par exemple, la pâte de tomates), (iv) la systématisation de la création d'accords de partenariat avec des partenaires commerciaux du secteur privé (par exemple des devantures de magasins, des producteurs d'emballages, etc.) et v) des programmes de formation et de mentorat à l'esprit d'entreprise (par exemple avec des partenaires commerciaux du secteur privé).

COMPOSANTE 4: Renforcer les efforts de recherche

Acteurs clés: MA, ADN, IET, IRP, IFRA, AVRDC

Cette composante sera axée sur le soutien aux priorités des producteurs par le biais de la recherche appliquée et du développement.³⁷⁴ Cela consistera notamment à: i) améliorer la qualité et l'accessibilité des équipements de laboratoire dans les instituts de recherche nationaux, ii) mettre au point des variétés de semences améliorées offrant une résistance aux maladies et au climat (par exemple des micro-tubercules) et des meilleures pratiques de gestion à cet égard, iii) élaboration de recommandations sur les meilleures pratiques de gestion pour les techniques de stockage et de conservation des légumes, en mettant l'accent sur l'utilisation correcte des intrants chimiques et les normes de qualité de l'eau (iv) élaboration des meilleures pratiques de gestion de la production de légumes de l'AIC dans la région cible (par exemple, techniques de conservation des sols et de l'eau), utilisation de compost, paillage) et (v) une étude des conséquences des résidus chimiques et des meilleures pratiques pour l'utilisation d'intrants chimiques dans les systèmes végétaux.

COMPOSANTE 5: Renforcement des réseaux d'infrastructure

Acteurs clés: MA, ADN, MEADD, AVRDC, IER, IET, IFRA, secteur privé

Cette composante développera des infrastructures pour soutenir un marché des légumes en expansion et durable³⁷⁵. Cela comprendra notamment: (i) la construction d'installations de stockage sur les marchés de gros, conçues pour minimiser les pertes après récolte (chaîne du froid, par exemple) (ii) la construction de réseaux d'irrigation pour la production de légumes de saison sèche (iii) la promotion de la disponibilité des équipements promus dans la composante 1 pour l'achat et la location par les associations de producteurs, (iv) la mise en place d'une infrastructure de la chaîne du froid, et (v) l'identification et la formation de coopératives et d'organisations professionnelles pour utiliser, gérer et entretenir cette infrastructure.

373 GiZ, "National Investment Plan for the Implementation of the Determined Contributions."

374 Rural Development Directorate, "Agricultural Development Policy."

375 Expert Panel Workshop, Vegetable Production, Processing, and Storage Project Planning.

Risques : Les principaux risques pour ce projet sont les suivants³⁷⁶:

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Sécheresse sévère	Moyen	Haute
Températures extrêmes et / ou variables	Moyen	Haute
Mauvaise disponibilité des semences	Haute	Haute
Conflit ethnique (Peul-Dogon)	Moyen	Faible
Insécurité (Office du Niger)	Moyen	Faible
Matériel d'irrigation défectueux	Moyen	Moyen
Ravageurs et maladies	Moyen	Moyen

376 Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

E-10 Programme de restauration des terres dégradées

Introduction et contexte stratégique

Les effets du changement climatique et de la croissance rapide de la population ont eu un impact significatif sur les écosystèmes ouest-africains. Entre 1975 et 2013, 48 000 km² de terres ont été déboisées, principalement en raison de l'expansion de l'agriculture.³⁷⁷ Dans la région du Sahel, des décennies de sécheresse et de pratiques de gestion des terres non durables adoptées par une population sans cesse croissante ont provoqué la dégradation des terres à grande échelle.³⁷⁸ Cela a entraîné une réduction importante de la sécurité nutritionnelle et économique des agriculteurs, ainsi qu'une réduction de la croissance économique nationale et de la capacité de répondre à la demande alimentaire nationale. Les principaux gouvernements régionaux ont envisagé diverses mesures, y compris la Grande muraille verte, pour mettre un terme à l'empiétement du désert du Sahara.³⁷⁹ Les pratiques d'agriculture intelligente face au climat adaptées aux climats arides, notamment l'agroforesterie, la régénération naturelle assistée, les technologies de conservation des sols et des eaux et l'agriculture de conservation, se sont révélées être les approches les plus efficaces à ce jour pour la restauration des terres sahéliennes.³⁸⁰

Les techniques d'agriculture intelligente face au climat ont été adaptées avec succès aux zones arides du Sahel pour la restauration des terres. La rareté de l'eau et de la biomasse dans le Sahel rend impossibles certaines des pratiques de l'AIC utilisées dans les zones où la plus grande abondance de l'eau est abondante.³⁸¹ Au lieu de cela, l'accent est mis sur la concentration ciblée en eau et en biomasse. Par exemple, le zaï est une pratique dans laquelle des trous d'environ 30 cm de diamètre et de 15 cm de profondeur sont creusés et remplis de matière organique.³⁸² Bassins en forme de croissant (demi-lunes) remplis de matière organique le long du contour³⁸³ et arêtes de contour³⁸⁴ offrent des avantages similaires. Ces techniques ont joué un rôle clé dans la récupération des sols incrustés, la récupération des eaux de surface, la réduction de l'érosion liée au ruissellement, l'augmentation de la filtration, l'attraction de la faune du sol, l'amélioration de la fertilité du sol et le soutien de la repousse végétative.

Des pratiques de l'AIC pour les zones arides ont été mises en œuvre avec succès au Mali. À la suite d'un projet gouvernemental de restauration de 500 000 hectares dans la plaine du Seno, la densité d'arbres à la ferme a augmenté d'environ 900% au cours de la dernière décennie. Le projet a principalement utilisé une régénération naturelle gérée par les agriculteurs avec un arbuste, *Combretum glutinosum*³⁸⁵. Dans ce système, les agriculteurs élaguent les arbres tôt dans la saison des pluies (juin) ; Cela fournit des matières organiques ainsi que des sources de bois de chauffage.

Le gouvernement malien a lourdement investi dans la restauration des terres dégradées. La restauration des terres dégradées figure en bonne place dans les contributions nationales prévues en vertu de l'Accord de Paris. Le projet de gestion forestière pour la restauration des écosystèmes dégradés, le programme de plantations forestières, le projet de renforcement du système de riziculture et le projet de développement pastoral visent tous explicitement à restaurer ou à prévenir la dégradation des terres.³⁸⁶

377 West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

378 Vollmer, "Vegetable Gardens against Climate Change."

379 World Vegetable Center, "Highlighting Horticulture in Mali."

380 The populations of the target regions are: Bandiagara 412,195, Baguineda (Kati) 68,145, and Dogofry (Niono) 42,938, for a total of 523,278 individuals. 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in Bamako does not identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. This implies that about 502,348 people in the target regions are farmers. About 26% of the population female ages 15 and up; approximately 9% is male ages 15-24. Hence, women farmers ages 25+ and youth farmers ages 15-24 account for 35% of the total population of the target regions, or 175,822. City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)"; World Population Review, "Mali Population 2018"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)."

381 Expert Panel Workshop, Vegetable Production, Processing, and Storage Project Planning.

382 Expert Panel Workshop.

383 Expert Panel Workshop.

384 Expert Panel Workshop.

385 Expert Panel Workshop.

386 Expert Panel Workshop.

Cet investissement correspond aux objectifs de plusieurs alliances internationales auxquelles le Mali participe. Dans le cadre du plan de contributions déterminé au niveau national en vertu de l'Accord de Paris, le Mali a investi dans des projets concernant la collecte et le stockage des eaux de pluie, la régénération naturelle assistée et le développement agricole stratégique pour la gestion de l'eau.³⁸⁷ Le programme de l'Union africaine sur la croissance et la transformation de l'agriculture vise à promouvoir une gestion rationnelle des ressources naturelles ainsi que la productivité agricole.³⁸⁸ Le traité modifié de l'Union économique et monétaire ouest-africaine et Vision 2020 de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest accordent la priorité à la compétitivité économique et financière de leurs États membres, y compris le Mali.³⁸⁹ Ce projet concerne également directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif n°5: la qualité des femmes, l'objectif n°8: la croissance économique, l'objectif n°12: la consommation et la production durables et l'objectif 13: combattre le changement climatique, et indirectement l'objectif n°9: l'industrialisation durable, et l'objectif 15: protéger les écosystèmes.³⁹⁰

Diverses organisations internationales collaborent avec le Mali sur cette question prioritaire.

Le projet de restauration et de reverdissement du paysage de l'USAID a encouragé la régénération naturelle assistée au Mali, au Burkina Faso et au Niger.³⁹¹ La Banque mondiale s'attaque depuis longtemps au problème de la restauration des terres au Mali, y compris au projet de reconstruction et de relance économique, qui vise à soutenir le relèvement après la crise de 2012, qui comporte un volet gestion du paysage et diversité biologique.³⁹² L'Alliance mondiale contre le changement climatique de la Commission européenne a promu les technologies de restauration intelligentes face au climat au Mali dans le cadre du projet sur les biens et les défis publics mondiaux.³⁹³ La restauration des terres dégradées par le Centre mondial d'agroforesterie pour la sécurité et la réduction de la pauvreté en Afrique de l'Est et au Sahel établit des communautés de pratique pour la restauration des terres dégradées au Mali, entre autres pays.³⁹⁴ Le Programme alimentaire mondial collabore avec YAGTU pour restaurer les terres dégradées et améliorer la gestion et la conservation de l'eau dans la région de Dogon au Mali.³⁹⁵ Le programme Action contre la désertification de la FAO développe un modèle pour récupérer les terres dégradées dans le Sahel, y compris au Mali.³⁹⁶

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé: Ce projet vise à renforcer les capacités nationales en matière de restauration à grande échelle des terres dégradées afin d'accroître la résilience au climat, les services écosystémiques et la productivité agricole.

Bénéficiaires: Le projet bénéficiera directement à 106 461³⁹⁷ producteurs agricoles âgés de 15 ans et plus et leurs ménages dans les cercles de Nioro, de Yelimand et de Kayes (communes du Sahel, de Karakor et de Koussane) au cours du projet, d'une durée de cinq ans. À long terme, des avantages indirects liés à de meilleurs résultats économiques et nutritionnels pourraient atteindre tous les producteurs agricoles sahéliens.

387 USAID & USGS, "Landscape Restoration and Re-Greening | West Africa."

388 Partey et al., "Developing Climate-Smart Agriculture to Face Climate Variability in West Africa: Challenges and Lessons Learned."

389 Morrison, "The 'Great Green Wall' Didn't Stop Desertification, but It Evolved Into Something That Might."

390 Zougmore, "Promotion of Conservation Agriculture in the Context of the CCAFS Research Program in West Africa"; USAID & USGS, "Landscape Restoration and Re-Greening | West Africa."

391 World Resources Institute, "Scaling up Regreening: Six Steps to Success"; Andrieu, "Prioritizing Investment for Climate Smart Agriculture: Lessons Learned from Mali."

392 Bayala et al., "Conservation Agriculture with Trees in the West African Sahel – a Review."

393 Bayala et al.; Zougmore, Zida, and Kambou, "Role of Nutrient Amendments in the Success of Half-Moon Soil and Water Conservation Practice in Semiarid Burkina Faso."

394 Birhanu et al., "A Watershed Approach to Managing Rainfed Agriculture in the Semiarid Region of Southern Mali."

395 World Resources Institute, "Scaling up Regreening: Six Steps to Success."

396 Framework Convention on Climatic Changes, "Contribution Amount Determined at the National Level."

397 Expert Panel Workshop, Non-Timber Forest Product Value Chains Project Components.

Description du projet: Ce projet est conçu pour réduire la restauration des terres dégradées dans le Sahel malien. Le projet portera sur (i) la capacité des agents de vulgarisation et autres promoteurs à recommander des pratiques de restauration intelligentes face au climat, (ii) des efforts de recherche pour développer et diffuser les meilleures pratiques de restauration, (iii) un environnement politique favorable à la restauration, (iv) du secteur privé l'engagement dans la restauration des terres, et (v) l'augmentation de la capacité des agriculteurs à restaurer les terres.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Assistance technique aux agriculteurs

Acteurs clés: MEADD, MA, ADN, DCG Mali

Cette composante augmentera la capacité des producteurs à restaurer les terres dégradées³⁹⁸. Cela comprendra en particulier une formation sur : (i) la régénération naturelle assistée, (ii) l'utilisation des variétés, du matériel et des techniques développés dans la composante 3, (iii) les pratiques de gestion des sols et des eaux, (iv) la sélection des essences appropriées v) la stabilisation mécanique et végétative des dunes et des berges des rivières.

COMPOSANTE 2: Capacité de mobilisation des agents de vulgarisation, du secteur privé et des ONG

Acteurs clés: MEADD, MA, ADN, IRE, METP, secteur privé

Cette composante du projet augmentera la capacité des conseillers agricoles et du personnel des ONG à intégrer les techniques de restauration dans leurs recommandations pour les terres dégradées.³⁹⁹ Les sous-composantes comprendront la formation sur (i) la régénération naturelle assistée, (ii) l'utilisation des variétés, du matériel et des techniques développés dans la composante 3, (iii) les pratiques de conservation du sol et de l'eau, (iv) la sélection des espèces d'arbres appropriées à des fins données, et (v) la stabilisation mécanique et végétative des dunes et des rives.

COMPOSANTE 3: Renforcer les efforts de recherche

Acteurs clés: MEADD, IER, IPR, universités, CCAFS, ICRAF, ICRISAT

Cette composante renforcera les efforts de recherche et développement visant à soutenir la restauration des terres dégradées.⁴⁰⁰ Cela consistera notamment à: (i) optimiser les pratiques de restauration efficaces en termes de coûts et de main-d'œuvre pour le contexte malien, (ii) sélectionner, tester et / ou développer les espèces à restaurer (par exemple, arbres, graminées, arbustes, couvre-sols, etc.), (iii) l'identification des meilleures pratiques de gestion recommandées pour chaque variété améliorée, (iv) la mise au point d'outils de mécanisation moins onéreux, nécessitant moins d'entretien et / ou plus efficaces, et (v) la mise en place d'un système permettant la diffusion rapide des nouvelles technologies aux producteurs et réception en temps voulu des commentaires des producteurs sur les priorités en matière de recherche.

COMPOSANTE 4: Environnement de règles habilitant

Principaux acteurs: MEADD, MA, ADN, IRE, METP

Cette composante favorisera la restauration à grande échelle de terres dégradées grâce à la mise en place d'un environnement politique favorable. Cela comprendra notamment: (i) les services financiers, y compris (a) les subventions, (b) les prêts, (c) les crédits, et (d) les subventions destinées aux coopératives, aux communautés et aux agriculteurs pour la restauration des terres, (ii) la budgétisation

398 Department of Rural Economy and Agriculture, "Livestock Development Strategy for Africa 2015-2035."

399 West African Economic and Monetary Union, "The Amended Treaty"; Economic Community of West African States, "Vision 2020."

400 Knoema, "Sustainable Development Goals of Mali."

de développement des infrastructures pour atténuer et / ou prévenir les dégradations majeures dans les zones ciblées, (iii) mise en place de centres de services régionaux où les recommandations, informations, équipements et variétés développés dans la Composante 3 sont disponibles à un coût faible ou nul, et (iv) tirer parti de la plate-forme nationale de dialogue science-politique pour le partage des connaissances scientifiques et techniques, la sensibilisation et la promotion des politiques.⁴⁰¹

COMPOSANTE 5: Engagement du secteur privé

Acteurs clés: MEADD, secteur privé

Cette composante soutiendra l’engagement actif du secteur privé dans la restauration à grande échelle des terres. Les sous-composants spécifiques comprendront: (I) une incitation à maintenir le stock d’équipements et de variétés développés dans la Composante 3, (ii) une incitation à ouvrir des points de service supplémentaires (complémentaires des centres de services gouvernementaux dans la Composante 4) où sont développés les techniques, équipements et variétés dans la composante 3 sont disponibles auprès du personnel qualifié, (iii) des subventions pour mettre en œuvre des projets de restauration à grande échelle et / ou à fort apport d’intrants, et (iv) et une incitation pour le personnel à assister à des sessions de formation.

Risques : Les principaux risques pour ce projet sont les suivants :

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Variabilité des précipitations, sécheresse et inondations	Moyen	Haute
Crises politiques et sécuritaires	Haute	Haute
Vents forts	Moyen	Haute
Hautes températures	Moyen	Haute
Aversion pour le risque des petits exploitants	Moyen	Haute

401 USAID & USGS, “Landscape Restoration and Re-Greening | West Africa.”

E-11 Programme de promotion du système d'intensification du riz

Introduction et contexte stratégique

Le riz est à la base de l'alimentation et des moyens de subsistance des petits exploitants

d'Afrique subsaharienne. La popularité du riz parmi les consommateurs africains a explosé au cours des trois dernières décennies, en particulier dans les zones urbaines⁴⁰². Environ 100 millions d'Africains dépendent directement de la riziculture pour leur subsistance. Néanmoins, le riz asiatique continue de dominer les marchés africains. Cela est dû principalement au faible accès à la technologie ; les variétés améliorées et les meilleures pratiques de gestion développées en Asie pendant la Révolution verte ne se traduisent pas bien en climat africain. En conséquence, les systèmes rizicoles africains restent coûteux et extrêmement sensibles à la variabilité climatique, tandis que les rendements et les bénéfices restent faibles. À 1,4 tonne / ha, les rendements moyens en riz du sous-continent sont les plus bas du monde, contre 4 tonnes / ha en Asie.⁴⁰³ La consommation de riz par habitant continuant de croître de 2% par an, le déficit rizicole africain atteindra 10 millions de tonnes d'ici 2020.⁴⁰⁴

Il a été démontré que les pratiques d'agriculture intelligente face au climat (AIC) amélioraient considérablement la productivité du riz en Afrique.

On sait que les émissions de gaz à effet de serre provenant de la production de riz d'irrigation sont très élevées. Des recherches importantes dans le secteur du riz ont permis de mettre au point des méthodes de réduction des émissions, des variétés résilientes au climat, des calendriers de production révisés pour tenir compte du changement climatique et des pratiques peu coûteuses de lutte contre l'érosion des sols. Par exemple, la technique alternative de mouillage et de séchage est en cours d'essai en tant que méthode de réduction des émissions et d'accroissement de la résilience. Le système d'intensification du riz (SIR) a montré une augmentation de 37 à 105% (moyenne de 67%) des rendements par rapport aux pratiques conventionnelles en Afrique de l'Ouest⁴⁰⁵. SIR diffère des systèmes conventionnels en ce que⁴⁰⁶:

- Trempage des semences avant la plantation
- Pépinières non inondées
- Transplantation d'un seul plant par colline
- Transplantation précoce (8-12 jours)
- Large espacement en rangées (25x25cm)
- Alternier le mouillage et le séchage en utilisant une application minimale d'eau
- Désherbage mécanique et aération du sol
- Matière organique en tant qu'engrais primaire

Les avantages de l'ISR comprennent un nombre de cultivars supérieur par plante, des rendements considérablement améliorés, une utilisation considérablement réduite de semences, des économies d'eau de 25 à 50%, une résistance accrue à la sécheresse, une fertilité améliorée du sol, une utilisation réduite d'intrants agrochimiques, une réduction des coûts de production et une réduction des gaz à effet de serre les émissions.⁴⁰⁷

402 World Bank, "Projects : Mali Reconstruction and Economic Recovery."

403 Global Alliance for Climate Change, "Global Public Good and Challenges."

404 World Agroforestry Centre, "Restoration of Degraded Land for Food Security and Poverty Reduction in East Africa and the Sahel: Taking Successes in Land Restoration to Scale."

405 Aspe, "Restoring Hope in the Heart of Mali's Sahel."

406 FAO, "Making Land Fertile Again | Action Against Desertification."

407 The population of the given target region is 533,158. About 80% of Malians identify as agriculturalists; assuming that the 18.5% of the population residing in the capital does not work in agriculture, then 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. This implies that 511,831 individuals in the target area are employed by agriculture. 52% of the population, or 266,152, is ages 15 and up. Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)"; Nations Online Project, "Political Map of Mali."

La mécanisation dans le cadre du SIR offre de meilleures conditions de travail, en particulier pour les agricultrices. Les responsabilités de la femme sont parmi les aspects les plus pénibles physiquement de la production de riz, y compris la transplantation, le désherbage et la récolte. Les systèmes SIR produisent des rendements plus élevés par plante, réduisant ainsi la charge de travail globale par unité de récolte. Une mécanisation appropriée réduit encore cette charge de travail. Rendre la production de riz moins intensive en main-d'œuvre et plus rentable contribue également à réduire le nombre d'individus qui quittent le secteur agricole au profit de l'emploi urbain.⁴⁰⁸

Le gouvernement malien a lourdement investi dans le renforcement du secteur du riz. Depuis 2008, le gouvernement a commencé à subventionner des semences, des intrants et du matériel tels que des tracteurs. Ils ont également mis à la disposition des agriculteurs et des coopératives des services financiers tels que crédit et prêts. En conséquence, la production de riz malienne est passée de 0,9 Mt en 2008 à 2,7 Mt en 2016.⁴⁰⁹ Cela correspond et dépasse le taux de consommation domestique de 1,1 million de tonnes⁴¹⁰, et ouvre une opportunité importante sur le marché de l'exportation. L'Office du Niger couvre de vastes zones de riz irrigué, et la coordination avec celles-ci constituera un élément essentiel de la conception et de la mise en œuvre. Le Mali a explicitement identifié le développement continu du secteur du riz par le biais du SIR dans les contributions déterminées au niveau national en vertu de l'Accord de Paris.⁴¹¹

De nouvelles améliorations de l'efficacité de la production et de la résilience au climat pourraient aider à rendre les prix à l'exportation du riz du Mali plus compétitifs par rapport aux produits asiatiques. Le SIR s'est révélé très prometteur pour améliorer la productivité et la résilience au climat des systèmes rizicoles maliens. Les essais dans la région de Tombouctou en 2008 ont montré une augmentation moyenne du rendement de 66% (allant de 34 à 87%), avec une économie d'eau d'au moins 32%.⁴¹²

Diverses organisations et alliances internationales collaborent avec le Mali sur cette question prioritaire. L'autosuffisance en riz revêt une importance stratégique en Afrique subsaharienne⁴¹³. Le Mali est membre du Centre du riz pour l'Afrique, qui est à la fois un centre de recherche du GCRAI et une association intergouvernementale de pays africains dédiée à la recherche mondiale pour un avenir de sécurité alimentaire.⁴¹⁴ Le Conseil d'Afrique de l'Ouest et du Centre pour la recherche et le développement agricoles soutient le SIR au Mali par le biais du Programme de productivité agricole en Afrique de l'Ouest.⁴¹⁵ La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest, dont le Mali est membre, encourage également la réforme du secteur rizicole africain pour atteindre l'autosuffisance, réduire la pauvreté et améliorer les résultats nutritionnels et économiques.⁴¹⁶ Diverses ONG et institutions de recherche, y compris Grow Africa⁴¹⁷, Institut international Cornell pour l'alimentation, l'agriculture et le développement⁴¹⁸, Alliance pour la souveraineté alimentaire en Afrique⁴¹⁹ et Africare⁴²⁰ collaborent avec le Mali pour renforcer le secteur rizicole à l'aide du SIR. Ce travail concerne directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 5: l'égalité des sexes, l'objectif 8: la croissance économique, l'objectif 9: l'innovation, l'objectif 12: la production responsable, l'objectif 13: l'action pour le climat, et indirectement, l'objectif 10: la réduction des inégalités, l'objectif 11: Collectivités durables, l'objectif 15: La vie sur terre et l'objectif 16: Des institutions fortes.

408 Expert Panel Workshop, Degraded Land Restoration Project Planning.

409 Expert Panel Workshop.

410 Expert Panel Workshop.

411 Sogoba et al., "How to Establish Dialogue between Researchers and Policymakers for Climate Change Adaptation in Mali: Analysis of Challenges, Constraints and Opportunities."

412 WARDA, "Africa Rice Trends."

413 F Nwanze et al., "Rice Development in Sub-Saharan Africa."

414 Lancon and Erenstein, "Potential and Prospects for Rice Production in West Africa."

415 Styger, "Scaling Up Climate Smart Rice Production in West Africa."

416 CIIFAD, "System of Rice Intensification - Frequently Asked Questions (FAQs)."

417 Styger, "Producing More Rice with Less Inputs- Three Years of Experience in Mali."

418 Expert Panel Workshop, System of Rice Intensification Project Components.

419 ReliefWeb, "As Africa's Need for Food Grows, Mali's Rice Turnaround Shows a Way Forward - Mali."

420 ReliefWeb.

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé: Ce projet vise à améliorer les résultats nutritionnels et économiques en développant l'ISR pour accroître la productivité du riz et la résilience au climat.

Bénéficiaires: Le projet bénéficiera directement à 72 480 travailleurs agricoles ruraux âgés de 15 ans et plus et à leurs ménages⁴²¹ pendant la durée du projet, soit 5 ans. La région ciblée sera la zone de production de riz non inondée du bassin nigérian dans la région du Sahel entre Mopti et Ségou, y compris des portions de cercles de Tenenkou, Macina et Ségou. À long terme, des avantages indirects liés à l'amélioration des résultats économiques et nutritionnels pourraient atteindre tous les producteurs de riz maliens.

Description du projet: Ce projet vise à augmenter la capacité de développement durable au Mali. Le projet portera sur (i) la recherche et le développement, (ii) les services de vulgarisation, (iii) la politique et l'engagement du secteur privé, (iv) l'assistance technique aux producteurs et (v) la force organisationnelle de la coopération.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Assistance technique aux producteurs et capacité organisationnelle

Acteurs clé: ADN, ONG

Cette composante augmentera la capacité des producteurs de riz en SIR et renforcera leur organisation en coopératives⁴²¹. Cela comprendra notamment : (i) des campagnes de sensibilisation ciblées sur les rendements potentiels et la résilience au climat, (ii) la formation des meilleures pratiques de gestion en matière de SIR dans les écoles de terrain, (iii) le renforcement des capacités des associations de producteurs pour la gestion des pépinières, la division du travail, le stockage, autres activités communautaires, iv) assistance technique aux associations de producteurs pour la gestion de l'organisation et le respect des exigences minimales en matière de services financiers, et v) formation à l'accès aux services et à leur utilisation, tels que subventions aux intrants, achats et ventes en gros, crédit et prêt, etc.

COMPOSANTE 2: Renforcement des capacités des agents de vulgarisation et autres promoteurs

Acteurs clés: ADN, institutions de recherche, ONG, Office du Niger

Cette composante du projet augmentera la capacité des conseillers agricoles et autres promoteurs, notamment (i) le personnel de l'Office du Niger, (ii) le personnel des ONG, (iii) le personnel d'ATI et (iv) les représentants du secteur privé, pour intégrer les pratiques d'ISR dans leurs recommandations pour les producteurs de riz⁴²². Cela comprendra notamment une formation sur: (i) le changement climatique et les avantages du SIR dans les systèmes rizicoles, (ii) les variétés de riz améliorées, leurs avantages et les meilleures pratiques de gestion recommandées (iii) les meilleures pratiques pour renforcer efficacement les capacités des producteurs en SIR, notamment: terrains de comparaison, écoles de terrain, visites entre agriculteurs et formation technique, (iv) production de manuels de formation, de guides de référence, de modules à intégrer dans les programmes de formation généraux, et (v) production ou accès aux intrants du système SIR.

421 République du Mali, "Contribution Prévue Déterminée Au Niveau National (CPDN)."

422 Styger, "Producing More Rice with Less Inputs- Three Years of Experience in Mali."

COMPOSANTE 3: Rationaliser le développement de l'infrastructure

Acteurs clés: DNA, ATI, Office du Niger, SOCAFON

Cette composante sera centrée sur la mise en place des infrastructures et des équipements nécessaires à la prospérité du secteur rizicole national.⁴²³ Il s'agira notamment de: (i) développer et réhabiliter les périmètres irrigués et les pompes à eau, (ii) promouvoir les zones irriguées pour le développement agricole par ATI, (iii) créer des centres supplémentaires d'achat et de prêt de machines, (iv) renforcer l'offre de équipements mécanisés disponibles dans les centres, et (v) la subvention continue de la technologie à la ferme pour mécaniser les processus de production.

COMPOSANTE 4: Renforcer les efforts de recherche

Acteurs clés: ADN, IER, ONG, SOCAFON, instituts de recherche

Cette composante renforcera les efforts de recherche et développement pour soutenir l'ISR⁴²⁴. Plus précisément, il s'agira notamment de: (i) tester le SIR au Mali sur les variétés de riz améliorées existantes, (ii) développer au besoin de nouvelles variétés optimisées pour le SIR au Mali, (iii) identifier les meilleures pratiques de gestion recommandées pour chaque variété améliorée, notamment en ce qui concerne la réduction des émissions de gaz à effet de serre, (iv) la mise au point d'outils de mécanisation moins coûteux, moins exigeants en matière de maintenance et / ou plus efficaces, et (v) la mise en service d'un système permettant la diffusion en temps voulu des nouvelles technologies aux producteurs et la réception en temps voulu des informations en retour producteurs sur les priorités de recherche.

COMPOSANTE 5: Encourager les environnements politiques et privés favorables à la mise à l'échelle

Acteurs clés: DNA, SOCAFON

Cette composante soutiendra la montée en puissance de l'ISR en créant un environnement favorable en termes de politique et d'engagement du secteur privé.⁴²⁵ Les sous-composants spécifiques comprendront: (i) le développement ultérieur des services financiers existants (subventions, prêts, crédits, subventions, etc.) pour les producteurs et les coopératives investissant dans le développement durable, (ii) la stimulation des fournisseurs de semences, d'engrais et d'équipements du secteur privé afin d'améliorer l'accès aux intrants et équipements SIR, en particulier ceux développés dans la Composante 4, (iii) en aidant SOCAFON à créer de nouveaux groupes dans diverses zones de production et à étendre leurs services de location d'équipements en mettant l'accent sur les équipements SIR, la formation des producteurs de semences à base communautaire, (iv) aborder explicitement l'ISR dans le budget et la politique de développement agricole nationaux et (v) mener à bien une analyse complète de la dynamique du marché, des modèles économiques et des mécanismes financiers pour soutenir les chaînes de valeur du riz innovantes.

423 WARDA, "Africa Rice Trends."

424 CGIAR, "Africa Rice Center."

425 CORAF, "WAAPP."

Risques : Les principaux risques pour ce projet sont les suivants⁴²⁶:

RISQUE	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Précipitations faibles et irrégulières, inondations	Haute	Faible
Mauvaise gestion de l'eau	Haute	Faible
Températures extrêmes	Haute	Faible
Tempêtes de sable	Haute	Moyen
Crises politiques et sécuritaires	Moyen	Moyen
Aversion pour le risque des petits exploitants	Moyen	Haute
Préférence des producteurs pour les grandes parcelles à faible investissement	Haute	Haute
Long délai pour l'établissement de parcelles de démonstration	Haute	Moyen
Pénuries de main-d'œuvre au moment de la transplantation	Haute	Haute

426 Economic Community of West African States, "Vision 2020."

E-12 Programme de développement du blé intelligent face au climat

Introduction et contexte stratégique

Le blé devient rapidement une culture de base en Afrique subsaharienne. Le taux de consommation de blé dans la région augmente plus rapidement que celui de toute autre céréale, principalement en raison de la hausse des revenus, de la croissance démographique et de la participation croissante des femmes à la population active des centres urbains.⁴²⁷ La demande a dépassé la production et la région est fortement dépendante des importations d'Europe et des États-Unis. Étant donné que ces importations sont soumises à des prix en hausse et très volatiles, répondre à la demande par la production nationale est une priorité stratégique dans la région.⁴²⁸

La production de blé est particulièrement sensible aux effets du changement climatique. Des températures moyennes plus élevées entravent la période de vernalisation requise par la plante pour produire des fruits. Les rendements sont également sensibles aux variations des précipitations, à la chaleur excessive, aux périodes de sécheresse et aux sols altérés. Divers insectes et maladies, tels que les rouilles jaunes, la mouche de Hesse et les acariens, menacent également les cultures.⁴²⁹

Il a été démontré que l'agriculture intelligente face au climat améliorerait considérablement la production de blé malien. Le système d'intensification du blé (SWI) a permis d'accroître de 66 à 87% les rendements dans la région de Tombouctou au Mali⁴³⁰ ainsi qu'une réduction significative de la main-d'œuvre, des besoins en eau et du coût des intrants.⁴³¹ La méthodologie est similaire à celle du Système d'intensification du riz ; la préparation des semences, un espacement plus important des semences, la plantation en rangées, des plantes uniques par monticule, des cycles alternés de séchage par voie humide, ainsi que l'ensemencement et le désherbage mécanisés sont des caractéristiques distinctives. Le développement de variétés améliorées offrant une plus grande résistance aux maladies, aux ravageurs et au climat s'est également révélé être un élément crucial pour améliorer la fiabilité et la productivité des systèmes de production de blé.⁴³²

Le Mali est un importateur net de blé. Entre 2000 et 2009, le pays a importé 99 000 tonnes de blé et en a consommé plus de 103 000⁴³³. La production a quadruplé depuis 2010 pour atteindre 40 000 tonnes en 2016, mais l'écart de consommation continue de se creuser. Cela peut être en partie dû au fait que le blé n'est souvent pas vendu dans le commerce ; les petits producteurs le produisent plutôt pour la consommation des ménages. Ainsi, bien que la production de céréales représente la plus grande part du secteur agricole malien⁴³⁴, le blé ne représente qu'un faible pourcentage du sous-secteur des céréales⁴³⁵. La population du Mali en croissance rapide et en voie d'urbanisation continuera probablement à faire augmenter la demande de blé ; les citoyens devraient représenter plus de la moitié de la population totale de 25,5 millions d'habitants d'ici 2025⁴³⁶. Cette demande soutenue et croissante représente une opportunité importante d'adapter la production nationale existante à l'autosuffisance.

427 ReliefWeb, "As Africa's Need for Food Grows, Mali's Rice Turnaround Shows a Way Forward - Mali."

428 Styger, "Producing More Rice with Less Inputs- Three Years of Experience in Mali."

429 FAO, "System of Rice Intensification (SRI) in Mali."

430 Styger et al., "Application of System of Rice Intensification Practices in the Arid Environment of the Timbuktu Region in Mali."

431 80% of all Malians identify themselves as farmers. Assuming that the 18.6% of the population (3.54/19 million) that resides in Bamako does not identify as farmers, then approximately 96% of the population outside the capital is employed by agriculture. This implies that about 464,600 people in the target region are farmers. About 52% of the population, or 241,600, is ages 15 and up. City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)"; World Population Review, "Mali Population 2018"; Index Mundi, "Mali Demographics Profile 2018"; City Population, "Mali: Administrative Division (Cercles and Communes)."

432 Expert Panel Workshop, System of Rice Intensification Project Components.

433 Expert Panel Workshop.

434 Expert Panel Workshop.

435 Expert Panel Workshop.

436 Expert Panel Workshop.

Il existe d'importantes possibilités d'accroître l'efficacité et la productivité de la production de blé malienne. Les femmes sont traditionnellement responsables de la production de cultures vivrières telles que le blé.⁴³⁷ En raison des inégalités entre les cultures des hommes et des femmes en termes d'accès aux intrants et à l'éducation, le degré de mécanisation et d'innovation dans la production et la transformation du blé reste faible.⁴³⁸

Le gouvernement malien et ses alliés ont donné la priorité au développement du secteur du blé.

Le Mali vise à positionner son secteur agricole en tant que leader agro-industriel de la région et principal vecteur de la croissance du PIB national. Le Plan national d'investissement pour le secteur agricole de 2014 vise à atteindre des taux de production de blé de 70 000 tonnes par an d'ici 2025 grâce à une innovation durable et à une intensification de la production, l'objectif ultime étant de réduire la dépendance à l'égard des céréales importées et d'améliorer la sécurité alimentaire. La Banque mondiale reconnaît également que la production de céréales est l'un des principaux facteurs de réduction de la pauvreté au Mali (2015). Les projets d'appui à la recherche agricole pour le développement de cultures stratégiques en Afrique, financés par la Banque africaine de développement en partenariat avec l'Institut de l'agriculture rurale et gérés par l'ICARDA, soutiennent des scientifiques de 12 pays africains, dont le Mali, dans le partage de connaissances et d'expériences en matière de blé défis de production, utiliser les nouvelles technologies et développer des variétés améliorées.⁴³⁹ Ce travail concerne directement l'objectif de développement durable n°2: Faim zéro, l'objectif 5: l'égalité des sexes, objectif 8: la croissance économique, l'objectif 9: l'innovation, l'objectif 12: la production responsable, l'objectif 1: l'action pour le climat, et indirectement, l'objectif 10: la réduction des inégalités, l'objectif 11: Collectivités durables, l'objectif 15 8: La vie sur terre et l'objectif 16: Des institutions fortes.

Objectif de développement proposé et résultats

Objectif de développement proposé : Ce projet vise à augmenter la productivité du blé et la résilience au climat en développant les pratiques de l'AIC pour atteindre l'autosuffisance nationale.

Bénéficiaires: le projet bénéficiera directement 71 856 petits exploitants âgés de 15 ans et plus et leurs ménages⁴⁴⁰ dans la région de Niono au cours des cinq années du projet. À terme, des avantages indirects liés à l'amélioration des résultats économiques et nutritionnels pourraient atteindre les producteurs de blé de la région centrale de production céréalière du Mali.

Description du projet: Ce projet est conçu pour améliorer la résilience au changement climatique et la productivité des systèmes de production de blé au Mali. Les activités porteront sur : (i) l'assistance technique aux agriculteurs, (ii) les services de vulgarisation, (iii) les associations de producteurs, (iv) le développement des infrastructures, (v) la recherche et le développement, (vi) l'engagement du secteur privé et (vii) les politiques habilitantes.

Composantes du projet

COMPOSANTE 1: Assistance technique aux producteurs et capacité organisationnelle

Acteurs clés: MA, ADN, ONG

Cette composante renforcera la capacité des producteurs de blé à adopter des pratiques agricoles résilientes au changement climatique et renforcera leur organisation en coopératives. Cela comprendra notamment: (i) des campagnes de sensibilisation ciblées sur les rendements potentiels et la résilience au climat, (ii) une formation des meilleures pratiques de gestion dans les écoles de terrain, (iii) une assistance technique pour les associations dans des activités de coopération telles que le stockage, les achats et l'accès aux services, iv) assistance technique aux associations de producteurs pour la gestion

437 Expert Panel Workshop.

438 Mason, 2012

439 El Sohl, 2012

440 El Sohl, 2012; <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/regional/>

de l'organisation et le respect des exigences minimales en matière de services financiers; et v) formation à l'accès aux services et à leur utilisation, tels que subventions aux intrants, achats et ventes en gros, crédit et prêt, etc.

COMPOSANTE 2: Renforcement des capacités des agents de vulgarisation et autres promoteurs

Acteurs clés: MA, ADN, institutions de recherche, ONG, Office du Niger

Cette composante du projet augmentera la capacité des conseillers agricoles et des autres promoteurs, y compris (i) le personnel de l'Office du Niger, (ii) le personnel des ONG, (iii) le personnel d'ATI et (iv) les représentants du secteur privé, pour intégrer les pratiques de l'AIC dans leurs recommandations pour les producteurs de blé. Cela comprendra notamment une formation sur: (i) le changement climatique et les avantages du SIR dans les systèmes rizicoles, (ii) les variétés de riz améliorées, leurs avantages et les meilleures pratiques de gestion recommandées (iii) les meilleures pratiques pour renforcer efficacement les capacités des producteurs en SIR, notamment: terrains de comparaison, écoles de terrain, visites entre agriculteurs et formation technique, (iv) production de manuels de formation, de guides de référence, de modules à intégrer dans les programmes de formation généraux, et (v) production ou accès aux intrants du système SIR.

COMPOSANTE 3: Rationaliser le développement de l'infrastructure

Acteurs clés: DNA, ATI, Office du Niger, SOCAFON

Cette composante visera principalement à assurer la mise en place des infrastructures et des équipements nécessaires au soutien d'un secteur rizicole national florissant. Cela consistera notamment à (i) développer et réhabiliter les périmètres irrigués et les pompes à eau, (ii) promouvoir les zones irriguées par ATI pour le développement agricole, (iii) créer des centres supplémentaires d'achat et de prêt de machines, (iv) renforcer la fourniture de matériel mécanisé disponible dans les centres, et v) a continué de subventionner la technologie à la ferme pour mécaniser les processus de production.

COMPOSANTE 4: Renforcer les efforts de recherche

Acteurs clés: ADN, IER, ONG, SOCAFON, instituts de recherche

Cette composante renforcera les efforts de recherche et développement pour soutenir l'AIC dans la production de blé. Cela comprendra notamment: (i) le test des variétés améliorées existantes dans la région cible du Mali, (ii) le cas échéant, le développement de nouvelles variétés optimisées pour la région cible du Mali, (iii) l'identification de recommandations de meilleures pratiques de gestion pour chaque projet de variété améliorée, (iv) mise au point d'outils de mécanisation moins coûteux, moins exigeants en termes d'entretien et / ou plus efficaces, et (v) mise en service d'un système permettant la diffusion en temps voulu des nouvelles technologies aux producteurs et la réception en temps voulu des informations en retour des producteurs sur les priorités de recherche.

COMPOSANTE 5: Encourager les environnements politiques et privés favorables à la mise à l'échelle

Acteurs clés: DNA, SOCAFON

Cette composante soutiendra la mise à l'échelle des pratiques de l'AIC en blé en créant un environnement favorable en termes de politique et de participation du secteur privé. Des sous-composants spécifiques comprendront : (i) le développement ultérieur des services financiers existants (subventions, prêts, crédits, subventions, etc.) pour les producteurs et les coopératives investissant dans la production de blé destiné à la vente, (ii) la stimulation des fournisseurs de semences, d'engrais et d'équipements du secteur privé améliorer l'accès aux intrants et aux équipements améliorés, en particulier ceux développés dans la composante 4, (iii) en aidant la SOCAFON à créer de nouveaux groupes dans diverses zones de production et à étendre leurs services de location d'équipements en mettant l'accent sur les équipements SWI, la formation des producteurs de semences à base

communautaire, (iv) expliquant la prise en compte de l'AIC dans le budget et la politique de développement agricole nationaux, et (v) une campagne de sensibilisation du grand public sur les pratiques et les avantages de SWI.

Risques : Les principaux risques pour ce projet sont les suivants:

DES RISQUES	PROBABILITÉ	GRAVITÉ
Sécheresse sévère et températures élevées	Haute	Faible
Crises politiques et sécuritaires	Haute	Haute
Conflit communautaire (lié au développement de nouveaux périmètres irrigués)	Moyen	Haute
Conflits d'utilisation des terres (éleveurs-agriculteurs)	Faible	Moyen

ANNEXE F: BIBLIOGRAPHIE PAR SECTIONS

CHAPITRES 1 - 4

- Aberman, Noora-Lisa et Ali, Snigdha et Behrman, Julia et Bryan, Elizabeth et Davis, Peter et Donnelly, Aiveen et Gathaara, Violet et Koné, Daouda et Nganga, Teresiah et Ngugi, Jane et Okoba, Barrack et Roncoli, Carla, Les atouts de l'adaptation au changement climatique et les approches de groupe: perceptions sexospécifiques du Bangladesh, de l'Éthiopie, du Mali et du Kenya (30 janvier 2015). Document de discussion IFPRI 01412. Disponible sur SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2564556> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2564556>
- Adaptation à la variabilité climatique: rôle des expériences et des institutions du passé - Figure scientifique sur ResearchGate. Disponible à l'adresse: https://www.researchgate.net/Agro-ecological-and-rainfall-zones-in-Mali-Source-FEWSnet-livelihood-zones-Mali_fig1_254842961 [consulté le 9 sept., 2018]
- Aich, Valentin et Koné, Bakary et F. Hattermann, Fred et N. Paton, Eva. (2016). Analyse en série chronologique des inondations dans le bassin du Niger. Eau. 8 165. 10.3390 / w8040165.
- Banque africaine de développement. 2014. Évaluation par pays des systèmes statistiques agricoles en Afrique: Mesurer la capacité des pays africains à produire des statistiques agricoles à jour, fiables et durables. Banque africaine de développement: Abidjan.
- Union Africaine. Rapport de situation 2017 à la Conférence: Rapport d'examen biennal inaugural de la Commission de l'Union africaine sur la mise en œuvre de la Déclaration de Malabo sur la croissance et la transformation accélérées de l'agriculture pour une prospérité partagée et de meilleurs moyens de subsistance. Addis Ababa.
- Akumaga, U. A Tarhule, C Piani, B Traoré, AA Yusuf - Utilisation de la modélisation fondée sur les processus pour évaluer l'impact du changement climatique sur les rendements des cultures et les options d'adaptation dans le bassin du Niger, Agronomie de l'Afrique de l'Ouest 2018, 8, 11; doi: 10.3390 / agronomy8020011
- Amadou Sidibé, Edmond Totin, Mary Thompson Hall, Oumar T. Traoré, Pierre C. Sibiry Traoré, Laura Schmitt Olabisi, Gouvernance multi-échelle dans les systèmes agricoles: interaction entre les institutions nationales et locales autour de la dimension de production de la sécurité alimentaire au Mali, NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, volume 84, 2018, pages 94-102,
- Sous-Secrétaire général aux affaires humanitaires et Coordonnateur adjoint des secours d'urgence Ursula Mueller Déclaration à la presse Bamako, Mali, le 31 août 2018. <https://reliefweb.int/report/mali/assistant-secretary-general-humanitarian-affairs-and-deputy-emergency-relief-coordinator>
- Bakhtsiyarava, M., Grace, K., et Nawrotzki, RJ (2018). Climat, poids à la naissance et moyens de subsistance agricoles au Kenya et au Mali. Journal américain de santé publique, 108 (Suppl 2), S144 – S150. <http://doi.org/10.2105/AJPH.2017.304128>
- Beaman, L., D. Karlan, B. Thuysbaert, C. Udry, 2014. Sélection sur les marchés du crédit: résultats de l'agriculture au Mali. Document de travail du NBER n° 20387, Bureau national de recherche économique, Cambridge, MA.
- Birhanu, BZ, K. Traoré, Gumma, MK et al. Environ Dev Sustain (2018). <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0144-9>
- Chen, Junyi, Bruce A. McCarl, Anastasia Thayer, Changements climatiques et sécurité alimentaire: menaces et adaptation, Ressources agricoles mondiales et sécurité alimentaire. 2017, 69-84
- CIAT; BFS / USAID. 2017 L'agriculture intelligente face au climat au Mali. Profils de pays de la CSA pour la série Afrique. Centre international d'agriculture tropicale (CIAT); Bureau pour la sécurité alimentaire, Agence des États-Unis pour le développement international (BFS / USAID), Washington, DC
- Esipisu, Isaïe. 2017 Alors que les besoins alimentaires de l'Afrique augmentent, le redressement du riz au Mali montre la voie à suivre, Fondation Thomson Reuters, 21 octobre 2017, <https://reliefweb.int/report/mali/africas-need-food-grows-mali-s-rice-rice-turnaround-shows-way-forward>

- Falconnier, Gatien N. Katrien Descheemaeker, Bouba Traoré, Arouna Bayoko, Ken E. Giller. Intensification de l'agriculture et interventions politiques: Explorer des avenir plausibles pour les petits exploitants agricoles du sud du Mali, Politique d'aménagement du territoire, volume 70, 2018, pages 623-634,
- FAO 2012. L'agriculture intelligente face au climat pour le développement. <https://visual.ly/community/infographic/environment/climate-smart-agriculture-development>
- FAO 2013 sur le CSA
- Faye, B., H. Webber, J. Naab, DS MacCarthy, M. Adam, F. Ewert, JPA Lamers, C.-F. Schleussner, A. Ruane, U. Gessner, G. Hoogenboom, K. Boote, V. Shelia, F. Saeed, D. Wisser, S. Hadir, P. Laux et T. Gaiser, 2018: Impacts de 1,5 contre 2,0. ° C sur les rendements céréaliers dans la savane soudanienne d'Afrique de l'Ouest. Environ. Res. Lett. , 13 , non.3, 034014.
- Faye MD, Weber JC, Mounkoro B et JM Dakouo .2010. Contribution des arbres des parcs aux moyens de subsistance des agriculteurs. Development in Practice , 20: 428-434.
- Fink, Andreas H., Chris Funk, Sharon E. Nicholson. «Evaluation de la reprise et du changement du régime pluviométrique en Afrique de l'Ouest à partir d'un record de 161 ans.» Journal international de climatologie.DOI 10.1002 / joc.5530. 2018.
- Funk, Chris, Rowland, Jim, Adoum, Alkhalil, Eilerts, Gary et White, Libby, 2012, Analyse des tendances climatiques du Mali: fiche d'information sur le géologique américain 2012-3105, 4 p.
- GCF, 2016. Programme Hydromet en Afrique - Renforcer la résilience au changement climatique en Afrique subsaharienne: projet de pays du Mali.Fonds vert pour le climat.
- Girvetz, EH, C. Corner-Dolloff, C. Lamanna et TS Rosenstock. 2017 «Plan de la CSA: Stratégies pour mettre la CSA en pratique». Agriculture pour le développement. 30: 12-16.
- Grace, Kathryn Nicholas N. Nagle & Greg Husak (2016) La production agricole à petite échelle peut-elle améliorer la santé des enfants?Examen de la vulnérabilité des jeunes enfants au Mali en Afrique de l'Ouest, Annales de l'Association américaine des géographes, 106: 3, 722-737, DOI: 10.1080 / 24694452.2015.1123602
- Halimatou, A. Touré, Traoré Kalifa, N. Kyei-Baffour, Évaluation des tendances changeantes des précipitations quotidiennes et des températures extrêmes à Bamako et Ségou au Mali de 1961 à 2014, Climat extrême, Volume 18, 2017, pages 8 à 16 ,
- Hallegatte, Stéphane; Bangalore, Mook; Bonzanigo, Laura; Fay, Marianne; Kane, Tamaro; Narloch, Ulf; Rozenberg, Julie; Treguer, David; Vogt-Schilb , Adrien.2016 Ondes de choc : gérer les impacts du changement climatique sur la pauvreté.Changement climatique et développement ;. Washington, DC: Banque mondiale.
- Havlík, Petr; Valin, Hugo Jean Pierre; Gusti, Mykola; Schmid, Erwin; Forsell, Nicklas; Herrero, Mario; Khabarov, Nikolay; Mosnier, Aline; Cantele, Matthew; Obersteiner , Michael.2015. Impacts et atténuation des changements climatiques dans les pays en développement : évaluation intégrée des secteurs de l'agriculture et de la foresterie (anglais).Document de travail sur la recherche sur les politiques; non. WPS 7477. Washington, DC: Groupe de la Banque mondiale
- https://ees.kuleuven.be/klimos/toolkit/documents/690_CC_mali.pdf
- <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/>
- Kergna, Alpha Oumar Daouda Dembélé , (2018).Stratégies de culture ayant des effets de variabilité climatique: le cas du village de Zignasso au Mali.Rapport de recherche du FARA, vol. 2 n ° 11. PP 21.
- Koné M., Konaré H., Dicko M., Sissoko F. (2018) Bilan de la fertilisation dans la culture du maïs, du mil / sorgho, du niébé, du riz et du coton au Mali. Dans: Bationo A., Ngaradoum D., Youl S., Lompo F., Fening J. (eds) Amélioration de la rentabilité, de la durabilité et de l'efficacité des éléments nutritifs grâce aux recommandations d'engrais spécifiques à un site dans les agro-écosystèmes d'Afrique de l'Ouest.Springer, Cham.

- Kouyate Z, K Franzluebbers, Juo ASR et L Hossner .2000. Le travail du sol, les résidus de cultures, la rotation des légumineuses et les effets d'engrais vert sur les rendements de sorgho et de mil dans les régions tropicales semi-arides du Mali. *Plant and Soil* , 225: 141-151.
- SPAAA, 2013. Examen des politiques alimentaires et agricoles au Mali. Série de rapports de pays sur le SPAAA, FAO, Rome, Italie.
- PANA du Mali 2007,
- Commission néerlandaise pour l'évaluation environnementale, Unité néerlandaise de la durabilité. Profil du changement climatique - Mali, Pays-Bas, 9 juillet 2015: page 2.
- Notre Dame - Initiative d'adaptation mondiale
- Ollenburger, M., T. Crane, K. Descheemaeker et K. Giller (2018). Les agriculteurs sont à la recherche d'une révolution verte en Afrique? Explorer l'espace de solution pour l'intensification agricole dans le sud du Mali. *Agriculture expérimentale*, 1-23. Doi: 10.1017 / S0014479718000169
- Rosenstock TS, Lamanna C et al. 2015. La base scientifique de l'agriculture intelligente face au climat: un protocole de revue systématique. Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire, document de travail n ° 138. Nairobi.
- Sadler, Marc Peter; Millan Arredondo, Alberto; Swann, Stacy A .; Vasileiou, Ioannis; Baedeker, Tobias; Parizat, Roy; Germer , Leah Arabella; Mikulcak, Friederike. 2016 Faire fonctionner la finance climat en agriculture (anglais) .Washington DC
- Snorek, Julie et Onzere, Sheila et Rosko, Helen et Carr , Edward, Les caractéristiques sexospécifiques de l'utilisation des services d'information sur le climat en Afrique (10 juillet 2018). PAUWES Research-2-Practice Forum 2018. Disponible sur SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3211198> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3211198>
- Sogoba B, N Andrieu, F Howland, O Samake, C Corner-Dolloff, O Bonilla-Findji, R. Zougmore, 2016. Des solutions intelligentes face au climat pour le Mali. Note d'information du CCAFS. Copenhague, Danemark: Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS).
- Sultan B, Barbier B, Fortilus J, Mbaye SM et G Leclerc. 2010. Estimation de la valeur économique potentielle des prévisions saisonnières en Afrique de l'Ouest: évaluation ex ante à long terme au Sénégal. *Météo, climat et société* , 2: 69-87.
- Traoré Bouba Sidi, Marc Corbeels, Mark W Van Wijk, Katrien Descheemaeker, Giller Ken E. 2015. Impact du changement climatique sur la production agricole dans le sud du Mali et potentiel des stratégies d'adaptation. [P95]. Dans Construire le programme de recherche de demain et combler le fossé science-politique. CIRAD, INRA, IRD, Agropolis International, Wageningen UR, CGIAR, UCDAVIS, FAO, Agreenium, GFAR. Montpellier: CIRAD.
- Thornton PK, TS Rosenstock, Forch W, Lamanna C, Bell P, Henderson B et M Herrero. 2018. Une évaluation qualitative des options CSA dans les systèmes de cultures mixtes dans les pays en développement. Dans Lipper L et al. (eds) *Climate Smart Agriculture: renforcer la résilience face au changement climatique*. Springer. p385-423.
- Umutoni and Ayantunde *Pastoralism: Research, Policy and Practice* (2018) 8: 8 <https://doi.org/10.1186/s13570-018-0115-7>
- USAID, 2010. Rapport de zonage et de profilage des moyens d'existence; Mali. Disponible à l' adresse suivante : https://fews.net/sites/default/files/documents/reports/ML_profile_en.pdf.
- USAID, 2014. Cartographie de la vulnérabilité climatique au Mali. Disponible à: <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/MALI%20CLIMATE%20VULNERABILITY%20MAPPING.pdf>

- Valbuena D, S Homann-Kee Tui, Erenstein O, Teufel N., Duncan A., Abdoulaye T., Swain B, Mekonnen K, Germaine I et B Gerard. 2015. Identification des déterminants, des pressions et des échanges liés à l'utilisation des résidus de récolte dans les exploitations mixtes de petits exploitants d'Afrique subsaharienne et d'Asie du Sud. *Agricultural Systems*, 134: 107-118.
- Banque mondiale, 2015. Programme d'évaluation du secteur financier - Module de développement. Note technique sur le financement agricole. Disponible à l'adresse : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24269>.
- Banque mondiale. 2015. « L'amélioration de l'accès au crédit aide à stimuler la production agricole au Mali ». En vedette le 31 mars 2015. Washington, DC: WB.
- Banque mondiale, Projet de développement des zones arides au Mali, Date de préparation / mise à jour: 14 mai 2018, Rapport n°: PIDISDSA24108, <http://documents.worldbank.org/curated/en/833771526404187806/pdf/Project-Information-Document-Integrated-Safeguards-Données-Fiche-Mali-Terres-Arides-Développement-Projet-P164052.pdf>
- Banque mondiale. 2015. Mali - Cadre de partenariat de pays pour la période des exercices 16 à 19 (anglais). Washington, DC: Groupe de la Banque mondiale. <http://documents.worldbank.org/curated/en/839461468198005347/Mali-Country-partnership-framework-for-the-period-FY16-19>
- Banque mondiale. 2015. Mali - Diagnostic de pays systématique: priorités pour éliminer la pauvreté et promouvoir une prospérité partagée (Anglais). Washington, DC: Groupe de la Banque mondiale. <http://documents.worldbank.org/curated/fr/101991468188651405/Mali-Systematic-country-diagnostic-priorities-for-ending-poverty-and-boosting-shared-prosperity>
- Banque mondiale. 2018, avril. Mali Poverty and Equity Brief, avril 2018, Banque mondiale. http://databank.worldbank.org/data/download/poverty/33EF03BB-9722-4AE2-ABC7-AA2972D68AFE/Archives-2018/Global_POVEQ_MLI.pdf
- Banque mondiale. 2018. Mali - Projet d'appui au développement du secteur de l'élevage (anglais). Washington, DC: Groupe de la Banque mondiale. <http://documents.worldbank.org/curated/en/831531520046040417/Mali-Livestock-Sector-Development-Support-Project>
- Programme alimentaire mondial 2015.
- Pourtant, B, Constantinos A, Fenton N, Neil M, Luedeling E et K Shepherd. 2016 Un cadre de réseau bayésien pour l'analyse des coûts, des avantages et des risques d'un projet avec une étude de cas de développement agricole. *Systèmes experts avec applications*, 60: 141-155.

ANNEXE C: STRUCTURE ET RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DU SCÉNARIO D'IMPACT

Riahi, K., Van Vuuren, DP, Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, C.-B., Fujimori, S.,... autres. (2016). Les voies socio-économiques communes et leurs implications en termes d'énergie, d'utilisation des sols et d'émissions de gaz à effet de serre: un aperçu. *Changement environnemental global*. Récupéré à <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

Robinson, S., D. Mason-D'Croz, S., Islam, T., Sulser, A., Gueneau, G., Pitois et MW, Rosegrant (2015). *Modèle international d'analyse politique du commerce des produits de base et des produits agricoles (IMPACT): Description du modèle pour la version 3 (Document de discussion de l'IFPRI)*. Washington, DC: Institut international de recherche sur les politiques alimentaires. Extrait de <http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/129825>

ANNEXE D: MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE D'INTELLIGENCE CLIMATIQUE

Bass FM. 1969. Une nouvelle croissance des produits pour les biens de consommation durables modèles. *Management Science*, 15 (5): 215-322.

Bojke L, Claxton K, Bravo-Vergel Y, Sculpher M, Palmer S et K Abrams. 2010. Obtenir des distributions pour alimenter des modèles analytiques de décision. *Value in Health*, 13 (5): 557-564.

Profils institutionnels de la base de données: <http://www.cepii.fr/institutions/EN/ipd.asp>

Rosenstock TS, Lamanna C et al. 2015. La base scientifique de l'agriculture intelligente face au climat: un protocole de revue systématique. Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire, document de travail n ° 138. Nairobi.

Roudier P, Alhassane A, Baron C, Louvet S et B Sultan. 2016 *Météorologie agricole et forestière*, 223: 168-180.

Smith J. 2015. Cultures, ravageurs des cultures et changement climatique - pourquoi l'Afrique doit être mieux préparée. Document de travail du CCAFS no. 114. Copenhague, Danemark. Disponible en ligne sur: www.ccafs.cgiar.org

Spinoni J, G Naumann, Carrao H, Barbosa P et J Vogt. 2014. Fréquence, durée et gravité de la sécheresse dans le monde pour 1951-2010. *International Journal of Climatology*, 34: 2792-2804.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Surveillance des sauterelles. www.fao.org/ag/locusts

Groupe de la Banque mondiale. Indicateurs de gouvernance mondiaux. <http://info.worldbank.org/governance/wgi/>
www.preventionweb.net

Pourtant, B, Constantinos A, Fenton N, Neil M, Luedeling E et K Shepherd. 2016 Un cadre de réseau bayésien pour l'analyse des coûts, des avantages et des risques d'un projet avec une étude de cas de développement agricole. *Systèmes experts avec applications*, 60: 141-155.

ANNEXE E: INVESTISSEMENTS POUR UNE AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT

Programme national de télédétection et de géoinformatique

CCAFS. "10 meilleures innovations pour l'adaptation dans l'agriculture: un complément aux directives techniques pour le PAN de la CCNUCC." Document de travail du CCAFS. Pays-Bas: Université de Wageningen, 2017. www.ccafs.cgiar.org.

— — —. «Services de conseil agricole à l'échelle mondiale.» CIAT. CGIAR, 6 juin 2018. <https://ccafs.cgiar.org/blog/agricultural-advisory-services-global-scale>.

Clevers, JGPW. "Télédétection et reconnaissance des cultures: Améliorer le système d'information autour des petits exploitants au Mali", présenté à la science de la géo- information et à la télédétection, Wageningen, le 1er avril 2016. <https://www.wur.nl/en/activity/Remote-la-detection-et-la-reconnaissance-des-cultures,l'amélioration-du-système-d'information-autour-des-petits-exploitants-au-Mali.htm>.

Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.

Dodo, Mahamat K. "Examiner les impacts potentiels du changement climatique sur la sécurité internationale: partenariat UE-Afrique sur le changement climatique." SpringerPlus 3 (17 avril 2014). <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-194>.

Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.

Atelier d'experts. Composantes du projet «Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux», 19 juin 2018.

— — —. Composantes du projet de télédétection et géomatique, 19 juin 2018.

Réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine. «Centre de données FEWS NET.» USAID, 2018. <http://fewsn.net/fews-data/336>.

GiZ. "Plan national d'investissement pour la mise en œuvre des contributions déterminées." Mali, 2018.

Alliance mondiale contre le changement climatique +. «AMCC au Mali.» Programmes de l'Union européenne, 2010. <http://www.gcca.eu/programmes/global-climate-change-alliance-mali>.

GSMA. "L'économie mobile: Afrique de l'Ouest", 2017.

Gumma, Murali, Birhanu Birhanu, Irshad Mohammed, Ramadjita Tabo, Anthony Whitbread, Murali Krishna Gumma, Birhanu Zemadim Birhanu, Irshad A. Mohammed, Ramadjita Tabo et Anthony M. Whitbread. «La priorisation des bassins versants à travers le Mali en utilisant des données de télédétection et des techniques SIG pour la planification du développement agricole.» Eau 8, non.6 (18 juin 2016): 260. <https://doi.org/10.3390/w8060260>.

Huyer, Sophia, James Hansen, Alison Rose et Cathy Vaughan. "Ce que nous savons sur le genre et les services de climat rural." USAID & CCAFS, octobre 2017.

Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.

Knoema. «Objectifs de développement durable du Mali». Open Data for Africa, 2016. <http://mali.opendataforafrica.org/xvmbxuf/sustainable-development-goals-of-mali>.

Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.

Vintrou, Elodie. « Cartographie et caractérisation des systèmes agricoles au Mali par télédétection à moyenne résolution spatiale », sd, 3.

Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.

Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population>

Programme des chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux

Boffa, Jean-Marc.»Opportunités et défis dans l'amélioration de la ressource en karité (*Vitellaria Paradoxa*) et sa gestion.»Centre mondial d'agroforesterie, Global Shea Alliance, sd, 76.

Courrier quotidien. «La Juice Startup met le Mali dans une bouteille.» Mail Online, 21 janvier 2018. <http://www.dailymail.co.uk/wires/afp/article-5293499/The-juice-startup-putting-Mali-bottle.html>.

Daily Nation. «L'or dans les acacias.» Consulté le 12 septembre 2018. <https://www.nation.co.ke/business/seedsofgold/The-gold-in-acacia-trees/2301238-3907240-q5p2mxz/index.html>.

Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.

Institut de la Terre. «Données sur la population de Segou». Université de Columbia. Millennium Cities Initiative (blog), 2009. <http://mci.ei.columbia.edu/research-publications/population-data/segou-population-data/>.

Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.

Atelier d'experts. Composantes du projet «Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux», 19 juin 2018.

FAO. «Régénération naturelle assistée des forêts. » Consulté le 12 septembre 2018. <http://www.fao.org/forestry/anr/en/>.

Gebauer, Jens, Yahia Adam, Aida Cuni Sanchez, Dietrich Darr, Muneer Eltahir, Kamal Fadl, Gabriele Fernsebner, et al.«L'éléphant de bois d'Afrique: le baobab (*Adansonia Digitata* L.) au Soudan et au Kenya: un bilan.»Ressources génétiques et évolution des cultures 63 (14 janvier 2016): 377–99. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0360-1>.

GiZ . «Plan national d'investissement pour la mise en œuvre des contributions déterminées. « Mali, 2018.

Iiyama, Miyuki, Athanase Mukuralinda, Jean Ndayambaje, Bernard Musana, Alain Ndoli, Jeremias Mowo, Dennis Garrity, Stephen Ling et Vicky Ruganzu .«Les approches écosystémiques basées sur les arbres (TBEA) en tant que stratégies de gestion des terres multifonctionnelles - Données probantes du Rwanda». Durabilité 10, non.5 (27 avril 2018): 1360. <https://doi.org/10.3390/su10051360>.

Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.

Kandji, Serigne Tacko, Louis Verchot et Jens Mackensen .«Changement climatique et variabilité dans la région du Sahel.» Centre mondial d'agroforesterie, 2006.

Kiptot , E. «Rôles, responsabilités et espaces de genre: implications pour la recherche-développement en agroforesterie en Afrique », sd, 11.

Knoema .«Objectifs de développement durable du Mali». Open Data for Africa, 2016. <http://mali.opendataforafrica.org/xvmbxuf/sustainable-development-goals-of-mali>.

- Nations Online Project. «Carte politique du Mali», 2018. http://www.nationsonline.org/oneworld/map/mali_map.htm.
- Institut d'Oakland. «L'agroforesterie pour améliorer la productivité agricole au Mali», 2014.
- Rousseau, Karen, Denis Gautier et D. Andrew Wardell. «Faire face aux bouleversements de la mondialisation dans la chaîne de valeur du karité: le maintien et la pertinence de l'organisation de la chaîne logistique de la noix de karité en amont dans l'ouest du Burkina Faso». *Développement mondial* 66 (février 2015): 413–27. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.004>.
- Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.
- Sidibe, Y., M. Myint et V. Westerberg. «Une évaluation économique de l'agroforesterie et de la restauration des terres dans la forêt de Kelka au Mali.» Nairobi, Kenya: L'économie de la dégradation des terres, 2014.
- Centre de données et d'applications socioéconomiques. «Grille de densité de population». Université Columbia, 2000. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v3-population-density/maps/5>.
- Statoids. «Les régions du Mali.» Consulté le 4 septembre 2018. <http://www.statoids.com/uml.html>.
- Tadesse, Wubalem. «Gommes et résines naturelles: produits forestiers non ligneux potentiels des terres arides d'Éthiopie». Institut éthiopien de recherche agricole, 2009.
- Venturini, Sara, Anna Haworth, Nadine Coudel, Elisa Jiménez Alonso et Catherine Simonet. «Cultiver la résilience au climat: la chaîne de valeur du karité » BRACED Gestionnaire de connaissances, nd
- Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.
- Centre mondial d'agroforesterie. «Projets | Mali.» Consulté le 12 septembre 2018. <https://www.worldagroforestry.org/country/mali/projects>.
- Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population/>.
- Xu, Jianchu. Guide d'agroforesterie pour les praticiens de terrain. Centre mondial d'agroforesterie (ICRAF), 2013.
- Zomer, Robert J., Henry Neufeldt, Jianchu Xu, Antje Ahrends, Deborah Bossio, Antonio Trabucco, Meine van Noordwijk et Mingcheng Wang. «Couverture forestière mondiale et carbone de la biomasse sur les terres agricoles: la contribution de l'agroforesterie aux budgets mondiaux et nationaux en carbone». *Rapports scientifiques* 6, no.1 (septembre 2016). <https://doi.org/10.1038/srep29987>

Programme national pour l'agriculture de décrue

- Barbier, Bruno, Hervé Ouédraogo, Youssouf Dembélé, Hama Yacouba, Boubacar Barry et Jean-Yves Jamin. «Irrigation dans le Sahel ouest-africain» *Cahiers Agricultures*, no.1–2 (2011-4): 24–33. <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0475>.
- Delaney, Sara. «Défis et opportunités pour la gestion de l'eau agricole en Afrique de l'Ouest et du Centre.» *Leçons tirées de l'expérience du FIDA*. FIDA, 2012.
- Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.
- Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.
- Atelier d'experts. Composantes du projet sur les cultures de décrue, 19 juin 2018.
- — —. Composantes du projet «Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux», 19 juin 2018.

- GiZ. "Plan national d'investissement pour la mise en œuvre des contributions déterminées." Mali, 2018.
- Harlan, Jack R. et Jean Pasquereau. "Décrue Agriculture au Mali." *Economic Botany* 23, no.1 (1969): 70–74. <https://www.jstor.org/stable/4253015>.
- Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.
- Minten, Bart, Seneshaw Tamru, Tadesse Kuma et Yaw Nyarko. «Agriculture de récession contre les inondations pour la sécurité alimentaire dans le nord du Ghana.» Programme d'appui à la stratégie du Ghana. IFPRI, 2016.
- Nations Online Project. «Carte politique du Mali», 2018. http://www.nationsonline.org/oneworld/map/mali_map.htm.
- République du Mali. «Deuxième communication nationale à la CCNUCC», 2011.
- Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.
- Centre de données et d'applications socioéconomiques. «Grille de densité de population». Université Columbia, 2000. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v3-population-density/maps/5>.
- Statoids. »Les régions du Mali.» Consulté le 4 septembre 2018. <http://www.statoids.com/uml.html>.
- Thom, Derrick J. et John C. Wells. «Systèmes d'exploitation agricole dans le Delta Intérieur du Niger, Mali.» *Revue géographique* 77, no.3 (1987): 328–42. <https://doi.org/10.2307/214124>.
- Traoré, Kalifa, Jens B. Aune et Bouya Traoré.»Effet du fumier organique sur l'amélioration de la productivité du sorgho dans les cultures de décrue à Yelimane, dans l'ouest du Mali.»*Revue américaine de recherche scientifique pour l'ingénierie, la technologie et les sciences (ASRJETS)* 23, no.1 (13 août 2016): 232–51. http://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/1981.
- Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.
- Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population>

Programme national d'intégration cultures-élevage

- Amole, TA et AA Ayantunde. «Interventions pour l'élevage climato-intelligentes en Afrique de l'Ouest: un bilan.» Copenhague, Danemark: CGIAR, 2016.
- Note sur les meilleures pratiques. "Sélection des légumineuses comme engrais vert / cultures de couverture." ECHO, 2017.
- Population de la ville. «Mali: Division administrative (cercles et communes)», 2009. <https://www.citypopulation.de/php/mali-admin.php>.
- Programme de recherche concertée sur les cultures. "Sorgho et niébé à double usage." Fondation McKnight. Consulté le 5 septembre 2018. <http://www.ccrp.org/projects/dual-purpose-sorghum-cowpeas>.
- Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.
- Doumbia, Sékou. " Changements Climatiques et Agriculture Intelligente en Côte d'Ivoire: Diagnostic Du Contexte National et Recueil des Résultats de la Recherche sur les Facteurs Socio-Économiques Favorisant l'adaptation et les Technologies Appropriées de l'AIC Chez Les Petits Agriculteurs. "Côte d'Ivoire: FAO, 2017.
- Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.

Atelier d'experts. Composantes du projet d'intégration cultures-élevage, 19 juin 2018.

Fall, Abdou. "Chaînes de valeur des petits ruminants au Mali: où sommes-nous?" Réunion de planification présentée au programme de recherche du GCRAI sur l'élevage et la pêche, Nairobi, Kenya, 2011.

FAO. "Climate-Smart Livestock Production, 2017. <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b2-livestock/chapter-b2-3/en/>.

FMNR Hub. «La propagation de la FMNR au Niger», 2011. <http://fmnrhub.com.au/projects/niger/>.

GiZ. "Plan national d'investissement pour la mise en œuvre des contributions déterminées. « Mali, 2018.

FIDA. "Vue d'ensemble. « Documents thématiques sur le bétail. Rome, 2009.

Nations Online Project. «Carte politique du Mali», 2018. http://www.nationsonline.org/oneworld/map/mali_map.htm.

Niarela. «PRIA-MALI», 14 juillet 2017. <https://niarela.net/economie/pria-mali-des-resultats-satisfaisants-a-mi-parcours>.

— — —. «Projet-1 P2RS», 29 novembre 2017. <https://niarela.net/politique/projet-1-p2rs-le-projet-sestime-a-3194-milliards-de-francs-cfa>.

PRAPS. "Projet régional au pastoralisme au Sahel, 2018. <http://praps.cilss.int/index.php/objectifs-du-praps/>.

Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.

Programme des Nations Unies pour le développement. «Soutenir les femmes maliennes à s'adapter au changement climatique» Exposure, 2018. <https://stories.undp.org/supporting-malis-women-to-adapt-to-climate-change>.

Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.

Williams, Timothy O, Marloes Mul, Olufunke Cofie, James Kinyangi et George Wamukoya. «L'agriculture intelligente face au contexte africain», sd, 32.

Centre mondial d'agroforesterie. «Régénération naturelle gérée par les agriculteurs». Dossier technique, 2013.

Banque mondiale. «Projet d'appui au développement du secteur de l'élevage au Mali», 2017. <http://documents.worldbank.org/curated/en/424951511453995736/pdf/Project-Information-Document-Integrated-Safeguards-Data-Sheet-Mali-Livestock-Sector-Development-Support-Project-PADEL-M-P160641-Sequence-No-00.pdf>.

— — —. «Projet malien de gestion des ressources naturelles face aux changements climatiques», 2013.

Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population/>.

Zougmore, Robert. Responsable du programme CCAFS ICRISAT-Afrique; Bamako, Mali. Email, 18 septembre 18.

Programme d'intégration mil-sorgho-légumineuse

CCAFS. "Changement projeté de la superficie convenable au Mali pour de nombreuses cultures soumises au changement climatique (2040-2069). " Profil de pays CSA, 2014.

Population de la ville. «Mali: Division administrative (cercles et communes)», 2009. <https://www.citypopulation.de/php/mali-admin.php>.

Atelier d'experts. Planification du projet d'intégration Millet-Sorgho-Légume, 19 juin 2018.

- FAO. «Sorgho et millets dans la nutrition humaine », 1990. <http://www.fao.org/docrep/T0818e/T0818E01.htm>.
- — —. «Programme d'amélioration du sorgho et du millet SADC / ICRISAT», 2003.
- ICRISAT. «Millets and Sorghum: des aliments oubliés pour l'avenir », 2016. <https://www.icrisat.org/millets-and-sorghum-forgotten-foods-for-the-future/>.
- Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.
- Knoema. «Objectifs de développement durable du Mali». Open Data for Africa, 2016. <http://mali.opendataforafrica.org//xvmbxuf/sustainable-development-goals-of-mali>.
- Universitaires nationaux en sciences, ingénierie et médecine. «Millet De Perles.» Dans Les cultures perdues d'Afrique: Volume I: Grains, 1996. <https://doi.org/10.17226/2305>.
- — —. «Sorgho.» Dans Les cultures perdues d'Afrique: Volume I: Grains, 1996. <https://doi.org/10.17226/2305>.
- Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.
- La Banque mondiale. «Mali - Cadre de partenariat de pays pour la période des 16e à 19e années». Banque mondiale, 3 novembre 2015. <http://documents.worldbank.org/curated/fr/83946146819198005347/Mali-Country-partnership-framework-for-the-period-FY16-19>.
- Traoré, K., Sidibe Daouda Kalifa, H. Coulibaly et J. Bayala. «Optimisation du rendement des variétés améliorées de mil et de sorgho dans des conditions pluviométriques extrêmement variables au moyen de courbes de niveau à Cinzana, au Mali», 15 mai 2017. <https://ccafs.cgiar.org/publications/optimizing-yield-improved-varieties-millet-et-sorgho-sous-très-variable-précipitations>.
- Traoré, Kalifa. «Optimiser le rendement des variétés améliorées de mil et de sorgho dans des conditions de précipitations extrêmement variables en utilisant des courbes de niveau est Cinzana, Mali. » Agriculture et sécurité alimentaire, 2017.
- Traoré, S. «Intensification de la production de mil et de sorgho: culture associée à deux fins entre le sorgho et le niébé au Mali. » Programme sorgho 2010-2020. Programme de recherche collaborative sur les cultures de la Fondation McKnight, 2010.
- Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population/>.

Programme national de services de vulgarisation

- CCAFS. «10 meilleures innovations pour l'adaptation dans l'agriculture: un complément aux directives techniques pour le PAN de la CCNUCC. » Document de travail du CCAFS. Pays-Bas: Université de Wageningen, 2017. www.ccafs.cgiar.org.
- — —. «Villages intelligents face au climat: une approche de l'AR4D pour développer l'agriculture intelligente face au climat» CGIAR, 23 janvier 2017. <https://ccafs.cgiar.org/publications/climate-smart-villages-ar4d-approach-scale-climate-smart-agriculture>.
- — —. «Une nouvelle plateforme de partage des connaissances aide le rig Mali à mieux se défendre contre le changement climatique.» CGIAR, 16 janvier 2015. <https://ccafs.cgiar.org/blog/new-knowledge-sharing-platform-helps-mali-rig-better-defense-against-climate-change>.
- Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.
- Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.

- Atelier d'experts. Composantes du projet de services de vulgarisation, 19 juin 2018.
- — —. Composantes du projet «Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux», 19 juin 2018.
- Feder, Gershon, Sushma Ganguly et Jock R. Anderson. La montée et la chute de la formation et de l'extension de la visite. Documents de travail de recherche sur les politiques. Département de l'agriculture et du développement rural: Banque mondiale, 2006. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3928>.
- GiZ. «Plan national d'investissement pour la mise en œuvre des contributions déterminées. « Mali, 2018.
- GSMA. «L'économie mobile: Afrique de l'Ouest », 2017.
- FIDA. «Projet d'appui à la formation professionnelle, à l'emploi et à l'entrepreneuriat pour les jeunes ruraux », 2013. <https://www.ifad.org/web/operations/country/id/mali#anchor-1>.
- Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.
- Knoema. «Objectifs de développement durable du Mali». Open Data for Africa, 2016. <http://mali.opendataforafrica.org/xvmbxuf/sustainable-development-goals-of-mali>.
- Napolitano, Giulio. «Soutenir la vulgarisation agricole pour une agriculture intelligente face au climat», sd, 90.
- Ouédraogo, M., AS Moussa, R. Zougmore, S. Traoré et O. Bonilla-Findji. « L'Approche des fermes du futur » pour accélérer l'adaptation au changement climatique .Manuel de mise en œuvre en Afrique de l'Ouest. CGIAR: CCAFS ICRISAT, décembre 2015.
- Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.
- L'Alliance CSA d'Afrique de l'Ouest. «Alliances et plates-formes régionales de l'AIC: fiche d'information». CEDEAO, 2015.
- PNUD. «PAPAM. Le PNUD au Mali. Consulté le 8 septembre 2018. http://www.ml.undp.org/content/mali/fr/home/operations/projects/environment_and_energy/PAPAM.html.
- TU AS DIT. «Mali: Évaluation approfondie des services de vulgarisation et de conseil, »2018.
- Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.
- Banque mondiale. « Projects: Mali-Fostering Agricultural Productivity», 2010. <http://projects.worldbank.org/P095091/fostering-agricultural-productivity-project?lang=fr>.
- Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population/>.
- Zougmore, Robert. Responsable du programme CCAFS ICRISAT-Afrique; Bamako, Mali. Email, 18 septembre 18.

Programme de production, de stockage et de transformation des cultures maraîchères intelligentes face au climat

- Andrieu, N., B. Sogoba, R. Zougmore, F. Howland, O. Samake, O. Bonilla-Findji, M. Lizarazo, A. Nowak, C. Dembele et C. Corner-Doloff. «Prioriser les investissements pour une agriculture intelligente face au climat: leçons apprises du Mali.» Systèmes agricoles 154 (1er juin 2017): 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.02.008>.
- Blein, R., BG Soule, BF Dupaigne et B. Yerima. «Potentiel agricole de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)» Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde, 2008.

CCAFS. «Une agriculture intelligente face au climat au Mali. » Profil de pays CSA, 2018.

Population de la ville. «Mali: Division administrative (cercles et communes)», 2009. <https://www.citypopulation.de/php/mali-admin.php>.

Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.

Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.

Atelier d'experts. Planification de projets de production, de transformation et d'entreposage de légumes, 19 juin 2018.

GiZ . «Plan national d'investissement pour la mise en œuvre des contributions déterminées. « Mali, 2018.

Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.

Josserand, Henri. «Évaluation du volume et de la valeur des produits de base faisant l'objet d'échanges régionaux.» Food Across Borders: USAID, 2013.

Levasseur, V., MW Pasquini , C. Kouame et L. Temple. «Examen de la production de légumes en milieu urbain et périurbain en Afrique de l'Ouest.» Acta Horticulturae , 2007.

Partey, Samuel T., Robert B. Zougmore, Mathieu Ouédraogo et Bruce M. Campbell. «Développer une agriculture intelligente face au climat pour faire face à la variabilité climatique en Afrique de l'Ouest: défis et leçons apprises.» Journal of Cleaner Production 187 (20 juin 2018): 285–95. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.03>.

Direction du développement rural. «Politique de développement agricole». République du Mali, 2013.

Vollmer, Gerlind . «Jardins potagers contre le changement climatique.» DW , juillet 2018. <https://www.dw.com/fr/vegetable-gardens-against-climate-change/a-44723671>.

Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.

Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population/>.

Centre mondial des légumes. «Mise en évidence de l'horticulture au Mali», 2013. <https://avrdc.org/highlighting-horticulture-mali/>.

Programme de services d'information sur le climat

Andrieu, Nadine; Sogoba, Bougouna; Zougmore, Robert; Howland, Fanny Cecile; Samake, O .; Bonilla-Findji, Osana; Lizarazo, Miguel; Nowak, A .; Dembele , C .; Corner Dolloff, Caitlin. 2017 Donner la priorité aux investissements pour une agriculture intelligente face au climat: enseignements tirés du Mali. Systèmes agricoles 154: 13-24.

Carr, ER (2015). Évaluation du programme de conseil en agrométéorologie de l'Agence nationale de météorologie du Mali : rapport final sur l'utilisation des avis par les agriculteurs et ses conséquences pour la conception des services climatologiques. Washington DC.

CCAFS. (2018). Services climatologiques pour les agriculteurs. CIAT. CGIAR, 2018. <https://ccafs.cgiar.org/themes/climate-services-farmers>.

Dutch Sustainability Unit (DSU). (2016). Profil du changement climatique: Mali.

- FAO. (2017). Fiche documentaire par pays sur les tendances en matière de politique alimentaire et agricole .Hellmuth, M. (2010).
- Étude de cas du rapport sur les ressources mondiales. Renforcer la sécurité alimentaire grâce aux informations agrométéorologiques: le Service météorologique national du Mali aide les agriculteurs à gérer les risques liés au climat. Rapport sur les ressources mondiales, Washington DC.
- Ministère du développement rural. (2014). Plan National d'Investissements Dans Le Secteur Agricole (PNISA).
- Ministère du développement rural. (2013). Politique du développement agricole du Mali (PDA).
- Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. (2011). Stratégie Nationale Changements Climatiques.
- Panel de Montpellier. (2014). Aucune matière ordinaire: Conserver, restaurer et améliorer les sols de l'Afrique.
- Nenkam, A. (2017) Autonomiser les agriculteurs avec des informations climatiques pour la prise de décision agricole dans les zones rurales du Mali. ICRISAT-Mali.
- Partey ST, Dakorah AD, RZ Zougmore, M Ouédraogo, M Nyasimi, Nikoi GK, Huyer S. 2018 (a). Genre et gestion des risques climatiques: preuves de l'utilisation des informations climatiques au Ghana. *Changement climatique* 15p.
- Partey, Samuel T., Zougmore, Robert B., Ouédraogo, Mathieu, Campbell, Bruce M. 2018 (b). Développer une agriculture intelligente face au climat pour faire face à la variabilité climatique en Afrique de l'Ouest: défis et leçons apprises, *Journal of Clean Production*, 187: 285-295.
- Résumé du Rapport national volontaire sur la mise en œuvre des objectifs de développement durable (ODD), (2018). Mali.
- Tall A, (2014). Renforcement des services climatologiques pour les agriculteurs: mission possible. Apprendre des bonnes pratiques en Afrique et en Asie du Sud. Rapport n ° 13 du CCAFS. Copenhague, Danemark: Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS).
- Tesfaye A., (2018). Estimation des avantages économiques d'options alternatives pour l'investissement dans les services de climat agricole en Afrique: examen des méthodologies. Brouillon. GCRAI CCAFS. Pays-Bas: Université de Wageningen, 2018.
- TU AS DIT. (2014). Évaluation de la Direction nationale de la météorologie du Mali , programme de conseil en agrométéorologie.
- TU AS DIT. (2018). Agriculture et sécurité alimentaire . <https://www.usaid.gov/mali/agriculture-and-food-security>
- TU AS DIT. (2016). Partenariat pour les services climatologiques au Mali. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/USAID%20AEG%20-%20IRI%20Fact%20Sheet%20-%20Nov%20%2716_FINAL.pdf
- Organisation météorologique mondiale .(2018). Le Mali cherche à renforcer les systèmes d'alerte précoce et de risque climatique. <https://reliefweb.int/report/mali/mali-seeks-strengthen-climate-climate-risk-and-early-warning-systems>
- Zougmore R, Jalloh A, Tioro A. 2014.Options de gestion de l'eau et des éléments nutritifs du sol sensibles au climat en Afrique de l'Ouest semi-aride: examen des preuves et analyse des diguettes en pierre et des techniques de zaï .*Agriculture et sécurité alimentaire* 3:16.
- Zougmore R, S Partey, Ouédraogo M, Torquebiau E, Campbell B. 2018.Faire face à la variabilité climatique en Afrique subsaharienne: analyse des possibilités offertes par l'agriculture intelligente face au climat pour gérer les risques liés au climat. *Cahiers Agriculture* 27 (3): 34001.
- https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/19057MALI_Resume_VNR_2018_final.pdf

Programme de restauration des terres dégradées

- Andrieu, N. "Prioriser les investissements pour une agriculture intelligente face au climat: leçons apprises du Mali." Systèmes agricoles , 2017.
- Aspe , Cecilia.«Redonner espoir au cœur du Sahel malien» Programme Alimentaire Mondial , 18 mai 2018. <https://insight.wfp.org/restoring-hope-in-the-heart-of-malis-sahel-33d194bae2cc>.
- Bayala, J., A. Kalinganire, Z. Tchoundjeu , F. Sinclair et D. Garrity.«Agriculture de conservation avec des arbres dans le Sahel ouest-africain - une revue.» Papier occasionnel. Nairobi, Kenya: Centre mondial d'agroforesterie, 2011.
- Birhanu, Birhanu Zemadim, Kalifa Traoré, Murali Krishna Gumma, Félix Badolo, Ramadjita Tabo et Anthony Michael Whitbread.«Une approche des bassins versants pour la gestion de l' agriculture pluviale dans la région semi-aride du sud du Mali: recherche intégrée sur l'utilisation de l'eau et des terres.»Environnement, développement et durabilité , 31 mars 2018. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0144-9>.
- Population de la ville. «Mali: Division administrative (cercles et communes)», 2009. <https://www.citypopulation.de/php/mali-admin.php>.
- Département de l'économie rurale et de l'agriculture. «Stratégie de développement de l'élevage en Afrique 2015-2035». Union africaine, 2015.
- Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.
- Atelier d'experts. Planification du projet de restauration des terres dégradées, 19 juin 2018.
- — —. Composantes du projet «Chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux», 19 juin 2018.
- FAO. "Rendre la terre fertile à nouveau | Action contre la désertification ", 2016. <http://www.fao.org/in-action/action-against-desertification/news-and-multimedia/detail/en/c/413125/>.
- Convention-cadre sur les changements climatiques. «Montant de la contribution déterminé au niveau national.» République du Mali: ONU, 2015.
- Alliance mondiale pour le changement climatique. «Bien public mondial et défis.» Commission européenne, 2016.
- Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.
- Knoema .«Objectifs de développement durable du Mali». Open Data for Africa, 2016. <http://mali.opendataforafrica.org/xvmbxuf/sustainable-development-goals-of-mali>.
- Morrison, J. "La « Grande muraille verte » n'a pas empêché la désertification, mais il a évolué en quelque chose qui peut - être. »Smithsonian.com, août 2016.
- Nations Online Project. «Carte politique du Mali», 2018. http://www.nationsonline.org/oneworld/map/mali_map.htm.
- Partey, S., R. Zougmore, M. Ouedraogo et B. Campbell. «Développer une agriculture intelligente face au climat pour faire face à la variabilité climatique en Afrique de l'Ouest: défis et leçons apprises.» Journal of Cleaner Production , 2018.
- Sogoba, B, A. Ba, R. Zougmore et O. Samake .»Comment établir un dialogue entre chercheurs et décideurs politiques pour l'adaptation au changement climatique au Mali: Analyse des défis, des contraintes et des opportunités.» Brouillon. Copenhague, Danemark: Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire, novembre 2014.
- USAID et USGS. "Restauration du paysage et reverdissement | Afrique de l'Ouest », 2016. <https://eros.usgs.gov/westafrica/land-restoration>.

Union économique et monétaire ouest-africaine. «Le traité modifié», 2018. <http://www.uemoa.int/en/amended-treaty>.

Centre mondial d'agroforesterie. «Restauration de terres dégradées pour la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté en Afrique de l'Est et au Sahel: concrétiser les succès de la restauration de terres», 2018. [http://www.worldagroforestry.org/project/restoration-degraded-land-food-security et réduction de la pauvreté en Afrique de l'Est et Sahel](http://www.worldagroforestry.org/project/restoration-degraded-land-food-security-et-reduction-de-la-pauvrete-en-Afrique-de-l-Est-et-Sahel).

Banque mondiale. « Projets: reconstruction du Mali et reprise économique», 2013. <http://projects.worldbank.org/P144442/?lang=en&tab=details>.

Institut des ressources mondiales. « Renforcer le reverdissement: six étapes pour réussir», 2015.

Zougmore, R. «Promotion de l'agriculture de conservation dans le contexte du programme de recherche du CCAFS en Afrique de l'Ouest, 2014.

Zougmore, R., Z. Zida et NF Kambou .«Rôle des amendements nutritionnels dans le succès des pratiques de conservation de l'eau et des sols en demi-lune au Burkina Faso semi-aride». Recherche sur le sol et le travail du sol 71, no.2 (1er juin 2003): 143–49. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00050-3)

Système de promotion de l'intensification du riz

CGIAR. «Centre du riz pour l'Afrique. » AfricaRice , 2018. <https://www.cgiar.org/research/center/africa-rice-center/>.

CIIFAD. «Système d'intensification du riz - Foire aux questions (FAQ). » Université Cornell, 2015. <http://SIR.ciifad.cornell.edu/aboutSIR/FAQs.html>.

Population de la ville. «Mali: Division administrative (cercles et communes)», 2009. <https://www.citypopulation.de/php/mali-admin.php>.

CORAF. «WAAPP, »2018. <http://www.coraf.org/fr/2018/02/13/SIR-is-increasing-farmers-incomes-in-mali/>.

Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest. «Vision 2020», 2008. <http://www.ecowas.int/about-ecowas/vision-2020/>.

Atelier d'experts. Composantes du projet de système d'intensification du riz, 19 juin 2018.

F Nwanze, Kanayo, Savitri Mohapatra, Patrick Kormawa, Shellemiah Keya et Samuel Bruce-Oliver.«Développement du riz en Afrique subsaharienne». Journal de la science de l'alimentation et de l'agriculture - J SCI FOOD AGR 86 (15 avril 2006): 675–77. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2415>.

FAO. «Système d'intensification de la riziculture (Mali) », 2015. <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/472737/>.

Index Mundi. «Mali Demographics Profile 2018», 2018. https://www.indexmundi.com/mali/demographics_profile.html.

Lancon, Frédéric et Olaf Erenstein .«Potentiel et perspectives de la production rizicole en Afrique de l'Ouest», 25-28, 2002.

ReliefWeb .«Au fur et à mesure que les besoins alimentaires de l'Afrique grandissent, la situation du riz au Mali montre la voie à suivre - Mali», 2016. <https://reliefweb.int/report/mali/africas-need-food-grows-mali-s-rice-turnaround-shows-way-forward>.

République du Mali. «Contribution déterminée au niveau national (CPDN)», 2015.

Styger , Erika.«Produire plus de riz avec moins d'intrants - Trois ans d'expérience au Mali.» SIR-Rice. Université Cornell, 2010.

— — —. «Accroître la production de riz intelligente face au climat en Afrique de l'Ouest» SIR-Rice. Université Cornell, 2016.

Styger, Erika, Malick Ag Attaher, Hamidou Guindo, Harouna Ibrahim, Mahamane Diaty, Ibrahima Abba et Mohamed Traoré. «Application du système de pratiques d'intensification de la riziculture dans l'environnement aride de la région de Tombouctou au Mali.» *Paddy and Water Environment* 9, no.1 (1er mars 2011): 137-44. <https://doi.org/10.1007/s10333-010-0237-z>.

ADRAO. «Tendances du riz en Afrique », 2007.

Revue de la population mondiale. «Mali Population 2018», 2018. <http://worldpopulationreview.com/countries/mali-population/>

Programme du service national d'information sur les sols

Agyarko , K. (2011). Détermination et restauration de la fertilité des sols par les agriculteurs locaux: le cas de la municipalité de Techiman au Ghana. *Journal mondial des sciences agricoles* 7 (6): 667-671, 2011 ISSN 1817-3047

AGCC. (2014). Mission d'Inventaire Forestier des Régions de Kayes, Koulikoro, Sikassom et Ségou.

Fondation Buffett. (2015). Le potentiel de l'Afrique pour l'agriculture.

CGIAR. Climate-Smart Agriculture 101. <https://csa.guide/csa/integrated-soil-fertility-management-isfm#tid-513>

Unité néerlandaise de durabilité. (2016). Profil du changement climatique: Mali.

ESDAC. (2014). Atlas des sols de l'Afrique. https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Africa_Atlas/Index.html

FAO. (2017). Fiche documentaire par pays sur les tendances en matière de politique alimentaire et agricole.

Lambrecht, I., Vanlauwe, B. et Maertens , M. (2015). Gestion intégrée de la fertilité des sols: de la conception à la pratique dans l'est de la RD du Congo. *Journal international de la durabilité agricole*, 14 (1), pp.100-118.

Ministère du développement rural.(2014). Plan National d'Investissements Dans Le Secteur Agricole (PNISA).

Ministère du développement rural. (2013). Politique du développement agricole du Mali (PDA).

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. (2011). Stratégie Nationale Changements Climatiques.

Panel de Montpellier. (2014). Aucune matière ordinaire: Conserver, restaurer et améliorer les sols de l'Afrique.

Roobroeck , D. (2016). Gestion intégrée de la fertilité des sols: contributions du cadre et des pratiques à l'agriculture intelligente face au climat. GACSA

Sanginga , N. (2009). Gestion intégrée de la fertilité des sols en Afrique: principes, pratiques et processus de développement.

Vanlauwe , A. (2017) Regard sur le passé et l'avenir: 50 ans de recherche sur la gestion de la fertilité des sols et de sols en Afrique subsaharienne .*Journal international de la durabilité agricole* 15: 6, pages 613-631.

Programme de développement du blé intelligent face au climat

Andrieu, N. (2017). Donner la priorité aux investissements pour une agriculture intelligente face au climat: enseignements tirés du Mali. *Agricultural Systems* , 154, pp.13-24.

Unité néerlandaise de durabilité. (2016). Profil du changement climatique: Mali.

El Solh , M. (2012). Présentation. Blé pour la sécurité alimentaire en Afrique: défis et potentiel, Addis-Abeba. Centre international de recherche agricole dans les zones arides (ICARDA)

F AO. (2017). Fiche documentaire par pays sur les tendances en matière de politique alimentaire et agricole.

Mason, N. (2015). La demande croissante de blé en Afrique: tendances, facteurs déterminants et implications pour les politiques. *Development Policy Review* , 33 (5), pp.581-613.

Ministère du développement rural.(2014). Plan National d'Investissements Dans Le Secteur Agricole (PNISA).

Ministère du développement rural.(2013). Politique du développement agricole du Mali (PDA).

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.(2011). Stratégie Nationale Changements Climatiques.

Rana et al. (2017) Système d'intensification du blé (SWI) - Une nouvelle approche pour augmenter le rendement en blé dans les systèmes d'exploitation des petits exploitants. *Journal des sciences appliquées et naturelles* 9 (3).

SciDevNet (2018) Un projet utilisant la R & D modifie la culture du blé en Afrique.

Styger , E. (2009). Le système d'intensification du blé (SWI): test initial réalisé par des agriculteurs à Goundam et Dire, Tombouctou, Mali. Initiative de sécurité alimentaire de Tombouctou (TFSI)

Banque mondiale. (2015). Cadre de partenariat de pays pour la République du Mali.

