

# Pratiques agricoles durables innovantes : ouvrir la voie à des systèmes alimentaires résilients et à la conservation de l'environnement

Résumé technique de l'innovation

Août 2024

CLAB-Africa



Monde Rapiya, Wayne Truter, Abel Ramoelo, Colleta

# PRATIQUES AGRICOLES DURABLES INNOVANTES : OUVRIR LA VOIE À DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES RÉSILIENTS ET À LA CONSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT

---

Monde Rapiya

Wayne Truter

Abel Ramoelo

Colleta Gandidzanwa

## Résumé

La dégradation des terres, la perte de biodiversité et les sécheresses induites par le changement climatique posent d'importants défis écologiques à l'échelle mondiale, l'Afrique étant particulièrement vulnérable en raison de près de la moitié de sa superficie et d'une grande partie de sa population touchée par ces facteurs. Le coût annuel de la dégradation des terres en Afrique s'élève à environ 9,3 milliards de dollars, ce qui souligne l'urgence de s'attaquer à ce problème. Près de 80 % des terres arables de l'Afrique sont dégradées, ce qui entraîne une baisse significative de la productivité alimentaire et une aggravation de l'insécurité alimentaire. Par conséquent, 22 % de la population du continent est actuellement confrontée à l'insécurité alimentaire.

Des pratiques agricoles durables innovantes telles que l'agroécologie, l'agroforesterie et l'agriculture intelligente face au climat (AIC) peuvent jouer un rôle clé pour relever ces défis. L'agroécologie intègre des principes écologiques dans les systèmes agricoles, favorisant la biodiversité, la santé des sols et la résilience, tout en minimisant les intrants externes. L'agroforesterie, qui associe des arbres à des cultures ou à du bétail pour améliorer la fertilité des sols, la biodiversité et les services écosystémiques, offre une approche prometteuse de la gestion durable des terres. Les pratiques d'AIC visent à accroître la productivité agricole, à améliorer la résilience du système et à atténuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) en réponse aux changements climatiques.

Malgré les avantages de ces pratiques durables, leur adoption peut être entravée par divers défis, notamment des coûts élevés, des incitations financières limitées et un manque d'éducation et de sensibilisation. Pour surmonter ces obstacles, les recommandations comprennent la promotion de l'éducation et du renforcement des capacités, l'élaboration de cadres politiques favorables, le renforcement de la collaboration, l'élimination des obstacles financiers, la réalisation de démonstrations sur le terrain et la sensibilisation des consommateurs.

Il est crucial d'adopter des pratiques agricoles durables pour construire des systèmes alimentaires résilients capables de s'adapter au changement climatique, d'atténuer la dégradation des terres, de conserver la biodiversité et de garantir les moyens de subsistance des générations actuelles et futures. En hiérarchisant ces stratégies et en encourageant la collaboration entre les parties prenantes, nous pouvons atteindre une productivité agricole élevée avec un faible impact environnemental, garantissant ainsi un avenir durable et sûr sur le plan alimentaire pour tous.

## Arrière-plan

### Introduction générale

La complexité des défis mondiaux exige des approches intégrées, transdisciplinaires et novatrices pour y relever. C'est pourquoi le Programme de développement durable à l'horizon 2030, adopté à l'unanimité lors du Sommet des Nations Unies sur le développement durable en septembre 2015, a positionné la science, la technologie et l'innovation (STI) comme l'un des sept domaines d'action clés pour atteindre les objectifs de développement durable (ODD). Selon l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel et l'Équipe spéciale interinstitutions des Nations Unies sur la science, la technologie et l'innovation pour les ODD (2022), la STI est essentielle à la réalisation des ODD, en particulier pour les cibles liées au bien-être humain, telles que la santé, l'eau propre et l'assainissement, le changement climatique, l'énergie propre, le travail décent et la production responsable.

L'innovation implique une nouvelle façon de produire, de livrer ou d'utiliser des biens et des services basée sur de nouvelles technologies, de nouveaux modèles d'affaires ou de nouveaux modes d'organisation économique ou sociale. Les nouvelles technologies, les nouveaux modèles et les nouvelles méthodes peuvent apporter des solutions qui répondent aux défis existants, en particulier aux problèmes complexes tels que ceux auxquels nous sommes actuellement confrontés dans les domaines du climat, des terres, de l'agriculture et de la biodiversité.

Le projet Climat, terres, agriculture et biodiversité (CLAB-Africa) est une initiative de Future Africa (Université de Pretoria) hébergée par le Centre d'excellence en systèmes alimentaires durables de l'Alliance des universités de recherche africaines (ARUA). CLAB-Africa vise à fournir une plateforme à la communauté scientifique africaine pour contribuer au travail de développement des gouvernements africains et des institutions de développement sous la forme de recommandations fondées sur la science et réalisables – y compris celles liées à l'innovation – au sein de quatre groupes identifiés : (i) l'impact

du climat sur les systèmes alimentaires, (ii) la restauration des terres et la biodiversité, (iii) la santé et le bien-être des personnes, des animaux et des écosystèmes, et iv) l'utilisation des ressources terrestres, hydrauliques et énergétiques.

Le thème de **l'impact climatique sur les systèmes alimentaires** vise à élaborer des recommandations pour l'application de la science du changement climatique afin d'améliorer les systèmes alimentaires, de contribuer à la sécurité alimentaire et de réduire la pauvreté. En outre, le thème se penche sur la manière dont les énergies renouvelables peuvent servir de solution alimentaire sensible au climat et sur la manière dont la diversité végétale de l'Afrique peut améliorer le rendement des cultures et la nutrition.

Le thème **de la restauration des terres et de la biodiversité** se concentre sur les recommandations de restauration des terres pour améliorer la biodiversité dans les paysages agricoles, atteignant ainsi la résilience agricole et la neutralité face à la dégradation des terres. La dégradation des terres est l'un des défis écologiques les plus pressants, affectant la plupart des terres dans le monde. On estime à 3,2 milliards le nombre de personnes qui dépendent des terres dégradées pour la nourriture, l'eau et d'autres services écosystémiques essentiels (Brondízio et al., 2019).

Le thème **Utilisation des terres, de l'eau et des ressources énergétiques** vise à élaborer des recommandations pour une utilisation optimale des ressources afin d'améliorer la production alimentaire, de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et de préserver l'équilibre écologique de l'environnement.

Le thème de **la santé et du bien-être des personnes, des animaux et des écosystèmes** vise à formuler des recommandations pour améliorer la santé humaine par des interventions dans les écosystèmes et la santé animale. Le thème s'attaque aux défis qui ont un impact sur la santé et le bien-être des personnes, des animaux et de l'environnement et s'efforce de développer des solutions durables pour améliorer la qualité de vie.

Cette synthèse technique de l'innovation évalue les innovations disponibles dans le contexte de la restauration des terres et de la biodiversité. En plus d'identifier des solutions innovantes dans ce domaine thématique CLAB-Afrique, ce résumé technique de l'innovation met en évidence la durabilité, l'efficacité, l'évolutivité, l'adaptabilité et la viabilité économique de ces innovations. Des recommandations clés et l'impact potentiel des innovations seront également présentés.

### **Vue d'ensemble des impératifs critiques : Lutter contre la dégradation des terres, la perte de biodiversité et l'insécurité alimentaire en Afrique**

La dégradation des terres, la perte de biodiversité et les sécheresses induites par le changement climatique constituent les défis écologiques critiques de l'humanité. Ces problèmes ont été reconnus dans plusieurs rapports d'évaluation précédents du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), soulignant leur importance dans les efforts mondiaux de durabilité. Par exemple, les rapports du GIEC de 2006, 2014 et 2019 ont tous abordé les impacts de la dégradation des terres et ses implications pour la santé des écosystèmes et le bien-être humain. Dans le cinquième rapport d'évaluation (RE5) du Groupe de travail III du GIEC, la dégradation des terres est identifiée comme un facteur clé contribuant aux incertitudes concernant le potentiel d'atténuation des écosystèmes terrestres (Smith *et al.*, 2014). Cela met en évidence l'interaction complexe entre les pratiques d'utilisation des terres, la santé des écosystèmes et les stratégies d'atténuation du changement climatique. Les pays africains sont particulièrement vulnérables à la dégradation des terres, avec près de 46 % de la superficie terrestre du continent touchée et environ 485 millions de personnes, soit 65 % de la population (GIEC, 2019), touchées par ce problème. Le coût annuel de la dégradation des terres en Afrique est stupéfiant, atteignant environ 9,3 milliards de dollars (Bululta *et al.*, 2022 ; GIEC, 2019).

En outre, près de 80 % des terres arables en Afrique sont dégradées, ce qui entraîne une perte

annuelle de nutriments allant de 30 à 60 kg par hectare (Steensland, 2022). Cette dégradation exacerbe le déclin de la productivité alimentaire, qui est encore aggravé par le réchauffement climatique, des études suggérant une diminution de 5 % de la productivité pour chaque degré de réchauffement au-delà des niveaux historiques. Par conséquent, environ 22 % de la population africaine, soit 277 millions de personnes, sont actuellement confrontées à l'insécurité alimentaire, et ce nombre devrait atteindre 350 millions d'ici 2050 en l'absence de mesures d'adaptation pratiques et efficaces (Challinor *et al.*, 2014). Ces statistiques alarmantes soulignent la nécessité urgente d'une action immédiate et intensive pour lutter contre la dégradation des terres, améliorer la conservation de la biodiversité et renforcer la résilience des systèmes alimentaires africains. Reconnaître l'ampleur du défi et investir dans des pratiques de gestion durable des terres sont des étapes cruciales pour atténuer les effets néfastes de la dégradation des terres, préserver la fonctionnalité des écosystèmes et garantir les moyens de subsistance des générations actuelles et futures en Afrique et au-delà.

Il est crucial d'adopter des systèmes agricoles, tels que l'agroécologie, l'agroforesterie et l'AIC, qui utilisent les ressources naturelles de manière efficace et durable, réduisant ainsi l'impact environnemental, optimisant l'utilisation des intrants et générant de multiples avantages. À l'échelle mondiale, l'agroécologie et l'agroforesterie ont fait preuve d'une résilience remarquable pour répondre à la demande croissante de production alimentaire face au changement climatique. Ces approches sont considérées comme des stratégies alternatives essentielles pour parvenir à une production alimentaire durable au sein d'écosystèmes respectueux de l'environnement (Garnett, 2014). Il a été prouvé que l'agroécologie, l'agroforesterie et les pratiques d'AIC améliorent l'efficacité des exploitations agricoles, assurent la stabilité et la résilience de la production alimentaire, réduisent les coûts et offrent divers avantages pour l'écosystème (Ponisio *et al.*, 2015). Un rapport de l'Organisation des Nations Unies pour

l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2014) recommande que les pratiques agricoles durables soient écologiquement, économiquement et socialement responsables, contribuant à la sécurité alimentaire par la disponibilité, l'accessibilité, l'utilisation et la stabilité. Par conséquent, ce travail de recherche vise à promouvoir la mise en œuvre de pratiques agricoles durables – en particulier l'agroécologie, l'agroforesterie et l'AIC – en tant que parties intégrantes des stratégies de gestion des terres en Afrique, atténuant ainsi la dégradation des terres, renforçant la conservation de la biodiversité et améliorant la sécurité alimentaire. Les objectifs spécifiques de ce résumé technique de l'innovation sont les suivants :

- Promouvoir l'adoption généralisée de l'agroécologie, de l'agroforesterie et des pratiques d'AIC parmi les agriculteurs africains par le biais d'initiatives d'éducation, de formation et de renforcement des capacités.
- Faciliter l'élaboration et la mise en œuvre de cadres politiques et d'incitatifs qui soutiennent les pratiques de gestion durable des terres, en mettant l'accent sur l'amélioration de la santé des sols, la conservation de l'eau et la résilience des écosystèmes.
- Renforcer la collaboration et l'échange de connaissances entre les gouvernements, les organisations non gouvernementales (ONG), les instituts de recherche et les communautés locales afin de développer les initiatives agricoles durables réussies et de les adapter à divers contextes socio-économiques et écologiques à travers l'Afrique.

En donnant la priorité à ces stratégies et en encourageant la collaboration entre les parties prenantes telles que les petits exploitants agricoles, les scientifiques et les décideurs politiques, il est possible d'atteindre une productivité agricole élevée avec un faible impact sur l'environnement et garantira la durabilité à long terme de nos systèmes alimentaires.

## Pratiques agricoles durables innovantes

### Agroécologie et pratiques agroforestières

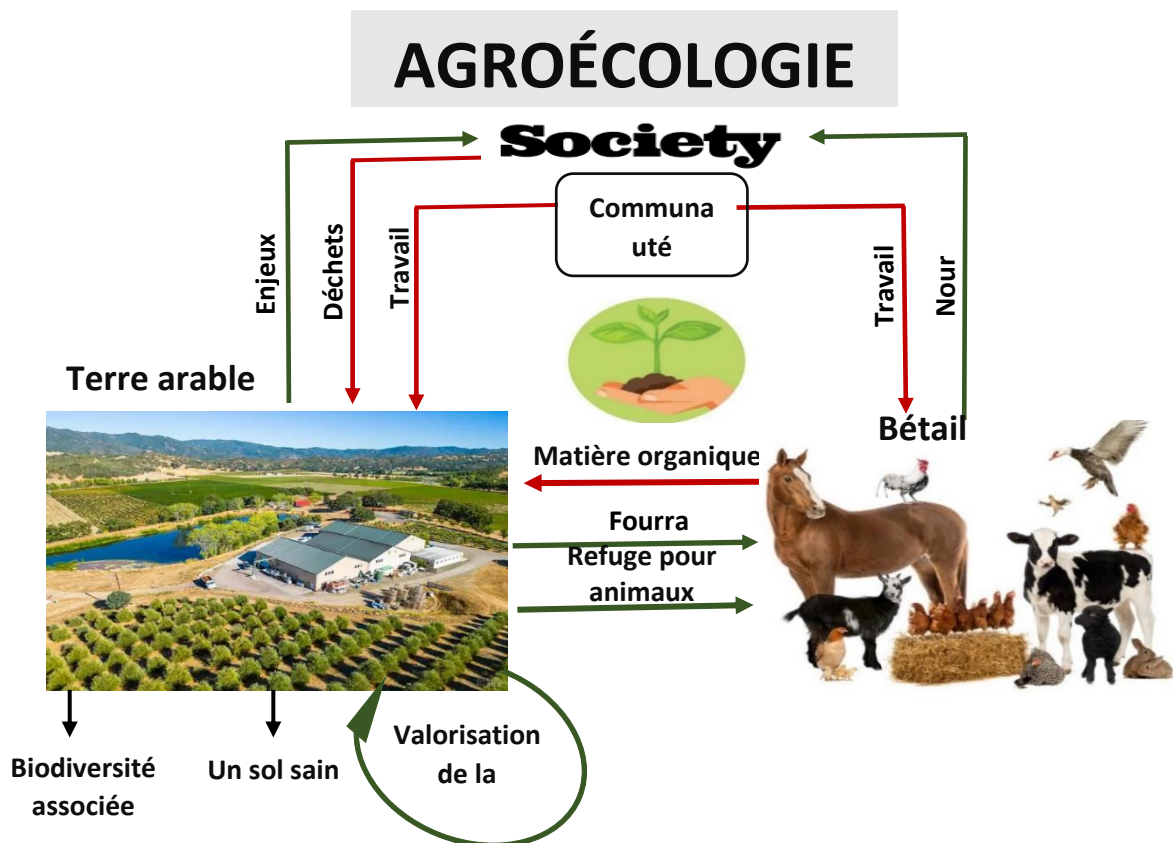
Les défis interdépendants de la dégradation des terres, de la perte de biodiversité et du changement climatique constituent des menaces importantes pour la durabilité des systèmes alimentaires, terrestres et hydriques, exacerbant la vulnérabilité aux événements extrêmes (Nguyen *et al.*, 2023 ; Rhodes, 2014). En réponse, l'agroécologie est apparue comme une approche holistique pour relever ces défis en intégrant des principes écologiques dans les pratiques agricoles. Cette innovation, également connue sous le nom d'agriculture écologique, est un fondement scientifique pour des pratiques agricoles durables. L'agroécologie est apparue dans les années 1980 en réponse aux problèmes causés par les méthodes agricoles traditionnelles, dans le but de trouver des moyens plus durables et respectueux de l'environnement de cultiver des aliments tout en protégeant les ressources de la terre (Marsden, 2009). Il s'appuie sur les principes et les théories de l'écologie, en les appliquant aux systèmes agricoles gérés par l'homme. En encourageant une relation saine entre les gens et l'alimentation, l'agroécologie met l'accent sur les solutions écologiques, le développement économique communautaire et la transition vers des systèmes agricoles durables (Çakmakçı *et al.*, 2023). Cette approche agricole améliore la gestion des ressources naturelles et atténue les impacts environnementaux tout en s'attaquant aux défis de gouvernance et sociaux au sein des systèmes alimentaires et agricoles actuels. Cette approche a suscité beaucoup d'attention, car elle offre un moyen de conserver, de gérer et de restaurer la nature tout en assurant une production alimentaire saine et en sécurisant les moyens de subsistance des personnes concernées (FAO, 2019). Ancrée sur des principes écologiques, l'agroécologie fournit un cadre pour la gestion durable des systèmes agroalimentaires, englobant diverses pratiques telles que la réduction du travail du sol, l'élimination des engrais et des pesticides de synthèse et l'intégration de solutions basées sur la biodiversité pour cultiver des agroécosystèmes durables et résilients (Gliessman, 2014).

L'agroforesterie a également été largement reconnue pour son potentiel à améliorer la productivité agricole en tirant parti des effets bénéfiques des plantes ligneuses sur les propriétés du sol (Gupta *et al.*, 2023). Cette stratégie d'utilisation des terres intègre des plantes ligneuses vivaces dans les paysages agricoles, en appliquant des principes écologiques pour améliorer la stabilité écologique, la qualité de l'eau et la diversification des écosystèmes. De plus, l'agroforesterie est prometteuse pour faire progresser la production durable, renforcer la sécurité alimentaire et relever les défis posés par le changement climatique et la perte de biodiversité (Olsson *et al.*, 2019 ; Nkansah-Dwamena, 2023).

En cultivant des arbres et des arbustes aux côtés de cultures ou d'animaux sur les terres agricoles et les pâturages, l'agroforesterie favorise une production alimentaire plus durable et contribue à l'atténuation du changement climatique, à la sécurité alimentaire et à la génération de revenus. Par exemple, les petits propriétaires terriens africains ont adopté l'agroforesterie pour améliorer la production alimentaire et renforcer la durabilité environnementale (Montagnini & Metzler, 2017). De nombreuses études de cas à travers l'Afrique mettent en évidence les avantages des systèmes agroforestiers pour répondre aux besoins des communautés rurales, conserver les ressources naturelles, promouvoir le

développement durable et améliorer les services écosystémiques (Chirwa *et al.*, 2015 ; Leakey, 1998 ; Santoro, 2023 ; Syano *et al.*, 2016).

Les arbres dans les systèmes agricoles jouent un rôle essentiel dans la récupération et la redistribution des nutriments lessivés par leurs racines profondes. Ils reconstituent également la teneur en matière organique et en nutriments du sol par l'ajout de litière et les processus de décomposition (Kassa *et al.*, 2022). De ce fait, l'agroforesterie offre de nombreux avantages, notamment la restauration des services écosystémiques endommagés, la réhabilitation des terres dégradées et la protection des zones sensibles. Lorsqu'elle est mise en œuvre parallèlement à des systèmes de gestion écologiques, l'agroforesterie peut diversifier considérablement les systèmes de production, améliorer la durabilité de l'agriculture biologique et sauvegarder les agroécosystèmes pour une viabilité à long terme. L'importance de la décomposition de la litière dans le cycle des nutriments est que la plupart des nutriments absorbés par les plantes peuvent ensuite retourner au sol. Ce processus, médié par les microbes du sol, représente un mécanisme essentiel pour le retour de la matière organique complexe dans le sol, en complément d'autres voies nutritives telles que le lessivage abiotique (Rolo *et al.*, 2023).



*Graphique 1 : Les interconnexions entre les éléments dans la pratique de l'agroécologie (adapté de Garcia-Oliveira et al., 2022).*

## Pratiques agricoles intelligentes face au climat

Selon la FAO (2022), le changement climatique a intensifié la variabilité et l'imprévisibilité des conditions météorologiques, ce qui a eu un impact profond sur divers aspects de la vie humaine et de la sécurité des moyens de subsistance. Les pratiques de l'AIC sont apparues comme des solutions prometteuses à ces défis. L'AIC englobe une gamme de techniques agricoles, telles que la diversification des cultures, l'utilisation de variétés de cultures résistantes à la sécheresse et l'agriculture de conservation, visant à augmenter la productivité agricole et à renforcer la résilience du système tout en atténuant les émissions de GES (FANRPAN, 2014 ; Muriithi et al., 2021). Reconnaissant la nécessité urgente de s'attaquer aux vulnérabilités liées au climat, les partenaires mondiaux du développement comme la Banque mondiale ont considérablement accru leur soutien à l'intensification des initiatives d'AIC, en particulier dans les régions très sensibles au changement climatique, comme substantiel de 3,8 milliards de dollars pour mettre en œuvre des

projets d'AIC dans 30 pays africains (Banque mondiale, 2018). Ces initiatives visent à renforcer la résilience climatique et à améliorer les moyens de subsistance de millions de petits exploitants agricoles, soulignant l'importance des efforts de collaboration pour relever les défis multiformes posés par le changement climatique (Banque mondiale, 2018).

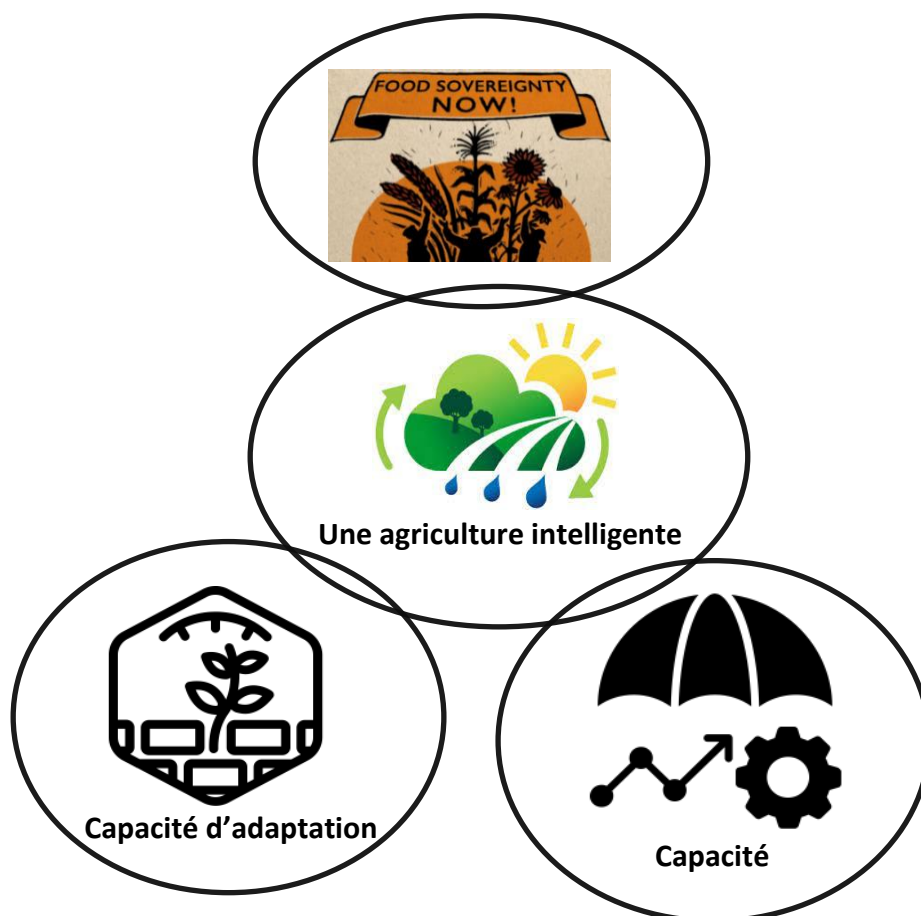
Plusieurs études menées dans divers contextes africains ont souligné la nécessité cruciale d'adopter des pratiques d'AIC pour relever les défis continentaux tels que la dégradation des terres et l'insécurité alimentaire. Par exemple, une étude menée au Nigeria par Gabriel et al. (2023) ont montré que si les petits exploitants agricoles comprennent les outils et les pratiques d'AIC, les taux d'adoption de solutions à plus forte intensité de connaissances ou de capital, comme la gestion des sols et l'agroforesterie, restent faibles. Cela souligne la nécessité de s'attaquer aux obstacles sous-jacents tels que l'accès limité aux services de vulgarisation, au capital d'investissement et aux outils de gestion des

risques pour faciliter une adoption plus large de l'ASC.

De même, les recherches menées au Kenya, au Malawi et au Nigeria par Phiri *et al.* (2022) montre des niveaux variables d'adoption de l'ASC dans les zones agroécologiques, certaines pratiques telles que la rotation des cultures, le travail minimal ou nul du sol et l'agroforesterie étant couramment adoptées dans les trois pays. Les auteurs soulignent l'importance d'intensifier les campagnes de sensibilisation ciblant différents groupes de genre et de consolider les bases de données d'informations sur l'AIC en Afrique de l'Est, australe et de l'Ouest afin de promouvoir l'adoption généralisée et l'évolutivité des pratiques d'AIC dans toutes les régions.

De plus, une étude menée en Afrique australe par Mutengwa *et al.* (2023) souligne la grande vulnérabilité de l'agriculture paysanne aux facteurs de stress liés au changement climatique en raison de facteurs tels que le faible accès aux

ressources, la pauvreté, la médiocrité des infrastructures et l'insuffisance des services de conseil. Ces facteurs contribuent également à l'adoption limitée des pratiques d'AIC par les petits exploitants agricoles, exacerbant l'insécurité alimentaire et les difficultés de subsistance. L'étude recommande de promouvoir l'adoption de l'AIC par les petits exploitants agricoles en privilégiant les politiques inclusives facilitant la participation des petits exploitants – en particulier des femmes – à la gouvernance par le biais de l'élaboration de politiques ascendantes. Des efforts coordonnés sont nécessaires pour surmonter les obstacles à l'adoption en réduisant la dépendance à l'égard de l'aide des donateurs, en adoptant des politiques favorables à l'AIC et en assurant une participation équitable des parties prenantes à la promotion des technologies d'AIC.



**Graphique 2** : Les principes fondamentaux de l'agriculture intelligente face au climat (adapté de Jat *et al.*, 2020)

**Tableau 1 : Critères d'évaluation de l'agroécologie, de l'agroforesterie et des pratiques agricoles intelligentes face au climat dans les systèmes agricoles**

	<b>Pratiques d'agroécologie</b>	<b>Pratiques agroforestières</b>	<b>Pratiques agricoles intelligentes face au climat</b>
<b>Durabilité</b>	L'agroécologie met l'accent sur les principes écologiques pour développer des systèmes agricoles qui améliorent la biodiversité, la santé des sols et la résilience, en promouvant des pratiques agricoles durables.	L'agroforesterie intègre les arbres aux cultures ou au bétail, offrant de multiples avantages tels que l'amélioration de la fertilité des sols, la conservation de la biodiversité et l'atténuation du changement climatique, contribuant ainsi à une gestion durable des terres.	L'agriculture intelligente face au climat intègre des pratiques qui aident les agriculteurs à s'adapter et à atténuer les impacts du changement climatique tout en favorisant la productivité, la résilience et la durabilité environnementale. Cependant, elle peut parfois privilégier les gains à court terme par rapport aux préoccupations de durabilité à long terme.
<b>Efficacité</b>	L'agroécologie intègre des principes écologiques dans les systèmes agricoles, favorisant la résilience et améliorant les services écosystémiques tout en minimisant les intrants externes.	L'agroforesterie améliore efficacement la séquestration du carbone, la biodiversité et la fertilité des sols tout en fournissant de multiples produits et services écosystémiques en combinant les arbres avec les cultures ou le bétail, maximisant l'efficacité de l'utilisation des terres et favorisant l'équilibre écologique.	Efficace pour renforcer la résilience aux changements climatiques, réduire les émissions de gaz à effet de serre et assurer la sécurité alimentaire des communautés vulnérables.
<b>Évolutivité</b>	Les pratiques agroécologiques peuvent être mises à l'échelle grâce à des initiatives communautaires et à un soutien politique. Néanmoins, ils peuvent être confrontés à des défis en raison de la nécessité d'adopter des approches adaptées aux écosystèmes locaux et aux contextes socio-économiques.	Les pratiques agroforestières peuvent être mises à l'échelle efficacement en raison de leur adaptabilité à divers environnements, de leur potentiel d'intégration dans les systèmes agricoles existants et de leurs multiples avantages tels que l'augmentation de la biodiversité et de la fertilité des sols.	Les pratiques agricoles intelligentes face au climat peuvent être étendues grâce à des investissements ciblés, au partage des connaissances et à des incitations politiques. Néanmoins, ils peuvent nécessiter un examen attentif de la variabilité climatique locale, de l'adoption de technologies et des facteurs socio-économiques.
<b>Adaptabilité</b>	Les pratiques d'agroécologie peuvent être adaptées à des environnements spécifiques, ce qui les rend polyvalentes et efficaces dans tous les contextes géographiques et écologiques.	Les systèmes agroforestiers peuvent être personnalisés pour s'adapter à divers paysages, mais ils peuvent nécessiter des conditions spécifiques propices aux interactions arbres-cultures pour des résultats optimaux.	L'agriculture intelligente face au climat intègre diverses pratiques et technologies qui peuvent être mises en œuvre de manière flexible dans différents contextes agricoles, aidant ainsi les agriculteurs à atténuer les impacts du changement climatique tout en améliorant la productivité et la résilience.
<b>Résilience</b>	Les pratiques agroécologiques favorisent la biodiversité, la santé des sols et les méthodes naturelles de lutte contre les ravageurs, contribuant ainsi à des systèmes agricoles résilients et adaptables aux changements et aux perturbations environnementaux.	L'agroforesterie intègre des arbres et des arbustes dans les paysages agricoles, améliorant la biodiversité, la fertilité des sols et la régulation du microclimat, augmentant ainsi la résilience à la variabilité climatique et aux événements météorologiques extrêmes.	L'agriculture intelligente face au climat utilise des stratégies pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre, améliorer la séquestration du carbone et s'adapter aux impacts du changement climatique, dans le but de construire des systèmes agricoles modérément résilients capables de faire face à l'évolution des conditions environnementales.

<b>Engagement communautaire</b>	Les pratiques d'agroécologie impliquent les communautés locales dans la prise de décision participative pour combiner les connaissances autochtones et les techniques agricoles modernes, favorisant ainsi la résilience écologique et l'équité sociale.	Les campagnes de plantation d'arbres menées par les écoles locales, les groupes communautaires et les services de vulgarisation agricole sensibilisent et impliquent les résidents dans la gestion durable des terres.	Les pratiques d'agriculture intelligente face au climat autonomisent les communautés grâce à des plateformes de partage des connaissances, permettant aux agriculteurs de s'adapter aux conditions climatiques changeantes tout en augmentant la résilience et en réduisant les impacts environnementaux.
<b>Efficacité des ressources</b>	L'agroécologie maximise l'efficacité des ressources en imitant les écosystèmes naturels, en utilisant des cultures diversifiées et en réduisant la dépendance à l'égard des intrants externes tels que les engrais et les pesticides.	L'agroforesterie intègre les arbres et les arbustes dans les systèmes agricoles, optimisant l'utilisation des ressources en améliorant la fertilité des sols, la rétention d'eau et la biodiversité tout en fournissant des produits supplémentaires tels que des fruits, du bois et du fourrage.	L'agriculture intelligente face au climat utilise des pratiques qui améliorent la productivité et la résilience au changement climatique, en utilisant efficacement les ressources grâce à l'agriculture de précision, à l'amélioration de l'irrigation et aux techniques de conservation des sols tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.
<b>Intégration technologique</b>	L'utilisation de technologies d'agriculture de précision telles que les SIG (systèmes d'information géographique) et la télédétection permet d'optimiser l'utilisation des terres et de minimiser l'impact environnemental, en favorisant des pratiques agricoles durables ancrées dans des principes écologiques.	L'intégration d'appareils et de capteurs en ligne pour surveiller l'humidité du sol, les niveaux de nutriments et les conditions microclimatiques dans les systèmes agroforestiers favorise une gestion efficace des ressources et améliore la productivité tout en préservant la biodiversité.	La mise en œuvre d'outils d'analytique de données et de modélisation prédictive pour évaluer les risques climatiques permet aux agriculteurs de prendre des décisions éclairées sur la sélection des cultures, le moment de la plantation et les stratégies de gestion de l'eau pour s'adapter aux conditions environnementales changeantes et atténuer les impacts liés au climat sur la production agricole.
<b>Alignement des politiques</b>	Les pratiques agroécologiques s'alignent sur les politiques qui promeuvent des méthodes d'agriculture durables, en mettant l'accent sur l'importance de l'équilibre écologique et de la conservation de la biodiversité au sein des systèmes agricoles.	Les pratiques agroforestières s'alignent sur les politiques favorisant l'utilisation diversifiée des terres en intégrant des arbres et des arbustes aux cultures traditionnelles, en améliorant les services écosystémiques et en favorisant la résilience au changement climatique.	Les pratiques d'agriculture intelligente face au climat s'alignent sur les politiques axées sur la mise en œuvre de techniques agricoles qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre, conservent l'eau et améliorent la santé des sols, contribuant ainsi aux efforts d'atténuation et d'adaptation au changement climatique dans l'agriculture.
<b>Viabilité économique</b>	L'agroécologie améliore la viabilité économique à long terme en réduisant les coûts des intrants grâce à la lutte naturelle contre les ravageurs, au cycle des nutriments et à la diversification des systèmes de culture, ce qui permet d'augmenter les rendements et la résilience face au changement climatique.	La viabilité économique de l'agroforesterie varie en fonction de facteurs tels que le choix des espèces d'arbres, la demande du marché pour les produits forestiers et l'intégration avec d'autres activités agricoles. Néanmoins, dans l'ensemble, il offre le potentiel d'une rentabilité accrue grâce à des flux de revenus diversifiés, à l'amélioration des sols et aux services écosystémiques.	La viabilité économique de l'agriculture intelligente face au climat dépend de stratégies d'adaptation telles que l'agriculture de précision, l'amélioration de la gestion de l'eau et la résilience des variétés de cultures. Cela peut augmenter la productivité et l'efficacité des ressources et réduire les risques de production, améliorant ainsi la rentabilité et la durabilité des exploitations agricoles.

## Études de cas et programmes pilotes

L'agroécologie s'est avérée être une approche pratique et réussie, en particulier en Afrique. Par exemple, au Burkina Faso, les pratiques agroécologiques telles que les trous de zaï et la régénération naturelle gérée par les agriculteurs (RNA) ont montré une viabilité économique et des avantages écologiques significatifs. Les trous de zaï améliorent la fertilité du sol et la rétention d'eau, augmentant les rendements et élargissant les ressources des agriculteurs. De même, la RNA réintroduit efficacement le couvert arboré sur les terres dégradées, doublant les rendements des cultures et réduisant la vulnérabilité aux impacts de la sécheresse, améliorant ainsi la sécurité alimentaire et la résilience des ménages dans les régions arides.



**Graphique 3** : Un agriculteur de la région de l'Est du Burkina Faso prépare des fosses de plantation de zaï et des demi-lunes, conçues pour capter les eaux de ruissellement

Source: Bruil et Gubbels (2019)

Trois études de cas démontrent les efforts récents visant à accroître les avantages de l'agroforesterie – à savoir, des arbustes fourragers au Kenya, des jachères améliorées en Zambie et des bandes de végétation naturelles avec le Landcare Movement aux Philippines. Ces exemples mettent en évidence cinq facteurs clés facilitant l'expansion de l'agroforesterie : la recherche et la vulgarisation centrées sur les agriculteurs, diverses

options techniques, le renforcement des capacités institutionnelles locales, le partage des connaissances et les partenariats stratégiques. Cependant, des défis persistent en matière de commercialisation, de distribution de matériel génétique et de soutien politique. Pour relever ces défis, les facilitateurs doivent élaborer des stratégies de sortie, maintenir des approches ascendantes, adapter les stratégies réussies à divers contextes, évaluer les décisions de mise à l'échelle et réduire les coûts associés pour assurer la mise à l'échelle efficace des innovations agroforestières.

Essais participatifs à la ferme en Afrique du Sud, dirigés par Luxon Nhamo *et al.* (2023), a démontré les avantages de la mise en œuvre de technologies d'irrigation intelligentes face au climat (CSIT) dans l'agriculture paysanne. Ces essais ont englobé diverses conditions climatiques et ont impliqué les agriculteurs qui se sont activement engagés avec le CSIT, ce qui comprenait non seulement des méthodes d'irrigation, mais aussi des pratiques agricoles plus larges et intelligentes face au climat, comme l'application d'engrais organiques et le paillage.

Grâce à l'engagement et à la formation des parties prenantes, les agriculteurs ont appris à mettre en œuvre efficacement la CSIT, ce qui a permis d'augmenter la productivité, d'améliorer les rendements des cultures et d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Ces efforts ont également renforcé la résilience aux impacts du changement climatique.

Le succès de l'intervention a été mis en évidence par l'implication de plus de 100 agriculteurs et agents de vulgarisation, ainsi que par l'élaboration de supports de formation dans les langues locales dans le but d'autonomiser les petits exploitants agricoles et d'améliorer leurs moyens de subsistance. De plus, l'accueil positif de ces pratiques et technologies au sein de la communauté, y compris chez les jeunes, indique le potentiel d'adoption généralisée et d'évolutivité de la CSIT. Ce type d'intervention renforce non seulement la résilience des petits exploitants agricoles, mais contribue également à la réalisation des objectifs de développement durable (ODD).



**Figures 4 et 5 : Pré-plantation intelligente face au climat**

Source: Edward Acquah

### Défis et mesures d'atténuation

Individuellement, chaque pratique agricole durable innovante – agroécologie, agroforesterie et AIC – est confrontée à son propre ensemble de défis et nécessite des mesures d'atténuation uniques pour les contrer. L'agroécologie peut rencontrer des difficultés dans sa mise à l'échelle en raison de la nécessité d'approches adaptées aux écosystèmes locaux et aux contextes socio-économiques, malgré l'accent mis sur les principes écologiques pour améliorer la durabilité. L'agroforesterie, bien qu'adaptable à divers environnements, peut nécessiter des conditions

spécifiques propices aux interactions arbres-cultures pour des résultats optimaux, ce qui pose un défi dans certains contextes. De même, les pratiques d'AIC, bien qu'efficaces pour renforcer la résilience au changement climatique et assurer la sécurité alimentaire, privilégient parfois les gains à court terme par rapport aux préoccupations de durabilité à long terme, ce qui nécessite un examen attentif de la variabilité climatique locale et des facteurs socio-économiques. Il est essentiel de relever ces défis par des interventions ciblées et des efforts de collaboration pour maximiser le potentiel de chaque pratique agricole durable et atteindre la durabilité à long terme des systèmes alimentaires.

### Perspectives d'avenir et recommandations

Les défis interdépendants de la dégradation des terres, de la perte de biodiversité et des sécheresses induites par le changement climatique constituent des menaces écologiques critiques qui nécessitent une action immédiate et intensive. La promotion de pratiques agricoles durables, y compris l'agroécologie, l'agroforesterie et l'AIC, est essentielle pour atténuer la dégradation des terres, renforcer la conservation de la biodiversité et améliorer la sécurité alimentaire en Afrique et au-delà. Cependant, l'adoption de ces pratiques peut être entravée par des défis tels que des coûts de mise en œuvre élevés, un manque d'incitatifs financiers, un marketing limité et un manque d'éducation et de sensibilisation. Pour surmonter ces obstacles et encourager l'adoption généralisée de pratiques agricoles durables, plusieurs recommandations et stratégies peuvent être mises en œuvre :

1. *Promouvoir l'adoption à grande échelle par l'éducation et le renforcement des capacités* : Les initiatives qui fournissent aux agriculteurs une formation, une éducation et un renforcement des capacités en agroécologie, en agroforesterie et aux pratiques d'AIC sont essentielles pour accroître la sensibilisation et la compréhension des avantages de l'agriculture durable.
2. *Élaborer des cadres politiques et des mesures incitatives* : Les gouvernements et les décideurs

politiques devraient mettre en œuvre des politiques qui soutiennent les pratiques de gestion durable des terres en mettant l'accent sur l'amélioration de la santé des sols, la conservation de l'eau et la résilience des écosystèmes. Des incitations financières telles que des subventions et des paiements pour services écosystémiques peuvent aider à compenser les coûts d'adoption.

3. *Renforcer la collaboration et l'échange de connaissances* : La collaboration entre les gouvernements, les ONG, les instituts de recherche et les communautés locales est cruciale pour développer les initiatives agricoles durables réussies et les adapter à divers contextes socio-économiques et écologiques à travers l'Afrique.
4. *Éliminer les obstacles financiers* : Fournir aux agriculteurs un accès au crédit, au capital d'investissement et aux outils de gestion des risques peut les aider à surmonter les obstacles financiers à l'adoption de pratiques agricoles durables.
5. *Réaliser des démonstrations sur le terrain* : Montrer les avantages de l'agroécologie, de l'agroforesterie et des pratiques d'ASC par le biais de démonstrations sur le terrain peut aider les agriculteurs à visualiser les avantages potentiels et à encourager l'adoption.
6. *Accroître la sensibilisation des consommateurs* : Des stratégies de marketing ciblées visant à sensibiliser les consommateurs aux produits issus de pratiques agricoles durables peuvent créer une demande et un soutien pour ces initiatives.
7. *Investir dans la gestion durable des terres* : Investir dans la gestion durable des terres peut aider à lutter contre la dégradation des terres, à renforcer la conservation de la biodiversité et à améliorer la sécurité alimentaire.

En mettant en œuvre ces stratégies et recommandations, les parties prenantes peuvent s'efforcer de promouvoir des pratiques agricoles durables et contribuer ainsi à la durabilité

environnementale, à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à l'amélioration des moyens de subsistance des générations actuelles et futures. La collaboration entre les petits exploitants agricoles, les scientifiques, les décideurs politiques et les autres parties prenantes est essentielle pour atteindre une productivité agricole élevée avec un faible impact environnemental, garantissant ainsi la durabilité à long terme de nos systèmes alimentaires.

## Conclusion

L'adoption de pratiques agricoles durables, y compris l'agroécologie, l'agroforesterie et l'AIC, est cruciale pour relever les défis écologiques urgents de la dégradation des terres, de la perte de biodiversité et des sécheresses induites par le changement climatique. Ces pratiques offrent des solutions efficaces pour améliorer la santé des écosystèmes, améliorer la sécurité alimentaire et atténuer les effets néfastes de la dégradation de l'environnement en Afrique et au-delà. Les principales conclusions de ce résumé technique de l'innovation mettent en évidence les avantages significatifs de l'agroécologie, de l'agroforesterie et des pratiques d'AIC dans la promotion de la résilience écologique, l'amélioration de la fertilité des sols, la conservation de la biodiversité et l'augmentation de la production alimentaire. L'évolutivité, l'adaptabilité et la résilience de ces approches agricoles durables en font des composantes essentielles des stratégies de gestion des terres pour atteindre la durabilité et la résilience à long terme des systèmes agricoles.

Les recommandations visant à promouvoir l'adoption généralisée de pratiques agricoles durables comprennent la mise en œuvre d'initiatives d'éducation et de renforcement des capacités, l'élaboration de cadres politiques et d'incitations favorables, le renforcement de la collaboration et de l'échange de connaissances, l'élimination des obstacles financiers, la réalisation de démonstrations sur le terrain, la sensibilisation des consommateurs et l'investissement dans la gestion durable des terres. Les innovations proposées en matière d'agriculture durable sont essentielles pour relever les défis locaux et contribuer aux efforts mondiaux de durabilité. En hiérarchisant ces

stratégies et en encourageant la collaboration entre les parties prenantes, nous pouvons atteindre une productivité agricole élevée avec un faible impact environnemental et ainsi assurer la durabilité à long terme de nos systèmes alimentaires. L'adoption de pratiques agricoles durables est essentielle pour construire des systèmes alimentaires résilients capables

de s'adapter au changement climatique, d'atténuer la dégradation des terres, de conserver la biodiversité et de garantir les moyens de subsistance des générations actuelles et futures. Nous devons continuer à promouvoir, à investir et à intensifier ces innovations afin d'assurer un avenir durable et sûr sur le plan alimentaire pour tous.

## Références

- Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R., and Yanda, P. (2007). Africa. In M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C.E.Hanson (Eds), *Climate Change (2007): Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp.433–467). Cambridge University Press.
- Brondízio, E. S., Settele, J., Díaz, S., & Ngo, H. T. (Eds). (2019). *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Bululta, M., Tamiru, H., & Ayele, T. (2022). Determinants of farmland degradation among farming households in West Guji Zone, Ethiopia. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2139883.
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature climate change*, 4(4), 287–291.
- Chirwa, P. W., Larwanou, M., Syampungani, S., & Babalola, F. D. (2015). Management and restoration practices in degraded landscapes of Southern Africa and requirements for up-scaling. *International Forestry Review*, 17(3), 31–42.
- Cotrufo, M. F. & Lavelle, J. M. (2022). Soil organic matter formation, persistence, and functioning: A synthesis of current understanding to inform its conservation and regeneration. *Advances in agronomy*, 172, 1–66.
- FAO [Food and Agriculture Organization]. (2014). *Building a common vision for sustainable food and agriculture: Principles and approaches*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cd7ebb4f-da7c-474d-83df-b5cc224d2ff8/content>
- Gabriel, I., Olajuwon, F., Klauser, D., Michael, B., & Renn, M. (2023). State of climate smart agriculture (CSA) practices in the North Central and Northwest zones Nigeria. *CABI Agriculture and Bioscience*, 4(1), 33.
- Garcia-Oliveira, P., Fraga-Corral, M., Carpena, M., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2022). Approaches for sustainable food production and consumption systems. In R. Bhat (Ed.), *Future foods* (pp. 23–38). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-91001-9.00006-2>
- Garnett, T. (2014). Three perspectives on sustainable food security: efficiency, demand restraint, food system transformation. What role for life cycle assessment? *Journal of Cleaner Production*, 73, 10–18.
- GCA [Global Center on Adaptation]. (2022). *Climate risks in Africa. State and trends in adaptation report*. [https://gca.org/wp-content/uploads/2023/01/GCA\\_State-and-Trends-in-Adaptation-2022\\_Climate-Risks-in-Africa.pdf](https://gca.org/wp-content/uploads/2023/01/GCA_State-and-Trends-in-Adaptation-2022_Climate-Risks-in-Africa.pdf).
- Gliessman, S. (2014). Agroecology and social transformation. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(10), 1125–1126.
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. (2021) *Climate change (2021): The physical science basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf)
- Jat, M. L., Jat, H. S., Agarwal, T., Bijarniya, D., Kakraliya, S. K., Choudhary, K. M., Kalvaniya, K. C., Gupta, N., Kumar, M., Singh, L. K., Kumar, Y., Jat, R. K., Sharma, P. C., Sidhu, H. S., Choudhary, M., Datta A., Shirsath, P. B., & Ridaura, S. L. (2020). *A compendium of key climate smart agriculture practices in intensive cereal based systems of South Asia*. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). <https://hdl.handle.net/10568/110713>
- Kassa, G., Bekele, T., Demissew, S., & Abebe, T. (2022). Leaves litterfall and nutrient inputs from four multipurpose tree/shrub species of homegarden agroforestry systems. *Environmental Systems Research*, 11(1), 29.
- Leakey, R. R. B. (1998). Agroforestry in the humid lowlands of West Africa: Some reflections on future directions for research. *Agroforestry Systems*, 40, 253–262.

- Marsden, T. (2009). Agriculture, sustainable. In A. Kobayashi (Ed.), *International encyclopedia of human geography* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 91–98). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10236-7>
- Mnkeni, P. N. S., & Mutengwa, C. S. (2014). *A comprehensive scoping and assessment study of climate smart agriculture (CSA) policies in South Africa*. FANRPAN.
- Montagnini, F., & Metzler, R. (2017). The contribution of agroforestry to Sustainable Development Goal 2: End hunger, achieve food security and improved nutrition, and promote sustainable agriculture. In F. Montagnini (Ed.), *Advances in agroforestry 12. Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty* (pp. 11–45). Springer.
- Muriithi, L. N., Onyari, C. N., Mogaka, H. R., Gichimu, B. M., Gatumo, G. N., & Kwenya, K. (2021). Adoption determinants of adapted climate smart agriculture technologies among smallholder farmers in Machakos, Makueni, and Kitui Counties of Kenya. *Journal of Agricultural Extension*, 25(2), 75–85.
- Mutengwa, C. S., Mnkeni, P., & Kondwakwenda, A. (2023). Climate-smart agriculture and food security in Southern Africa: A review of the vulnerability of smallholder agriculture and food security to climate change. *Sustainability*, 15(4), 2882.
- Nhamo, L., Mpandeli, S., Araya, H., Mokgehele, S., Hlophe-Ginindza, S., Kapari, M., Liphadzi, S., & Mabhaudhi, T. (2023). *Enhancing the resilience of smallholder farmers through innovative climate-smart cropping practices*. <https://www.dalrrd.gov.za/images/Docs/climate-smart-agriculture-book.pdf>
- Nguyen, T. T., Grote, U., Neubacher, F., Do, M. H., & Paudel, G. P. (2023). Security risks from climate change and environmental degradation: Implications for sustainable land use transformation in the Global South. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 63, 101322.
- Nkansah-Dwamena, E. (2023). Why small-scale circular agriculture is central to food security and environmental sustainability in sub-Saharan Africa? The case of Ghana. *Circular Economy and Sustainability*, 4(2), 1–25.
- Okeke, I. N., Babalola, C. P., Byarugaba, D. K., Djimde, A., & Osoniyi, O. R. (2017). Broadening participation in the sciences within and from Africa: Purpose, challenges and prospects. *CBE Life Sciences Education*, 16(2), es2. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-12-0265>
- Olsson, L., Barbosa, H., Bhadwal, S., Cowie, A., Delusca, K., Flores-Renteria, D., Hermans, K., Jobbagy, E., Kurz, W., Li, D., Sonwa, D. J., & Stringer, L. (2019). Land degradation. In P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H. O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, & J. Malley, (Eds), *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (pp. 345–436). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.006>
- Phiri, A. T., Charimbu, M., Edewor, S. E., & Gaveta, E. (2022). Sustainable scaling of climate-smart agricultural technologies and practices in sub-Saharan Africa: The case of Kenya, Malawi, and Nigeria. *Sustainability*, 14(22), 14709.
- Poniso, L. C., M., Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., De Valpine, P., & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20141396.
- Rhodes, C. J. (2014). Soil erosion, climate change and global food security: Challenges and strategies. *Science progress*, 97(2), 97–153.
- Rolo, V., Rivest, D., Maillard, É., & Moreno, G. (2023). Agroforestry potential for adaptation to climate change: A soil-based perspective. *Soil Use and Management*, 39(3), 1006–1032.
- Santoro, A. (2023). Traditional oases in Northern Africa as multifunctional agroforestry systems: A systematic literature review of the provided Ecosystem Services and of the main vulnerabilities. *Agroforestry Systems*, 97(1), 81–96.

- Senyolo, M. P. (2020). Drivers and barriers to the adoption of climate smart agriculture (CSA) technologies by smallholder farmers in South Africa: the role of technology characteristics and business models. Doctoral dissertation. Wageningen University and Research.
- Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsidig, E. A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N. H., Rice, C. W., Abad, C. R., Romanovskaya, A., Sperling, F., & Tubiello, F. N. (2014). Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, & J. C. Minx (Eds), *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 811–922). Cambridge University Press. <https://doi.org/http://mitigation2014.org/>
- Steensland, A. (2022). *Troublesome trends and system shocks. 2022 GAP Report*. Virginia Tech College of Agriculture and Life Sciences. [https://globalagriculturalproductivity.org/wp-content/uploads/2022/11/2022-GAP\\_Report\\_final\\_110922.pdf](https://globalagriculturalproductivity.org/wp-content/uploads/2022/11/2022-GAP_Report_final_110922.pdf)
- Syano, N. M., Wasonga, O. V., Nyangito, M., Kironchi, G., & Egeru, A. (2016). Ecological and socio-economic evaluation of dryland agroforestry systems in East Africa. *RUFORUM Working Document Series, 14*(1), 525–535. <https://www.ruforum.org/sites/default/files/Syano.pdf>
- WHO [World Health Organisation]. (2024). *Malnutrition*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
- World Bank. (2018). *Scaling up climate-smart agriculture through the Africa climate business plan*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/309551539629069636/pdf/130849-WP-P161380-CSARreportWeb.pdf>

---

Cette recherche a été entreprise dans le cadre du projet Climat, Terre, Agriculture et Biodiversité (CLAB-Africa), sous les auspices du Centre d'excellence de l'Alliance universitaire de recherche africaine sur les systèmes alimentaires durables (ARUA-SFS), hébergé par Future Africa, Université de Pretoria.

CLAB-Africa est le fruit d'une collaboration entre l'Université de Pretoria et le Réseau d'analyse des politiques alimentaires, agricoles et des ressources naturelles. Le projet est dirigé par le professeur Frans Swanepoel (chercheur principal) et le professeur Tafadzwanashe Mabhaudhi (co-chercheur principal).

Cette recherche a été rendue possible grâce au généreux soutien financier de la Fondation Bill et Melinda Gates.

Droits d'auteur © 2024. Climat, Terre, Agriculture et Biodiversité (CLAB-Africa). Tous droits réservés. Ce matériel peut être reproduit pour un usage personnel et non lucratif sans autorisation, mais une reconnaissance doit être accordée au projet CLAB-Africa et à ses partenaires principaux – l'Université de Pretoria et le Réseau d'analyse des politiques alimentaires, agricoles et des ressources naturelles.

Publié par l'Université de Pretoria, Lynwood Road, Pretoria 0002.