



Feed the Future Mozambique Marché des activités agricoles résilientes - Corridor da Beira Accord n° AID-656-LA-17-0000 I

Dossier technique : Renforcer la résilience grâce aux cultures intercalaires

20 février 2022

Produit par :

Land O'Lakes Venture37

4001 Lexington Ave N

Arden Hills, MN 55126

www.landolakesventure37.org

Ce rapport a été rendu possible grâce au soutien de Feed the Future, une initiative mondiale du gouvernement américain en faveur de la faim et de la sécurité alimentaire par le biais de l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). Le contenu de ce rapport relève de la seule responsabilité de Land O'Lakes Venture37 et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'USAID ou du gouvernement des États-Unis.



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

LAND O'LAKES
VENTURE37

Cette note technique est rendue possible grâce au soutien généreux du peuple américain par l'intermédiaire de l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). Le contenu est la responsabilité de Land O'Lakes Venture37 et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'USAID ou du gouvernement des États-Unis.

Photo de la page de couverture : Laurinda Chadreque, agricultrice et épouse de l'agriculteur principal Sanguirone, se promène dans leur ferme familiale modèle à Barue, où le maïs et le haricot lablab sont cultivés en intercalaire à l'arrière-plan.

Crédit photo : Ashley Peterson, Land O'Lakes Venture37.

Résumé exécutif

Le changement climatique est une menace croissante pour les petits exploitants agricoles (SHF) en Afrique subsaharienne et dans le monde entier - en raison de l'irrégularité des précipitations, des phénomènes météorologiques extrêmes tels que les ouragans, du décalage des saisons, de la dégradation des sols et de l'augmentation des infestations parasitaires qui peuvent avoir des effets dévastateurs sur les moyens de subsistance des agriculteurs. Les SHF sont confrontés à un besoin urgent de protéger leurs moyens de subsistance et de protéger notre approvisionnement alimentaire. Depuis des siècles, les agriculteurs du Mozambique et du monde entier pratiquent la culture intercalaire d'une grande variété de plantes dans d'innombrables arrangements. Les systèmes de cultures intercalaires conçus de manière appropriée renforcent la résilience des systèmes agricoles en augmentant la productivité et la rentabilité des champs pour les agriculteurs pauvres en ressources. Depuis décembre 2016, l'activité Feed the Future Resilient Agricultural Markets - Beira Corridor (RAMA-BC), mise en œuvre par Land O'Lakes Venture³⁷, aide les producteurs mozambicains à accroître la productivité, la rentabilité et la résilience de l'agriculture. RAMA-BC encourage l'adoption de technologies et de pratiques agricoles abordables et durables, notamment la culture intercalaire. RAMA-BC a travaillé avec l'Universidade Eduardo Mondlane (UEM) à Maputo et l'Instituto de Investigação Agrária De Moçambique (IIAM) pour mener des recherches sur l'impact des cultures intercalaires sur les rendements de maïs et la chenille légionnaire d'automne (CLA).

Cette note technique résume les résultats de cette recherche au Mozambique, qui a montré que la culture intercalaire peut être bénéfique pour les communautés par :

- 1) L'augmentation du rendement ;
- 2) La réduction des parasites ; et
- 3) L'augmentation du retour sur investissement.

La note suggère également que la culture intercalaire est une solution abordable et accessible pour les SHF qui ne dépendent pas de pesticides potentiellement dangereux ou d'autres intrants coûteux. Enfin, la note fournit des indications sur la manière de promouvoir davantage la culture intercalaire dans des contextes similaires afin de garantir des taux d'adoption élevés, notamment en s'appuyant sur les capacités locales existantes, en élargissant et en renforçant la diversité et l'interconnexion des relations commerciales, et en donnant des options aux acteurs locaux. La culture intercalaire est un moyen d'aider les SHF pauvres en ressources à améliorer la santé des sols, à réduire les infestations de ravageurs, à réduire la demande de main-d'œuvre et à augmenter la productivité, ce qui les aide à s'adapter au changement climatique, à l'atténuer et à accroître leur résilience - en fin de compte, à augmenter leur capacité à faire face aux futurs chocs climatiques.

Légumineuses promues par RAMA-BC pour les cultures intercalaires

RAMA-BC encourage la culture intercalaire des légumineuses ci-dessous avec le maïs. Les trois légumineuses sont comestibles et servent de sources nutritives d'aliments.

- **Haricot vert** (*Canavalia ensiformis*) : Légumineuse annuelle ou bisannuelle, herbacée, très rustique, rampante, à large répartition tropicale, largement utilisée comme couverture végétale pour enrichir le sol en éléments nutritifs (par exemple, elle fixe 120 à 280 kg de N par hectare). Elle est résistante aux températures élevées et à la sécheresse, tolère l'ombre partielle et est exceptionnellement résistante aux attaques d'insectes. Il a une productivité de 20 à 40 tonnes de masse verte et de 4 à 8 tonnes de masse sèche par cycle.
- **Fève Lablab** (*Lablab purpureus*) : Une légumineuse d'origine asiatique, rampante et avec des variétés déterminées (buissonnante) et indéterminées (grimpante). Elle a une croissance précoce rapide avec peu d'eau et peut rapidement fournir une couverture végétale pour protéger le sol de l'érosion. Elle est également appréciée pour ses propriétés de fixation de l'azote, contribuant à améliorer la qualité du sol, et constitue un excellent choix pour les sols infertiles et acides. Elle donne naissance à une gousse large et plate. Lorsqu'elles sont jeunes, les gousses et leurs graines nutritives peuvent être consommées.
- **Pois d'Angole** (*Cajanus cajan*) : Légumineuse semi-pérenne, buissonnante, à développement initial lent. Elle mobilise les nutriments et récupère les éléments nutritifs. D'abord utilisée comme brise-vent et pour l'alimentation du bétail, la plante est devenue très populaire comme "bâtisseur de sol" car elle est excellente pour fixer l'azote, augmenter la matière organique du sol et améliorer la structure et la qualité du sol. C'est une culture vivrière de base qui fournit de bonnes protéines. Les pois verts peuvent être utilisés comme des pois frais, et les pois secs peuvent être utilisés pour faire des légumineuses populaires comme le dahl. Ses feuilles peuvent également être consommées.

Introduction

Le changement climatique contribue déjà - et continuera de le faire - de manière substantielle aux chocs et au stress auxquels les SHF sont confrontés quotidiennement en Afrique subsaharienne et dans le monde. La culture intercalaire peut jouer un rôle important dans la réduction de l'impact du changement climatique et d'autres facteurs de stress économique sur les SHF grâce à une multitude d'avantages. La culture intercalaire est la pratique consistant à faire pousser plus d'une culture dans un champ en même temps (Horwith 1985). Le maïs est la principale culture vivrière de base dans une grande partie de l'Afrique australe. Dans le passé, il a souvent été promu dans l'optique d'un modèle à fort apport d'intrants et à forte production. La culture intercalaire offre une solution qui présente un risque beaucoup plus faible pour les agriculteurs, tout en offrant un rendement élevé, ce qui augmente la probabilité que les agriculteurs l'adoptent. La

Avantages de la culture intercalaire

- Réduction de la nécessité d'utiliser des engrais, en particulier des engrais azotés
- Augmentation des nutriments du sol
- Rétention accrue de l'humidité du sol
- Réduction des mauvaises herbes
- Présence accrue de prédateurs de nuisibles
- Augmentation des rendements de maïs et des rendements totaux

culture intercalaire de maïs et de légumineuses profite aux systèmes agricoles des petits exploitants en augmentant la productivité des terres, en diluant le risque lié à la production de cultures et en diversifiant les régimes alimentaires des familles d'agriculteurs (Rusinamhodzi et al. 2017 ; Snapp et al. 2010). La culture intercalaire de légumineuses améliore la productivité globale du système, mesurée par le rendement du maïs et le rendement total (rendement du maïs plus rendement des légumineuses), et elle favorise la stabilité du rendement. En contribuant à un rendement plus stable dans le temps et à une productivité accrue et diversifiée, la culture intercalaire de maïs et de légumineuses augmente les capacités de résilience des SHF (Madembo et al. 2020 ; Mupangwa et al. 2020). En tant que stratégie d'adaptation au climat, la culture intercalaire a le potentiel d'être largement adoptée dans des contextes similaires. Certains rapports démontrent même que la culture intercalaire peut, dans certains cas, atténuer les émissions de gaz à effet de serre et améliorer la séquestration du carbone dans les sols (Drury et al. 2021).

Des recherches ont montré que la santé des sols est grandement améliorée par les cultures intercalaires. Les légumineuses améliorent la fertilité des sols en augmentant leur acidité, en amenant le phosphore et le magnésium à la surface et en fixant l'azote atmosphérique dans leurs racines - ce qui augmente l'accès aux nutriments essentiels à la croissance des plantes. Il a également été démontré que la culture intercalaire permet de prévenir l'érosion des sols (Layek et al. 2018). La plantation d'espèces entre les rangs utilise l'espace de manière plus efficace. La culture intercalaire peut également être pratiquée de manière séquentielle au cours d'une saison, ce qui permet généralement d'obtenir les mêmes résultats (" L'approche engrais verts/cultures de couverture dans le RAMA-BC "). Ces éléments génèrent des améliorations substantielles de la croissance et du rendement du maïs. Dans le schéma de droite, une légumineuse est cultivée en intercalaire avec le maïs. Les

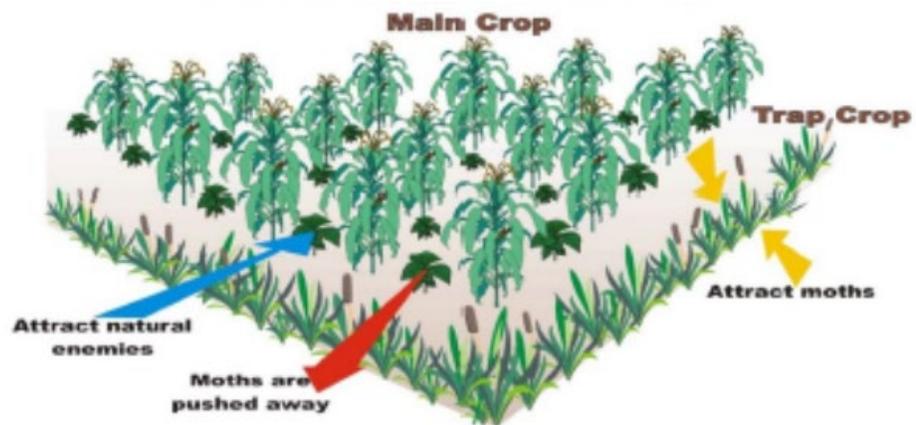


Figure 1: Schéma montrant comment la culture intercalaire d'une légumineuse avec le maïs éloigne les CLA et comment la végétation autour du champ éloigne les CLA du maïs. Source : Khan et al. 2010

cultures intercalaires attirent les prédateurs naturels des CLA, comme les perce-oreilles et les coccinelles, et repoussent les CLA ("Push and Pull to Control Fall Army Worm (FAW) and Striga"). Dans certains systèmes de cultures intercalaires, certaines graminées comme le Napier et le Bana sont plantées autour du périmètre du champ pour attirer les CLA (Vandermeer 1989). Au lieu de planter activement des graminées, un agriculteur peut simplement laisser la végétation naturelle autour du champ, qui sert de "piège" similaire."

Cette réduction des dégâts causés par les ravageurs réduit également l'utilisation de pesticides et le coût des intrants pour l'agriculteur, ce qui la rend accessible même aux ménages extrêmement pauvres en ressources. La culture intercalaire réduit également les besoins en main-d'œuvre. En retenant davantage d'humidité dans le sol, les légumineuses peuvent contribuer à supprimer la propagation des mauvaises herbes. La réduction de la main-d'œuvre grâce aux cultures intercalaires profite aux femmes, qui effectuent généralement la plupart des activités de désherbage. L'augmentation du rendement des cultures grâce aux cultures intercalaires entraîne également une augmentation des bénéfices pour les SHF.

Si les SHF peuvent adopter de nombreuses approches pour améliorer leur productivité et leur résilience, la culture intercalaire est une pratique accessible, peu coûteuse et très efficace qui favorise la résilience et ne nécessite qu'un seul intrant supplémentaire (des graines de légumineuses disponibles localement). Dans cet article, nous nous appuyons sur des recherches antérieures en discutant des avantages spécifiques de la culture intercalaire : augmentation du rendement du maïs et du rendement total, présence accrue des prédateurs de la CLA, ce qui réduit les dommages causés par la CLA, et réduction de la demande de main-d'œuvre, qui se traduisent tous par un meilleur retour sur investissement (ROI).

Chenille Légionnaire d'automne (CLA)

La CLA (*Spodoptera frugiperda*) est un papillon de nuit originaire des régions tropicales et subtropicales des Amériques et est désormais dispersé dans le monde entier. Depuis son premier signalement en Afrique en janvier 2016, la CLA a contribué à endommager plus de 80 espèces végétales différentes, principalement des cultures céréalières. Le maïs est la culture céréalière la plus sévèrement touchée. Le maïs endommagé par la CLA a entraîné d'importants problèmes de sécurité alimentaire et des pertes économiques pour des dizaines de millions de SHF et leurs familles à travers le continent, y compris au Mozambique. En 2017, la CLA était répandue dans tout le Mozambique, ce qui a entraîné des pertes de production de maïs d'environ 40 % en 2018 principalement dues à la CLA (UN News 2018), aggravant les effets existants du changement climatique sur la production de maïs.

Méthodes d'évaluation des cultures intercalaires par les institutions de recherche du Mozambique

De 2018 à 2021, RAMA-BC a collaboré avec l'UEM et l'IIAM pour mener des recherches sur l'impact des cultures intercalaires sur les rendements de maïs et les CLA. Les six études sur la culture intercalaire menées par l'UEM en partenariat avec RAMA-BC ont évalué l'effet de la culture intercalaire du maïs avec des légumineuses sur (1) le rendement du maïs, (2) l'occurrence des prédateurs de la CLA et (3) la gravité de l'infestation et des dommages causés par la CLA. Deux de ces études ont mesuré l'effet des dates de semis sur ces trois facteurs. Les recherches ont été menées dans plusieurs districts de la province de Manica, notamment à Chiremera, Vanduzi, Macate et Gondola. En utilisant un plan en blocs complètement aléatoire (CBCD), avec quatre



Figure 2: Étudiant mesurant la présence de CLA dans des champs de maïs en culture intercalaire avec du lablab. Crédit photo : RAMA-BC

traitements et quatre répétitions, le maïs en monoculture a été comparé à trois groupes de traitement en culture intercalaire : (1) maïs + haricot gris, (2) maïs + haricot lablab, et (3) maïs + pois d'Angole.

En partenariat avec RAMA-BC, l'IIAM a mené une étude similaire pour évaluer des pratiques spécifiques, notamment la culture intercalaire, sur la productivité du maïs. Les essais ont été menés dans les districts de Barué, Sussundenga, Gondola et Macate dans la province de Manica et de Nhamatanda dans la province de Sofala. Le maïs cultivé en monoculture a été comparé aux trois mêmes groupes de traitement en culture intercalaire de maïs et de légumineuses que dans les études de l'UEM. Des données supplémentaires ont été recueillies dans le cadre de cette étude pour mesurer les besoins en main-d'œuvre et le retour sur investissement (ROI) des cultures intercalaires. Des informations supplémentaires sur les méthodes de recherche de l'UEM et de l'IIAM se trouvent à l'annexe I.

Résultats de la recherche

Ces études menées par l'UEM et l'IIAM en partenariat avec RAMA-BC démontrent que la culture intercalaire de maïs et de légumineuses augmente le rendement du maïs et le rendement total, accroît la présence de prédateurs de la CLA, réduisant ainsi l'infestation et les dommages causés par la CLA, et réduit les besoins en main-d'œuvre. Ensemble, ces avantages contribuent à une **augmentation de près de 2,5 fois du retour sur investissement pour le maïs cultivé en intercalaire** par rapport au maïs cultivé en monoculture.

La culture intercalaire augmente le rendement du maïs et le rendement total

Grâce aux pratiques culturales utilisées par les PEA, la culture intercalaire de légumineuses avec du maïs a permis d'augmenter le rendement du maïs en raison de la fertilité accrue du sol et de réduire les pertes de rendement dues à la CLA par rapport au maïs cultivé en monoculture. Les recherches de l'IIAM ont montré que le rendement du maïs, lorsqu'il est cultivé en intercalaire, était de 13% à 32 % supérieur à celui du maïs cultivé en monoculture. De même, les recherches de l'UEM ont montré que la culture intercalaire permettait d'obtenir des rendements de maïs de 30% à 84% supérieurs à ceux du maïs cultivé en monoculture. En plus de l'augmentation du rendement, les données de l'UEM ont également démontré que les cultures intercalaires réduisaient les pertes de rendement dues aux CLA de 2% à 22 % par rapport au maïs cultivé en monoculture. Ces résultats concordent avec ceux d'études qui ont également observé des rendements plus élevés sur le maïs cultivé en association avec des légumineuses (Tanyi et al. 2020).

En plus d'augmenter le rendement du maïs, la culture intercalaire de légumineuses avec le maïs **a permis d'augmenter le rendement total** pour cette parcelle de terre. L'étude de l'IIAM a révélé que le rendement total (rendement du maïs + rendement des cultures intercalaires) était de 66 % à 101% plus élevé dans les parcelles en cultures intercalaires que dans les parcelles en monoculture (significatif à 5 % de probabilité). Cela indique que l'augmentation de la densité des plantes n'entraîne pas une diminution des rendements en raison d'une concurrence accrue entre les plantes ; au contraire, la production totale combinée de maïs et de légumineuses par hectare a augmenté dans les champs en cultures intercalaires par rapport aux parcelles en monoculture. Il est important de noter que, comme indiqué ci-dessus, la production totale de maïs par hectare dans les parcelles de cultures intercalaires a également augmenté par rapport aux parcelles de maïs en monoculture. En outre, certaines légumineuses cultivées en association, comme le pois d'Angole, sont récoltées jusqu'à cinq mois plus tard que le maïs. Cet échelonnement des récoltes est important pour la sécurité alimentaire des ménages. Dans l'ensemble, ces résultats ont des implications importantes pour la génération de revenus, la résilience et les résultats nutritionnels.

In addition to increasing maize yield, intercropping legumes with maize increased total yield.

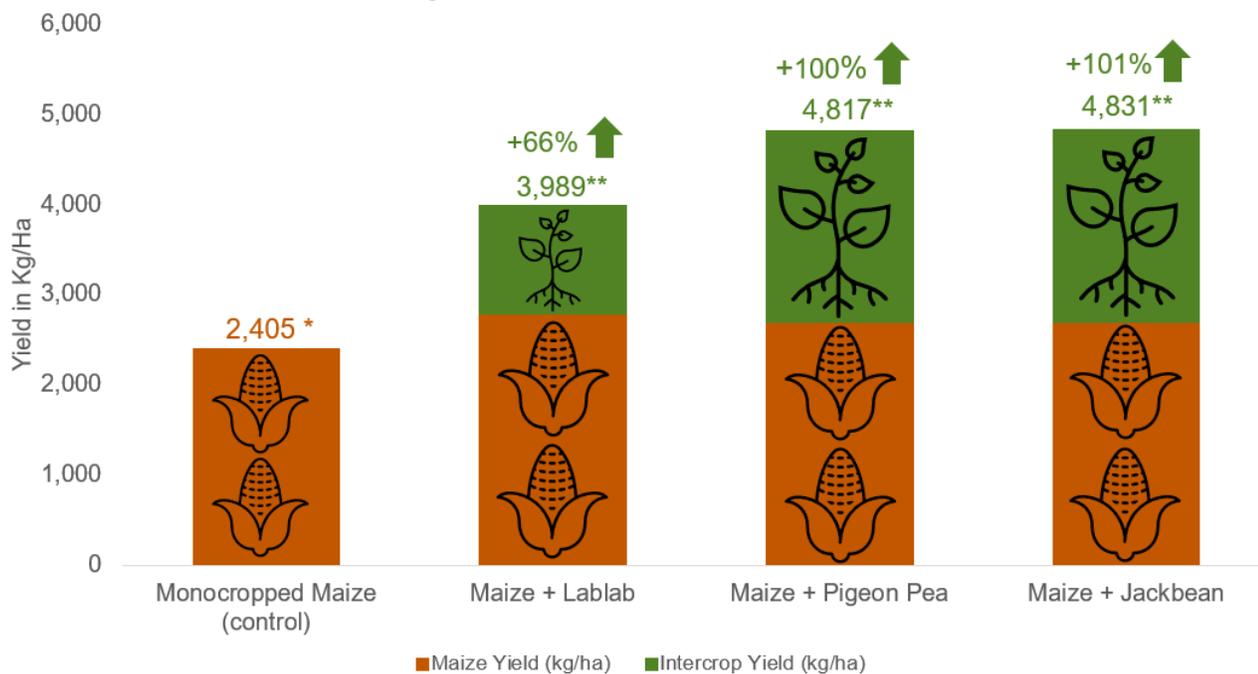


Figure 3: Le rendement du maïs et le rendement total étaient plus élevés dans les parcelles de cultures intercalaires que dans les parcelles de maïs en monoculture dans l'étude IIAM. Le rendement total de toutes les parcelles en cultures intercalaires était significativement plus élevé que celui du maïs en monoculture ; il n'y avait pas de différence statistique entre les différentes cultures intercalaires de légumineuses. Le pourcentage au-dessus de chaque barre de culture intercalaire représente l'augmentation en pourcentage du rendement total par rapport au témoin (maïs cultivé en monoculture).

Les cultures intercalaires réduisent l'infestation par les CLA et les dommages causés par la prédation.

La culture intercalaire du maïs avec des légumineuses a entraîné une abondance significativement plus élevée d'insectes prédateurs par rapport au maïs seul (significatif à 5% de probabilité), augmentant ainsi le contrôle biologique naturel des ravageurs du maïs, y compris les CLA. Les prédateurs les plus abondants ont été les perce-oreilles (*Dorus luteipes*) et les coccinelles (*Coccinellidea*) (tous deux illustrés sur la figure 5). On a également trouvé des coccinelles prédatrices (*Coleomegilla maculate*), des fourmis (*Formicidae*) et des nématodes (*Hexameris sp.*, qui sont des parasites de la CLA). Ces prédateurs constituent une forme de lutte intégrée naturelle contre les CLA, de sorte que les agriculteurs n'ont pas besoin d'utiliser des pesticides ou d'autres moyens pour contrôler les CLA ou d'autres ravageurs du maïs, qui sont souvent coûteux et peuvent être nocifs pour eux-mêmes ou pour l'environnement.

"Quand on tue les ennemis naturels d'un parasite, on hérite de leur travail."

- Dr. Carl B. Huffaker, Université de Californie, Berkeley

Dans les recherches de l'UEM, l'abondance moyenne des prédateurs de CLA - perce-oreilles et coccinelles - était significativement plus élevée dans les champs de maïs en culture intercalaire par rapport aux champs de maïs en monoculture. Il n'y avait pas de différence significative entre les différentes cultures intercalaires de légumineuses. Les pics d'infestation par les CLA et les scores de gravité des dégâts étaient également significativement plus faibles dans les champs de cultures associées que dans les champs de maïs en monoculture (significatif à 5 % de probabilité). Le maïs cultivé en association avec des haricots et des pois d'Angole a présenté des scores de gravité des dégâts significativement plus faibles que le maïs cultivé en association avec des haricots Lablab (significatif à 5 % de probabilité). Les pics d'infestation et de dégâts se sont produits entre 30 et 40 jours après la plantation dans toutes les parcelles, et le cycle d'infestation et de dégâts a suivi le même cours dans les champs en monoculture et en culture intercalaire. Ces résultats sont conformes aux recherches de Harrison et al. (2019), qui ont signalé que la culture intercalaire de légumineuses réduit les dommages causés par les ravageurs en empêchant les papillons de pondre des œufs probablement par perturbation olfactive, en inhibant le mouvement des larves entre les plantes et en fournissant un habitat aux prédateurs.

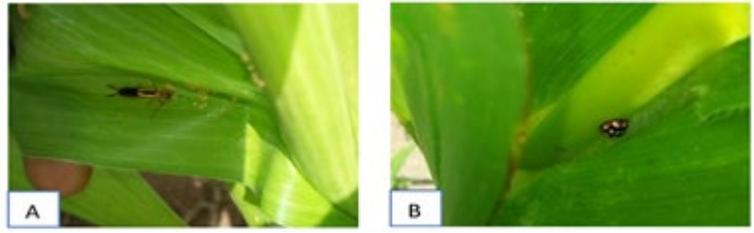
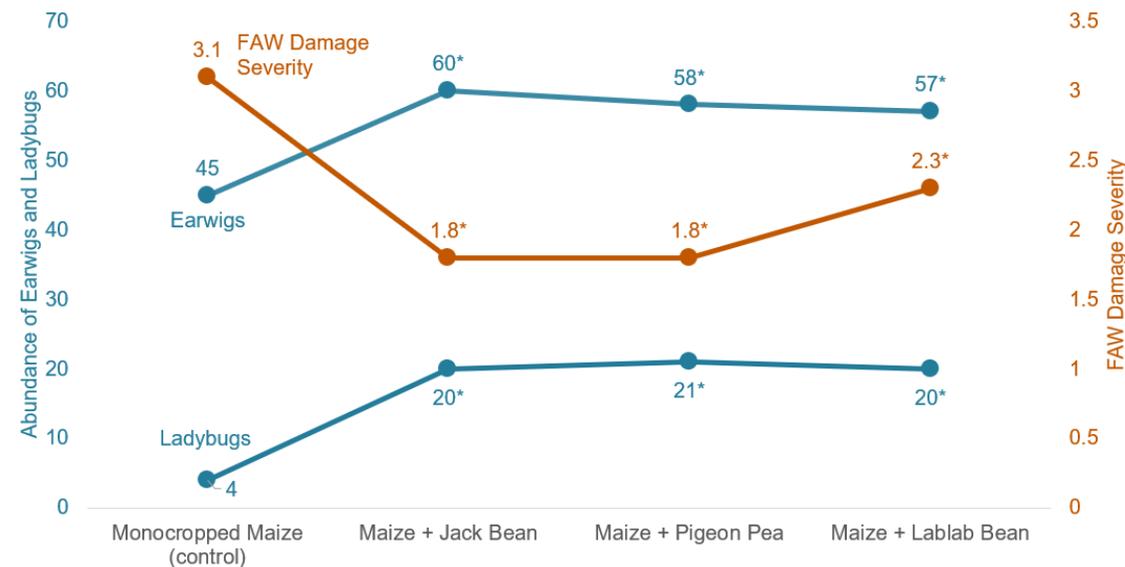


Figure 4 : Perce-oreille (A) et coccinelle (B) sur des plants de maïs. Crédit photo : Babugi Ernesto, UEM.

Intercropping legumes with maize increased FAW predators, resulting in reduced FAW damage severity.



* p < 0.05

Figure 5 : L'abondance moyenne des perce-oreilles et des coccinelles était significativement plus élevée dans les champs de maïs en culture intercalaire par rapport aux champs de maïs en monoculture. Cette plus grande abondance de perce-oreilles et de coccinelles dans les parcelles de cultures intercalaires s'est traduite par des scores de gravité des dommages causés par les CLA significativement plus faibles.

Intercropping legumes with maize reduced FAW damage severity and increased maize yield.

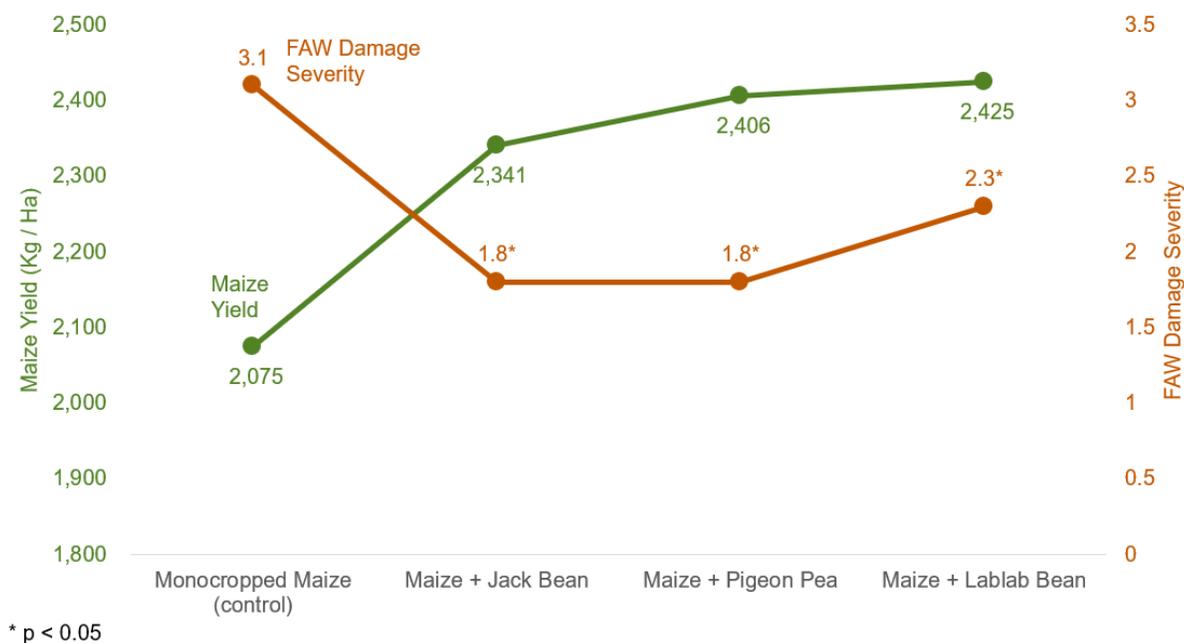


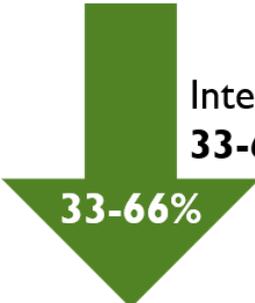
Figure 6 : En comparant la gravité des dommages causés par la CLA, selon la recherche de l'UEM, avec le rendement du maïs selon la recherche de l'IIAM, il est clair que la culture intercalaire de légumineuses avec le maïs entraîne une réduction de la gravité des dommages causés par la CLA et augmente les rendements du maïs. Les rendements de maïs dans cette figure ne correspondent pas exactement aux rendements de maïs dans la figure parce que certaines parcelles ont été exclues du calcul du rendement total en raison des inondations et des dommages causés par le bétail qui se sont produits après la récolte du maïs mais avant la récolte des légumineuses.

Les cultures intercalaires réduisent la demande en main-d'œuvre

Les cultures intercalaires agissent comme un paillis vivant ou un engrais vert en faisant de l'ombre au sol et en supprimant la croissance des mauvaises herbes. Lorsque les cultures intercalaires atteignent une capacité d'ombrage supérieure à 50 %, elles influencent positivement la rétention de l'humidité du sol et la lutte contre les mauvaises herbes. Les cultures intercalaires diversifient également la production afin de briser les cycles des mauvaises herbes (Lee et Thierfelder 2017). Par

exemple, l'étude de l'IIAM a constaté dans le district de Barue que les parcelles de maïs en culture intercalaire avec du haricot gris, du pois d'Angole et du Lablab voyaient respectivement 85, 71 et 66 plantes adventives présentes, par rapport au maïs en monoculture qui comptait 242 plantes adventives.

Comme ce sont les femmes qui sarclent principalement dans le ménage, la réduction du temps de sarclage réduit la corvée et libère du temps pour que les femmes puissent effectuer d'autres activités. L'étude de


Intercropping resulted in 33-66% less weeding

l'IIAM a montré que le besoin de sarcler était réduit de trois fois par saison de croissance avec le maïs en monoculture à une à deux fois avec la présence d'une culture intercalaire, ce qui représente une réduction de 33 à 66% de l'intensité du sarclage. Ces résultats sont conformes aux recherches de Lee et Thierfelder (2017).

Les cultures intercalaires augmentent le retour sur investissement (ROI)

L'étude de l'IIAM a quantifié le retour sur investissement de la culture intercalaire par rapport à la monoculture, en se basant sur la main-d'œuvre utilisée par les agriculteurs pour le défrichage et la préparation des terres, les semis, le désherbage et la récolte, ainsi que sur le coût des semences et les rendements. L'étude montre que, grâce à l'**augmentation des rendements et à la réduction de la main-d'œuvre**, la culture intercalaire de légumineuses avec du maïs a permis de réaliser un **bénéfice moyen de 557 dollars de plus par hectare**, soit près de trois fois plus que la monoculture de maïs. La culture intercalaire a également permis de **multiplier près de 2.5 fois le rendement du capital investi (RCI)**, si l'on fait la moyenne des deux districts. La principale différence de RCI entre Macate et Barue est que les agriculteurs de Barue n'ont pas déclaré avoir désherbé une troisième fois sur les parcelles en monoculture (ni sur les parcelles en culture intercalaire), et qu'ils ont donc passé le même temps à désherber dans tous les traitements. Les agriculteurs de Macate, en revanche, ont déclaré avoir désherbé une fois de moins sur les parcelles en culture intercalaire que sur les parcelles en monoculture. Comme indiqué précédemment, les recherches de l'IIAM ont trouvé beaucoup moins de mauvaises herbes sur les parcelles en culture intercalaire que sur les parcelles en monoculture, ce qui suggère que le désherbage devrait être nettement moins important pour les parcelles en culture intercalaire. Indépendamment de la main-d'œuvre, les agriculteurs de Barue et de Macate ont obtenu des rendements nettement plus élevés dans les parcelles de cultures intercalaires par rapport aux parcelles de monoculture, ce qui a permis de multiplier par près de deux le retour sur investissement à Barue et par près de cinq à Macate.

Nearly 2.5x increase in ROI for intercropped maize compared to monocropped maize across both districts.

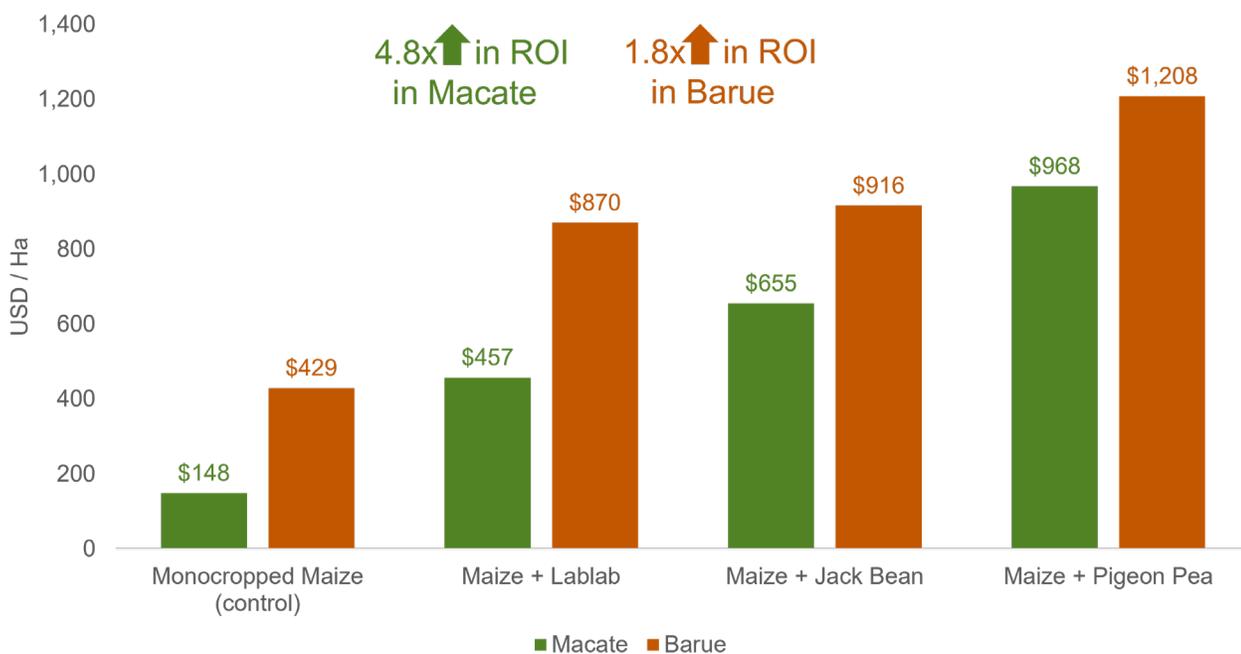


Figure 7 : L'augmentation des rendements et la réduction des besoins en main d'œuvre sur les parcelles en culture intercalaire se traduisent par un retour sur investissement presque 2,5 fois supérieur à celui des parcelles en monoculture à Macate et Barue.

L'adoption de la culture intercalaire nécessite le développement des capacités locales et le renforcement des liens avec le marché

Les résultats des recherches partagés ici démontrent clairement les nombreux avantages de la culture intercalaire, à savoir l'augmentation du rendement du maïs et du rendement total, l'augmentation des prédateurs des CLA et la réduction des dommages causés par les CLA, la réduction des demandes en main-d'œuvre, et finalement l'augmentation du retour sur investissement. Les agriculteurs qui pratiquent la culture intercalaire de légumineuses avec du maïs ont augmenté leurs capacités de résilience grâce à une productivité agricole diversifiée et accrue qui contribue à des gains économiques diversifiés et accrus. Cependant, malgré ces avantages évidents, les recherches menées depuis plusieurs décennies ont montré qu'il existe **fréquemment de nombreux obstacles** à l'adoption qui empêchent les SHF d'adopter des pratiques agricoles améliorées, y compris les cultures intercalaires. RAMA-BC a mené une étude sur le changement de comportement à la mi-2021 qui a examiné l'adoption de pratiques agricoles intelligentes sur le plan climatique, y compris la culture intercalaire, ainsi que les obstacles à l'adoption parmi les participants au programme dans deux districts dans lesquels RAMA-BC travaille. Les agriculteurs ont signalé une variété d'obstacles à l'adoption de ces pratiques qui comprennent des facteurs socioculturels, économiques, écologiques et techniques. Les **obstacles les plus courants mentionnés par les agriculteurs sont les suivants**

- Le retard du début de la saison des pluies dû au **changement climatique** entraîne des contraintes de main-d'œuvre au moment de la plantation.
- Les malentendus entre agriculteurs concernant les mauvaises herbes et la structure du sol réduisent leur intérêt à essayer certaines pratiques.
- Des malentendus sur la façon de mettre en œuvre les pratiques améliorées, y compris la main-d'œuvre nécessaire pour certaines pratiques, empêchent les agriculteurs d'essayer certaines pratiques.
- **Le manque d'assistance technique** pour aider les agriculteurs à adopter des pratiques améliorées affaiblit leur capacité à mettre en œuvre correctement les pratiques qu'ils souhaitent essayer.
- **Le faible accès au marché** et les prix bas et fluctuants du maïs et d'autres cultures limitent l'accès aux semences améliorées et restreignent le désir des agriculteurs d'étendre les champs de maïs ou de se diversifier dans des cultures de rente comme le pois d'Angole.

Le RAMA-BC a intégré trois approches clés pour surmonter ces obstacles et promouvoir le changement de comportement des SHF et des acteurs de l'ensemble du système de marché : **1) s'appuyer sur les capacités locales existantes, 2) étendre et renforcer la diversité et la connectivité des relations de marché, et 3) donner des options aux acteurs locaux.**

Approches clés pour promouvoir le changement de comportement

- **S'appuyer sur les capacités locales existantes** : Faciliter un soutien et une orientation techniques cohérents et locaux, par exemple en soutenant les agriculteurs principaux, qui disposent de parcelles de démonstration sur leurs propres terres, et en soutenant les universités locales pour qu'elles mènent des recherches applicables localement et forment les futures générations de chercheurs et de praticiens.
- **Étendre et renforcer la diversité et la connectivité des relations de marché** : Élargir l'accès au marché pour les agriculteurs et soutenir le développement des acteurs du marché formel et informel et du système de marché en général.

Premièrement, le RAMA-BC s'appuie sur les capacités existantes des acteurs locaux, tels que les universités, qui forment les futurs acteurs du marché, et les agriculteurs locaux, qui servent d'agents de vulgarisation communautaires. Ce résumé technique est la preuve de la forte collaboration que RAMA-BC a eue avec les universités locales et les institutions de recherche, y compris l'UEM et l'IAM. En plus de ces collaborations, RAMA-BC a renforcé le programme d'études de l'Université du Zambeze à Chimoio, contribuant ainsi à



Figure 8 : Le pois cajan recouvre encore le sol des mois après la fin de la saison des pluies. Crédit photo : RAMA-BC

renforcer les capacités des futures générations de chercheurs et de praticiens. En outre, RAMA-BC a développé l'approche des fermes familiales modèles (FFM) pour renforcer les capacités locales des PEA et de leurs communautés. Les FFM adaptent un ensemble de technologies et de pratiques qui conduisent à des sols plus sains, à une utilisation efficace de l'eau, à une production diversifiée d'aliments nutritifs et à des gains de productivité. Les FFM sont établis et gérés par des "agriculteurs leaders (modèles)" qui appliquent les pratiques améliorées sur une partie de leurs propres terres, parallèlement à leurs pratiques traditionnelles, ce qui leur permet, ainsi qu'à leurs communautés, de comparer directement les avantages cumulés des pratiques agricoles intelligentes sur le plan climatique au fil du temps. Les agriculteurs leaders (modèles) ont été sélectionnés sur la base d'un certain nombre de facteurs, notamment leur position dans la communauté, la facilité d'accès à leurs terres et leur représentativité, ainsi que leur intérêt et leur capacité à gérer des parcelles de recherche et de

démonstration adaptatives et à partager leurs connaissances avec l'ensemble de la communauté. Les FFM servent de plateformes pour le développement des capacités des SHF et d'autres activités de changement de comportement social et nutritionnel. Ces activités variées ont permis de

développer et de renforcer les capacités existantes dans l'ensemble du système de marché.

Deuxièmement, RAMA-BC étend et renforce la diversité et la interconnexion des relations commerciales, tant sur les marchés formels qu'informels. Par exemple, RAMA-BC a établi un partenariat avec des entreprises semencières locales sur le marché formel qui a mis au point des kits de semences adaptés aux conditions locales, comprenant du maïs tolérant à la sécheresse et des semences de légumineuses complémentaires pour les cultures intercalaires, comme le pois d'Angole. Ces kits permettent aux SHF d'adopter facilement la culture intercalaire et de renforcer ainsi leurs capacités de résilience. Essentiellement, ces fournisseurs d'intrants ont simplifié la culture intercalaire en offrant tout sous forme de paquets emballés et de taille appropriée : les kits comprennent les semences qui conviennent le mieux aux SHF, emballées dans des tailles appropriées à des prix abordables pour les SHF, et commercialisées de manière appropriée pour les SHF peu enclins au risque. En outre, RAMA-BC a utilisé les FFM et les associations villageoises d'épargne et de crédit (VSLA) comme points d'entrée sur les marchés informels. Les membres des VSLA ont obtenu des prêts de la VSLA, ce qui leur a permis de démarrer au moins trois agro-commerçants, ainsi que d'autres entreprises telles que des fournisseurs d'intrants agricoles et des sociétés de commerce de produits de base. RAMA-BC a facilité l'organisation de journées agricoles organisées par le secteur privé dans les FFM, afin que les nouveaux négociants en produits agricoles puissent promouvoir leurs produits directement auprès des SHF. Les FFM ont également servi de tremplin pour la multiplication de plantes à tubercules telles que les variétés améliorées de manioc et de patate douce à

Comment mettre en œuvre la culture intercalaire

RAMA-BC recommande les étapes suivantes pour mettre en œuvre la culture intercalaire au Mozambique et dans des agroécosystèmes similaires :

- Plantez le maïs en rangs espacés de 75 cm avec 30 cm entre les plantes, ce qui donne une densité de 3 plantes par mètre carré.
- Semer la légumineuse d'interculture en même temps que le maïs. Si une légumineuse bisannuelle telle que le pois d'Angole est encore dans le champ de l'année précédente, semez la légumineuse en même temps que le maïs.
- Dans les zones où le maïs n'est pas cultivé pendant la saison fraîche (sèche), semez le maïs et la légumineuse d'interculture en novembre-décembre ou lorsque les premières pluies arrivent, afin que les cultures puissent échapper au pic d'infestation des CLA.

chair orange, qui alimentent le marché informel pour la diffusion. En plus d'accroître la résilience des SHF, ces partenariats ont permis d'augmenter la diversité des acteurs du système de marché formel et informel, d'améliorer les produits et services offerts par ces acteurs et de renforcer les connexions dans l'ensemble du système.

Enfin, RAMA-BC offre des options aux acteurs locaux. Il n'y a pas de solution miracle pour améliorer la résilience des SHF, renforcer les systèmes de marché ou réduire la pauvreté. Les acteurs doivent plutôt être responsabilisés afin de pouvoir choisir ce qui leur convient le mieux - et ils doivent être équipés pour le faire. Dans les études de l'UEM et de l'IAM, la préférence des agriculteurs pour chaque culture intercalaire variait selon le lieu et les années. Les agriculteurs ont une variété de raisons pour choisir une culture intercalaire donnée. RAMA-BC a responsabilisé les agriculteurs en faisant la promotion de plusieurs légumineuses comme options de cultures intercalaires, permettant aux agriculteurs de choisir ce qui est le mieux adapté à leur système agricole. En outre, reconnaissant que l'accès au financement, la nutrition et les questions de genre sont tous des facteurs importants liés au renforcement de la résilience des SHF et à la réduction de la pauvreté, RAMA-BC a promu les VSLA parmi les participants au programme, en particulier les femmes, afin de faciliter l'accès au financement pour investir dans des pratiques et des technologies intelligentes du point de vue climatique et/ou d'autres intérêts. RAMA-BC a également formé des animateurs de VSLA sur les questions de nutrition et de genre, telles que l'égalité des sexes et la violence sexiste. Ces animateurs ont ensuite animé des formations auxiliaires pour les membres des VSLA sur ces sujets, en s'appuyant sur les vidéos et les manuels de terrain en langue locale développés par RAMA-BC. Les médias de masse (y compris la radio et la télévision locales) ont également été exploités par le projet pour atteindre un public plus large. En intégrant toutes ces questions connexes dans le travail agricole de RAMA-BC, ce dernier a donné aux participants au programme - en particulier aux femmes - un meilleur accès au financement, aux connaissances et au soutien pour les aider à atteindre leurs propres objectifs, qu'il s'agisse de l'adoption de la culture intercalaire ou d'autres objectifs.

Les approches de RAMA-BC visant à renforcer les capacités locales et les liens avec le marché dans l'ensemble du système ont conduit à des résultats impressionnants pour le projet. En octobre 2021, environ **21 000** personnes avaient adopté des pratiques agricoles améliorées, notamment la culture intercalaire, sur plus de 33,000 hectares de terres agricoles. Ces résultats constituent une base solide pour la mise à l'échelle de la culture intercalaire à travers le Mozambique. Selon le ministère de l'Agriculture, seuls 3,7 % des SHF à Manica et 1,9 % à Sofala utilisent des engrais. L'utilisation de semences de maïs certifiées est également faible : 14% à Manica et 9% à Sofala (République du Mozambique : ministère de l'Agriculture et du Développement rural 2021). Les cultures intercalaires constituent une alternative éprouvée à d'autres approches qui nécessitent des investissements ou des intrants importants. La reproduction et la mise à l'échelle des cultures intercalaires à travers le Mozambique auraient des impacts profonds sur les moyens de subsistance des SHF, le développement économique et l'adaptation et l'atténuation du climat. Le renforcement des acteurs du marché formel et informel et des liens à tous les niveaux est essentiel pour garantir l'adoption durable des cultures intercalaires et renforcer la résilience des SHF et de l'ensemble du système de marché.

Appel à l'action

Les agriculteurs du monde entier sont en proie à des difficultés car le changement climatique présente une liste croissante de défis pour les communautés agricoles. Ces problèmes vont des événements météorologiques qui détruisent les cultures à la prolifération d'espèces nuisibles envahissantes, et ils sont particulièrement dévastateurs pour les agriculteurs disposant de peu de ressources, comme ceux d'Afrique subsaharienne. Ce rapport, qui s'appuie sur les recherches du consortium RAMA-BC, suggère que la culture intercalaire est une solution accessible aux SHF pour augmenter le rendement des cultures, réduire les dommages causés par les ravageurs, améliorer la santé des sols, réduire les besoins en main-d'œuvre et augmenter le retour sur investissement global face au changement climatique. Cette pratique est peu risquée, présente peu d'obstacles à l'adoption, offre des rendements élevés et peut être utilisée individuellement ou en combinaison avec d'autres pratiques pour améliorer la résilience des agriculteurs face au changement climatique. RAMA-BC prévoit d'étendre l'utilisation de la culture intercalaire avec des cultures annuelles, y compris l'incorporation de cultures

arboricoles et de bétail par le biais d'enclos mobiles afin de continuer à renforcer la résilience des SHF (" Mobile Pens Harness Livestock to Improve Farm Systems "). Il incombe à toutes les parties prenantes de continuer à partager et à soutenir des solutions agricoles accessibles pour renforcer la résilience des ménages et des communautés. Ces conclusions peuvent aider les agriculteurs, le secteur privé, les institutions publiques et les organisations non gouvernementales à promouvoir efficacement la culture intercalaire en termes pratiques et accessibles. Si la culture intercalaire était mise en œuvre par les SHF dans tout le Mozambique, ces agriculteurs verraient leurs revenus augmenter en raison d'une multiplication attendue de 2.5 de retour sur investissement. S'ils étaient étendus à l'échelle mondiale, ces rendements se traduiraient par des améliorations spectaculaires qui dépasseraient le cadre de la ferme pour avoir un impact positif sur des communautés entières.

Annexe I : Informations complémentaires sur les méthodes de recherche

Dans les études de l'UEM, les essais ont été menés dans des conditions sèches avec 20 parcelles mesurant 10 mètres par mètres 10 sur une période de quatre mois. Les rangs étaient espacés de 80 par 30 centimètres. Le haricot gris, le haricot lablab et le pois d'Angole ont été semés entre les rangées de maïs avec un espacement de 50 centimètres entre les plantes, ce qui donne 240 plantes par parcelle. Deux à trois semis ont été effectués dans les études. Trois dates de semis ont été utilisées dans les études mesurant l'effet du moment du semis sur l'infestation par les CLA. Le premier semis a généralement eu lieu le 29 décembre ou autour de cette date. Les semis précoces ont eu lieu le ou vers le 28 novembre et les semis tardifs le ou vers le 15 janvier. La récolte a eu lieu le 15 mai. Aucun engrais ou pesticide n'a été utilisé dans les essais.

Pour déterminer les niveaux d'infestation par les CLA et la présence de prédateurs dans les études UEM, chaque plante a été examinée visuellement ou évaluée de manière non destructive pour la présence ou l'absence de larves sur les feuilles et dans l'entonnoir, et un pourcentage a été calculé sur la base de la formule du manuel de formation des formateurs de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (2019). En raison du comportement photophobe des larves de CLA, la collecte des données a eu lieu aux premières heures du matin. L'échantillonnage a été effectué de 15 jours après l'émergence (DAE) à 105 DAE à intervalles de 15 jours.

Dans les études UEM sur les dommages causés par les CLA, une méthode d'échantillonnage probabiliste systématique a été utilisée. Les données ont été recueillies en cinq points de chaque parcelle et dix plantes ont été observées en chaque point, soit un total de 50 plantes observées par parcelle. Les dégâts ont été évalués sur une échelle de 1 à 9 sur l'échelle de Davis et Williams, où les plantes ont reçu des notes de 1 à 9, 1 à 3 correspondant à des dégâts faibles, 4 à 6 à des dégâts moyens et 7 à 9 à des dégâts importants (Davis et al. 1992).

Les estimations de rendement dans les études UEM étaient basées sur la méthodologie IIAM, où trois points d'échantillonnage ont été sélectionnés dans chaque parcelle consistant en deux lignes parallèles consécutives de 5 mètres de long. À chaque point, tous les épis des plantes du point d'échantillonnage ont été récoltés, décortiqués et pesés à l'aide d'une balance de précision suspendue. Après avoir séché au soleil, les grains ont été battus et pesés pour mesurer le rendement.

Dans l'étude IIAM, la variété de maïs utilisée était PGS 61, une variété à cycle long, semée peu après les premières pluies de novembre. L'espacement utilisé était de 80 centimètres entre les rangs et 25 centimètres entre les plantes pour le maïs, 25 centimètres entre les plantes pour le lablab et le jack bean, et 50 centimètres entre les plantes pour le pois d'Angole. Toutes les cultures intercalaires ont été semées 15 jours après l'émergence du maïs.

Les échantillons pour l'analyse du sol dans l'étude IIAM ont été prélevés dans chaque champ du FFM et ont été collectés en zigzag, en évitant les limites des champs. Les échantillons de chaque champ ont ensuite été mélangés, et une partie du mélange a été étiquetée et envoyée au laboratoire des sols de l'Instituto Superior Politécnico de Moçambique à Chimoio pour analyse.

La partie de l'étude concernant la main-d'œuvre et le retour sur investissement provient également des recherches de l'IIAM sur les MFF. Pour le calcul de la main-d'œuvre, les FFM ont indiqué le nombre d'heures qu'ils ont consacrées à chacune des tâches suivantes : défrichage et préparation du terrain, semis, désherbage et récolte. Les calculs du ROI se sont appuyés sur les données suivantes : un taux journalier moyen a été utilisé pour calculer la main-d'œuvre moyenne ; le prix moyen des semences de maïs et des semences de cultures intercalaires, le cas échéant, a été utilisé et il s'agissait des seuls intrants autres que la main-d'œuvre ; et le rendement total (maïs + légumineuses dans les parcelles de cultures intercalaires) a été utilisé, avec un prix moyen par kilogramme pour chaque culture. Un taux de change de 63,2 metical mozambicain par USD a été utilisé. Le retour sur investissement de la culture intercalaire par rapport à la monoculture a été calculé en prenant la différence de retour sur investissement pour les parcelles de maïs en monoculture et les parcelles de maïs en culture intercalaire.

Annexe 2 : Ressources supplémentaires sur les cultures intercalaires

1. Dexter, Nicholas. 2020. "Comment l'agriculture intelligente face au climat affecte les rendements et les moyens de subsistance au Mozambique". AGRILINKS, 25 septembre 2020. <https://agrilinks.org/post/how-climate-smart-agriculture-affecting-yields-livelihoods-mozambique>
2. AGRILINKS. s.d. "Push and Pull to Control Fall Army Worm (FAW) and Striga. "Briefing technique. Consulté le 1er février 2022. <https://agrilinks.org/sites/default/files/media/file/Push-Pull%20combatting%20FAW-%20Tech%20brief%20%2028May20.pdf>
3. AGRILINKS. s.d. "L'approche engrais vert/culture de couverture dans le RAMA-BC". Mémoire technique. Consulté le 1er février 2022. <https://agrilinks.org/sites/default/files/media/file/Green%20manure%20cover%20crops%20for%20soil%20fertility-%20Tech%20brief%201Jun20.pdf>
4. AGRILINKS. 2020. "Note technique : The use of Jackbean to control Fall Army Worm (FAW)". Mémoire technique. Consulté le 1er février 2022. <https://agrilinks.org/sites/default/files/media/file/Technical%20brief%20jackbean%20leaves%20and%20seeds%20control%20FAW%201May20.pdf>
5. Licari, Christina. 2021. "Les enclos mobiles exploitent le bétail pour améliorer les systèmes agricoles". AGRILINKS, 30 novembre 2021. https://agrilinks.org/post/mobile-pens-harness-livestock-improve-farm-systems?fbclid=IwAR0jirJujKLArWmbCUVq31UeRcs2YN8hudLh-JAIZojH-VfSrqZmZ2GoabQ#__prclt=JuO7KfBj

Annexe 3 : Références

1. Connie Madembo, Blessing Mhlanga, Christian Thierfelder. 2020. "Productivité ou stabilité ? Exploring maize-legume intercropping strategies for smallholder Conservation Agriculture farmers in Zimbabwe". *Agricultural Systems* 185, no (10292| novembre).
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102921>
2. Davis, Frank M., Sen Seong Ng et W. Paul Williams. 1992. "Échelles d'évaluation visuelle pour le dépistage de la résistance du maïs à la chenille légionnaire d'automne au stade de la floraison". Bulletin technique - Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Mississippi State University 186 : 1-9.
3. Drury, Craig F, Jane M. F. Johnson, et Charles W. Rice. 2021. "Le rôle de l'agriculture de conservation sur l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et l'amélioration de la séquestration du carbone dans les sols". *Soil Science Society of America Journal*, no 85 : 1332-1333. <https://doi.org/10.1002/saj2.20323>
4. Organisation pour l'alimentation et l'agriculture. 2019. "Surveillance, alerte précoce et gestion communautaires de la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) : Manuel de formation des formateurs." Dernière modification en 2019.
<https://www.fao.org/3/CA2924EN/ca2924en.pdf>
5. Harrison, Rhet D, Christian Thierfelder, Frederic Baudron, Peter Chinwada, Charles Midgea, Urs Schaffner et Johnnie van den Berg. 2019. "Options agro-écologiques pour la gestion de la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) : Fournir des solutions peu coûteuses et conviviales pour les petits exploitants face à un ravageur invasif." *Journal of Environmental Management* 243, (août) : 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>
6. Horwith, Bruce. 1985. "A Role for Intercropping in Modern Agriculture". *BioScience* 35, No. 5. (mai) : 286-291. <https://doi.org/10.2307/1309927>
7. Khan, Zeyaur R., Charles A. O. Midega, Toby J. A. Bruce, Antony M. Hooper, John A. Pickett. 2010. "Exploiter les composés phytochimiques pour développer une stratégie de protection des cultures "push-pull" pour les céréalières en Afrique". *Journal of Experimental Botany* 61, 15 (octobre) : 4185-4196. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq229>
8. Layek, Jayanta, Anup Das, Tarik Mitran, Chaitanyaprasad Nath, Ram Swaroop Meena, Gulab Singh Yadav, B. G. Shivakumar, Sandeep Kumar et Rattan Lal. 2018. "Céréales + légumineuses en interculture : Une option pour améliorer la productivité et maintenir la santé des sols". *Légumineuses pour la santé des sols et la gestion durable*. 347-386. Singapour : Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4_11
9. Lee, Nicole, et Christian Thierfelder. 2017. "La lutte contre les mauvaises herbes dans le cadre de l'agriculture de conservation dans les systèmes agricoles de petits exploitants des zones sèches d'Afrique australe. A review." *Agronomie pour le développement durable* 37, no 48 (octobre). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0453-7>
10. Mais Soja. 2018. "Danos de Lagarta do Cartucho e Lagarta da Espiga em Híbridos de Milho na Safra e na Safrinha em Sete Lagoas - MG". Publication du XIV Seminário Nacional. Milho Safrinha. Dernière modification le 27 février 2018. <https://maissoja.com.br/danos-de-lagarta-do-cartucho-e-lagarta-da-espiga-em-hibridos-de-milho-na-safra-e-na-safrinha-em-sete-lagoas-mg/>
11. Madembo, Connie, Blessing Mhlanga, et Christian Thierfelder. 2020. "Productivité ou stabilité ? Exploring maize-legume intercropping strategies for smallholder Conservation Agriculture farmers in Zimbabwe". *Agricultural Systems* 185, no (10292| novembre).
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102921>
12. Mupangwa, W., I. Nyagumbo, F. Liben, L. Chipindu, P. Craufurd, et S. Mkuhlani. 2021. "Rendements de maïs des systèmes de rotation et de cultures intercalaires avec différentes

légumineuses dans le cadre de l'agriculture de conservation dans des agro-écologies contrastées." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 306, no 107170 (février).
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107170>.

13. République du Mozambique : Ministère de l'agriculture et du développement rural. 2021. "Inquérito Agrário Integrado 2020 | Marco Estatístico". Dernière modification 2021.
https://www.agricultura.gov.mz/wp-content/uploads/2021/06/MADER_Inquerito_Agrario_2020.pdf
14. Rusinamhodzi, Leonard, Bashir Makoko et John Sariah. 2017. " Le ratooning du pois d'Angole dans les cultures intercalaires de maïs- pois d'Angole : Productivité et réduction du coût des semences dans l'est de la Tanzanie ". *Field Crops Research* 203 (mars) : 24-32.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.001>
15. Snapp, Sieglinde S, Malcolm J Blackie, Robert A Gilbert, Rachel Bezner-Kerr et George Y Kanyama-Phiri. 2010. "La biodiversité peut soutenir une révolution plus verte en Afrique". *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* 107, no 48 (novembre) : 20840-20845. <https://doi.org/10.1073/pnas.1007199107>
16. Tanyi, Clovis Bessong, Raymond Ndip Nkongho, Justin Nambangia Okolle, Aaron Suh Tening et Christopher Ngsong. 2020. "Effet de la culture intercalaire de haricots avec du maïs et un extrait botanique sur l'infestation par la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*)". *International Journal of Agronomy* 2020, no 4618190. <https://doi.org/10.1155/2020/4618190>
17. Actualités de l'ONU. 2018. "Mozambique : La FAO veut assurer la sécurité alimentaire après 40 % de pertes de récoltes." Dernière modification le 28 août 2018.
<https://news.un.org/pt/story/2018/08/1635122>
18. Vandermeer, John H. 1989. *The Ecology of Intercropping*. Cambridge : Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511623523>