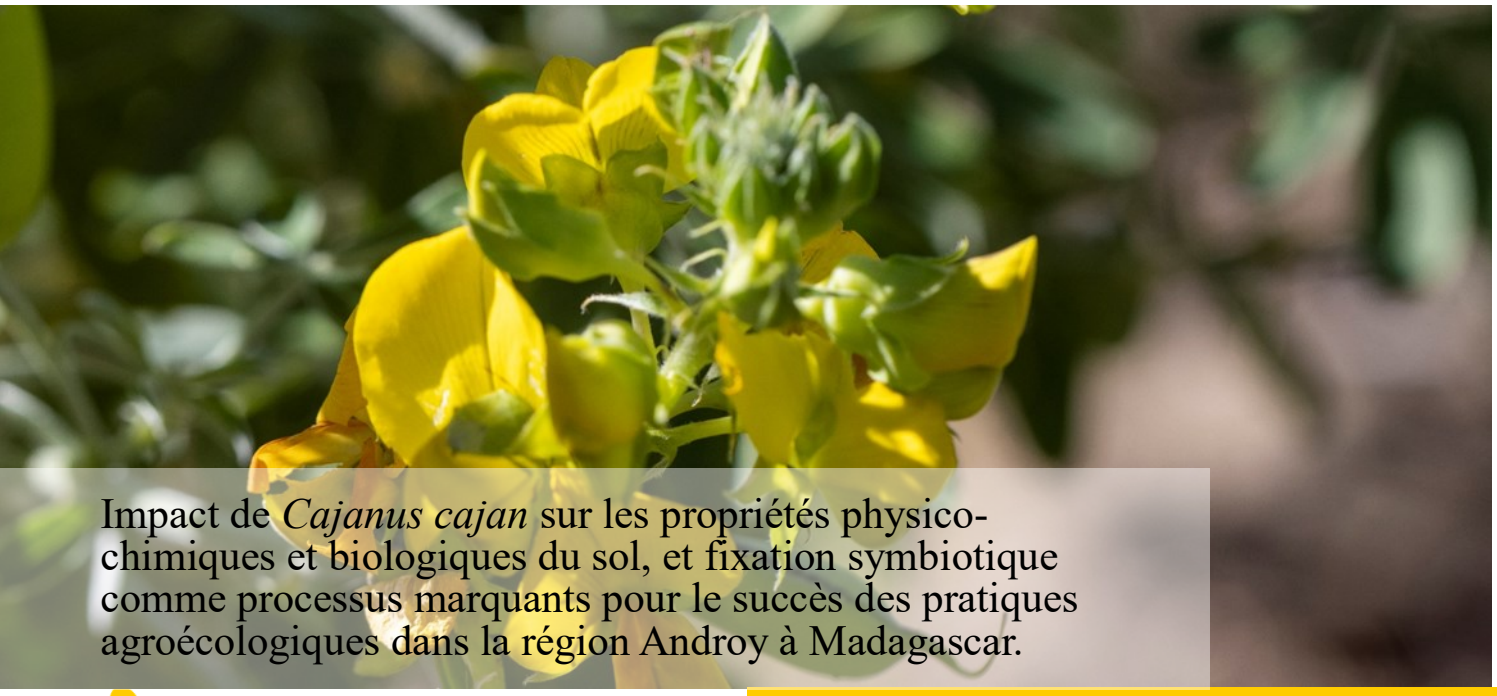

Impact de *Cajanus cajan* sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, et fixation symbiotique comme processus marquants pour le succès des pratiques agroécologiques dans la région Androy à Madagascar.

Contexte

Face aux défis climatiques et environnementaux du Sud de Madagascar, tels que la sècheresse et l'érosion éolienne, le Groupe de recherche et d'échange technologique (GRET) et le Centre Technique Agroécologique du Sud (CTAS) ont mis en place des blocs agroécologiques (BAE). Ces aménagements collectifs intègrent le *Cajanus cajan* sous la forme de mini-forêts ou de haies, dans le but d'améliorer la fertilité des sols et de renforcer la résilience des systèmes agricoles. Déployé depuis 2014, ces aménagements ont reçu un retour favorable de la part des producteurs, qui observent une amélioration de la fertilité des sols et une meilleure protection des sols contre l'érosion éolienne. Une étude préliminaire menée en 2019 suggère un potentiel d'amélioration de la qualité du sol grâce aux mini-forêts de Cajanus, sans toutefois établir formellement leur impact positif sur les propriétés du sol.

Knowledge gap

L'impact à long terme des BAE sur la fertilité des sols à Madagascar reste peu documenté malgré des observations de terrain prometteuses. Cette lacune rend difficile une analyse complète de leurs bénéfices et souligne la nécessité d'une étude approfondie pour mieux comprendre leurs effets sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols. Par ailleurs, bien que la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique N_2 soit identifiée comme un atout majeur du *Cajanus cajan*, aucune étude n'a encore quantifié son bilan azoté ni évalué son impact sur les cultures associées dans cette Région. Enfin, une quantification de biomasse totale (aérienne et souterraine) de Cajanus est essentielle pour déterminer si elle peut répondre aux besoins locaux, notamment en bois de chauffe.

Objectifs globaux

Cette étude vise à évaluer le potentiel des BAE et du *Cajanus cajan* pour la restauration des sols dans la région Androy. Elle se concentre sur les propriétés du sol (fertilité et diversité de la macrofaune du sol) ; l'estimation de la fixation symbiotique et les biomasses produites par le *Cajanus cajan.*

Budget et financement

Le projet de recherche a été menée par une équipe du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) dans le cadre d'une coopération avec le projet ProSol ou Protection et réhabilitation des Sols pour améliorer la sécurité alimentaire. Mise en œuvre par la Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, ProSol est mandaté par le Ministère fédéral Allemand de la Coopération Economique et du Développement (BMZ) et co-financé par l'Union européenne.

RÉSULTATS

1 DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS

La macrofaune du sol a été prélevée sur un total de 24 parcelles comprenant des mini-forêts (1 et 2 ans) et de Cajanus en bandes (1 et 2 ans) ainsi que de monocultures (manioc et maïs) et témoins (jachères traditionnelles). Les mini-forêts de *Cajanus cajan* âgées de 1 et 2 ans présentent en moyenne quatre fois plus d'individus de macrofaune par m^2 de sol (1172 ind.m^{-2} et 652 ind.m^{-2} respectivement) que les parcelles témoins et les monocultures (256 ind.m^{-2} et 224 ind.m^{-2} respectivement).

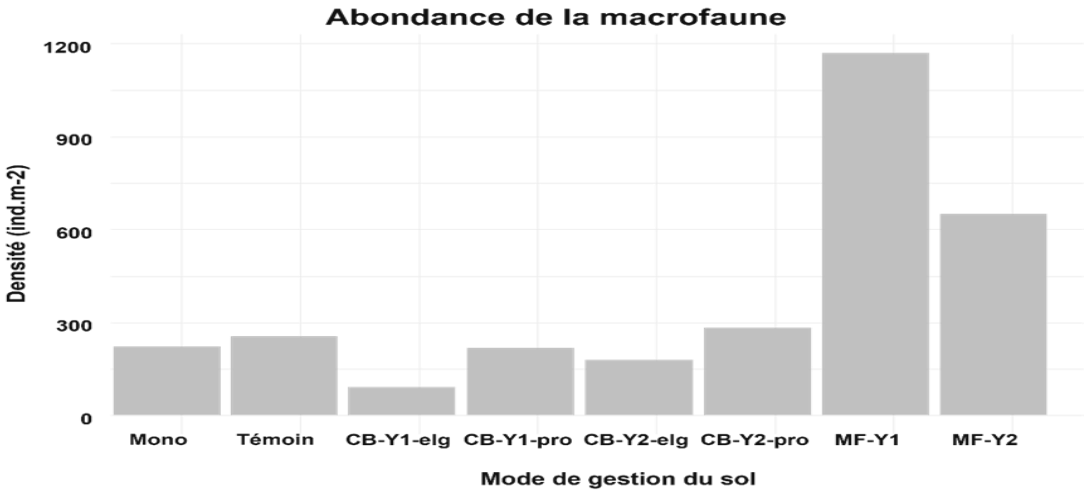

Figure 1: Abondance de la macrofaune (individus.m^{-2}) pour chaque parcelle sur la profondeur 0-30 cm du sol

Témoin : jachère traditionnelle ; Mono : monoculture de maïs et manioc ; ***CB-Y1-elg*** *: parcelle en bande d'un an avec le point d'échantillonnage au milieu de deux bandes ;* ***CB-Y1-moy*** *: parcelle en bande d' un an avec le point d'échantillonnage moyennement proche de la bande ;* ***CB-Y1-pro*** *: parcelle en bande d' 1un an avec le point d'échantillonnage proche de la bande ;* ***CB-Y2-elg*** *: parcelle en bande de 2 ans avec le point d'échantillonnage au milieu de deux bandes ;* ***CB-Y2-moy*** *: parcelle en bande de 2 ans avec le point d'échantillonnage moyennement proche de la bande* ***; CB-Y2-pro*** *: parcelle en bande de 2 ans avec le point d'échantillonnage proche de la bande.*

2 FERTILITÉ CHIMIQUE DES SOLS

Trois échantillons de sol par parcelles ont été prélevés sur les 24 parcelles : mini-forêts de Cajanus (1 et 2 ans) ; Cajanus en bandes (1 et 2 ans) ; monocultures (manioc et maïs) et témoin (jachères traditionnelles) pour évaluer les teneurs an carbone organique et azote total du sol

TRAITEMENT	STOCK COS (MG C. HA^{-1})	STOCK N (MG C. HA^{-1})
Mini-forêt de *Cajanus cajan* (moyenne entre 1 et 2 ans)	**14,67**	**1,49**
Cajanus cajan en bande (moyenne entre 1 et 2 ans)	8,16	0,76
Témoin (jachère traditionnelle)	5,95	0,59
Monoculture (manioc et maïs)	6,83	0,79

Tableau 1 : Stock moyen de carbone organique du sol (COS) et stock moyen d'azote (N) du sol sur la profondeur 0-30 cm

Le stock de carbone organique du sol (COS) est significativement plus élevé dans les mini-forêts, avec 14,67 Mg C·ha^{-1}, par rapport aux parcelles témoins, qui présentent 5,95 Mg C·ha^{-1}, et aux monocultures, avec 6,83 Mg C·ha^{-1}. Une tendance similaire est observée pour le stock d'azote (N) dans le sol : 1,49 Mg N·ha^{-1} dans les mini-forêts, contre 0,59 Mg N·ha^{-1} dans les parcelles témoins et 0,79 Mg N·ha^{-1} dans les monocultures.

Ces résultats suggèrent donc que l'association des Cajanus dans les parcelles agricoles en bandes ou en mini-forêts est une pratique agroécologique à renforcer pour la restauration de la fertilité des sols dégradés.

3 Fixation et transfert d'azote

La méthode de dilution isotopique avec 15N a été utilisée sur des parcelles de Cajanus pur âgés de 2 ans (mini-forêts), de Cajanus associés au manioc et de monocultures de manioc.

Pour les parcelles de mini-forêts et de Cajanus en bande où les arbustes sont âgés de 2 ans, le pourcentage d'azote dérivé de la fixation atmosphérique (%Ndfa) est estimé à 100% sur une période d'étude de 90 jours. Ce résultat indique que 100% de l'accumulation d'azote dans les feuilles de Cajanus sur la période d'étude provenait de la fixation atmosphérique. En supposant qu'un %Ndfa de 100% a été observée depuis l'origine, cette fixation équivaut à un apport en 2 ans de 17,1 kg N. ha-1 dans les parcelles mini-forêts et entre 6,5 à 8,5 kg N. ha-1 dans les parcelles Cajanus en bande. Ce N fixé, converti en apport d'urée (46% N) est équivalent à 37,2 kg. ha-1 dans les parcelles mini-forêts et entre 14,0 à 18,4 kg. ha-1 dans les parcelles de Cajanus en bande.

Un transfert de l'azote fixé par le Cajanus vers la culture associée (manioc) a été observée en comparant les signatures isotopiques 15N des deux plantes : entre 42 % et 72 % de l'azote dans les feuilles de manioc situé à 5 m d'une bande de Cajanus cajan provient du transfert d'azote à partir de la légumineuse.

Ces résultats montrent que Cajanus cajan est un fixateur d'azote efficace conduisant à une entrée non négligeable de N dans l'écosystème, améliorant sa durabilité dans un contexte où les producteurs n'apportent pas de matières fertilisantes (organiques ou minérales) dans leurs parcelles.

4 Production de bois énergie

Systèmes	Cajanus en bande 2 ans (en bas de pente)	Cajanus en bande 2 ans (en haut de pente)	Mini-forêt 2 ans
Densité de plantation (arbres. ha^{-1})	1217	1187	3464
Bois (kg. ha^{-1})	**792**	**680**	**2878**

Tableau 2: Quantité moyenne de bois de cajanus récoltée suivant les systèmes

Des inventaires et des biomasses destructives des arbustes de Cajanus cajan ont été réalisés dans les parcelles de mini-forêts et Cajanus en bandes de deux ans.

La quantité de bois récoltée après 2 ans est d'environ 2880 kg. ha^{-1} dans les systèmes mini-forêts et varie entre 680 et 790 kg. ha^{-1} dans les systèmes de Cajanus en bande.

Cette production est un atout face à la déforestation et au manque de bois dans la Région. Toutefois, il parait important de diversifier les ressources ligneuses et par conséquent, faire une étude sur les espèces ligneuses qui peuvent s'adapter aux conditions pédoclimatiques de la région.

Le Cajanus cajan : une légumineuse aux multiples atouts à travers le monde

Le **Cajanus cajan**, plus connu sous le nom de *pois d'Angole*, est une légumineuse cultivée depuis des millénaires dans les régions tropicales et subtropicales. Originaire du sous-continent indien, il s'est répandu à travers l'Afrique, les Caraïbes, l'Amérique latine et certaines parties de l'Asie du Sud-Est, s'imposant comme une culture clé pour la sécurité alimentaire et l'agriculture durable.

Dans de nombreuses régions du monde, notamment en Afrique et en Inde, il constitue une source précieuse de protéines végétales pour les populations rurales. Ses graines sont riches en nutriments et utilisées dans de nombreux plats traditionnels, comme le dal en Inde ou les ragoûts en Afrique de l'Ouest.

Le **Cajanus cajan** est particulièrement adapté aux sols pauvres et aux conditions climatiques difficiles. Il supporte bien la sécheresse, ce qui en fait un choix stratégique pour les agriculteurs dans les régions arides et semi-arides. De plus, grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique, il améliore naturellement la fertilité des sols et réduit le besoin en engrais chimiques.

Le pois d'Angole est souvent intégré dans des systèmes d'agroforesterie où il est utilisé comme brise-vent, haie vive ou plante de couverture pour protéger les sols contre l'érosion. Son feuillage nourrit également le bétail, offrant ainsi une double utilité aux agriculteurs

Au-delà de l'autoconsommation, le pois d'Angole est aussi une culture de rente. L'Inde, premier consommateur mondial, en importe de grandes quantités, notamment depuis les pays africains et les Caraïbes. Il est également utilisé dans l'industrie agroalimentaire pour produire des farines et des aliments transformés.

Face aux défis du changement climatique et à la nécessité d'une agriculture plus résiliente, le **Cajanus cajan** apparaît comme une solution d'avenir. De nombreux programmes de recherche s'intéressent à l'amélioration de ses rendements, à sa tolérance aux maladies et à son intégration dans des systèmes agricoles durables.

Cultivé aux quatre coins du monde, le pois d'Angole reste ainsi une plante aux multiples facettes, alliant nutrition, économie et préservation de l'environnement.

Publié par Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Auteurs Projet Protection et Réhabilitation des Sols , pour améliorer la sécurité alimentaire (ProSol)
Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)
Laboratoire des Radios Isotopes (LRI)

Adresse Enceinte SOANALA Ambatobe,
Antananarivo 101, Madagascar

Mise en page GIZ
Edition Janvier 2025

Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de la GIZ et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union europAdreAéenne.