



PRATIQUES DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION

GUIDE PRATIQUE DU SYSTÈME RIZ PLUVIAL SUR *STYLOSANTHES GUIANENSIS*

(RIZ PLUVIAL//STYLO)

Les techniques de l'Agriculture de Conservation (AC) permettent de gérer durablement des agroécosystèmes.

Elles permettent en particulier de restaurer la fertilité du sol au bout de quelques années de pratique.



LE SYSTÈME À BASE DE STYLOSANTHES

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE
N°8

Les zones de colonisation récentes comme la zone du Moyen Ouest présentent un potentiel cultural important. Le développement important dans cette zone du *Striga asiatica*, plante parasite, consécutif à la baisse de la fertilité et du taux de matière organique des sols a fortement réduit le rendement des cultures de céréales et oriente les systèmes de culture vers le manioc.

Le système à base de stylosanthes en Agriculture de Conservation est un système efficace pour lutter contre le *Striga asiatica* et améliorer et gérer efficacement la fertilité du sol dans ces zones.

CIBLES :

Les agronomes, les techniciens et les agriculteurs

LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EN SCV

Le semis direct sous couverture végétale permanente (SCV) repose sur trois principes fondamentaux: le travail minimal du sol, la couverture permanente du sol et des cultures diverses en association ou en rotation (FAO, 2012).

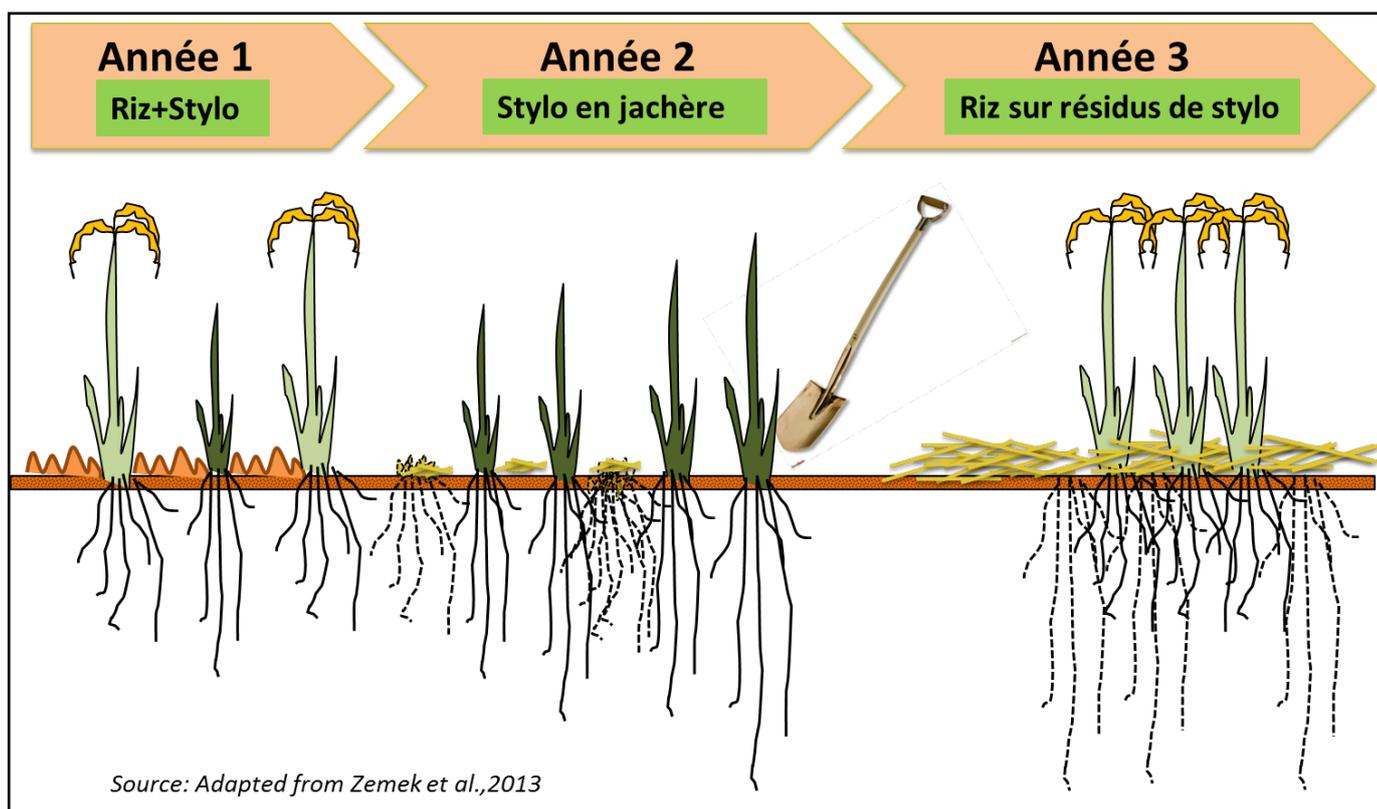
Le GSDM, professionnels de l' Agroécologie, a mis au point des systèmes de culture en semis direct sous couverture végétale permanente adaptés aux besoins et contraintes des agriculteurs (www.gsdm-mg.org) pour chacune des unités agronomiques du pays. Parmi ces systèmes figure le système riz pluvial//stylo, le plus adopté dans la région du Moyen Ouest de Madagascar.

Le projet MoETH est constitué d'un partenariat avec l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETHZ), le FOFIFA, le CIRAD et l'Université d'Antananarivo à travers l'Unité de Recherche en Partenariat sur les Systèmes de Culture et Rizicultures Durables (URP SCRiD) et le Laboratoire des Radioisotopes (LRI). Il a permis l'étude de la dynamique du phosphore (P) et de l'azote (N) dans le cadre du système riz pluvial//stylo dans le Moyen Ouest de Madagascar. Ce projet a été financé par le fond national suisse de la recherche scientifique et la direction suisse du développement et de la coopération (DDC). Il a duré de septembre 2010 à décembre 2013 (Projet n. IZ70ZO-131310/1).

SYSTÈME RIZ PLUVIAL//STYLO

Les légumineuses comme le *Stylosanthes guianensis* sont utilisées comme plante de couverture car elles fixent de l'azote (environ 90 kg N ha⁻¹) et qu'elles ont un enracinement profond (70-150 cm) leur permettant de remonter les éléments minéraux, dont le phosphore, des horizons profonds vers la surface (Muhr et al., 1999; Seguy et al., 2009). En augmentant les teneurs en N et P dans l'horizon supérieur stylosanthes devrait augmenter les rendements en riz habituellement fortement limités par les très faibles teneurs en N et P disponibles des sols du Moyen Ouest.

La variété NERICA 4 pour le riz pluvial et la variété CIAT 184 pour le *Stylosanthes guianensis* sont utilisées dans le système riz pluvial//stylo suivant l'itinéraire technique décrit ci-dessous.



ITINÉRAIRE TECHNIQUE DU SYSTÈME RIZ PLUVIAL//STYLO

- Année 1 : Pendant la phase d'installation, le sol est labouré et le riz pluvial est mis en association avec le stylosanthes. A la fin de la première année le riz est récolté.
- Année 2 : Le stylosanthes est laissé en jachère pendant une année supplémentaire. A la fin de l'année 2, le stylosanthes est fauché au ras du sol à l'angady et découpé en petits morceaux.
- Année 3 : Le riz pluvial est installé en SCV sur résidus de stylo. Les stylosanthes se régèrent naturellement et vont grandir avec le riz pluvial. Le cycle reprend, par exemple pour l'année 4, les jeunes stylosanthes vont pousser une année en jachère.

Avantages du système riz pluvial//stylo

- Restauration de la fertilité des sols dégradés des *tanety*
- Apport de N par fixation symbiotique
- Réduction de la pression des mauvaises herbes (p.ex. *Striga* sp)
- Réduction de l'érosion du sol sous couverture morte de stylosanthes

Limites du système riz pluvial//stylo

- Gestion de la plante de couverture
- Pénibilité du travail de maîtrise du stylosanthes
- Feux de brousse et/ou divagation des plantes de couvertures par les zébus
- Disponibilité de surfaces cultivables

DYNAMIQUE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE EN SYSTÈME RIZ PLUVIAL//STYLO

Importance de l'azote et du phosphore dans le système riz pluvial//stylo

L'azote (N) et le phosphore (P) sont indispensables pour la croissance de la plante. Une gestion intégrée et raisonnée de la fertilisation et la fertilité du sol nécessite donc une bonne connaissance de la qualité et de la quantité des sources d'éléments nutritifs disponibles surtout en termes de N et de P.

- **Qu'est-ce que le stylosanthes apporte en termes de N et P ?**

Le stylosanthes est une légumineuse capable de fixer jusqu'à 90kg N ha⁻¹ de N provenant de l'atmosphère par fixation symbiotique. En plus, il est capable de remonter en surface les éléments nutritifs (N, P) qui ne sont pas accessibles pour les céréales puisque situés en profondeur, grâce à son puissant système racinaire. Le stylosanthes peut donc améliorer la phytodisponibilité du N et du P dans le système sol/plante (Naudin, 2012).

- **Pourquoi N et P sont indispensables pour le riz ?**

Le N est un composant essentiel des acides aminés, des acides nucléiques et de la chlorophylle. En conséquence il est indispensable pour la photosynthèse et de la croissance des plantes de riz, par exemple en taille et en nombre de talle. Le manque de N affecte directement sur les paramètres du rendement. Les symptômes de carences se traduisent par l'apparition de feuilles jaunâtre (Dobermann et al., 2000) (figure 1a).

Le P est un composant essentiel de l'adénosine triphosphate (ATP), des acides nucléiques et des phospholipides. Il est nécessaire pour le stockage et transfert d'énergie, le stockage de l'information génétique et pour la maintenance de l'intégrité des membranes de la plante. Le manque de P entraîne un retard de développement de la plante. Les symptômes de carences se traduisent par des feuilles avec des taches rouge-violacé ou marron chez le riz (Dobermann et al., 2000).



(Source: Dobermann et al., 2000)

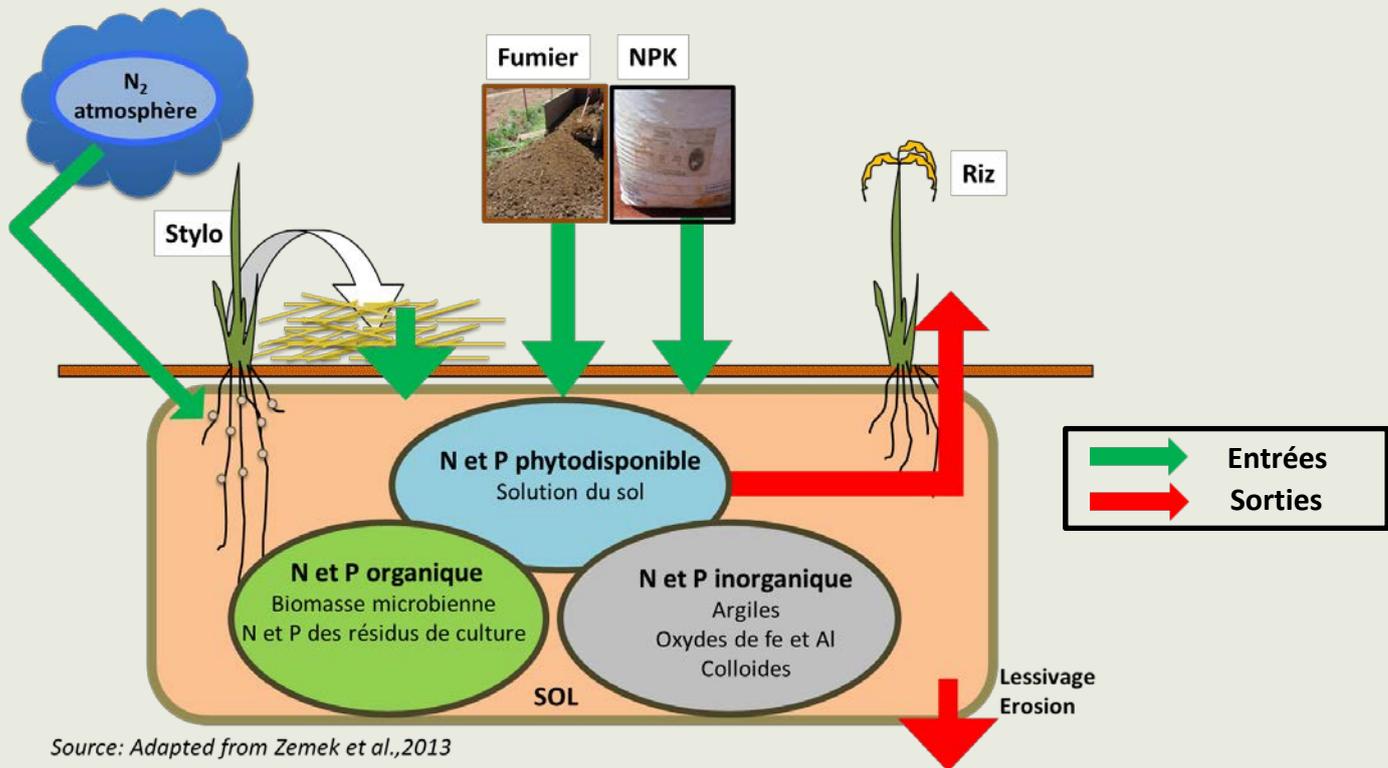


(Source: L. Randriamanantsoa)

Figures 1: Plante de riz carencée en N (a) et plante de riz en condition optimale (b)

DYNAMIQUE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE EN SYSTÈME RIZ PLUVIAL//STYLO

Cycle de N et P en système riz pluvial//stylo



Source: Adapted from Zemek et al., 2013

Entrées de N et de P

- Fixation symbiotique de l'azote via le stylosanthes
- Eléments nutritifs apportés par les résidus de stylosanthes et les pailles de riz
- Apports sous forme d'engrais minéral (NPK) ou organique (fumier)

Sorties de N et de P

- Exportation sous forme de paddy
- Perte d'éléments nutritifs par lessivage ou l'érosion.
- Perte de N par voie gazeuse

Caractéristique du fumier et des résidus de stylosanthes



Sources	N en % MS	C en % MS	P en % MS	C/N
Fumier	1,2	15	0,26	13
Résidus de stylo	2,2	43	0,17	20

Tableau 1: Caractéristiques des amendements organiques apportés dans le système riz pluvial//stylo étudié dans le projet MoETH. Les résidus de stylosanthes ont été collectés à la fin de la saison de pluie (avril) et le fumier (poudre) de zébu a été collecté en novembre avant la mise en culture.

Le fumier contient nettement plus de P par rapport aux résidus de stylosanthes, alors que les résidus de stylosanthes contiennent nettement plus de N que le fumier. Les qualités de fumiers sont très variables généralement comme on peut avoir un fumier riche en N et P.

RESULTATS OBTENUS SUR 3 ANS DANS L'ESSAI INSTALLE SUR LE SITE D'IVORY (MOYEN OUEST) UTILISANT LE SYSTEME RIZ PLUVIAL//STYLO

Trois traitements en SCV en système riz pluvial//stylo (sans apport de N et P, apport de fumier et apport de NPK) sont comparés à un traitement en monoculture de riz sans apport de N et P pendant 3 ans en terme de rendement en paddy et bilan en N et P.

Effet de l'apport de N et P sous forme minéral ou organique sur le rendement en paddy?

Traitements	Rdt moyen (t ha ⁻¹) année 1 (2010-2011)	Rdt moyen (t ha ⁻¹) année 3 (2012-2013)
Monoculture de riz (sans apport)	2,5a	1,8a
Riz//stylo en SCV sans apport	2,3a	3,1b
Riz//stylo en SCV avec fumier	3,0a	4,2c
Riz//stylo en SCV avec NPK	4,4b	4,5c

Tableau 2 : Comparaison des rendements en paddy du traitement en monoculture de riz sans apport de N et de P avec des traitements en SCV (apport de résidus de stylosanthes de 9 t ha⁻¹) sans apport de N et P, un apport de fumier (5t ha⁻¹) et un apport d'engrais minéral (300 kg ha⁻¹ de NPK (11, 22, 16) + 80 kg ha⁻¹ d'urée (46)). Les différentes lettres indiquent une différence significative entre les rendements des traitements (P<0,05).

Un effet positif de l'apport sous forme d'engrais minéral et organique est observé en système riz pluvial//stylo en SCV comparé au traitement en monoculture de riz sans apport de N et P. Un net effet positif du système riz pluvial//stylo au cours du temps.

Est-ce que l'utilisation du fumier en système SCV permet de remplacer les engrais minéraux dans le système riz pluvial//stylo ?

- Le rendement moyen en paddy du traitement SCV avec un apport de fumier est de l'ordre de 3,0 t ha⁻¹ (année 1) et de 4,2 t ha⁻¹ (année 3) alors que celui du traitement SCV avec un apport d'engrais minéral est de l'ordre de 4,4 t ha⁻¹ (année 1) et de 4,5 t ha⁻¹ (année 3) (tableau 1). La différence de rendement en année 1 s'explique par le fait que l'engrais minéral est un engrais soluble qui a un effet direct dès l'année de son application et qu'il n'y avait eu que peu d'apport de N par le stylosanthes puisqu'il était encore peu développé. Mais le rendement devient équivalent entre les 2 traitements en année 3 à cause de la minéralisation de la matière organique contenu dans le fumier et dans le stylosanthes. Les rendements des 2 traitements sont équivalents en année 3.
- Bilan cumulé du N et P sur 3 ans:**

Traitements	P apporté kgP ha ⁻¹	N apporté kgN ha ⁻¹	P prélevé kgP ha ⁻¹	N prélevé kgN ha ⁻¹	Bilan P kgP ha ⁻¹	Bilan N kgN ha ⁻¹
Monoculture de riz (sans apport)	0	0	5	75	-5	-75
Riz//stylo en SCV sans apport	13	100	6	65	+7	+35
Riz//stylo en SCV avec fumier	45	225	7	91	+37	+134
Riz//stylo en SCV avec NPK	71	240	9	128	+61	+112

Tableau 3 : Comparaison des bilans cumulés sur 3 ans du traitement en monoculture de riz sans apport de N et de P avec des traitements en SCV sans apport de N et P, un apport de fumier de zébu et un apport d'engrais minéral

En monoculture de riz sans apport d'engrais, le bilan cumulé de N et P sur 3 ans est négatif (système minier) alors que le bilan devient positif dans un système riz pluvial//stylo sans apport d'engrais en SCV. Le bilan devient encore favorable avec un apport de fumier ou d'engrais minéral.

Le traitement SCV avec un apport de fumier est une alternative intéressante pour pallier les problèmes liés à l'accessibilité des engrais minéraux pour les paysans à condition qu'ils aient accès à des quantités suffisantes de fumier et à des surfaces suffisamment importantes pour cultiver le stylosanthes en rotation.

Biomasse du stylosanthes et quantité d'azote fixé par le stylosanthes

- La biomasse aérienne moyenne de stylosanthes produite au bout de **2 ans** est de **9 à 10 t ha⁻¹** de matière sèche.
- La biomasse racinaire moyenne de stylosanthes produite est de **1,3 t ha⁻¹ an⁻¹**.
- La fixation symbiotique de N₂ du stylosanthes est de **100 kgN ha⁻¹** pendant **2 ans** de croissance.

- Le système riz pluvial//stylo est un système efficace en combinant avec un apport de fumier qui permet d'assurer la nutrition azotée et phosphatée de la plante et d'augmenter le rendement en riz pluvial après 2 ans d'installation.
 - Stylosanthes : source de N et dans une moindre mesure de P
 - Fumier : source de P et dans une moindre mesure de N
- Une diversification du système s'avère nécessaire pour pallier aux problèmes liés à l'utilisation du système riz pluvial//stylo. Comme le système maïs + Vigna unguiculata (niébé)//riz pluvial, maïs + Vigna subterranea (Voandzou)//riz pluvial, maïs + Arachis hypogaea (arachide)//riz pluvial, maïs + Cajanus cajan (Pois Cajan)//riz pluvial, maïs + Mucuna pruriens (mucuna)//riz pluvial.



FICHE ELABORÉE SUR LA BASE DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LE PROJET «MOETH» FINANCÉ PAR LE FONDS NATIONAL SUISSE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET LA DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA COOPÉRATION (PROJET N. IZ70ZO-131310/1)

Remerciements à tous ce qui ont participé à la réalisation du projet MoETH et spécialement aux membres du comité d'organisation :

- Pr. E. Frossard, Dr. A. Oberson, Dr. E. Bünemann et O. Zemek (**ETH Zurich**)
- Dr. J. Rakotoarisoa, Dr. E. Scopel, Dr. J. Dussere, Dr. B. Rabary, JM. Douzet et M.A. Ravaosolo (**URP SCRID**)
- Dr. J.C. Rakotondravelo (**ESSA**)
- Pr. L. Rabeharisoa, Pr. T. Razafimbelo, Dr. A. Albrecht, Dr. T. Becquer, M.P. Razafimanantsoa et Dr. L. Randriamanantsoa (**LRI**)

Références bibliographiques :

- Dobermann, A., Fairhurst, T.H., 2000. Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management - Handbook Series.
- FAO, 2012. FAO:AG:Conservation agriculture. Agriculture Available at <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html> (verified 3 November 2014).
- Muhr, L., Tarawali, S.A., Peters, M.,Schultze-Kraft, R. 1999. Forage legumes for improved fallows in agropastoral systems of subhumid West Africa. III. Nutrient import and export by forage legumes and their rotational effects on subsequent maize. Tropical Grasslands 33, 245–256.
- Seguy, L., Husson, O., Charpentier, H., Bouzinac, S., Michellon, R., Chabanne, A., et al. (2009). Chapitre 1:Principes et fonctionnement des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente.Volume I. CIRAD - TAFA- GSDM - AFD - MAEP. <http://Agroecologie.cirad.fr>. 32 p.
- Naudin, K., 2012. You can't eat your mulch and have it too : cropping system design and tradeoffs around biomass use for Conservation Agriculture in Cameroon and Madagascar. Thèse de doctorat . Université de Wagenigen . 220 p.
- Zemek, O., Randriamanantsoa, L., Hofmann ,A., Frossard, E., 2013. Nitrogen supply in conservation agriculture. PSC/SPSW e-learning course Sustainable Plant Systems, Subject area «Nutrient Management». (<https://www.olat.uzh.ch/olat/url/RepositoryEntry/3604873218?guest=true&lang=de>)

Contact:
GSDM, Professionnels de l'Agroécologie

Route d'Ambohipo
Lot VA 26 Y Ambatoroka
BP 6039
101 Antananarivo
Madagascar
<http://gsdm-mg.org>

Réalisation :
Lalajaona RANDRIAMANANTSOA
(email: rlalajaona@yahoo.fr)

