

CIRAD-CA
FOS
ISA

**MISSION D'APPUI AU PROJET
DE RECHERCHE DEVELOPPEMENT
DE LA PLAINE DES JONGS**

*Mission au Vietnam
du 11 au 20 Février 1993*

R. MICHELLON



AVANT-PROPOS

Cette mission de dix jours du 11 au 20 Février 1993 s'inscrit dans le cadre de la collaboration entre le C.I.R.A.D. (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), F.O.S. (Fonds pour la Coopération au développement) et l'I.S.A. (Institut des Sciences Agronomiques du Sud Vietnam), qui s'est accélérée en quelques mois.

Ainsi, après la signature d'un accord de collaboration plus étroite FOS-CIRAD et la constitution effective d'une équipe ISA-CIRAD (arrivée de P. GODON) en Avril 1992 :

- des programmes détaillés de Recherche-Développement ont été établis en fonction des types de milieu du Vietnam méridional et des souhaits des partenaires par M. RAUNET et L. SEGUY ;
- la formation de cadres vietnamiens à de nouveaux modes de gestion des sols, en particulier, avec des couvertures végétales permanentes associées aux cultures vivrières, a débuté grâce au séjour de NGUYEN GIA QUOC à La Réunion, en Décembre 1992.

La présente mission, financée par F.O.S., avait pour objectifs principaux :

- l'évaluation des essais mis en place sur sols sulfatés acides par le projet de Recherche Développement de la Plaine des Joncs (Dong Thap Muoi)
- la préparation des dispositifs expérimentaux pour leur poursuite et leur extension aux sols gris qui concernent un vaste ensemble et dont la problématique est comparable à celle des sols des glacis de piémonts des contreforts montagneux, ...

De même, grâce surtout à des échanges réguliers, elle devrait aussi permettre, d'aider à construire des systèmes de culture à base de riz pluvial qui valorisent les variétés du CIRAD-CA (IRAT), nouvellement introduites (1990). Elles connaissent un développement exceptionnel (plus de 5.000 ha en 1993) dans ce pays qui est devenu le 3^{ème} exportateur mondial.

Des améliorations doivent être apportées dans les zones à mauvaise maîtrise de l'eau, afin de fixer l'agriculture pluviale à travers un large choix de systèmes à niveaux d'intensification variables, susceptibles de convenir à diverses catégories d'utilisateurs économiques, dans un environnement physique préservé et maîtrisé.

Je remercie les amis QUOC, Olivier, Philippe et PHUNG qui m'ont accompagné pendant cette mission et permis de découvrir l'immense richesse du Vietnam rural.... Ecole de modestie pour les agronomes occidentaux.

En espérant pouvoir l'aider à retrouver son équilibre et sa durabilité après les épreuves passées.

I- PERSONNES RENCONTREES ET CALENDRIER DE LA MISSION

- 11 Février : Arrivée à HO CHI MINH Ville à 17 h
Accueil par MM. P. GODON, Agronome CIRAD-CA et NGUYEN GIA QUOC, Directeur Adjoint du Département des Plantes Vivrières - Projet I.S.A. CIRAD-CA.
- 12 Février : Présentation du programme de la mission par M. TRUONG CONG TIN, Chef du programme Riz pluvial et Mais à l'ISA. Responsable du projet "Amélioration des systèmes de cultures pluviales".
Visite des essais d'intercalaires dans les plantations d'hévéa à Long Thanh et Dau Giay avec leur responsable M. NGUYEN HVU PHUOC, Agronome ISA.
- 13 Février : Visite des futurs terrains d'expérimentation dans la zone des hautes collines de Phuoc Long avec l'agronome du Service de la Protection des Végétaux, Mr NGUYEN THE PHONG et ses techniciens, MM. TRUONG et CAN.
- 14 Février : Plaine des Joncs et visite du centre de recherche de développement de la Plaine des Joncs (Dong Thap Muoi) avec MM. O. HUSSON, Agronome FOS, et MAI THANH PHUNG, Agronome ISA et Directeur Adjoint du Centre.
- 15 Février : Expérimentation en milieu réel à Tan Lap et Bac Hoa avec le Père Louis HUONG et les chercheurs ISA du centre de Dong Thap Muoi : THAC, THOI et THUAN, ainsi que M. MINH, du District.
- 16 Février : Problèmes des terrasses alluviales (sols gris), et discussion sur les protocoles d'expérimentation et les modes de gestion des sols et des cultures du projet ISA/FOS.
- 17 Février : Traversée des zones de terrasses anciennes, des basses collines et des plaines littorales jusqu'à Phan Thiet.
Visites de systèmes rizicoles et réunion avec Mme LE THI PHUONG, Directrice du Service Agricole et Forestier de la Province de Binh Thuan, et M. TRAN THUY, Directeur des Services de Vulgarisation.
- 18 Février : Poursuite des visites des zones de glacis de piémont et traversée des contreforts montagneux jusqu'à Dalat.
- 19 Février : Marché de Dalat.
Réunion sur les protocoles d'expérimentation et les études de systèmes de culture communes aux projets ISA/FOS et ISA/CIRAD. Traversée des contreforts montagneux jusqu'à HO CHI MINH Ville.

20 Février : Réunion de synthèse avec MM. TRAN THE THONG, Directeur de l'ISA, et MAI VAN QUYEN, Directeur Adjoint de l'ISA.

Visite des serres de multiplication des variétés de riz pluvial et des plantes de couverture à la station ISA de Nguyen Chi Thanh avec Mme PHAN THI LIEN.

Départ pour La Réunion.

II- LE PROJET DE RECHERCHE-DEVELOPPEMENT DE LA PLAINE DES JONCS

La Plaine des Joncs est l'une des deux vastes cuvettes situées de part et d'autre du Mekong, dont le delta constitue le "grenier à riz du Vietnam".

Cette avancée alluviale sur la mer, composée de dépôts fluvio-marins, n'est exploitée que depuis trois siècles. Elle connaît un développement agricole accéléré depuis une décennie grâce à un programme ambitieux d'aménagement et de colonisation, mis en oeuvre en particulier dans la Plaine des Joncs.

Avant 1980, la population agricole était peu nombreuse et valorisait les surfaces défrichées par une culture extensive de riz flottant (rendement aléatoire et inférieur à 1,5 t par ha).

Les contraintes physiques étaient très fortes, en particulier, les crues submergeant la zone d'Août à Novembre, et les sols principalement, sulfatés acides, présentant de fortes toxicités sulfureuses, ferreuses ou aluminiques.

Depuis une décennie, l'Etat, puis les Collectivités locales, se sont engagés dans un vaste programme de développement :

- Aménagement hydraulique (canaux d'irrigation permettant de réduire l'acidité pour favoriser la culture du riz, drains, digues) et d'infrastructures (routes, électricité, écoles, ...).
- Installation des migrants, issus du delta et des autres provinces surpeuplées du Vietnam. Les immigrants sont dotés d'une surface minimum de terre, d'un petit crédit et de riz pour survivre pendant la première année.
- Création du centre ISA de Dong Thop Muoi qui sélectionne des variétés de cycle court à partir du matériel IRRI, établit des recommandations de fumure standard sur sols faiblement acides, multiplie les semences, organise des démonstrations de ce modèle intensif.

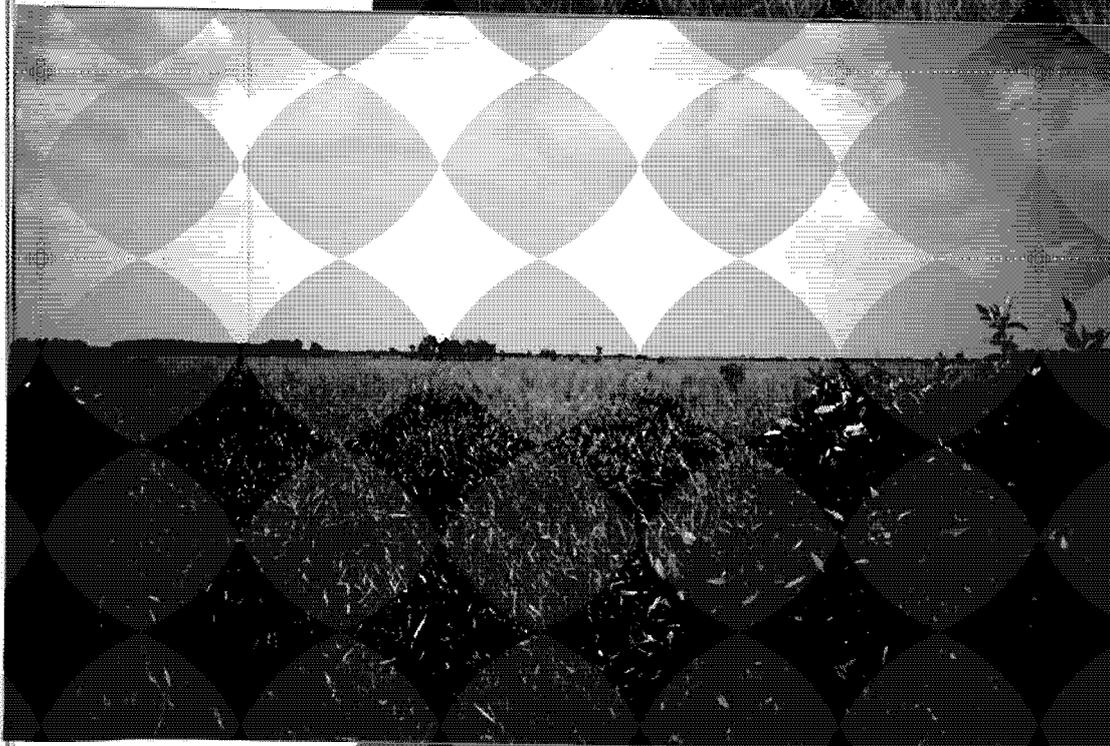
Les résultats sont considérables : environ 250.000 ha sont rizicultivés en 1992. De plus, le système de culture se transforme totalement. Les surfaces de riz flottant s'effondrent au profit de la double culture grâce à l'aménagement hydraulique. La première saison, dite d'hiver-printemps, se déroule après la crue de Décembre à Mars, et le second cycle, d'été-automne, est aussitôt mis en place, d'Avril à Juillet, alors que les pluies reprennent, mais avant la crue qui est ainsi évitée. L'augmentation des rendements est très importante.

PLAINE DES JONCS :

Rizières dans un
paysage embocagé
sur les riches
alluvions fluviales



Plus de 250 000 ha
de friches restent
à mettre en culture



Mise en culture d'un
sol sulfaté acide



Le modèle intensif proposé par le Centre représente une référence reconnue, mais après 3 ans de fonctionnement, elle ne couvre pas l'ensemble des situations et des contraintes des producteurs. Grâce à l'assistance de F.O.S., les moyens matériels et humains, en particulier avec le recrutement d'O. HUSSON, sont accrus depuis 1990.

L'objectif général du projet est d'accroître la production et les revenus des agriculteurs sur les sols gris ou les sols sulfatés acides de la Plaine des Joncs :

- Identifier et développer des systèmes de culture appropriés, stables, intégrés aux systèmes de production locaux et à l'environnement socio-économique, ainsi que des expérimentations sur des crédits ruraux ;
- Fournir aux agriculteurs, techniciens et hommes politiques les références technico-économiques utilisables comme outils de décision ;
- Former les chercheurs et développeurs ;
- Développer un réseau de fermes de références.

Après la phase de diagnostic, deux zones prioritaires ont été identifiées pour le projet :

- sols sulfatés acides : qui seront entièrement défrichés dans les prochaines années (reste 150.000 ha à cultiver) et posent d'importants problèmes techniques. La zone non salée dominée par la production du riz est étudiée en première année, puis seront abordés les systèmes de culture basés sur l'igname et le manioc, en zone d'eau saumâtre et acide ;
- sols gris dégradés (120.000 ha) où l'irrigation est difficile en zone haute. Pour construire une agriculture durable, des systèmes pluviaux doivent y être expérimentés et comparés aux systèmes irrigués en termes de revenu et de possibilité d'adoption pour les agriculteurs.

III- LES SOLS SULFATES ACIDES

Le programme de recherche développement est basé sur la démarche de "Création-Diffusion". L'expérimentation est réalisée en vraie grandeur avec les agriculteurs selon une matrice permettant de combiner la préparation du sol (planage, degré d'élimination de la matière organique, ...), la fumure, le nombre de cycles de riz, la variété, ... en fonction du type du sol, de la qualité de l'eau et de sa conduite.

Dès le premier cycle d'expérimentation, les résultats sont considérables grâce à la qualité exemplaire du travail accompli par une équipe très motivée et compétente.

Malgré la date précoce de visite, la hiérarchisation de l'influence des facteurs étudiés apparaissait clairement :

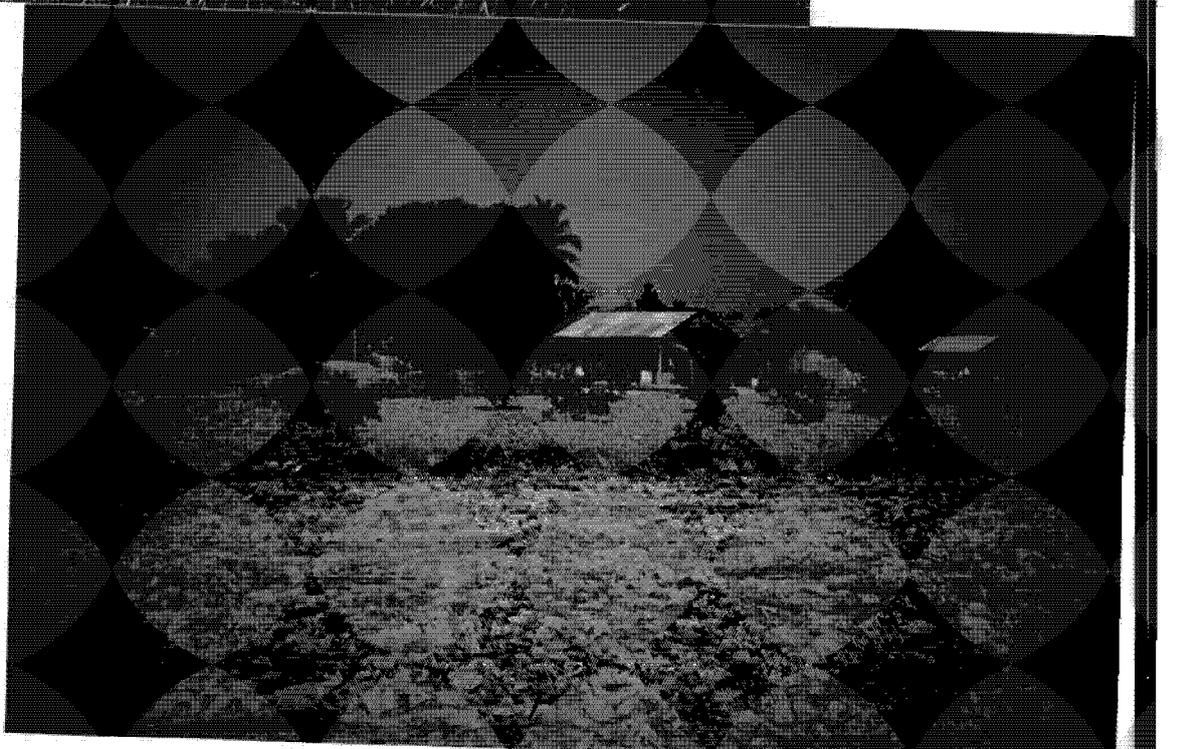
- la qualité du planage et la hauteur de la lame d'eau, pouvant être modulée grâce à un cloisonnement intermédiaire de la rizière ;
- le degré d'enlèvement de la matière organique avant le semis ;

Culture d'igname
et de manioc sur
billon construit
en sol sulfaté
acide salé



Essai de comportement
variétal après
attaques de
cicadelles

Ces sols gris avec
mauvaise maîtrise
de l'eau s'étendent
sur près d'un
million d'hectares
au Vietnam



- la fumure et, en particulier, le thermophosphate incomparablement plus efficace que le phosphate d'ammoniaque, ... et qui permet de corriger légèrement les défauts de préparation ;
- la variété, et sa tolérance aux cicadelles qui semblerait dépendre des conditions édaphiques (variété RP 24-34 jugée résistante sur les parcelles du Centre, puis apparaissant très sensible à Tan Lap),

Le succès de ces expérimentations a dû se confirmer lors des visites au champ qui débutaient alors (avec les chercheurs, professeurs de l'Université, techniciens, agriculteurs).

Les points de détail concernant les dispositifs expérimentaux ont été discutés sur place : augmentation du nombre de témoins dans les collections testées variétales, taille des parcelles en fonction de l'hétérogénéité du milieu (due en particulier aux cratères de bombes, ...).

Les propositions d'améliorations des techniques culturales portent sur :

- l'écobuage, actuellement expérimenté avec succès à Madagascar par A. CHABANNE (dont les résultats ont été envoyés, ainsi que ceux obtenus à La Réunion) ;
- l'enrobage des semences au thermophosphate, qui devrait s'inspirer des pratiques avec les graines de légumineuses (voir paragraphe VII) ;
- le tuteurage à tester sur l'igname,

Plutôt que de s'étendre sur ces propositions, il avait été décidé de préparer les dispositifs expérimentaux sur sols gris, en étendant la problématique hors de la Plaine des Joncs, et en insistant surtout sur les modes de gestion des sols avec couverture permanente et sur l'utilisation des plantes adaptées à cet usage.

IV- LES SOLS GRIS

Sur ces sols, comme sur les glacis de piémont des contreforts montagneux, les agriculteurs tentent d'irriguer leur champ et appliquent les mêmes techniques qu'en riz aquatique. Ils aménagent et préparent les parcelles en casiers (diguettes), puis effectuent labour, planage, mise en boue par les pluies, hersage et semis direct à forte densité.

Grâce aux canaux, quand ils existent, ils amènent l'eau toujours insuffisante pour assurer une submersion continue.

Les variétés utilisées sont de type aquatique, et souffrent de la sécheresse d'autant plus que leur enracinement limité ne permet pas d'atteindre le sous-sol humide. Le riz affaibli est alors très sensible aux attaques de cicadelle et aux maladies (pourritures, bactérioses).

La riziculture strictement pluviale, en rotation avec d'autres cultures, paraîtrait mieux adaptée sur ce type de sol où la gestion de la fertilité, et en particulier de la matière organique, apparaît essentielle. Les légumineuses devraient être incluses dans les rotations : vivrières (niébé, arachide, ...), plantes de couvertures, engrais vert ou fourrage afin de mieux intégrer l'élevage à des systèmes de polyculture-élevage à développer.

Deux situations principales doivent être considérées, selon l'altitude dans la Plaine des Joncs, ou plus généralement la possibilité d'irriguer. Il semble difficile de simplifier les dispositifs expérimentaux en réduisant le nombre de sites à Dong Thap Muoi. Même si la hauteur de la nappe, le type de sol observé dans le diagnostic initial, ... apparaissent identiques entre zones irriguées ou non, il n'est pas certain que les conditions de la zone strictement pluviale puissent être reproduites en zone irriguée en supprimant simplement les apports d'eau. Des différences existent certainement au niveau des attaques de rats, cicadelles,

Les systèmes de culture qui pourraient être comparés seraient, en prenant comme exemple celui de la Plaine des Joncs :

- Témoin 1 : riz traditionnel ou riz de saison, cultivé presque exclusivement dans les zones sans réseau d'irrigation.
- Témoin 2 : riz d'hiver-printemps suivi de riz d'été-automne, avec les techniques culturales d'un riz aquatique et une irrigation aléatoire.
- Remplacement du riz "aquatique" (suivi ou non du deuxième cycle plus aléatoire) par un riz pluvial (éventuellement avec 2 cycles par an).
- Succession riz pluvial et légumineuse alimentaire, comme le haricot implanté par semis direct dans les pailles (ou succession inversée avec niébé, *Vigna unguiculata*, ... précédant le riz).
- Succession riz pluvial et légumineuse de couverture pouvant être implantée selon plusieurs dates dans le riz, la première année. Les années suivantes, le riz est installé en semis direct en préservant autant que possible la couverture (traitement uniquement sur la ligne de semis de l'*Arachis pintoï*, semis précoce avant démarrage de la couverture de *Calopogonium mucunoides*, ...).

Les autres traitements proposés sur sol gris (RAUNET, SEGUY, 1992) comportent :

- Le travail du sol
 - . travail traditionnel, dans les conditions représentatives de la zone ;
 - . travail profond, essentiel en sol gris, avec labour après pré-incorporation des résidus de récolte, ou passage profond d'outils à dents. Ces travaux pourraient être accomplis seulement la première année (incorporation d'amendements, ...), et seraient remplacés ensuite par l'action bénéfique des racines des plantes améliorantes ;
 - . travail minimum (zéro travail) par semis direct dans les résidus de récolte de l'année précédente, ou sur couverture morte ou vivante.
- La fumure selon trois niveaux : traditionnel, amélioré (avec recours au thermo-phosphate, ...) et fort.



ZONE DES HAUTES COLLIÈRES
PRES DE PHUOC LONG :

Multiplication des
semences de riz
pluvial en contre
saison



Replantations d'hévéa
avec intercalaires et
parcelles d'anacardier
des soigneurs



Moins de 10 ans
après leur défrichement
les sols soumis à
une intense érosion
ne permettent plus
de culture vivrière

- Les variétés (riz, ...) et les espèces (plantes de couvertures différentes selon les zones climatiques).

Les observations portent, outre la productivité, les temps de travaux et leur pénibilité, et les coûts, sur les dégâts de parasites, l'évolution de la flore, le suivi de la fertilité avec ses composantes chimiques, physiques et biologiques (état initial, ...). Le suivi de l'enracinement des plantes pourrait être réalisé par des stagiaires (formation d'une école d'agronomie) en ayant recours à des herbicides localisés dans le sol grâce à des aiguilles (SEGUY et al., 1989).

V- GESTION DES CULTURES AVEC COUVERTURE PERMANENTE (SEGUY et al., 1992)

Une agriculture durable et stable, conçue donc à moyen et long terme, qui utilise mieux les ressources naturelles, avec forte diminution de l'emploi d'engrais chimiques et de pesticides, doit appuyer sa fixation, dans ces régions tropicales où la fragilité du milieu physique est extrême, sur de solides pratiques de conservation des sols et de l'espace rural. Un des piliers incontournable de ces pratiques de conservation est la technique de fertilisation "organo-biologique", qui favorise le développement des cycles biologiques (SEGUY et al., 1992).

De fait, fertiliser un sol n'est pas seulement y introduire des substances fertilisantes minérales et organiques, mais **surtout favoriser le développement de cycles biologiques actifs et réguliers** qui donnent aux cultures productivité, résistance et qualité, et augmentent année après année l'aptitude du sol à produire.

Ce développement actif de la vie biologique dans le profil cultural, nécessite que soient améliorées en même temps :

- les propriétés physiques : structure et stabilité structurale, desquelles dépendent la circulation de l'eau, des nutriments et de l'air ;
- les propriétés physico-chimiques : acidité, taux de saturation de bases, et bon fonctionnement de mécanismes d'échanges entre le complexe argilo-humique et la solution du sol ;
- les propriétés biologiques, ou son aptitude à décomposer les matières organiques et maintenir des puissantes associations nutritives avec les plantes. En particulier, c'est à travers la production dirigée et périodique de substances agrégantes issues de matériel végétal décomposable, que pourra se maintenir la productivité du sol à moyen et long terme, et que les engrais chimiques rencontreront leur pleine efficacité.

Les technologies de semis direct (après restauration des propriétés physico-chimiques du profil cultural par des amendements, ...) pratiquées sur couverture morte importante et permanente, sont déjà des solutions praticables efficaces pour contenir l'évolution négative de la fertilité des sols qui ont été soumis à des modes de gestion inadéquats (L. SEGUY, 1989).

Cependant, si ces technologies de semis direct sont effectivement un premier pas décisif dans la consolidation du processus de fixation de l'agriculture, elles sont encore fortes consommatrices de pesticides.

En conséquence, tant pour réduire encore plus cette consommation, que pour créer et maintenir une biostructure grumeleuse stable dans le profil cultural, il est nécessaire de développer de nouvelles technologies de gestion du sol, qui soient plus écologiques et qui exploitent donc mieux les ressources naturelles.

Plusieurs technologies sont en cours d'aménagement par le CIRAD-CA au Brésil et à La Réunion et concernent les associations annuelles "productions de grains-pâturages", qui sont réalisées grâce à des couvertures végétales permanentes du sol.

Elles assurent simultanément :

- une restauration de la fertilité du sol, tout en réduisant les fumures nécessaires en particulier le fumier, l'azote (fixation symbiotique d'azote atmosphérique par des légumineuses),
- une protection totale contre l'érosion,
- une meilleure conservation de l'eau grâce à son infiltration accrue et aux apports de rosée,
- une réduction des temps de sarclage, lorsque la couverture ne concurrence pas la culture, ou des herbicides, grâce au caractère monospécifique de la flore.

Ces techniques améliorent progressivement et de manière durable l'aptitude des sols à produire, tout en augmentant la résistance des cultures au parasitisme et en améliorant la qualité de ses productions animales et végétales.

Les principes de base sont les suivants :

- a. Les technologies de semis direct sont les plus aptes à protéger le sol contre les agressions climatiques. Les couvertures permanentes sont à cet égard, les plus efficaces en régions tropicales.
- b. En raison de la forte minéralisation des couvertures mortes et de la difficulté de conserver une couverture importante et permanente, il serait préférable d'utiliser des couvertures vives permanentes, à partir du moment où elles sont compatibles avec des productions de grains ou de viande, à des niveaux lucratifs et stables.
- c. La permanence de ces couvertures vives est liée à leurs capacités à résister aux périodes sèches. Il s'agit donc :
 - * d'espèces à adaptabilité spécifique à la sécheresse (mais généralement peu adaptées aux excès de pluies, comme c'est le cas des genres *Cenchrus* et *Choris*) ;
 - * d'espèces possédant des organes de réserve, tels que rhizomes, tubercules et stolons.

Construction de systèmes de cultures sur des tapis biologiques avec des niveaux réduits d'intrants et de pesticides

A. Implantation des tapis vivants sans immobiliser de surface productive

Il est possible d'installer une couverture pendant le cycle d'une autre culture, sans immobiliser de surface productive. Le semis peut être simultané si l'herbicide utilisé éventuellement en pré-levée ou post-semis précoce est compatible avec le développement de la couverture. Ainsi, avec la culture de riz, il est possible d'utiliser le bentazone avec l'arachide pérenne, l'ioxynil avec le lotier, ...

Il est préférable d'installer les couvertures dans des cultures à cycle court, car il est alors possible d'éliminer les adventices les plus résistantes après la récolte de la culture. Mais dans le cas d'une culture pérenne à port bas, les temps de travaux de desherbage peuvent être augmentés.

B. Implantation des cultures sur tapis vivant, avec des niveaux réduits d'herbicides

Les tapis vivants étouffent toutes les mauvaises herbes concurrentes des cultures ; ils constituent ainsi de véritables herbicides naturels, d'où l'importance de maintenir ces tapis en parfaites conditions. La croissance initiale des tapis vivants est lente après les premières pluies, ce qui induit une faible compétition avec la culture durant le premier mois du cycle, jusqu'à la couverture totale du sol par la culture.

L'implantation des cultures peut se faire sans détruire les tapis, en appliquant les herbicides totaux et résiduels seulement sur la ligne de semis (en traitant ainsi 10 à 15 cm de largeur pour chaque ligne de culture). La surface traitée représente :

- * Dans le cas du maïs, seulement un sixième (1/6) de la surface normalement traitée quand l'herbicide est appliquée sur la surface totale.
- * Dans le cas du soja et du riz, seulement un tiers (1/3) de la surface totale.

Dans tous les cas, les dosages d'herbicides appliqués par hectare chutent drastiquement : pour le maïs, 1/6 de la dose normale, et pour le soja ou le riz 1/3 de la dose normale.

Entre les lignes des cultures qui ont été traitées avec des herbicides totaux et résiduels spécifiques à chaque culture, le tapis reste intact, mais peu agressif durant les 30 premiers jours après le début des pluies. Une fois que la culture recouvre complètement le sol, le tapis reste vivant, mais ne concurrence pas les cultures et recolonise peu à peu le terrain.

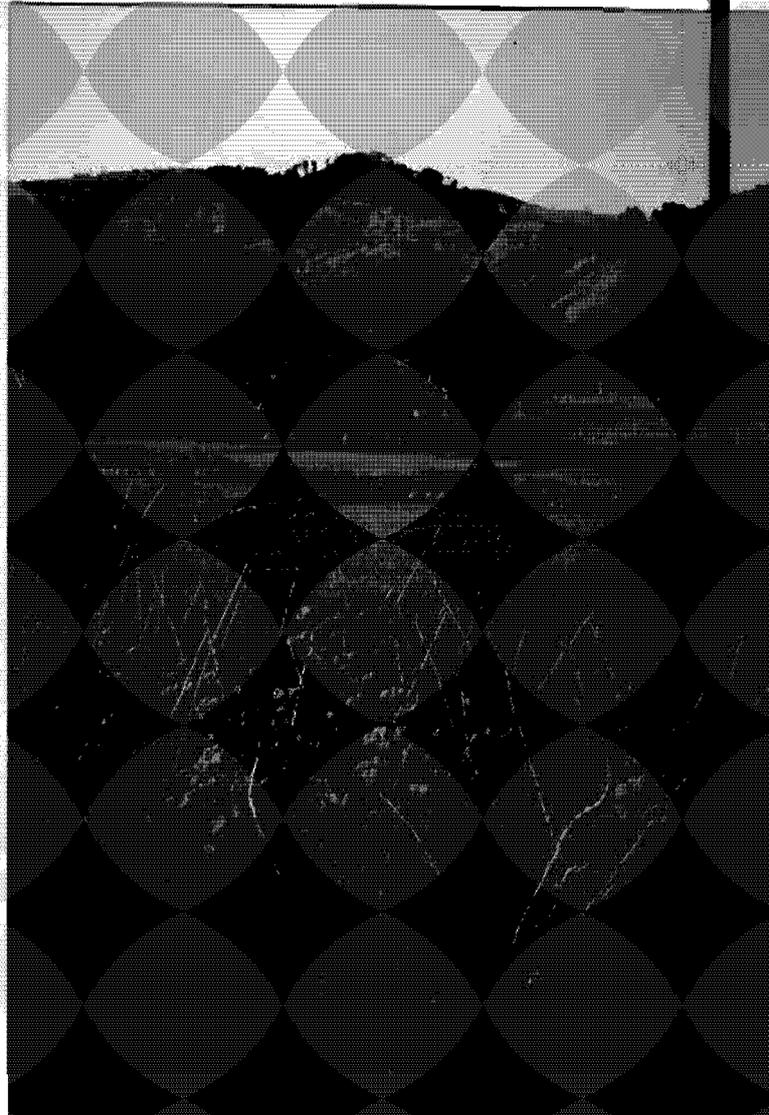
Les cultures de graminées (riz, maïs, sorgho et mil) doivent être implantées sur des tapis vivants de légumineuses (type arachide pérenne, *Zornia* sp., *Lotus*, *Macroptilium*) alors que les cultures de légumineuses (soja, guar et haricot) seront implantées en couvertures vives de graminées (genres du type *Paspalum*, *Cynodon*, *Pennisetum clandestinum*).

Les semis des cultures doivent être précoces pour laisser un temps suffisant aux tapis vivants pour qu'ils se recomposent, et qu'ils offrent en fin de saison des pluies un pâturage d'appoint au bétail, de haute valeur nutritive (riches en protéines en particulier).

Recherche de plantes
de couverture
adaptées en
intercalaire
d'hévéa sur basse
colline



Contre forts montagneux
près de Dalat



Recherche de fourrages
qui manquent cruellement
en période sèche



Ces systèmes peuvent aussi être conduits avec des régulateurs de croissance, appliqués soit sur la totalité du tapis vivant, soit seulement sur les lignes plantées. Le régulateur méfluidide, par exemple, appliqué sur un tapis vivant de *Pennisetum clandestinum*, à la dose de 100 g m.a./ha inhibe la croissance de cette graminée durant trois mois à l'île de La Réunion. Ces produits non polluants pour le sol, constituent une excellente alternative pour maintenir le tapis vivant dans un état de vie ralentie, sans concurrence pour la culture.

En agriculture manuelle, le traitement herbicide est réalisé en premier lieu, sur les futures lignes de semis matérialisées par des cordes. Le semis s'effectue 5 à 7 jours après, quand les lignes à semer commencent en jaunir. Le semis peut-être fait avec des cannes planteuses localisant l'engrais sur la ligne, ou par une roue planteuse (mise au point par Bernard Van Arragon de Castrolanda au Parana).

Ces systèmes de cultures en cours d'ajustement ont une double vocation : ils peuvent être exploités autant pour la production exclusive de grains que pour la production annuelle de grain, suivie de celle de pâturage. Ils réunissent, sans nul doute, de la même manière que les systèmes de culture construits sur la rotation "Production de grains - Pâturages", tous les éléments fondamentaux, biologiques, agronomiques, techniques et économiques visant la fixation d'une agriculture stable et durable.

VI- PLANTES DE COUVERTURE

Comme le *Stylosanthes guianensis* (*S. gracilis*), les espèces volubiles étudiées par I.R.V.C. (Institut de Recherche sur le Caoutchouc du Vietnam) : *Calopogonium mucunoïdes*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria phaseoloïdes* (tableau 1) sont adaptés aux zones humides (pluviométrie voisine ou supérieure à 1.500 mm).

Elles se dessèchent quand la période de déficit hydrique est trop longue, ce qui pose problème en intercalaire d'hévéa (risque d'incendie), en particulier pour le *Calopogonium*.

Il pourrait être remplacé par *C. caeruleum*, plus difficile à installer, mais qui resterait vert en saison sèche.

Dans les essais visités à Long Thanh (sur sol gris) ou à Dau Giay (sol ferrallitique rouge), qui ne comportaient pas de *C. caeruleum*, le Kudzu tropical, *Pueraria phaseoloïdes* était encore bien vert (en février), contrairement au *Mucuna utilis*, Pois mascate ou Dau meo (au Vietnam), ou au *C. mucunoïdes*.

Alors que la *Mucuna* est communément associée au maïs en Amérique Centrale, au Brésil, *C. mucunoïdes* l'est aussi au riz pluvial (SEGUY et al., 1992).

C. mucunoïdes présente, en effet, une croissance initiale lente et un cycle très long (six à sept mois), donc peu ou pas de compétitivité avec la céréale (eau et éléments minéraux), de toute façon largement compensée par son effet de couverture du sol (lutte contre les adventices et diminution de l'évaporation du sol).

ESPECES	TYPE DE SOL	SURVIE EN SAISON SECHE	CROISSANCE EN SAISON HUMIDE	NODULATION	FACILITE DE MISE EN PLACE	DISPONIBILITE EN SEMENCES
<i>Calopogonium mucronoides</i>	Rouge	o	+++	++	+++	+++
	Gris	o	++	+	+++	+++
<i>Calopogonium caeruleum</i>	Rouge	+++	+++	++	++	++
	Gris	++	+++	+	+	+
<i>Centrosema pubescens</i>	Rouge	+	+++	++	++	+++
	Gris	+	++	+	+	++
<i>Pueraria phaseoloides</i> Kudzu tropical	Rouge	+	+++	++	++	++
	Gris	+	+++	+	++	+
<i>Stylosanthes gracilis</i>	Rouge	++	+++	++	+++	+++
	Gris	+	+++	+	++	++
<i>Cassia tora</i>	Rouge	o	+++	++	+++	+++
	Gris	o	+++	+	+++	+++
<i>Mimosa pudica</i>	Rouge	o	+++	++	++	+++
	Gris	o	+++	+	++	++

Tableau 1 : Légumineuses fourragères de couverture au Vietnam, d'après les informations de M. VO VAN AN (I.R.C.V.) recueillies par A. GUILLONNEAU et L. SEGUY.

Echelle de valeurs : +++ bon ; ++ modéré ; + faible ; o nulle

Après la récolte de la céréale de cycle court associée, il couvre totalement le sol, et, faute de tuteur, ses lianes s'empilent sous forme d'un tapis, à structure foliée à l'état sec, sur plus de 15 cm d'épaisseur. Grâce à cette structure en feuillets, la décomposition est lente car une seule couche est en contact avec le sol, isolant les autres de l'action de sa faune. Sur les Cerrados brésiliens, la couverture reste quasi totale pendant plus d'une année (avec près de 10 t de matière sèche par ha, lors de son développement, qui s'ajoutent aux pailles de riz). Outre les effets allélopathiques sur les adventices (*Echinochloa colomum*, *Digitaria horizontalis* et *D. insularis*, *Eleusine indica*), les améliorations du milieu sont considérables (forte fixation d'azote et recyclage d'éléments minéraux, activité biologique du sol accrue, ...).

Selon les conditions pédoclimatiques locales, d'autres espèces seront mieux adaptées que *C. mumucoides* à la réalisation de ce type de gestion du sol en association avec une céréale. *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens*, *Neonotonia wightii*, *Desmodium intortum* ou *D. uncinatum*, ...

Nous donnerons les caractéristiques de plantes en cours d'introduction au Vietnam pour faciliter leur utilisation comme couverture, en insistant surtout sur les plantes pérennes rampantes.

6.1. Légumineuses

6.1.1. Légumineuses vivrières

Les légumineuses vivrières présentent un double intérêt, sur le plan alimentaire et de la gestion de la fertilité. Pour compléter les collections, des variétés d'espèces cultivées au Vietnam ont été introduites du Brésil et de La Réunion :

Doliques, *Dolichos lablab* (associé en maïs et au manioc dans la zone littorale près de Phan Thiet), Niébé, *Vigna unguiculata* (*V. sinensis*), ainsi que *Vigna umbellata*, qui n'apparaît pas connu.

Vigna umbellata (*Phaseolus calcaratus*), que nous avons introduit des Comores, où il est associé au riz est cultivé principalement dans le Nord-Est de l'Inde et le Sud de la Chine, l'Indonésie... Bien adapté aux températures et à une humidité élevée, il présente une croissance rapide en basse altitude où il étouffe les mauvaises herbes en culture dérobée après le riz (*V. umbellata* fructifie exclusivement en jours courts). Il est apprécié aussi bien pour la consommation humaine (gousses, grains avant maturité ou secs, germés, ...) que fourragère.

6.1.2. Légumineuses fourragères rampantes ou couchées

a) *Cassia rotundifolia*

Originaire d'Amérique Centrale, *C. rotundifolia* est naturalisé en Afrique de l'Ouest. Cette légumineuse herbacée supporte bien la sécheresse (pluviométrie annuelle minimum 500 mm), mais pas les excès d'humidité (sols argileux hydromorphes). Ses semences sont dures et doivent être scarifiées avant semis (2 à 4 kg par ha, en sol préparé). Il ne nécessiterait pas d'inoculation avec un rhizobium spécifique.

b) Siratro : *Macroptilium atropurpureum*

Originnaire d'Amérique Centrale et du Sud, le Siratro s'est avéré comme l'une des légumineuses tropicales les plus productives. D'une grande souplesse d'adaptation à des climats variés, avec une pluviométrie annuelle comprise entre 800 et 1.800 mm, il ne supporte cependant pas le froid, même modéré.

Cette plante pérenne, profondément enracinée (même aux noeuds) résiste bien à la sécheresse et s'accommode d'une gamme variée de sols. L'installation du Siratro est aisée, à raison de 2 à 3 kg de semences par ha, et ne nécessite pas d'inoculation.

c) L'arachide pérenne

L'arachide pérenne, *Arachis pintoï*, est une légumineuse tropicale herbacée, stolonifère.

Originnaire du Brésil, elle a été diffusée récemment comme plante fourragère et de couverture dans de nombreux pays, dont l'Australie, où la variété *Amarillo* a été sélectionnée.

Sa rusticité lui permet de s'adapter à une gamme variée de sols : de fertilité faible à bonne, très acides à neutres, sableux à argileux... De même, ses exigences climatiques sont restreintes, l'optimum se situant dans des conditions humides et chaudes. Elle supporte l'ombrage et de longues périodes de sécheresse, pendant lesquelles elle reste toujours verte (intérêt en association avec l'hévéa).

Sa production fourragère peut être élevée (bonne digestibilité par les bovins et teneur en matières azotées).

Généralement utilisé comme plante de couverture dans les vergers et bananeraies, nous l'avons associé aux plantes vivrières (maïs, haricot, ...), maraîchères (tomate, artichaut, ...) et industrielles (géranium rosat). La variété *Amarillo* est résistante à la rouille de l'arachide (*Puccinia arachidis* Speg.) et possède une résistance modérée à élevée à de nombreux nématodes (*Meloidogyne* sp.), excepté *Pratylenchus brachyurus*. En ce qui concerne les virus, aucune particule n'a pu être mise en évidence par microscopie électronique. Sa sensibilité à un acarien, parasite du riz (observé en serre sur des multiplications en pots à la station ISA de Nguyen Chi Thanh à Ho Chi Minh Ville), ne doit pas conduire à l'écarter des systèmes à base de riz : cette sensibilité doit être vérifiée en conditions naturelles. Elle pourrait, d'autre part, constituer un atout si l'arachide pérenne se comportait comme une plante piège.

Elle se multiplie par semis ou par bouturage, et elle se propage aussi par ses tiges rampantes (1 à 2 m par an), mais n'est pas naturellement envahissante, car c'est une plante hypogée.

Lors du semis, les graines doivent être enterrées entre 2 et 6 cm (pour éviter les dégâts des rats), à raison de 10 à 15 kg par ha, soit une distance de 60 cm sur 15 à 20 cm.

Le semis qui est très rapide à la canne planteuse, peut être remplacé par du bouturage. En cas de sécheresse, les boutures (de 15 à 20 cm) doivent être aoûtées et enterrées profondément (10 cm).

L'inoculation avec le rhizobium spécifique apparaît nécessaire.

La mise en place simultanée avec une autre culture est très simple, car, comme les autres légumineuses, un apport localisé d'engrais la dessèche pendant une durée suffisante et elle supporte de nombreux herbicides :

- . paraquat de 100 g par ha aux jeunes stades, jusqu'à 600 g par ha sur les plantes bien installées (action de contact limitée dans le temps) ;
- . 2,4 D ; glyphosate à faible dose, bentazone,

d) Le lotier velu

Le lotier velu, *Lotus uliginosus* (*L. major*, *L. pedunculatus*), originaire du Sud de l'Europe et de l'Asie Mineure, est conseillé comme plante pionnière sur les sols acides mal drainés, même maraîchageux. Son intérêt s'est accru grâce à la sélection en Nouvelle-Zélande du cultivar tétraploïde Maku.

Il est bien adapté à des températures modérées et, à une pluviométrie élevée (supérieure à 1.200 mm). Il supporte de longues périodes de submersion, même avec de l'eau légèrement salée : outre les zones montagneuses, la Plaine des Joncs devrait lui convenir particulièrement.

Son installation est plus rapide, sans travail, ni coût supplémentaire (protection contre les noctuelles assurée pour la culture,...). En sol nu, il vaut mieux enfouir ses graines, surtout en cas de risque de sécheresse à la levée.

Il est tolérant à certains herbicides, ce qui permet de le nettoyer lors de son installation :

- Ioxynil, utilisable en post-levée de 375 g par ha sur jeune lotier et céréales, à 625 g par ha sur lotier installé (dose préconisée sur alliacées) ;
- Isoxaben ou propyzamide à action de prélevée, sélectifs respectivement de diverses céréales ou dicotylédones (soja, pois, crucifères, ...) ;
- Herbicides de contact (paraquat, glyphosate, ...) en dirigé sur les tâches d'adventices ;
- ou graminées spécifiques.

Nous utilisons le lotier comme couverture dans les vergers (pêcher, passiflore, palmiste, ...), ou associé aux plantes vivrières (maïs, haricot, ...), maraîchères (artichaut, tomate, ...) et industrielles (géranium rosat).

La mise en place d'une culture dans un lotier installé peut être réalisée par semis direct après l'exploitation fourragère de la couverture. Il en est de même en saison sèche lorsque le lotier est peu développé, mais en été, sa végétation est plus exubérante : ses tiges se dressent parfois jusqu'à 20 cm du sol. Les lignes de semis, ou les emplacements de trous de plantation peuvent être matérialisés à l'aide d'herbicides de contact en dirigé: diquat à 300 g par ha, bentazone à 240 g par ha, paraquat, ... ou d'un apport localisé d'engrais. Ensuite, le caractère monospécifique de la flore (composé essentiellement de lotier) permet de réduire très sensiblement les doses d'herbicide en cas de concurrence momentanée avec la culture :

- bentazone à 120 g par ha sur légumineuses (soja, haricot, ...) et céréales (alors que la dose conseillée sur riz en sol nu est de 1.290 g par ha !)
- diuron : 320 g par ha (hévée, arbres fruitiers, ...)
- atrazine : 250 g par ha (maïs, sorgho, ...)
- 2,4 D : 300 g par ha sur céréales (riz, maïs, ...), arbres fruitiers, ...

e) Trèfle du Kenya

Le trèfle du Kenya, *Trifolium semipilosum*, est originaire du Kenya où il pousse en altitude en association avec le kikuyu, *Pennisetum clandestinum*. Il est adapté aux zones subtropicales, à pluviométrie supérieure à 1.000 mm, et résiste mieux à la sécheresse que le lotier.

Il s'installe plus difficilement par semis (à raison de 4 kg par ha). Mais il se multiplie par bouturage, ainsi que par ses tiges rampantes qui s'enracinent aux noeuds. Il produit beaucoup de fleurs très mellifères, et se resème naturellement.

Assez sensible à la concurrence des adventices pendant son installation, il peut être désherbé avec la bentazone et le 2,4-MCPB, utilisables avec céréales, ...

Une fois installé dans une culture pérenne (verger, ...), il ne nécessite plus d'entretien.

f) Espèces érigées

Crotalaria retusa

Les crotalaires sont surtout des plantes améliorantes, grâce à leur pivot très puissant, qui peuvent croître dans des milieux très acides mais ne toléreraient pas le sel. *Crotalaria retusa* convient comme engrais vert ou couverture annuelle. Son feuillage abondant n'est pas consommé par les animaux. Densité de semis 25 à 30 kg par ha.

Tephrosia

Le genre *Tephrosia* comprend plusieurs centaines d'espèces tropicales, à feuillage assez grossier, généralement inappétant, voire toxique, dont certaines sont utilisées comme couverture, engrais verts : *T. vogelii*, *T. candida* (déconseillé en plantation d'hévée), *T. ehrenbergiana*, ...

6.2. Graminées

6.2.1. Le Kikuyu

Le kikuyu, *Pennisetum clandestinum*, est une graminée pérenne originaire du Kenya, où il domine dans les pâturages naturels d'altitude.

Bien adapté aux climats subtropicaux, dont la pluviométrie dépasse 900 mm, il constitue un excellent fourrage, appété, riche en matières azotées, et une couverture du sol très efficace.

Cette plante rampante, à croissance surtout estivale, forme des rhizomes puissants, et des stolons superficiels de plusieurs mètres qui s'enracinent à chaque noeud. Multipliée par bouturage (à une distance variant entre 0,5 et 1 m), elle constitue un tapis épais couvrant le terrain en quelques mois, en saison chaude.

Certains cultivars produisent des graines qui sont commercialisés : Whittet, Breakwell, Noonan. Ils peuvent être semés à raison de 2 kg par ha, en sol préparé.

Cette couverture contrôle très efficacement la prolifération des mauvaises herbes. Outre les difficultés d'installation des adventices dans son couvert végétal dense (semences photosensibles masquées par la litière, ...), le kikuyu présente des effets allélopathiques. Cet effet est aussi dépressif sur la levée des graines des cultures : maraîchères (tomate, laitue, ...), céréales (riz, maïs, ...) et inhibe la croissance de certaines cultures telles que le maïs.

Par contre, il peut être associé à des arbres fruitiers et des cultures vivrières et maraîchères (haricot, tomate...). La mise en place des cultures est facilitée par un herbicide de contact (paraquat, ...), le recours à une canne planteuse ou à des plants racinés (tomates, ...). Pour éviter les problèmes de concurrence en cours de végétation, le kikuyu est maîtrisé par des traitements en dirigé avec un graminicide très spécifique, le fluazifop-p-butyl, à raison de 60 à 125 g par ha, selon la saison. Son efficacité peut cependant conduire à détruire le kikuyu par tâche : des herbicides résiduels (diuron, ...) permettent alors d'éviter la prolifération des adventices. Il est aussi possible de gérer le kikuyu avec une substance de croissance : la méfluidide, qui, en été, inhibe son développement pendant plusieurs mois, à des doses inférieures à 100 g par ha.

6.2.2. Autres graminées des genres *Paspalum* et *Axonopus*

Originaire d'Amérique Centrale et du Sud, l'herbe de Bahia, *Paspalum notatum*, le *Paspalum wettsteini* et l'*Axonopus affinis* sont des plantes fourragères vivaces, stolonifères formant des tapis denses.

Adaptées à des zones subtropicales humides, d'une pluviométrie annuelle de 1.000 à 1.500 mm, elles résistent bien à la sécheresse, comme les *Paspalum*, ou s'accoutument de sols de faible fertilité comme *Axonopus affinis*.

VII- TECHNIQUES D'INOCULATION ET D'ENROBAGE DES SEMENCES DE LEGUMINEUSES

Les conditions d'installation des légumineuses, et en particulier de l'établissement de la symbiose *Rhizobium* - plantule, ont une importance primordiale sur leur mise en place, l'efficacité de leur fixation d'azote atmosphérique et leur production ultérieure.

Quelques recommandations pratiques devraient permettre de réaliser aisément cette opération et à moindre coût.

7.1. Inoculation

En général, une espèce de *Rhizobium* donnée est spécifique d'une légumineuse donnée. Un simple test de semis au champ permet de s'assurer de la présence du *Rhizobium* dans le sol.

L'aspect visuel de la légumineuse (bonne vigueur ou faible croissance), la couleur de ses feuilles (vertes ou jaunâtres) et la présence des nodosités sur ses racines donnent des indications très utiles, ainsi que l'observation d'une coupe de ces nodules :

- couleur blanche : inefficience ;
- rouge : présence de legmoglobine et donc présomption d'efficience ;
- verte : couleur pouvant être due au prélèvement trop tardif (dégénérescence de cette nodosité).

L'introduction d'une nouvelle légumineuse dans une zone est parfois conditionnée par celle de son *Rhizobium* spécifique.

L'infestation du terrain peut être réalisée par épandage de quelques kg d'un sol de la même zone où l'association légumineuse *Rhizobium* est efficace. Mais cette technique doit être réalisée avec précaution car elle risque aussi de conduire à l'infestation du sol par des maladies, le rendant ainsi impropre à certaines cultures (bactéries telles que le *Pseudomonas solanacearum*, mais aussi champignons, nématodes, ...). Il est préférable d'utiliser des souches pures, sélectionnées pour leur efficacité, isolées localement ou dans un premier temps commercialisées dans le monde dans les laboratoires spécialisés (en prenant toutes les précautions phytosanitaires nécessaires).

Le simple mélange de l'inoculum et des semences sèches, ou même humidifiées ne permet pas une bonne adhérence des *rhizobia* sur les graines.

Pour réaliser l'inoculation ou l'enrobage des semences, il est souhaitable d'utiliser un adhésif :

- Dissoudre de la gomme arabique finement moulue dans de l'eau chaude, à raison de 400 g de gomme arabique par litre d'eau (réduire de moitié pour une simple inoculation).
- Agiter à chaud jusqu'à complète dissolution et ne préparer que la quantité nécessaire (moisissures possibles).
- Laisser refroidir.

Pour l'inoculation, choisir un récipient adapté (bassine, tonneau mélangeur, ...) et propre.

- Mélanger les quantités d'inoculum et d'adhésif nécessaires en fonction du poids de graines et de leur taille.
- Ajouter immédiatement les semences et mélanger jusqu'à ce qu'elles paraissent toutes inoculées (sans arracher leurs téguments).

Quelques précautions doivent être prises :

- La préparation du mélange semences-inoculum adhésif doit se faire juste avant le semis dans un endroit frais et à l'abri du soleil. Ne préparer que des quantités susceptibles d'être semées dans la journée afin d'éviter la mort des Rhizobiums.
- S'assurer que les semences n'ont pas été traitées avec des substances toxiques et si des traitements phytosanitaires sont nécessaires, les adapter (utiliser du Thirame comme fongicide, ...).
- Ne pas mélanger les semences inoculées avec des engrais acides (superphosphates, ...).
- Semer en conditions humides : l'inoculation des semences peut conduire pour certaines espèces (soja, haricot, ...) à une importante fonte des semis en cas de forte sécheresse et dans ce cas, il vaudrait mieux inoculer le sol que la graine.

7.2. Enrobage des semences

Les exigences édaphiques de la légumineuse, ou celles nécessaires à la survie de son *Rhizobium* spécifique dans le sol, ainsi que celles requises momentanément lors de l'établissement de la symbiose ne sont pas toujours identiques.

L'enrobage peut alors permettre de modifier l'environnement immédiat de la semence en cours de germination de manière à permettre l'établissement définitif de la symbiose, sans recourir à un amendement onéreux de l'ensemble du terrain (chaülage, ...). La neutralisation ponctuelle des conditions de milieu favorise l'infection des racines par les bactéries fixatrices (Rhizobiums) et permet ainsi l'établissement de la symbiose *Rhizobium*-légumineuse.

Selon les exigences des espèces, les produits les plus couramment utilisés sont le calcaire ou le phosphate naturel. Ils doivent être finement broyés (minimum 90 % passant au travers d'un tamis de 15 microns) et peuvent être remplacés par d'autres matériaux selon les disponibilités (dolomie, ...).

Pour réaliser l'enrobage, mélanger l'inoculum et l'adhésif, puis les semences comme cela a été précédemment décrit. Puis ajouter la quantité de produit recommandée pour l'enrobage en une seule fois et mélanger rapidement jusqu'à ce que les graines se séparent et paraissent toutes enrobées (2 mn environ). La poursuite du mélange conduit à durcir les granulés qui peuvent ensuite se briser. Les quantités de produit peuvent être ajustées (finesse du broyage, importance du lot de semences, ...) et, en particulier, elles doivent être augmentées lorsqu'une partie des semences reste collée.

Les semences sont prêtes pour être semées immédiatement, soit directement à la volée sur terrain humides herbicide, soit à une faible profondeur en conditions plus sèches.

Il est recommandé d'effectuer des tests préliminaires au champ pour ajuster les techniques et les doses en fonction des conditions locales (chaülage dans la raie de semis pour semoir à double goulotte, ...).

Tableau 2 : Techniques d'inoculation et d'enrobage de différentes espèces de légumineuses (Voir page suivante)

- Groupe de *Rhizobium*, spécifique ou non, commercialisé en Australie (fournisseurs mentionnés en Annexe).
- Nombre de graines de chaque espèce par kg.
- Produit conseillé pour l'enrobage par SHAW et BRYAN (1976).
- Quantité d'adhésif et de produit d'enrobage selon la taille des semences.

ESPECES	GROUPE DU RHIZOBIUM	NOMBRE DE GRAINES PAR KG EN 10 ⁵	MATERIAU D' ENROBAGE	CLASSE (en 10 ³ grains par Kg)	ADHESIF en ml par Kg	MATERIAU D'ENROBAGE en g par Kg
<i>Lupinus albus</i>	Lupin	2 à 4	Phosphate			
<i>Dolichos lablab</i>	Dolique	4 à 5	Phosphate	3 à 10	11	170
<i>Arachis pentoi</i>	<i>Arachis pentoi</i>	6 à 8	Phosphate			
<i>Vigna unguiculata</i>	"Cowpea, mung bean"	7 à 15	Phosphate	10 à 20	12	180
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Leucaena</i>	20 à 24	Chaux	20 à 50	13	190
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema	40	Phosphate			
<i>Calopogonium mucunoides</i>	"Calopogonium, Siratro pueraria, ..."	73	Phosphate			
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	"Calopogonium, Siratro pueraria, ..."	75	Phosphate	50 à 100	14	215
<i>Vigna parkeri</i>	"Cowpea, mung bean"	75	Phosphate			
<i>Pueraria phaseoloides</i>	"Calopogonium, Siratro pueraria, ..."	81	Phosphate			
<i>Macroptilium lathyroides</i>	"Calopogonium, Siratro pueraria, ..."	120	Phosphate			
<i>Neonotonia wightii</i>	Glycine	130 à 170	Phosphate			
<i>Trifolium subterraneum</i>	Trèfle souterrain	150	Chaux			
<i>Desmodium uncinatum</i>	Desmodium	200 à 220	Phosphate	200 à 500	21	320
<i>Cassia rotundifolia</i>	-	200 à 470	-			
<i>Stylosanthes scabra</i>	<i>S. scabra</i>	400 à 800	Phosphate			
<i>Desmodium intortum</i>	Desmodium	600	Phosphate	500 à 1000	27	410
<i>Trifolium semipilosum</i>	Trèfle du Kenya	700 à 1000	Chaux			
<i>Lotus uliginosus</i>	Lotier velu	1250	Phosphate	1000 à 2000	33	500
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc	1500 à 1700	Chaux			
<i>Lotononis balnesti</i>	Lotononis	3300	Phosphate	2000 à 4000	40	600

BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTS ENVOYES

- ARRIVETS J., 1991 : Projet "Amélioration de la riziculture pluviale au Vietnam". Comptendu de mission de début de campagne 1991 : Mars 1991. IRAT-CIRAD, 18 p. + Annexes.
- ARRIVETS J., 1992 : Projet "Amélioration de la riziculture pluviale au Vietnam". Comptendu de mission de fin de campagne 1991 : Décembre 1991. IRAT-CIRAD, 17 p. + Annexes.
- BEUNARD P., 1984 : Contribution à l'étude de la fixation d'azote chez les légumineuses. Mémoire IRAT, 111 p.
- CHABANNE A., 1992 : Rapport de campagne 1991-1992. Volet agrophysiologie IRAT/FOFIFA. Programme Riz d'altitude, 169 p.
- CLARIOND A., PERRET S., 1990 : Impact du feu sur les caractéristiques physico-chimiques d'un andosol. Note CIRAD-Réunion, 7 p.
- DAO THE ANH, VANDOME L., 1992 : Diagnostic agro-économique des villages de Tan Lap et Bac Hoa. Projet de Recherche-Développement ISA/FOS. CNEARC, 96 p. + Annexes.
- DEJANTE P., MICHELLON R., VINCENT G., 1991 : Essai d'herbicides sur légumineuses de couverture. Fiche d'essai CIRAD-Réunion N° 1.
- DENT D., 1992 : Reclamation of acid sulfate soils, p. 79-122. In LAL R., STEWART B.A. : Advances in soil science, Vol. 17. Soil restoration. Editeur : STEWART B.A. - SPRINGER VERLAG, 456 p.
- GUILLONNEAU A., 1991 : Rapport de mission au Sud Vietnam, du 18 Octobre au 05 Novembre 1990. IRAT-CIRAD, 53 p.
- MEISNER C.A., GROSS D., 1980 : Some guidelines for the evaluation of the need for and response to inoculation of tropical legumes. North Carolina Agric. Research Service. Techn. Bul. N° 265, 59 p.
- NORRIS D.O., DATER R.A., 1976 : Legume bacteriology. In : SHAW N.H., BRYAN W.W. - Tropical pasture research. Principles and method. CAB N° 51 ALDEN PRESS Ed. - OXFORD, 454 p. (pp. 134-174).
- PURTON J.C., 1979 : New developments in inoculating legumes. In : SUBBA RAO N.S. - Recent advances in biological nitrogen fixation. OXFORD and IBH publishing Co. New Delhi, Bombay, Calcutta. Pp. 380-405.

- RAUNET M., SEGUY L., 1993 : Quelques propositions pour la recherche agronomique au Sud Vietnam dans le domaine des systèmes de culture vivriers. Rapport de mission du 18 au 28 Novembre 1992. CIRAD-CA/ISA, 52 p. + Annexes.
- SEGUY L., BOUZINAC S., MUNEFUME MATSUBARA, 1992 : 1- Nouveaux concepts de gestion écologique du sol pour la fixation d'une agriculture stable et durable dans les régions tropicales humides et équatoriales du Brésil. RPA/CIRAD-IRAT, 34 p.
- SEGUY L., BOUZINAC S., PACHECO A., 1989 : Un test simple pour évaluer la cinétique et la profondeur de l'enracinement du riz pluvial à l'usage des agronomes et des sélectionneurs. IRAT-CIRAD, 11 p.
- SEGUY L., BOUZINAC S., PACHECO A., KLUTHCOUSKI J., 1989 : Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliquées au Cerrados du Centre Ouest brésilien. IRAT MAE EMBRAPA CNPAF, 165 p.
- SEGUY L., GUILLONNEAU A., 1990 : Rapport de mission dans le Sud Vietnam du 01 au 26 Mars 1990. IRAT-CIRAD, 27 p. + Annexes.
- ZHENG HAISHUI, HE KEJUN, 1991 : Intercropping in rubber plantation and its economic benefit, p. 204-206. In : ZHU ZHAOHUA et al. : Agroforestry systems in China. Publié par Chinese Academy of Forestry, People's Republic of China, et International Development Research Center Canada - Singapour. 216 p.

ANNEXES :

Adresses utiles

Adresses pour la fourniture d'inoculum :

Outre le laboratoire de Biologie des Sols du CIRAD, pouvant satisfaire des besoins limités, et les producteurs de semences australiens, des inoculums peuvent être commandé à :

- BIOPROX-PROTEX, 6 Rue Barbes, B.P. 177, 92305 LEVALLOIS PERRET.
Télex : 630 957 F - Tél. : 47-57-70-00 (Soja).
- AGRICULTURAL LABORATORIES PTY.LTD, 95-99 Carlingford Street,
Sefton N.S.W. 2162, Australie.
- QUEENSLAND INOCULANTS, P.O. Box 1052, Toowomba, QLD 4350,
Australie.
- ROOT NODULE PTY.LIMITED, 84 Rawson Road, Woy Woy 2256, Australie.

Adresses pour la fourniture de semences :

- HERITAGE SEEDS, P.O. Box 943, Murwillumbah 2484 NSW, Australie -
Télex : AA 166 142 PRIMAC.
- SAUERS, P.O. Box 117, Rockhampton, QLD 4700 Australie -
Télex : 146 945 YATES.

Adresses pour la fourniture du pistolet et des aiguilles pour évaluer l'enracinement des plantes :

- Aparihos veterinarios HOPNER LTDA, rue Marques de Lages 1765, C.X.
Postal 9367, Sao Paulo, Brésil (qui peut fabriquer des aiguilles de 40, 60, 80 et
100 cm).