



**Suivi-évaluation et propositions de  
recherche-action pour l'avancée du semis  
direct sur couverture végétale au Laos dans  
la province de Xieng Khouang et au  
Cambodge dans la province de Kompong  
Cham**

***CIRAD/NAFRI***

***Mission du 14 octobre au 28 octobre 2004***

**Lucien Seguy**

**novembre 2004**

# Sommaire

<b>PREAMBULE</b> .....	<b>3</b>
<b>LE PROJET PRONAE NAFRI/CIRAD AU LAOS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Les grands enjeux et défis du PRONAE dans la province de Xieng Khouang</b> .....	<b>10</b>
1.1. les grands ensembles morpho-pédologiques « vides » de toute agriculture : une identité remarquable avec les mêmes ensembles sur les hauts plateaux et la côte est Malgaches.....	10
1.2. La riziculture de la pénéplaine des Jarres : aménager ou non ?.....	14
1.3. Les sols à fortes potentialités sur colluvions karstiques : un patrimoine fertile, souvent surexploité. Comment restaurer, puis conserver ce potentiel? .....	15
1.4. L'agriculture de « montagne », défriche-brûlis : les systèmes riz pluvial-élevage → Préparer la couverture totale des pentes un an avant la mise en culture : .....	16
<b>2. Recommandations aux équipes NAFRI/CIRAD pour assurer la progression des SCV en milieux contrôlé et réel</b> .....	<b>17</b>
2.1. Site de POUHOUM – sols acides sur schistes.....	17
2.2. Site de XOY NAFA .....	19
2.3. Site de BAN PAKE – sols sur colluvions de Karst et Schistes .....	21
2.4. Site de BAN LE – sols argileux dégradés sur grès (. <sup>+</sup> 600 m) .....	22
2.5. Propositions pour la zone de SAYABOURI.....	23
2.6. Site de SUON MONE – systèmes Riz pluvial-élevage en zone montagneuse.....	23
2.7. Recommandations générales.....	26
Posters des résultats de recherche sur les SCV au Laos.....	28
Rapport Ecobuage Amélioration de la fertilité par écobuage de R. Michellon.....	44
<b>LE VOLET DIVERSIFICATION DES CULTURES DU PROJET</b>	
<b>HEVEACULTURE FAMILIALE AU CAMBODGE</b> .....	<b>68</b>
<b>1. Quelques données de base utiles à la compréhension du milieu et des principales productions dans la zone d'intervention du projet</b> .....	<b>70</b>
<b>2. Les grands enjeux et défis de la composante diversification des cultures du projet hévéaculture familiale</b> .....	<b>76</b>
2.1. l'hévéaculture avec intercalaires vivriers.....	76
2.2. Transformation des systèmes rizicoles actuels (lowland rainfed rice) traditionnels, en systèmes riz-élevage pratiqués en semis direct sur couverture végétale permanente du sol ---	77
<b>3. Recommandations pour assurer la progression des SCV en milieux contrôlé et réel</b> <b>82</b>	
3.1. Intercalaires d'hévéa et systèmes vivriers hors maille hévéa .....	82
3.2. optimisation et analyse des SCV intercalaires d'hévéaculture.....	85
3.3. Les SCV « riz-pâturages » sur terrasses hautes.....	87
<b>4. Conclusions</b> .....	<b>88</b>
<b>CARACTERISATION SOMMAIRE DU FONCTIONNEMENT AGRONOMIQUE DES SCV ET DE L'IMPORTANCE ECONOMIQUE DU SOL SOUS SCV</b> .....	<b>94</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>96</b>

## Préambule

Ce rapport de mission sera volontairement court compte tenu du manque de temps pour sa rédaction entre 2 missions et du fait que les programmes de recherche-action (*qui seront résumés ici*) ont été très largement discutés et débattus sur place avec les divers acteurs de la recherche-développement.

Deux grands chapitres principaux seront consacrés à chacun des projets agroécologie<sup>1</sup> :

- Le projet PRONAE, NAFRI/CIRAD au Laos,
- Le volet : diversification des cultures du projet hévéaculture familiale au Cambodge.

Un troisième chapitre très bref traitera de propositions visant la caractérisation scientifique du fonctionnement agronomique des systèmes de culture et des grandes thématiques mises en évidence par la création de l'innovation engagée pour avec et chez les agriculteurs dans les grandes régions écologiques du réseau tropical SCV (*UR 1*).

Je profite de l'opportunité pour adresser (*avec fierté*) toutes mes félicitations et rendre hommage aux équipes de recherche-action des 2 projets pour l'énorme travail accompli en si peu de temps, aussi bien en matière de conception, maîtrise et reproductibilité des systèmes de culture conservatoires de la ressources sol (*SCV*) que de production<sup>2</sup> de connaissances scientifiques, de pré-diffusion des techniques SCV, et de formation.

Que soient ici très chaleureusement remerciées, les autorités locales des 2 pays et tous les intervenants et acteurs des 2 équipes qui ont assuré l'excellent déroulement et cette mission.

---

<sup>1</sup> Soutenus financièrement par l'AFD et le CIRAD.

<sup>2</sup> Cf. posters en annexe et publications Laos.

# **LE PROJET PRONAE NAFRI/CIRAD AU LAOS**

Le rapport porte essentiellement sur la province de Xieng Khouang (*au Nord*), la seule visitée compte tenu du temps disponible.

# 1. Les grands enjeux et défis du PRONAE dans la province de Xieng Khouang

(Cf. termes de référence de la mission d'appui ci-avant)

## 1.1. les grands ensembles morpho-pédologiques « vides » de toute agriculture : une identité remarquable avec les mêmes ensembles sur les hauts plateaux et la côte est Malgaches.

- Comme à Madagascar, les grandes unités de sols ferrallitiques sur roche acide (*grès, schistes*), sont « vides » de toute agriculture : la tradition n'a rien trouvé pour les mettre en valeur et la recherche a longtemps proposé des solutions irréalisables, en particulier des niveaux de fertilisation minérale exorbitants (*quantité, coûts*) pour le redressement non durable de leur fertilité, associés au travail du sol continu, vecteur important de leur dégradation organo-biologique. Il est bon de rappeler, en effet, que sur ces mêmes unités de sols sur les hauts plateaux malgaches, la capacité de production du sol devient voisine de zéro après 7-8 ans de labour continu et malgré l'utilisation de forts niveaux de fertilisation minérale (*site d'Ibity*).

L'incapacité à fixer les agricultures sur ces vastes ensembles vides, conduit à surexploiter les unités de sols les plus fertiles entraînant, avec la pratique continue des techniques de travail du sol, leur dégradation inexorable et la destruction de nouvelles ressources naturelles.

Les sites d'intervention expérimentale de **Pouhoum** et de **Xoy nafa** appartiennent à cet énorme « ensemble vide » dans la province de Xieng Khouang : collines à très fortes pentes couvertes de graminées : *Themeda triandra* dominant avec quelques andropogonées sporadiques.

- A l'inverse de Madagascar où les textures sont souvent à dominance sableuse en surface (*Ibity*), les sols jaune orangé de Pouhoum et Xoy Nafa sont argileux (>40% d'argile sur *schistes*) et présentent une structure grumeleuse remarquable en surface, extrêmement stable ; cette différence majeure avec Madagascar explique probablement l'absence ici de « lavakas » et griffes d'érosion. La profondeur des sols excède 2m sur l'ensemble de la toposéquence et l'existence d'horizons tâchetés en dessous de 1m de profondeur (*pseudogley*) indique la présence marquante de l'eau en saison des pluies, un potentiel hydrique exploitable très important qui doit permettre de maintenir des pâturages en saison sèche (*soit séquestrer du carbone, restructurer les sols en profondeur et recycler efficacement les nutriments lessivés en profondeur en saison des pluies*), au lieu du brûlis traditionnel. (cf. photo).

- Cet énorme réservoir de sols, constitue, à Xieng Khouang comme à Madagascar, un défi important à relever pour leur mise en valeur durable, rentable et au moindre coût, qui doit permettre d'éviter la destruction de nouvelles ressources naturelles. Les résultats cumulés, depuis maintenant 7 à 8 ans à Madagascar dans ce type de milieu physique réputé « inculte », impropre à toute activité agricole, montrent, en substance, que l'on sait aujourd'hui contourner l'écueil du redressement trop coûteux de la fertilité chimique (*P, Ca, Mg, K, oligos*) :

- en pratiquant la technique de l'écobuage<sup>3</sup>, seulement en première année de culture pour « libérer » une forte fertilité sans autre investissement que la main d'œuvre,
  - en utilisant, les années suivantes, des rotations de culture (*intégration agriculture-élevage, espèces fixatrices de N et qui favorisent les endo-mycorhizes*), pratiquées en semis direct continu (SCV), avec un minimum de fertilisation organique et/ou minérale pour compenser les exportations de nutriments par les graines,
  - ou en implantant en **première année** des espèces fourragères qui sont capables de produire de la matière sèche là où les cultures de graines, fibres ne poussent pas ; ces espèces fourragères (*genres Brachiaria, Stylosanthes, Andropogon, ...*) sont capables de tirer leurs nutriments directement des minéraux primaires et sont insensibles aux pH très bas et à la présence dominante d'aluminium sur le complexe absorbant (>60% de la saturation par Al) : **ces espèces fourragères qui ouvrent d'entrée une perspective d'élevage immédiate**, en produisant de grosses quantités de matières sèches (*au dessus et dans le profil cultural*), **mobilisent, libèrent de la fertilité** : les nutriments, avant inaccessibles directement aux cultures, sont maintenant à leur portée par minéralisation de leur matière sèche sous SCV. La productivité de ces espèces fourragères est cependant fonction du niveau d'engrais minéral (NPK + oligos) employé, excepté pour les espèces les plus tolérantes : exemple *Brachiaria humidicola, Stylosanthes guyanensis, Cassia rotundifolia*, etc... qui répondent peu<sup>4</sup> aux divers niveaux de redressement de la fertilité chimique (P, K, Ca, Mg, S et oligos).
- En résumé, 2 voies permettent de mettre en valeur ces sols :
    - **l'option écobuage<sup>5</sup> en année 1**, suivie de rotations diversifiées en SCV + fumure compensant les exportations par grains ; cette option permet de produire des grains dès la 1<sup>ère</sup> année et une agriculture durable de bon niveau ensuite,
    - **l'option espèces fourragères restauratrices de la fertilité en année 1**, suivies de cultures (*grains, fibres*) les années suivantes en SCV + fumure compensant les exportations.
  - Ces 2 voies en SCV permettent, simultanément :
    - de restaurer immédiatement la capacité de production de ce « potentiel dormant », au moindre coût, en l'ouvrant, soit par la production vivrière (*écobuage*), soit par l'élevage (*espèces restauratrices*),
    - de contrôler totalement les externalités,
    - de redresser progressivement leur capacité de production (*séquestration de C, augmentation corrélative de N orga., système sol-plantes sans pertes, en circuit fermé*),
    - de contrôler efficacement les adventices (*couverture du sol, effets allélopathiques*),
    - de minimiser, contenir au moindre coût, l'incidence des insectes ravageurs et des maladies cryptogamiques.

---

<sup>3</sup> Cuisson modérée du sol superficiel (0-30 cm) qui équivaut à une fumure forte de redressement chimique : cf. travaux R. Michellon à Madagascar 1998-2004.

<sup>4</sup> Il faut bien sûr veiller à restituer les exportations en minéraux de ces espèces « mobilisatrices de la fertilité », en cas d'exportation des fourrages, sinon ces espèces tireront la fertilité du sol encore plus bas qu'au départ.

<sup>5</sup> Cf. document Ecobuage en annexe.

- C'est la voie « espèces fourragères restauratrices » qui a été retenue sur les sites de Pouhoum et Xoy Nafa du PRONAE ; l'ouverture directe par les cultures (*riz, soja*) montre en première année, une très faible expression du potentiel, malgré des niveaux de fumure minérale de très fort niveau, lorsque l'écobuage n'est pas utilisé. (*cf. recommandation au chapitre 2*).
- Notre expérience de plus de 15 ans à Madagascar dans ce type de milieu (*Ibity, Manakara*), prouve que le succès de la mise en culture, peut se faire par ces voies différentes et complémentaires. Mais, si l'on veut produire beaucoup et tout de suite, l'option couverture par l'écobuage + fumure de faible niveau (*minérale et/ou organique*) constitue la voie la moins onéreuse, la plus accessible aux petites agricultures familiales déshéritées.
- Dans tous les cas, si l'on envisage une production durable de fort niveau à court et moyen termes (*intégration agriculture-élevage*), une fumure élevée de redressement (*P, K, Ca, Mg, oligos*) peut-être envisagée sans risque, associée ou non à l'écobuage ou aux espèces fourragères restauratrices, car elle « booste » les fonctions agronomiques des SCV et durablement, avec une excellente contention des externalités et des pertes de nutriments dans le système sols-cultures (*L. Seguy, S. Bouzinac, 2001 ;2003*) ; c'est donc en réalité une « avance » faite aux cultures, amortissable.
- La fumure minérale devrait faire l'objet de subventions contre la pauvreté et de préservation des ressources naturelles. En effet, des subventions lourdes, sont encore aujourd'hui consenties à des aménagements anti-érosifs fort coûteux (*cf. Tunisie, Cameroun, etc...*), beaucoup moins efficaces<sup>6</sup> que les SCV. Il est aujourd'hui fondamental de provoquer cette prise de conscience au plus haut niveau (*préserver dans la démonstration de l'efficacité incontournable des SCV pour la restauration de la fertilité des sols du Sud, au moindre coût*) pour que des exemples d'application à très grande échelle voient rapidement le jour.
- Les justifications majeures en faveur des SCV par rapport à l'agriculture avec travail du sol, peuvent être schématiquement représentées par les figures ci-après, sur sol dégradé en milieu tropical :

---

<sup>6</sup> Aménagements qui, même s'ils freinent l'érosion et les externalités, ne permettent en aucun cas de les supprimer et encore moins de restaurer et au moindre coût la fertilité des sols, compatible avec l'exercice d'une agriculture durable, diversifiée et lucrative.

## EVOLUTION DE LA FERTILITE

Fig. 1 Travail du sol x engrais

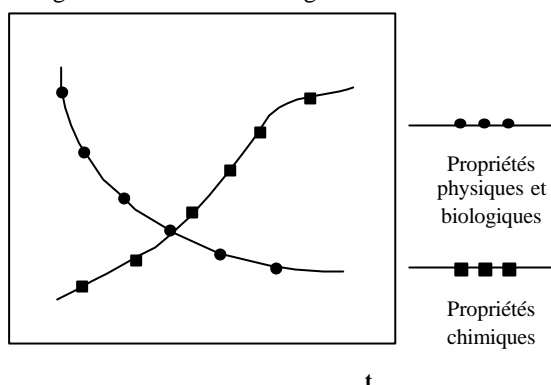
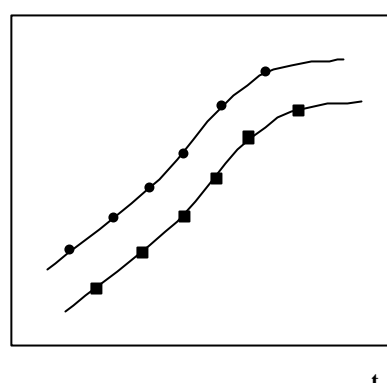


Fig. 2 SCV x engrais



## RELATION COÛTS x PRODUCTIVITE (cultures, main d'œuvre)

Fig. 3 Travail du sol

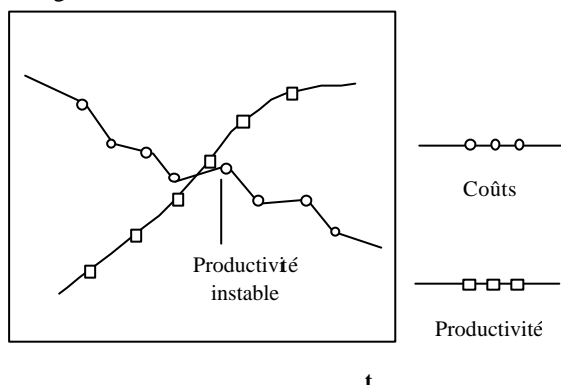
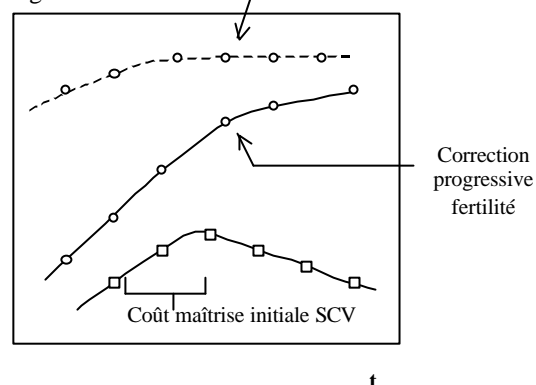


Fig. 4 SCV



L'avantage global des SCV par rapport à tout autre mode de gestion des sols et des cultures (*productivité et stabilité, impacts environnementaux, qualité et coûts de revient des productions*) ne peut que s'accroître dans les années à venir : le CIRAD et ses partenaires du Sud ont en effet engagé des travaux de recherches qui visent la substitution progressive des molécules chimiques minérales par des molécules organiques ; les premiers résultats obtenus au Brésil sont prometteurs : après celle du sol, la gestion des cultures au plus près du biologique qui doit conduire les agriculteurs du Sud vers une véritable agriculture biologique dans un environnement protégé (*ce qui n'est pas le cas de l'agriculture dite « biologique » d'aujourd'hui avec sol travaillé, donc exposé à l'érosion, aux fortes externalités, à la perte de matière organique qui nécessite des apports exogènes coûteux et limités*).



## ***1.2. La riziculture de la pénéplaine des Jarres : aménager ou non ?***

- La riziculture asiatique est un modèle millénaire de gestion rationnelle de l'eau et du sol, même lorsque aucun intrant n'est utilisé ; c'est une « culture » puissante, précise et fine, esthétique, qui met toujours le sol parfaitement à plat et gère harmonieusement l'eau en fonction du rythme physiologique du riz.

- Les SCV et les riz poly-aptitudes ont apporté ces dernières années de nouvelles alternatives à cette riziculture ancestrale : plus économes en eau, en main-d'œuvre, elles peuvent s'adapter à toutes les situations de sols, avec ou sans maîtrise de l'eau et se montrent également très productives puisqu'elles intègrent, outre la culture du riz, des cultures fourragères diversifiées et puissantes (*pompes biologiques recycleuses et restructurantes des SCV*) qui permettent de fournir des excédents fourragers importants pour les animaux en saison sèche (*pâturage direct en sol sec, ou fourrage exporté*).

- Outre leur avantage de diversification, leurs économies d'eau et de main-d'œuvre, ces alternatives rizicoles SCV, offrent surtout la possibilité d'utiliser la ressource sol en l'état, sans nécessité de l'aménager, le riz étant cultivé en conditions pluviales ; cet avantage comparatif décisif permet ainsi, grâce à ces alternatives SCV d'envisager une production rizicole de haut niveau même dans les périmètres où les aménagements hydrauliques ont été sérieusement endommagés, voire condamnés, évitant ainsi les réhabilitations forts coûteuses.

- La pénéplaine des Jarres offre un potentiel de plus de 100 000 hectares : faut-il ou non l'aménager ?

Cette pénéplaine est en réalité une mosaïque de surfaces aux formes variées et au relief accentué qui nécessiterait, en cas d'aménagement, des travaux coûteux ; de plus, les sols issus de matériaux d'origine ferrallitique souffrent des mêmes déficiences – carences chimiques, que les sols pluviaux des collines environnantes (*P, K, Ca, Mg, oligos*) et sont naturellement peu fertiles ; la première mise à plat de la rizière, sans séparer au préalable l'horizon organique, entraîne toujours un « troncage » du profil de sol très préjudiciable à la production : les rendements sont compris entre 800 et 1200 kg/ha, malgré un patrimoine exceptionnel de variétés locales très rustiques et souvent aussi bien adaptées à la culture pluviale qu'irriguée.

- Notre objectif est de montrer, le plus rapidement possible, que les alternatives SCV pluviales, sans aménagements, constituent le meilleur choix, le mieux adapté aux ressources financières du Laos. Les travaux de recherche conduits sur les SCV en sols ferrallitiques environnants vont alimenter efficacement ces alternatives SCV rizicoles à l'aval. Plusieurs sites ont été déjà ouverts par le PRONAE, sur couverture végétale naturelle à *Andropogon chinensis*, *Hyparrhenia sp*, *Cymbopogon nardus*, *Imperata sp.*, sur lesquels les performances de la riziculture traditionnelle et des alternatives SCV pluviales, sont comparées dans et hors aménagement traditionnel.

- L'altitude de cette pénélaine des Jarres se situe aux environs de 1000 m, ce qui ouvre des perspectives très intéressantes de diversification, intégrées dans les alternatives SCV :

avoine, avoine + vesce velue, haricot, sarrazin, blé, tournesol et ressources fourragères (*Brachiaria*, *Echinochloa*, *Amaranthus*, *Stylosanthe*, *radis fourrager*), peuvent être cultivés en semis direct, en saison froide, sur l'eau résiduelle des rizières, ou sur l'eau profonde des unités de sols pluviales, non aménagées.

(cf. les recommandations dans le chapitre 2)

### **1.3. Les sols à fortes potentialités sur colluvions karstiques : un patrimoine fertile, souvent surexploité. Comment restaurer, puis conserver ce potentiel ?**

Ces sols situés sur pentes souvent très fortes sont le domaine quasi exclusif de la production de maïs.

Les recrûs forestiers y sont puissants, envahis par les pestes végétales : *Chromolaena odorata*, *Imperata sp.*, *Tithonia diversifolia*, *Borreria alata*, des adventices annuelles très concurrentielles des cultures en fin de cycle : *Bidens pilosa*, *Ageratum conizoides*, *Galinsoga parviflora*, et des graminées pérennes caractéristiques d'un climat humide telle que *Paspalum conjugatum*.

L'altitude de 1100 m (*site de Ban Pakae*), permet d'envisager aussi, tout en maintenant le maïs, culture d'élection des agriculteurs, une très forte diversification des cultures :

avoine, vesce, blé, triticales, tournesol, cultures implantées entre 45 et 60 jours avant la fin des pluies, en intercalaires de maïs, ou en succession de soja

(cf. mes recommandations chapitre 2).

La première priorité, sur ces sols à fortes potentialités, est d'éliminer la très forte pression des adventices et pestes végétales qui peuvent limiter fortement la production des SCV.

Ensuite, la pratique des rotations de cultures, intégrant les espèces fourragères (*genres Brachiaria, Stylosanthes, Panicum, Desmodium, Eleusine coracana*) va permettre de restaurer rapidement le capital matière organique (*souvent dégradé par des années de monoculture de maïs avec travail du sol*) et la vie biologique des sols ; toujours couvertes en SCV, ces unités de sols peuvent produire avec des niveaux de fumure modestes :

- 6 à 9 t/ha de maïs + 1 à 1,5 t/ha d'avoine grain ou de blé, triticales, tournesol, ou encore 0,8 à 1 t/ha de sarrazin, ou 1,2 t de haricot ;
- 4 à 6 t/ha de riz pluvial (*Sebota poly-aptitudes*) ;
- 3 t/ha de soja + 1t/ha *Eleusine coracana* en succession ou 1,5t/ha d'avoine ou blé, triticales ;
- 2 t/ha de haricot avec les mêmes successions ;
- plus, des ressources fourragères diversifiées.

Comme sur les collines acides de Pouhoum et Xoy nafa, des espèces arbustives de rente (*fruitiers : goyaviers, avocats, manguiers, kakis, fruits tempérés*) peuvent et doivent être introduites et implantées sous forme de haies fruitières, qui vont constituer avec les SCV diversifiés agriculture-élevage, de véritables jardins tropicaux (*agriculture fixée, stable et rémunératrice*).

#### **1.4. L'agriculture de « montagne », défriche-brûlis : les systèmes riz pluvial-élevage ® Préparer la couverture totale des pentes un an avant la mise en culture :**

- Préserver le patrimoine sol originel hérité de la forêt et la biodiversité en général, fixer l'agriculture et briser ainsi le cycle destructeur de défriche-brûlis (*objectifs prioritaires*). Là encore, une identité remarquable avec les riz de tavy sur la côte Est de Madagascar ; le site retenu par le Pronae de Suon Mone est très représentatif de ce type d'agriculture itinérante : 2 à 3 ans de riz après défriche de recrûs ou forêt, puis abandon à la jachère pour une période de 3 à 12 ans, fonction de la densité d'occupation. Les pentes sont très fortes, vertigineuses, très longues (*cf. photos*).
- Le principe de fixation de l'agriculture de montagne repose en premier lieu sur une opération essentielle, préventive, qui vise à couvrir le sol un an avant sa mise en culture par des espèces puissantes qui le recouvrent en totalité (*indice de couverture de 100%*), le **cousent** pour éviter son érosion ; ensuite, la couverture permanente du sol doit être assurée par le jeu des rotations de culture construites sur des associations entre cultures de grains et cultures fourragères fixatrices et régénératrices du sol (*genre Brachiaria, Stylosanthes, Pueraria, Mucuna, etc...*) ; comme sur colluvions de karst, des cultures arbustives de rente (*fruits, autres*) peuvent être implantées dès la 2<sup>me</sup> année, grossièrement en courbes de niveau (*jardins tropicaux à ambiance forestière*). (*cf. mes recommandation au chapitre 2*)
- Comme les « grands ensembles vides » de sols acides, cette agriculture de montagne durable constitue un défi qui dépasse très largement le cadre du seul Laos : Madagascar où nous avons déjà une solide expérience, mais aussi le Vietnam, la Chine... Il faut tout faire pour construire **jusqu'au bout**, des agricultures durables dans ces écologies et disposer ainsi d'un référentiel transférable et adaptable rapidement ailleurs (*niveaux d'échelle convaincants, formation à la hauteur*).
- Dans tous les milieux écologiques, la reconstruction de la fertilité au moindre coût compatible avec la pratique durable d'une agriculture propre dans un environnement protégé est au cœur de nos travaux de recherche sur les SCV : contrôle des externalités, fertilité, résilience, état sanitaire, soit la qualité biologique des sols mais aussi celles des productions et des eaux, sont des thématiques prioritaires depuis déjà 20 ans de l'équipe d'agronomes SCV sur tous les continents et qui doivent rester les bases de la recherche-action de l'UPR1 (*capitaliser, potentialiser les acquis*).

## 2. Recommandations aux équipes NAFRI/CIRAD pour assurer la progression des SCV en milieux contrôlé et réel

### *A consulter :*

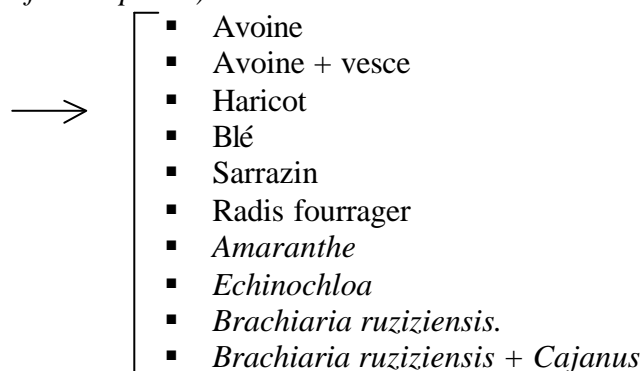
*Documents : Programme technique Pronae 01/01 au 31/12/2004, provinces de Xayaboury et Xieng Khouang – NAFRI/CIRAD – 90 pages + annexes.*

Ces recommandations techniques très largement discutées sur place avec les acteurs sont présentées ci-après de manière très synthétique ; elles doivent permettre de répondre aux enjeux et défis présentés au chapitre 1, dans chaque grand milieu écologique.

### 2.1. Site de *POUHOUM* – sols acides sur schistes

#### a) Terrasse haute de bas fond

- Supprimer Fo (ou laisser une bande de très faible surface ®témoin).
- Niveau de fumure minérale :
  - F<sub>1</sub> reconduire en 2005 + oligos éléments (Zn, Mn, Cu, B sur graminées, idem + Mo, Co sur légumineuse)
  - F<sub>2</sub>, devient en 2005 : 90N + 60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 60K<sub>2</sub>O (fumure entretien) + oligos
- Dispositif expérimental 2004/2005 :
  - Sur riz → pâturages : *Stylosanthes*, *Brachiaria*, *Brachiaria* + *Cajanus*, ...
  - Sur *Eleusine* et sorgho + légumineuses → Riz pluvial + associations en fin de cycle (45 à 60 jours avant la fin des pluies)



Sur chaque niveau de fumure, une collection testée riz complète (inclure les variétés B22, J 951, J 953, S 147, S 182, Primavera, Fofifa 152, 154), avec traitements de semences, herbicide et protection insecticide totale :

- Ouvrir une parcelle écobuage (grande si possible : 5000 m<sup>2</sup>), + F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> → collections testées riz : un par niveau de fumure minérale (cf. annexe « écobuage », fin de rapport).

- **Collection espèces fourragères :**
  - Evaluation de la productivité de matière sèche (*m.s.*) des parties aériennes et racinaires (*floraison*).
  - Il est préférable de faire pâturer qu'exporter les fourrages ; si exportation du fourrage : mesurer les exportations de nutriments dans *m.s.* aérienne (*bilans*)
- **Coloniser toute la toposéquence, avec des espèces fourragères (plusieurs ha)**
  - ┌ **F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>**, sur les espèces les moins exigeantes (*Brachiaria*, *Humidicola*, *Stylosanthe guyanensis*).
  - └ **F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>**, sur espèces les plus exigeantes (*Brachiaria ruziziensis*, *B. Brizantha*, *P. maximum*, « *Mulato* », ...).

Ces espèces fourragères seront installées en bandes (F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>) dans le sens de la pente, couvrant toute la toposéquence.

En 2006, en perpendiculaire à ces bandes, et en courbes de niveaux x ⇒ cultures pérennes de rente installées après écobuage x F<sub>1</sub> ou F<sub>2</sub> :

- **Parc à bois** : *acacias mangium*, *auriculiformis* et l'hybride entre ces 2 espèces, *Calliandra C.*, *Acacia heterophylla*, *Gliricidia*, ...
- **Cultures de pente** : Hévéa, café arabica, ...
- **Cultures fruitières** : manguier, avocatier, kaki, fruitiers tempérés (*pommes*, *pêches*).

- **Sur une partie de cette nouvelle toposéquence :**

Evaluer les associations :

$$\begin{bmatrix} \text{Manioc} \\ \text{Ananas} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Ruzi.} \\ \text{Stylo.} \end{bmatrix} \times \text{F}_1, \text{F}_2, \text{F}_0, (\text{écobuage})$$

- Il faut montrer **le potentiel du matériel génétique** en SCV en fonction de chaque niveau de fumure.
- Faire absolument, **une parcelle écobuée (nouvelle parcelle)** en appliquant le savoir faire de l'annexe « écobuage » en fin de rapport : utiliser 2 à 3 variétés type Fofifa 154, S 1141, etc... x **F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>**.

## b) Rizières aménagées

- Dès maintenant en saison sèche, construire le support des SCV 2005, en :
  - Réalisant un petit drain au pied des diguettes,
  - En implantant, en semis direct, des cultures de saison sèche et froide : avoine, avoine + vesce, blé. (*Faire un paillage de la surface @paille de riz*).
- En 2005 :
  - Comparer itinéraires traditionnels et SCV sur couverture morte, en installant sur chaque niveau de fumure F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, une collection testée complète (*avec témoins locaux intercalés @ 2 à 3 variétés locales*), avec semences traitées, herbicide et protection totale contre les insectes ravageurs (*varier les matières actives tous les 15 jours*).
  - Exprimer le potentiel possible SCV x riz poly-aptitudes.



- Le système « BARREIRAÔ », après 1 an de *Brachiaria ruziziensis*, devient :

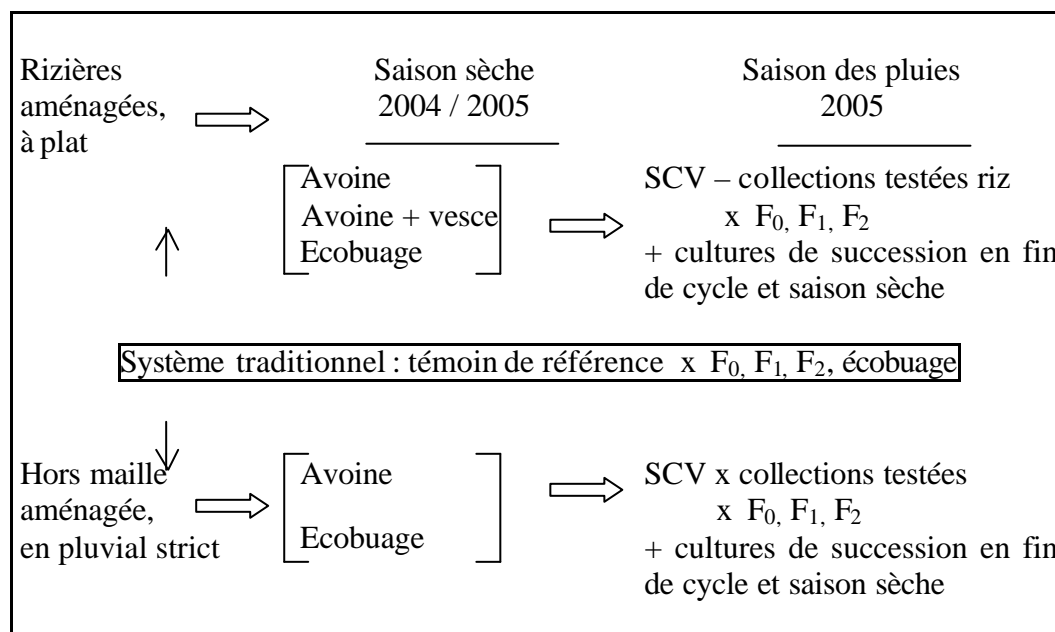
Collections testée  $\left[ \begin{array}{l} \text{Riz} \\ \text{Soja} \\ \text{Maïs} \end{array} \right] \times F_1, F_2$

→ Ouvrir une parcelle écobuée sur  $F_0$  : collection testée riz x  $F_1, F_2, F_3$

- Dans les rizières :**

- Comparer les itinéraires riz des agriculteurs (*repiquage, conduite de l'eau, niveau intrants, etc...*) avec les SCV, dans les parcelles aménagées par les agriculteurs et hors maille aménagées, en pluvial strict.
- Pour installer des SCV performants en 2005, installer dès maintenant, dans les rizières, des couvertures d'avoine, avoine + vesce (*cf. Pouhoum*).
- Installer également, en 2005, 2 parcelles **écobuées** :
  - une dans l'aménagement paysan,
  - une hors maille aménagée, en pluvial strict ; sur ces parcelles écobuées x  $F_0, F_1, F_2$ , installer des collections testées Riz, qui recevront des intercalaires (*pluvial*) ou des successions de culture 45 à 60 jours avant la fin des pluies (*utilisation des réserves d'eau profonde du sol @exploiter plus efficacement toute l'offre hydrique disponible et accessible aux SCV*).

**En résumé**, l'ensemble des actions de recherche est exposé dans le tableau ci-après.



### 2.3. Site de BAN PAKE – sols sur colluvions de Karst et Schistes

- Priorités :
  - supprimer la pression forte des adventices + pestes végétales (*Karst*)
  - redresser la fertilité **sur schistes** (*MO, structure, chimie*)
- Systèmes SCV (*avec maïs comme culture principale traditionnelle*)

Année 1		Année 2	
	<b>Association 25-30 JAS</b>	<b>Herbicides</b>	<b>Association en Fin de cycle des pluies (45 à 60 jours avant la fin des pluies)</b>
1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maïs</b> + <span style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> <i>Brach. Ruzi.</i>  <i>Brach. Ruzi.</i>                      +  <i>Cajanus</i>                      interligne                      alterné                 </span> </li> </ul>	Implantation semis direct : Glyphosate + 2-4 D + gramoxone séquentiel + herbicide pré . Atrazine + métalachlore . Atrazine + pendiméthaline ou herbicide post- précoce . Atrazine + simazine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maïs</b> + <span style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;">                     Avoine                      Avoine + vesce                      Blé                      Sarrazin                 </span></li> <li>ou / et</li> <li><i>Brach. Ruzi.</i> <i>Brach. Ruzi.</i> + <i>Cajanus</i> ↓ 25-30 JAS (idem année 1)</li> <li>• <b>Riz</b> + <span style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;">                     Avoine                      Avoine + vesce  <i>Centrosema</i>  <i>pascuorum</i> </span> → 45 à 60 jours avant la fin des pluies</li> </ul>
2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maïs</b> + <i>Stylo. g.</i> (semis simultané)</li> </ul>	Implantation : Idem 1) + herbicide Pré : Alachlore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maïs</b> ou</li> <li>• <b>Riz</b></li> </ul> sur couverture morte <i>Stylo.</i>
3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maïs</b> sur couverture vivante</li> <li>- <i>Centrosema P.</i></li> <li>- <i>Desmodium i.</i></li> <li>- <i>Arachis p.</i></li> </ul>	Semis simultané Idem 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maïs</b> <b>continu</b></li> </ul> Gestion couverture vive ( <i>fluroxipyr, postprécoce</i> ou <i>paraquat + atrazine</i> )

Dans ces systèmes SCV, l'objectif est de supprimer la compétition des adventices dans les 30 premiers jours de culture, en première année, et/ou, installer en fin de cycle des pluies



(entre 45 et 60 jours avant la fin des pluies), des cultures intercalaires (*inter-rang maïs*) qui vont substituer les adventices actuelles de fin de cycle (*Bidens, Ageratum, Galinsoga*) ; la date d'implantation de ces cultures intercalaires (*pompes biologiques de fin de cycle et saison sèche*) est déterminée par l'émergence de ces adventices lorsque la lumière pénètre de nouveau jusqu'au sol (*indicateur précieux pour déclencher le semis des intercalaires*).

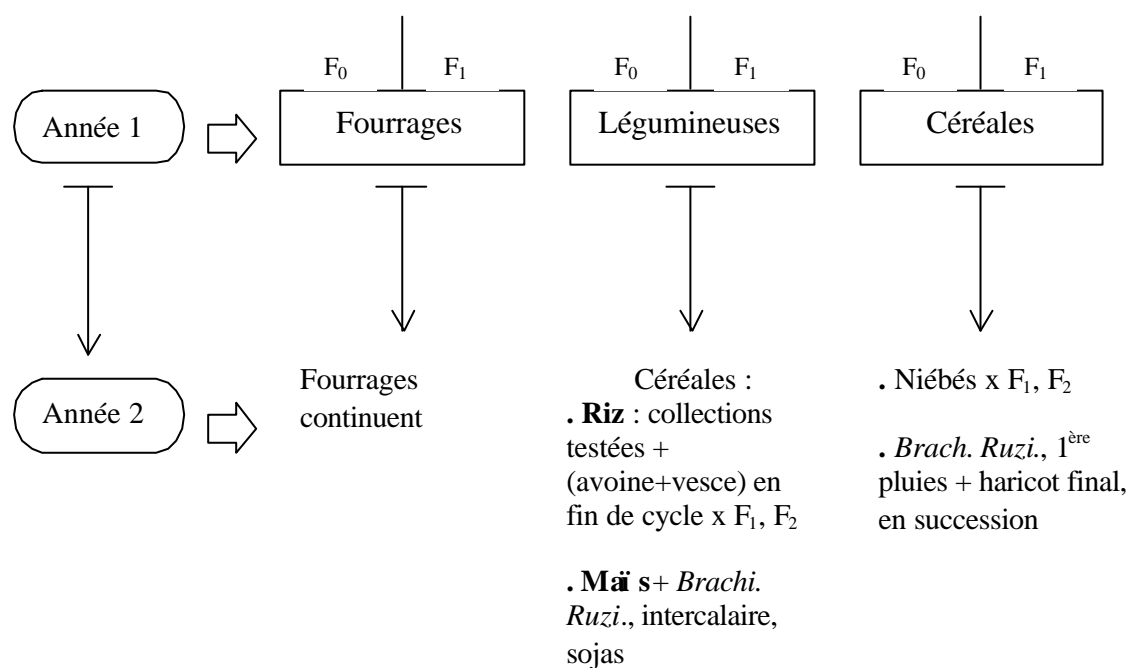
Il est important d'introduire, pour les SCV de ces zones d'altitude : le Kikuyu whittet, les 2 espèces de *Desmodium*, la luzerne super 7, du catalogue de « héritage seeds » (Australie).

- Sur les sols très dégradés sur schistes, qui nécessitent une reconstruction de leur fertilité (*MO, activité biologique*) utiliser les recommandations faites pour les sites de Pouhoum et Xoy Nafa.

## 2.4. Site de BAN LE – sols argileux dégradés sur grès (+ 600 m)

S'inspirer des recommandations faites pour les sites de Pouhoum et Xoy Nafa.

Le plan des rotations en SCV devient :



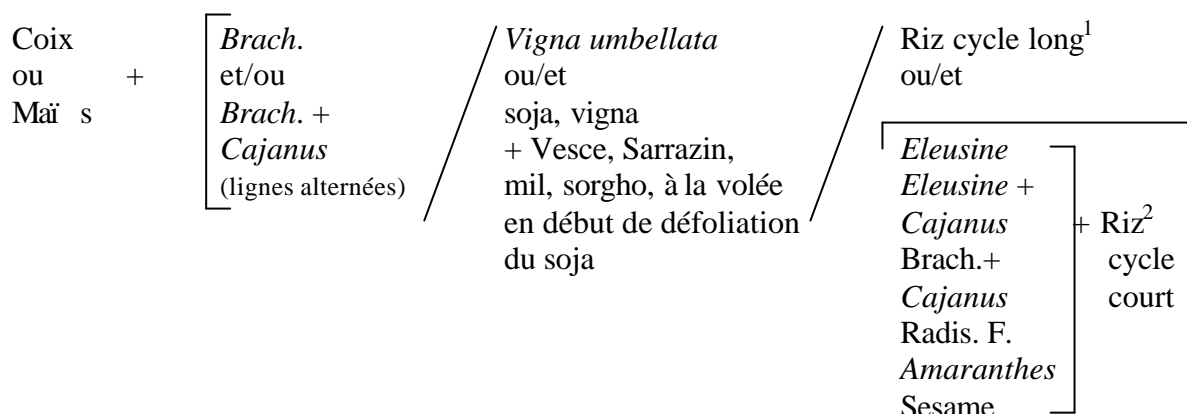
- **Ouvrir de nouvelles parcelles : maïs et riz x écobuage x F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>.**

- Collection testée Riz x F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> +  $\left[ \begin{array}{l} \text{Avoine + vesce (15/08)} \\ \text{Haricot (15-20/08)} \end{array} \right]$
- Maïs  $\left[ \begin{array}{l} \text{Brachiaria Ruziziensis} \\ \text{Brachiaria Ruziziensis + Cajanus (Alternés)} \end{array} \right]$  x F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>

Utiliser les herbicides *expression du potentiel*.

## 2.5. Propositions pour la zone de SAYABOURI

- Actuellement, les travaux de recherches sur les SCV et leur pré-diffusion en milieu réel, portent sur la rotation triennale : COIX / *Vigna umbellata* / RIZ
- Notre proposition consiste à étoffer cette rotation par un choix raisonné des plantes de couverture de renfort qui doivent booster la productivité du système SCV, minimiser ses impacts sur la ressource sol.
- Le nouveau système SCV renforcé à comparer au système SCV original, est le suivant :



1. *Sebota* 265 et locaux, *Lajeado*.
2. *Sebota* 68, 69, 70, B<sub>22</sub>, *Primavera*, *Fofifa* 152, 154, J951, J953.

## 2.6. Site de SUON MONE – systèmes Riz pluvial-élevage en zone montagneuse

- Dans la région Nord de la province, en zone de forêts et recrûs forestiers, les sols ferrallitiques sur schistes et grès sur très fortes et très longues pentes sont les plus exposés à l'érosion ; le système de production est celui, bien connu sur tous les continents, de défriche-brûlis, très fort consommateur de ressources naturelles et de biodiversité.
- Comme nous l'avons déjà abordé à Madagascar , pour les riz de tavy de la côte est, la fixation possible d'une agriculture durable et diversifiée passe par :
  - 1) La protection totale de la ressource sol par des plantes de couverture appropriées (*effets écran en surface, sol cousu et fonctions régénératrices M.O. et structure*), 1 an avant la mise en culture de riz, en SCV.
  - 2) Ensuite, la mise en culture continue est subordonnée à l'implantation de biomasses fourragères en fin de cycle des pluies (ou au début : cas de *Centrosema pascuorum*, *Stylosanthes guyanensis*) qui permettent :
    - De prendre le relais de couverture du sol pendant la saison sèche,

- D'offrir simultanément des ressources fourragères de valeur en saison sèche, qui peuvent être pâturées *(ou laissées sur place Régénération rapide de la fertilité)* sans risque d'impact négatif sur les propriétés physiques du sol (*sol sec*).
- Ces espèces fourragères fixatrices du sol et régénératrices de sa fertilité, sont laissées ensuite 1 an pour exercer leur fonctions de régénération et protection du sol, le contrôle naturel des adventices ; la moitié de la surface est alors cultivée en riz (*ou maïs, soja lorsque le niveau de fertilité remonte*) tous les ans, mais doit offrir une forte productivité, supérieure à celle de la surface totale d'aujourd'hui dans les systèmes traditionnels. Cf. schéma ci-après.

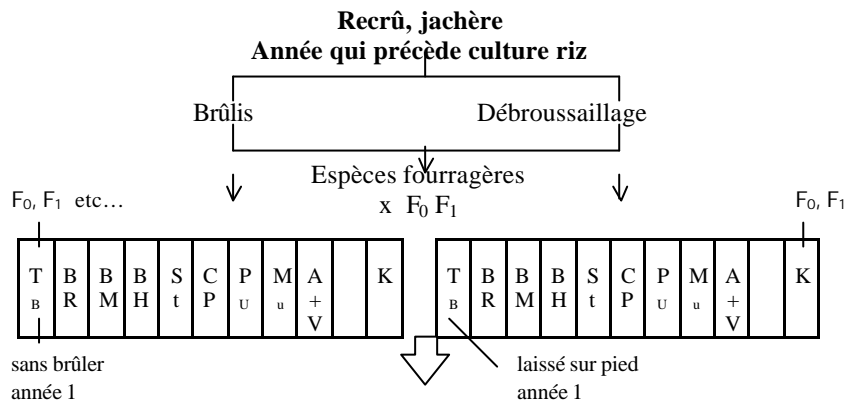
## SITE SUON MONE (Riz de montagne)

(\*) 2-3 ans Riz après recrûs, puis abandon à la jachère (3-12 ans)

### 3 SCENARIOS PRINCIPAUX

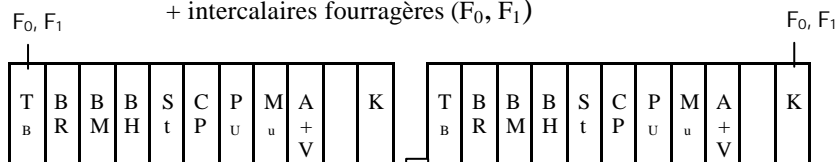
#### I Principe de précaution :

Préservation anticipée ressource sol,  
Régénération fertilité,  
Contrôle externalités, adventices



#### Année 2 :

- . Riz + intercalaire sur couverture morte + T (Témoin)
- . Lég. sur Kikuyu (couv. vive) : Soja (15/07) haricot (15/08)
- . Itinéraire Riz avec herbicides
- Riz — V. locales
- Collection *Sebota*
- + intercalaires fourragères (F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>)



#### Année 3 :

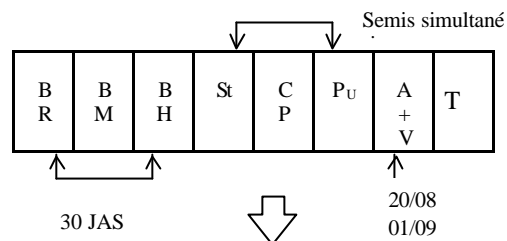
Chaque parcelle fourragère (F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>) est subdivisée en 2

1/2 riz + fourragère      Fourragère

**Année 4 :** Inverser, etc...

#### II Riz de première année, paysan, scénario paysan en marche, après brûlis jachère

##### Année 1 : Riz + intercalaire



#### Année 2 :

Chaque parcelle fourragère (F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>) est subdivisée en 2

1/2 Riz + Fourragère intercalaire      1/2 Fourragère 1 an

→ (exceptée A+V continue)

#### Année 3 : (inverser)

Fourragère 1 an      Riz + Fourragère

#### Etc...

(exceptée A+V continue)

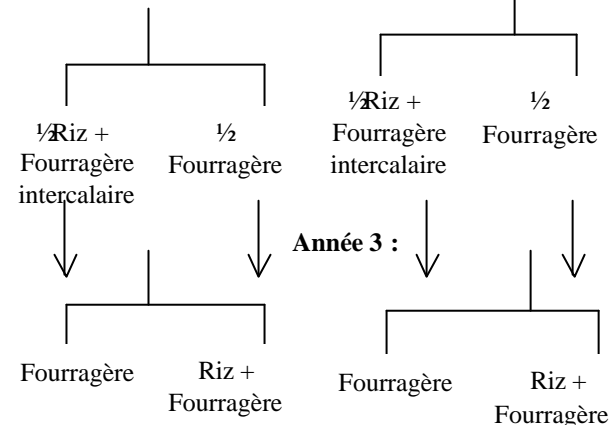
(\*) Possibilité incorporer maïs, soja année 3 + cultures fruitières (goyave, avocat, kaki,...)  
**JARDINS TROPICAUX**

#### III Scénario abandon à la jachère

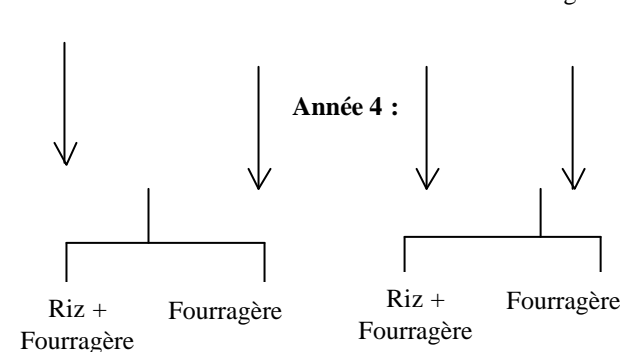
##### Année 1 Abandon Manioc



#### Année 2 :



#### Année 3 :



#### Année 4 :

**Légende :** BR : *Brachiaria ruziziensis* ; BH : *Brachiaria humidicola* ; BM : *Mulato* ; St : *Stylosanthes guyanensis* ; P<sub>u</sub> : *Puéraria* ; M<sub>u</sub> : *Mucuna* ; CP : *Centro. Pasc.* ; K : *Kikuyu* ; A+V : Avoine + Vesce

## 2.7. *Recommandations générales*

- L'exercice rigoureux de notre métier d'agronome, exige que l'on soit capable à la fois : de créer l'innovation SCV, de la maîtriser avec les acteurs, d'expliquer, comprendre ses impacts agronomiques et socio-économiques, de former les acteurs par l'exemple et la démonstration reproductible.
- Dès que l'on a compris comment fonctionnent les SCV (*multifonctions*) leur pratiques s'apparente à un jeu de « legos » qui permet d'enrichir considérablement et rapidement l'offre technologique, mais aussi de compliquer la maîtrise de l'offre, sa reproductibilité.
- Compte tenu du nombre de scénarii en croissance rapide, il est fondamental de préserver un espace permanent et conséquent sur tous les sites expérimentaux (*de 5000 m<sup>2</sup> à 1 ha*) pour travailler cette diversification, l'ajuster : c'est l'espace « cuisine » où s'élabore les recettes et leur reproductibilité ; une fois cet ajustement réalisé (*calage de cycles cultureux en culture pure, en associations, tests de matières actives, etc...*), les itinéraires et systèmes SCV peuvent passer à une échelle d'application et de démonstration supérieures : ce sont les composantes de la matrice de « l'offre technologique » SCV, élaborée pour, avec et chez les agriculteurs.
- Il est très important, pour toujours comprendre, analyser, hiérarchiser le poids des composantes des systèmes (*sols, cultures, ...*), au fur et à mesure du processus de fixation de l'agriculture, de ménager dans les grandes parcelles « systèmes de culture », une surface où tous les facteurs sont totalement contrôlés (*notre compétence*) ; par exemple, les scénarii contrôle des adventices doivent passer par les techniques « sarclages manuels x herbicides », celui des insectes ravageurs par « protection totale x sans protection » ; ce sont ces modes de gestion techniques différenciés, qui permettent d'évaluer, hiérarchiser le poids des ennemis des cultures , et de former, convaincre les acteurs.
- Dans les matrices « systèmes SCV x traditionnels » il est donc nécessaire de toujours maintenir une partie significative (*en surface*) où tous les facteurs sont rigoureusement contrôlés dans l'état actuel de nos connaissances et de notre niveau de maîtrise (*la moitié par exemple de la surface de chaque système SCV doit donc comporter : traitement de semences, herbicides, insecticides, ...*).
- L'exercice de « séduction » et de conviction des acteurs, passe d'abord par la construction de systèmes les plus performants possibles au plan de la productivité sans limitation d'intrants et ensuite, consiste à retirer de ce potentiel montré et reproduit, les intrants les moins limitants : tenter de conserver le potentiel exprimé, au coût le plus bas possible.
- L'évaluation et l'analyse du fonctionnement agronomique comparé des systèmes de culture, de leurs impacts sur les sols, les productions, les eaux, est au cœur de notre exercice de recherche-action : le chapitre 2 de ce rapport, aborde de manière très synthétique les méthodes, outils et indicateurs existants ou/et à développer pour perfectionner notre démarche scientifique.

Enfin, à noter, la production de documents de base scientifiques qui illustre les méthodes de travail relatives au continuum « diagnostic-création/diffusion-formation » et les principaux résultats obtenus sur 4 ans au Laos :

- 1) Diagnostic agro-socio-économique de la zone d'intervention du projet Pronae-Province de Xieng Khouang. 15/09/2004 – 121p. + annexes.
- 2) Caractérisation des systèmes de production dans 4 villages des 3 districts du sud de la Province de Sayabouri-Pronae. Octobre 2004 – 26p. + annexes.
- 3) Document programme technique Pronae. 01/01 au 31/12/2004, Provinces de Savabouri et de Xieng Khouang – NAFRI/CIRAD – 90p. + annexes.
- 4) 8 posters et 4 articles scientifiques – 2004.

## **Posters des résultats de recherches sur les SCV au Laos**

## **Quelques illustrations**



### **Les ensembles « vides de toute agriculture »**



**Photo 1**



**Photo 2**



**Photo 3**

### **Des propriétés physiques remarquables**



**Photo 4**



**Photo 5**

## Profils de sols avec présence d'eau en profondeur



**Photo 6**



**Photo 7**



**Photo 8**



**Photo 9**

## Des productions importantes de fourrages en SCV dès la première année



**Photo 10**



**Photo 11**



**Photo 12**



**Photo 13**

## Riz de montagne dans le système de défriche-brûlis



**Photo 14**



**Photo 15**



**Photo 16**

## **Un même riz local gluant aromatique en conditions pluviales (sur Karst) et inondées**



**Photo 17**



**Photo 18**

# **Rapport Ecobuage**

## **Amélioration de la fertilité par écobuage**

**Annexes et résultats**

**Extraits des travaux de**

**R. Michellon et collègues Malgaches**

**(Madagascar)**

**LE VOLET DIVERSIFICATION DES  
CULTURES DU PROJET  
HEVEACULTURE FAMILIALE AU  
CAMBODGE**



## Programme

- Vendredi 22 AM : Arrivée de Vientiane par le vol VN 841  
Déjeuner Phnom Penh  
PM : Rencontre avec direction et AT PHF  
Transfert sur Kampong Cham
- Samedi 23 AM : Visite station IRCC Chup (*collections, essais milieu contrôlé*)  
Déjeuner secteur Trapang Russey  
PM : Visites parcelles 1999 ; retour Phnom Penh
- Lundi 25 AM : Secteur Chamcar Loeu (*station Bos Knor, matrice,...*)  
Déjeuner secteur Chamcar Loeu  
PM : Visite parcelles paysans et transfert sur Kampong Cham
- Mardi 26 AM : Secteur Dambè (*aperçu rizicultures cambodgiennes, parcelles paysannes PHF*)  
Déjeuner secteur Dambè  
PM : Transfert Memot via kampoan ; visite matrice Sla
- Mercredi 27 AM: Secteur Memot (*visite essais et parcelles PHF*)  
Départ sur PP – déjeuner à Kampong Cham  
PM: Arrivée PP – « debriefing » oral avec direction et AFD (*option*)  
Départ sur Paris via Bangkok – vol Pg 927

## Personnes rencontrées

### ***Projet Hévéaculture Familiale***

- M. Ly Phâlla, Directeur
- M. Philippe Monnin, Assisatant technique principal
- M. Stéphane Boulakia, Assistant technique « diversification des cultures » (*CIRAD*)
- M. Yung Vuthy, Responsable composante « études et conseils »
- M. Kou Phâlly, Responsable composante « diversification des cultures »
- M. Soun Chandara, site IRCC (*Institut de Recherches sur le Caoutchouc au Cambodge*)
- M. San Sona, site Memot

### ***AFD***

- M. Julien Calas

### ***Min. de l'Agriculture, des forêts et de la Pêche (MAFP)***

- M. Jean-Marc Bouvard

### ***Projet battambang***

Melle Julie ?

# 1. Quelques données de base utiles à la compréhension du milieu et des principales productions dans la zone d'intervention du projet

(Cf. carte sommaire ci-jointe, de la région de Kompong Cham, 120 km au Nord Est du Phnom Penh).

- Le projet hévéaculture familiale<sup>7</sup> a planté, entre 1999 et 2004, 1883 ha d'hévéa (cf. *tableau superficies plantées ci-après*) dans le cadre de petites agricultures familiales qui utilisent les inter-rangs d'hévéa pour produire des vivriers tant que la canopée laisse passer suffisamment de lumière, soit en moyenne 3 ans (*année zéro du planting et les 2 années suivantes*). Les productions vivrières intercalaires peuvent être : l'année du planting du riz ou de l'arachide de 2<sup>ème</sup> cycle, ensuite du sésame de 1<sup>er</sup> cycle, du soja (*bien rémunéré*) ou de l'arachide de 2<sup>ème</sup> cycle, et du manioc sur les sols considérés comme les moins fertiles.

- Le projet est installé sur des sols rouge foncé sur Basaltes ; si à l'ouest les unités de paysage sont des plateaux massifs relativement plats, à l'est sur les fronts pionniers, les unités morphologiques sont des « doigts basaltiques » aux pentes très fortes (>10-18%) et le risque d'érosion y est majeur, sous une pluviométrie annuelle moyenne voisine de 1600mm ; cette dernière, plutôt aléatoire entre avril et juillet, devient plus régulière et abondante entre août et octobre.

Il n'existe pas d'analyses récentes d'analyses des sols ; des données de 1969, fournies par l'institut de recherches sur le caoutchouc au Cambodge (*F. NINAE*), montrent les caractéristiques physico-chimiques suivantes :

pH- H <sub>2</sub> O	Superficie en ha	en %
4 à 5	640	16,0
5 à 6	2680	67,1
6 à 7	680	16,9

Les sols sont de couleur brun rouge : 5YR 43 et 5YR 53 du code Munsell.

---

<sup>7</sup> Il faut saluer au passage, la très grande compétence de ce projet, pour la qualité et la maîtrise de la production de plantes en pépinière et des plantings d'hévéa (M. Ly Phâlla et M. Philippe Monnin, respectivement Directeur et Assistant technique principal).

Des analyses plus détaillées à Ratanakiri, expriment un fort potentiel de production, en 1969 :

	pH-H <sub>2</sub> O	pH-KCL	Argile %	C%	N total %	C/N	P assimilable PP <sub>m</sub>
Sommets	4,04	3,75	78,7	2,52	0,191	13,3	669
Pentes	4,14	3,81	78,9	2,64	0,200	13,2	509
Vallées	4,18	3,83	78,5	2,72	0,209	13,3	586

#### Complexe absorbant en meg/100g

	K	C <sub>a</sub>	mg	S	T	V %
Sommets	0,16	1,04	0,97	2,19	8,89	24,8
Pentes	0,21	1,53	0,12	2,83	9,15	30,4
Vallées	0,21	1,60	1,38	3,22	9,79	32,5

- Concernant la conduite de l'hévéaculture, des études agronomiques faites à Chamcar-Andong en 1967, montrent que le mulch de Mimosa inuisa permet un gain de 10 à 15mm de circonférence du tronc de jeunes hévéas, sur 10 mois de suivi ; sur une année complète, le gain de croissance dû au mulch est estimé à 2% avec une saison sèche exceptionnellement humide ; en année normale plus sèche les auteurs pensent que le résultat serait encore meilleur.

- Au delà de l'hévéaculture, la riziculture constitue une composante de base, incontournable des petites agricultures familiales ; le Cambodge cultive plus de 1,7 millions d'Hectares avec un rendement moyen évalué entre 1989 et 1994 à 1,3 tonne/ha ; cette riziculture se fait pratiquement sans intrants et sans maîtrise de l'eau (*lowland rainfed rice*) ; seulement 8% du riz produit provient d'une double culture sur aménagement (*environ 150 000 ha aménagés*).

Les riz cambodgiens sont photopériodiques : les précoces fleurissent fin octobre, les cycles moyens mi à fin novembre, les tardifs en décembre ; le semis des pépinières se fait entre mai et juillet. Les riz précoces sont cultivés sur les terrasses hautes aux sols les plus pauvres et conditions hydriques les plus aléatoires, les riz tardifs sont réservés aux terrasses basses aux sols plus fertiles enrichis par les crûes annuelles et conditions hydriques plus favorables. Les cycles vont de 150 jours pour les précoces, 180 jours pour les cycles moyens, à 210 jours pour les tardifs.

Le calendrier cultural changé est décrit dans la Figure 1, et la distribution des rendements dans la Figure 2.

- Basiquement, les sols de rizières sont labourés 2 fois avant l'arrivée de la crûe (*création d'un « hard pan »*) et les opérations principales du calendrier rizicole s'articulent comme suit :

	Franges rizières hautes	Franges rizières basses
Arrivée de la crûe	Début juillet – mi août	Fin mars à fin juin
Date de repiquage	Mi novembre – mi janvier	Mi janvier à mi mars
Date de récolte	Fin janvier – fin mars	Fin mars à mi mai

- Dans le document « Etat des lieux de la riziculture cambodgienne vol. II MAE, 1995 », J. Arrivets propose une amélioration de la productivité de cette riziculture par la fertilisation minérale (NP) : « une augmentation de rendement de 100kg de paddy à l'hectare sur 1.700.000 ha, a un effet supérieur sur la production totale à celle d'une augmentation de 1t/ha sur les 150.000ha de riz aménagé de décrûe (*irrigué*) ».
- Environ 50% des surfaces rizicoles appartiennent aux terrasses hautes, aux sols les plus pauvres et soumis à une pluviométrie aléatoire.

## **2. Les grands enjeux et défis de la composante diversification des cultures du projet hévéaculture familiale**

### ***2.1. l'hévéaculture avec intercalaires vivriers***

- Le domaine de l'hévéaculture est celui des sols ferrallitiques sur basaltes, patrimoine sol à capacité de production exceptionnelle en milieu tropical humide : en dehors des sols volcaniques récents, ce sont les sols exondés de plus fortes potentialités sous forte pluviométrie, comme le montrent les performances agronomiques et technico-économiques obtenues par le groupe privé MAEDA au Brésil sur ce même type de sol (*L. Seguy, S. Bouzinac et Al., 2004*).

Ce patrimoine sol doit donc être absolument préservé, maintenu dans toutes ses potentialités, ceci d'autant plus impérativement que les pratiques culturales des 50 dernières années, qui ont toujours utilisé le travail du sol continu aussi bien sous hévéa que sous les cultures vivrières, ont déjà sérieusement dégradé la qualité biologique de ces sols : perte importante en matière organique, déstructuration des horizons de surface qui entraînent des externalités fortes même sur pentes faibles, sources de pertes en sol et en eau utile aux cultures et de contamination-pollution des réserves hydriques à l'aval des unités mises en culture.

- Ces phénomènes de dégradation des sols sont très visibles dans les jeunes plantings d'hévéa avec intercalaires de vivriers où le sol est labouré 2 fois pour l'installation de 2 cultures annuelles en succession (*année zéro du planting et les 2 suivantes : succession dominante ® sésame + soja*) et relabouré en fin de cycle des pluies pour éliminer tout résidu de récolte qui pourrait servir de combustible en saison sèche (*phobie des feux de saison sèche*) ; au delà de la dégradation rapide des propriétés physiques et biologiques des sols (*combustion accélérée de la matière organique, déstructuration du profil cultural, perte de la capacité d'infiltration de l'eau et donc, in fine, moindre stock d'eau dans les sols en saison sèche*), ce travail intensif du sol, coupe le « mât racinaire » de l'hévéa installé dans l'inter-rang ; cette opération peut être très préjudiciable à l'hévéa (*augmentation du stress, et probablement perte de croissance significative des jeunes hévéas*).

Un autre exemple de dégradation physico-biologique des sols avec diminution de leur stock d'eau par ruissellement est éloquent sur les jeunes plantings d'hévéa réalisés sur doubles lignes espacées de 3 m qui laissent un inter-double ligne plus large de 13m pour les intercalaires plantés de jacquiers ou anacordier + vivriers :

L'inter-rang de 3m entre les doubles lignes n'est pas cultivé et les nombreux sarclages pour le maintenir propre, décaper l'horizon organique et le déstructurent, favorisant ainsi le ruissellement même sur pentes faibles, imputant d'autant le stock d'eau utile pour l'hévéa au cours de la longue saison sèche.

Il s'agit donc, pour l'agriculture de conservation<sup>8</sup>, dans bien des cas où le travail du sol à déjà fortement dégradé le capital sol, de reconstruire la fertilité rapidement avec des pratiques conservatoires compatibles avec l'exercice d'une agriculture durable, lucrative et diversifiée ; il s'agira également de préserver la ressource sol originelle héritée de la forêt des terres nouvellement mises en culture sur les fronts pionniers (*secteur de Mimot*) ; dans les 2 cas, ces pratiques conservatoires doivent obéir aux règles du « moindre coût » et la faisabilité et simplicité techniques, qui sont les moteurs essentiels de l'appropriation pour les agriculteurs. L'objectif prioritaire étant, au delà de la production vivrière accrue et diversifiée, d'avancer les premières saignées de l'hévéa à 4,5 ans alors qu'elles sont aujourd'hui au mieux à 5,5 ans et de produire plus de latex à court, moyen et long termes (*meilleures efficacités de l'eau et nutritionnelle*).

## ***2.2. Transformation des systèmes rizicoles actuels (lowland rainfed rice) traditionnels, en systèmes riz-élevage pratiqués en semis direct sur couverture végétale permanente du sol***

- Le plus grand paradoxe de cette riziculture extensive, c'est qu'elle n'ait jamais fait l'objet d'une commercialisation rémunératrice vers les pays industrialisés au Nord, sous les labels « riz biologique », ou/et « riz biologique parfumé » (*car diverses variétés consommées au cours de la mission sont légèrement et subtilement aromatiques*), qui permettraient, grâce à une forte valorisation de cette production, d'échapper au modèle « productiviste » (*qui a fait faillite et doit être très fortement subventionné pour se maintenir*) et de rémunérer les petites agricultures familiales à la hauteur de la qualité de leur production rizicole (*plutôt que de leur quantité*).

***Compte tenu de la demande croissante pour les produits biologiques dans les pays développés, il me semble opportun et urgent de développer cette filière de valorisation.***

- La stratégie prioritaire est de s'attaquer d'abord à la riziculture des terrasses les plus hautes qui possèdent les sols les plus pauvres qui sont soumises au risque climatique le plus élevé, et représentent près de 50% des surfaces rizicultivées.
- Les surfaces rizicoles doivent supporter aujourd'hui et avec difficultés la double production de riz et de pailles pour les animaux (*buffles, bœufs*), avec des techniques

---

<sup>8</sup> Projet soutenu par l'AFD (Agence Française de développement).

culturelles très contraignantes en main-d'œuvre et force de travail : 2 labours consécutifs, mise en boue, planage, pépinières + repiquage, sarclages et récolte... en jonglant avec les conditions climatiques qui déterminent l'arrivée de la crûe (*pépinières échelonnées*).

- En semis direct et avec des systèmes de culture appropriés : espèces fourragères en saison sèche pâturées (+ *réserve pour la saison des pluies en conditions aléatoires*), suivies de semis direct de riz lorsque le régime des pluies est plus régulier (*variétés locales, variétés *Sebota aromatiques* ou non*), ces surfaces rizicoles peuvent produire plus, de manière diversifiée, avec d'énormes économies en force de travail et coûts de production.

- Cet allègement possible du calendrier de travail en rizières doit permettre de mieux harmoniser les activités entre les productions en terres exondées (*hévées + vivriers, fruitiers*) et la rizière, augmenter leur efficacité technico-économique, leur faisabilité.

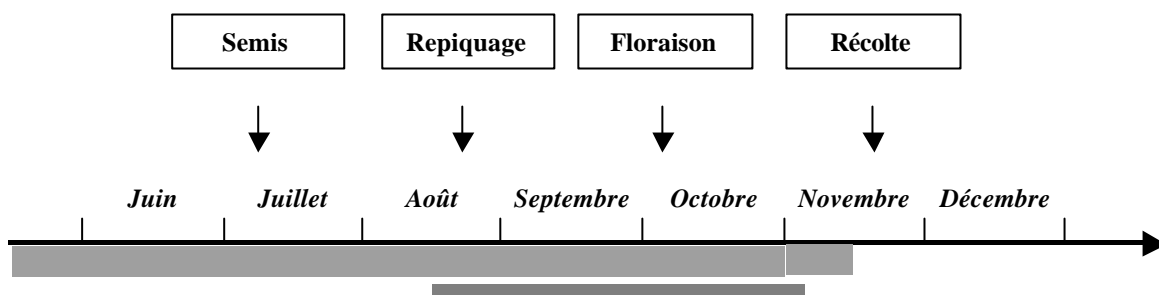
- Dans la construction de ces systèmes de semis direct (SCV) riz-élevage sur terrasses hautes, il est important d'amener la récolte fin octobre – tout début novembre, par le jeu des cycles variétaux, pour disposer d'une réserve en eau, encore importante à la récolte de riz en début de saison sèche : cette réserve d'eau conséquente servira à installer en post-récolte riz et en semis direct (*qui peut être fait aussi en intercalaire du riz sur pied avant sa récolte, dès que l'eau de surface est résorbée*), des espèces fourragères de grande valeur nutritive qui sont capables de se connecter avec la réserve d'eau plus profonde et de produire une très forte biomasse verte (*ou sèche si transformée en foin de réserve*) pendant la saison sèche qui peut être pâturée directement par les animaux dès qu'elle atteint un développement suffisant (*>40-50cm, soit 40 à 50 jours après semis direct*) et que le sol en surface est sec (*éviter ainsi de compacter le profil cultural*).

Ces espèces fourragères (*genres *Brachiaria, Stylosanthes, Panicum,...**) sont à la fois de puissants restructurateurs biologiques du profil de sols, de très forts accumulateurs de carbone et recycleurs efficaces des nutriments, et contrôlent naturellement et très efficacement les adventices.

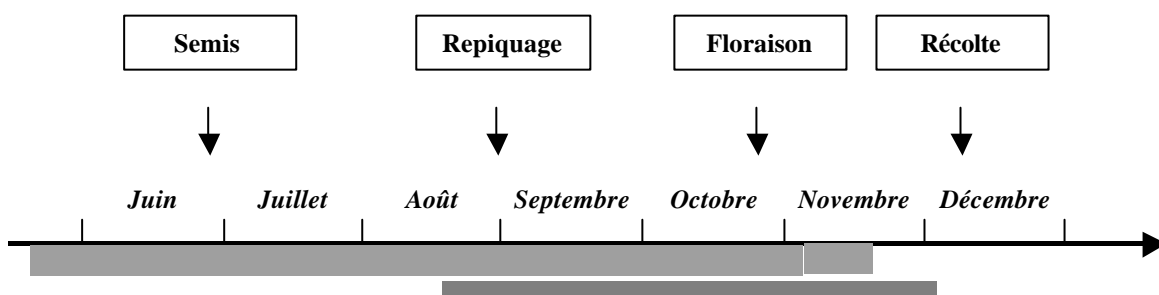
- Une autre alternative SCV possible et facile à mettre en œuvre sur ces terrasses hautes, consiste à utiliser entre avril et fin juin (*soit au cours de la période aléatoire des pluies*) des espèces annuelles « pompes biologiques » à croissance rapide et puissante qui feront le lit de paille du semis direct ; ces espèces annuelles mélangées du types Mil, Sorgho, *Eleusine, Eleusine + *Cajanus Cajan, Eleusine + *Centrosema pascuorum***, possèdent également des fonctions agronomiques des plantes fourragères ; en outre elles peuvent être pâturées également par les animaux ; à noter que les espèces fourragères ci-avant citées, peuvent aussi être installées au début des pluies augmentant l'offre technologique SCV.

**Fig. 1. Calendrier culturel de la riziculture cambodgienne**

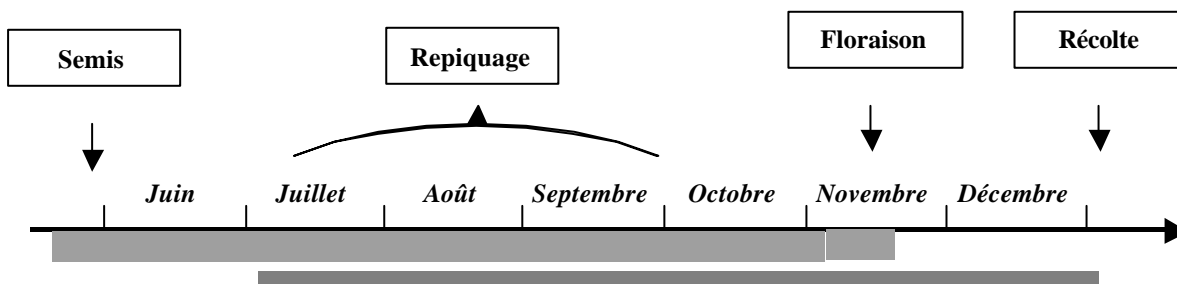
**Rizières hautes, variétés hâtives :**






**Rizières moyennes, variétés à cycle moyen :**



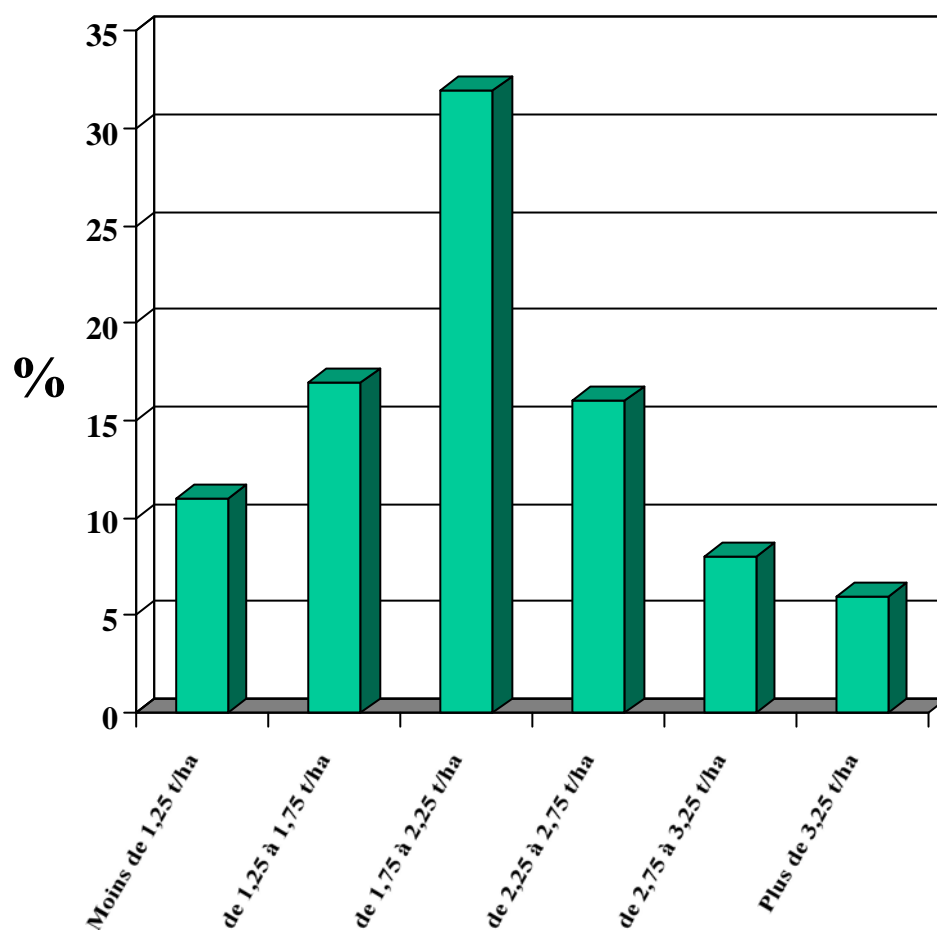
**Rizières moyennes, variétés à cycle moyen :**



-  Pluies aléatoires
-  Pluies importantes
-  Inondation

Source **GRET**

**Fig. 2. Distribution des rendements de la production rizicole en pourcentage**



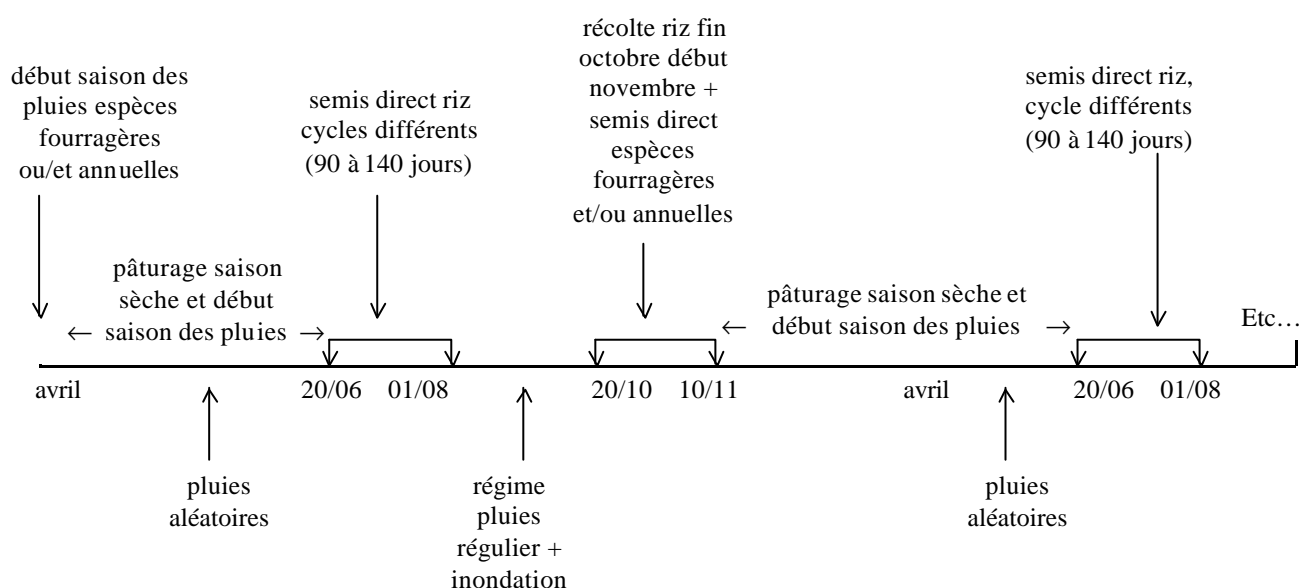
*Source GRET*



Il est important de signaler, que les espèces fourragères sont pour la plupart pérennes et nécessitent un herbicide total avant semis direct du riz (*glyphosate, sulfosate,...*) ; elles doivent être impérativement desséchées 22 à **30 jours** avant le semis direct du riz. les espèces de couvertures annuelles, donc non vivaces, peuvent ouvrir la voie du riz biologique sans herbicides, leur dessèchement pouvant se faire au rouleau à cornières au moment du gonflement début épiaison (*technique donc, à ne pas négliger*). Enfin, si les espèces fourragères ne doivent être pâturées qu'après 40 à 60 jours de croissance pour produire un maximum, elles doivent aussi être débarrassées de la charge animale, 1 mois avant le semis direct du riz, pour refaire la couverture complète du sol et contrôler efficacement les adventices ; à noter que sur une repousse d'un mois, le dessèchement peut être réalisé beaucoup plus près du semis direct, soit 10 à 15 jours avant.

- Il est évident que ces principes d'agriculture de conservation (SCV) dirigés prioritairement sur les terrasses hautes dans un premier temps, pourront être appliqués ensuite sur les terrasses moyennes et basses (*relevons d'abord le défi sur l'enjeu le plus important*).

**Fig. 3. SCV « Riz + Elevage » sur terrasses hautes (principes de base)**



- Les SCV « riz+élevage », ouvrent une énorme perspective pour la riziculture cambodgienne, une alternative (*qui peut être déterminante, décisive*) aux aménagements hydro-agricoles coûteux ; ces systèmes doivent être couplés à une forte valorisation de la qualité du riz pour l'exportation (*filière riz aromatiques, riz aromatiques biologiques*).

### 3. Recommandations pour assurer la progression des SCV en milieux contrôlé et réel

#### 3.1. Intercalaires d'hévéa et systèmes vivriers hors maille hévéa

- **Principe de base (rappel)** : viser en premier lieu la simplicité, la faisabilité des SCV, leur lucrativité aux moindres coût et pénibilité :

- **Entre avril et juin, début de saison des pluies aléatoires**

Installation de pompes biologiques adaptées à ces conditions et qui contrôlent naturellement les adventices ; ce sont les espèces en culture pure ou en mélange :

Mil, sorgho, *Eleusine*, *Eleusine* + *Cajanus*, *Brachiaria ruziziensis*,  
*Brachiaria ruziziensis* + *Cajanus*, *Eleusine* + *Centrosema pascuorum*

Et aussi les systèmes SCV :

Manioc, ananas +  $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Brachiaria ruziziensis} \text{ ou} \\ \textit{Stylosanthes guyanensis} \end{array} \right.$

- **En régime régulier des pluies** entre juillet et octobre, maximiser à la fois la productivité des cultures et les impacts favorables sur la fertilité du sol et la limitation des nuisances (*adventices*, *ravageurs*) :
  - . Riz pluvial *Sebota* poly-aptitudes et locaux,
  - . Maïs,
  - . Soja,
  - . Coton (*de haute technologie* ®cf. Brésil)

Le riz pluvial peut être soit semé en culture pure, soit en association avec *Centrosema pascuorum*, ou *Stylosanthes guyanensis*.

Le soja peut être suivi, en succession, lorsque les premières feuilles tombent annonçant le début de la maturation (15/09), d'un semis à la volée de :

- . Sarrazin
- . Mil
- . Mil + *Brachiaria ruziziensis*
- . *Brachiaria ruziziensis*
- . Sorgho
- . Sorgho + *Brachiaria ruziziensis*
- . *Eleusine*
- . *Eleusine* + *Centrosema pascuorum*
- . *Macroptilum atropurpureum*

Les semences de ces espèces « pompes bio. » seront ou pelletisées (*thermophosphate* + *fongicide*) ou non pelletisées.

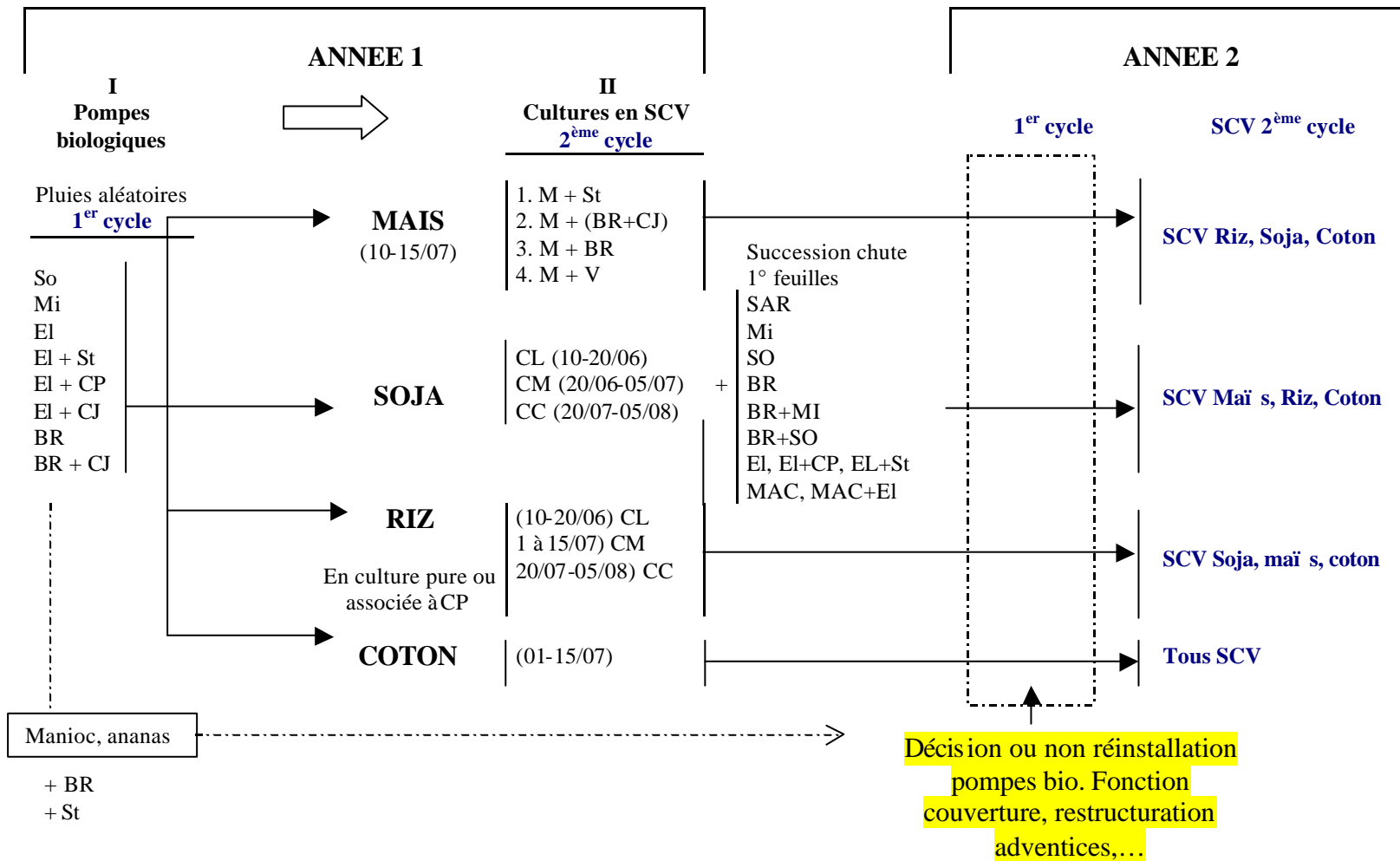
- **En deuxième année**, la décision ou non de réinstaller des pompes biologiques en début des pluies (*cas des systèmes précédents avec pompes biologiques annuelles*), est guidée à la fois par l'indice de couverture du sol, son état physique de surface (*restructuration nécessaire ou non*), et la pression des adventices.
  - . Si nécessaire, on repart sur des biomasses « pompes bio. » dès les premières pluies ; cas fréquent après soja s'il n'est pas suivi de pompe biologique en fin de cycle des pluies, ou avant riz pluvial qui nécessite une forte macroporosité et d'azote.
  - . Sinon, on laisse repartir les biomasses « pompes biologiques » qui ont été installées en fin de cycle des pluies (*sorgho, Eleusine, qui repartent par graines ou à partir des plantes en place, Brachiaria et Stylosanthes, Centrosema pascuorum qui peuvent traverser, vertes, toute la saison sèche*).

Le résumé des itinéraires techniques avec leurs dates d'implantation est donné dans la figure 4 ci-après. Le nombre de possibilités de rotations est énorme et il faut veiller à n'incorporer dans les matrices dans un premier temps, que les systèmes les plus faciles à pratiquer, à s'approprier ; le test des nombreuses combinaisons « rotations SCV » doit se faire dans des parcelles réservées à la « cuisine » où peuvent être ajustées, sur de petites surfaces, les meilleures combinaisons.

Comme dans le cas des projets Lao, la moitié (*voire la totalité*) de la surface de chaque système SCV des matrices doit réunir dans un premier temps les intrants qui permettent d'exprimer le potentiel des systèmes (*traitements de semences + herbicides + insecticides*) → constitution d'un référentiel explicatif sur les performances comparées des systèmes (*conviction des acteurs par effet démonstratif, formation*).

- Les espèces telles que *Stylosanthes guyanensis*, *Centrosema pascuorum*, *Macroptilium atro.*, peuvent être semées simultanément en association avec riz, maïs (*herbicide riz ® Pendimethaline, maïs ® Alachlore*) ; les espèces *Brachiaria Ruziziensis*, *Cajanus cajan*, semis décalé de 25-30 jours dans maïs (*herbicides ® Simazine + Atrazine en post précoce, Atrazine + Métolachlore,...*).

**Fig. 4. Construction des SCV intercalaires ou hors maille d'hévéa**



**Légende :** SO : Sorgho ; Mi : Mil ; El : *Eleusine coracana* ; St : *Stylosanthes guyanensis* ; CP : *Centrosema pascuorum* ; CJ : *Cajanus C.* ; BR : *Brachiaria ruziziensis* ; SAR : Sarrazin ; MAC : *Macropitium atropurpureum* ; V : Vignas

### 3.2. optimisation et analyse des SCV intercalaires d'hévéaculture

**Rappel :** L'objectif est d'essayer de gagner 1 an sur la 1<sup>ère</sup> saignée actuelle qui a lieu, au mieux à 5,5 ans après le planting, et de produire plus de latex par optimisation des ressources hydriques et nutritionnelles.

#### a) Sur planting normal, lignes hévéa espacées de 6m

- Systèmes de culture mis en comparaison en intercalaires

1) Traditionnel	] X	. exporté (foin) . desséché . roulé . laissé sur pied	] x F <sub>0</sub> , F <sub>1</sub>
2) <i>Stylosanthe guyanensis</i>			
3) <i>Brachiaria ruziziensis</i>			
4) <i>Brachiaria brizantha</i>			
5) <i>Panicum maximum</i>			
6) SCV vivrier:			
Année 1			
→ Mil + maïs + (BR+CAJ)			
Année 2			
→ Riz	] 2 <sup>ème</sup> cycle		
Soja			
→ Mil + maïs + <i>Calop. Ceruleum</i>			

- 1 ligne hévéa = planting normal actuel  
alternée avec 1 ligne hévéa écobuée + fumure actuelle (1/2)  
et  
sans fumure (1/2)

- **Suivi-évaluation** (*caractérisation du fonctionnement agronomique*)

Sur les cultures intercalaires :

- Production de matières sèches (*parties aériennes et racinaires*) et exportations de minéraux (*N, P, K, Ca, Mg, S, oligo Zn, Mn, Cu, B*)

Sur l'hévéa :

- Suivi de croissance (*continu*), contrôle nutritionnel (?)

Sur le sol/système de culture :

- Analyses départ → densité apparente, M.O., N, granulo., S, T, S/T, oligos. Réserve utile eau (0-5 cm ; 5-10 cm ; 10-20 cm ; 20-40 cm).
- Analyses après fermeture canopée, idem départ.
- Suivi hydrique saison sèche.
- Bilan hydrique (*lysimètres sur traitements les + différenciés 1), 5) et 6)* ).
- Mesure des externalités (*ruissellement : eau + charge collodale et solide*).
- Analyse des eaux de drainage interne (*reflectomètre*) sur nutriments mobiles : NO<sub>3</sub>, K, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, oligos.

## b) Test d'espèces résistantes à l'ombrage et modes de gestion sous hévéa.

- Ces espèces qui ont toutes une tolérance à l'ombrage, seraient installées en 3<sup>ème</sup> année, soit la dernière année de possibilité de cultures intercalaires.
- Ces espèces seraient associées au maïs de 3<sup>ème</sup> année en intercalaire, et seront évaluées les années suivantes sous la canopée fermée.  
→ Suivi évaluation :
  - Pérennité des espèces sous ombrage entre 4<sup>ème</sup> et années suivantes, et indice de couverture du sol en fin de saison des pluies,
  - Suivi hydrique x espèce en saison sèche,
  - Croissance de l'hévéa.
- Modes de gestion des couvertures végétales :
  - 1) 1/3 aucune gestion en saison sèche (*laissées vivantes*)
  - 2) 1/3 biomasses desséchées au paraquat à l'entrée de la saison sèche (*effet mulching*)
  - 3) 1/3 roulées à l'entrée de la saison sèche

Liste des espèces<sup>9</sup> à tester en 3<sup>ème</sup> année, dans la culture de maïs

- *Anoxopus c.*
- *Arachis pintoi* (*pelletisé*)
- *Centrosema pascuorum*
- *Calopogonium coeruleum*
- *Paspalum conjugatum*
- *Stenotaphrum secundatum*
- *Mimosa pudica inerme*
- *Flemingia congesta*
- *Macropodium atropurpureum*
- *Desmodium intortum* (*green leaf*)
- *Asystasia intrusa*
- *Aeschynomene Americana*, cv. Glenn.
- *Desmodium heterophyllum*
- *Cassia rotundifolia*

## c) Couvrir l'interligne étroit du système de planting en double ligne (3m entre les lignes)

- Installer, dans l'année zéro, les espèces :
  - *Arachis pintoi* (*boutures pralinées ou graines pelletisées*)
  - *Centrosema pascuorum* (*graines pelletisées*)
- Modes de gestion en début de saison sèche :
  - 1/3 sans contrôle
  - 1/3 dessécher avec paraquat ( *séquentiel sur 5 jours @ 1,5 l puis 1,0 l* )

---

9 Cf. Héritage seeds en Australie ; équipe CIRAD SCV Laos, Nord Cameroun.

- L'objectif est de ne plus sarcler entre ces 2 lignes, c'est-à-dire de ne plus dégrader les propriétés physico-biologiques de l'interligne et garder ainsi, à la fois une forte fertilité et un maximum d'eau stockée pour la saison sèche (*externalités contrôlées*), sous cette double ligne d'hévéa.

→ Evaluer les conséquences des 2 modes de gestion de la couverture vivante sur la croissance de l'hévéa.

### 3.3. Les SCV « riz-pâturages » sur terrasses hautes

#### a) Matériel génétique à utiliser dans ces SCV :

- **Cycles courts** → B22, *Sebota* : (YM 67.5), 68, 69, 70, Primavera, J953, FOFIFA 152, 154 (90-100 jours).
- **Cycles moyens** → *Sebota* : 1141, 147, 182, 41, 65, 43, 281, 48, 63 + les aromatiques 33, 254, 28, 175 (115-125 jours).
- **Cycles longs** → *Sebota* : 256 aromatique (140 jours) 1, 36, aromatiques (130-140 jours) Lajeado (150 jours).
- Variétés locales et HYV de l'IRRI.

Le matériel *Sebota*, présente un potentiel en pluvial, qui va de 6-8t/ha pour les cycles courts à plus de 12t/ha pour les cycles moyens et les longs.

Notre équipe SCV-Laos, dispose de la plupart des variétés, et je compléterai à la demande (*urgent*) car il faut multiplier le matériel en saison sèche.

A partir de 2005, des populations récurrentes « aromatiques » incluant des gluants aromatiques Laos et des aromatiques parfumés type basmati, pourront être testées en même temps qu'au Laos, si nos partenaires Lao sont d'accord, sinon des populations « aromatiques » n'incluant pas les riz gluants seront utilisées.

#### b) Evaluation variétale riz sur les terrasses hautes

- Sous forme de **collections testées** incluant comme témoins 2 ou 3 variétés locales les plus cultivées.
- Ces collections testées pourraient être évaluées :
  - 1) dans les **systèmes traditionnels** x  $F_1, F_2 (N, P + K)$  avec repiquage (*retirer 20 jours aux cycles*), en calant les cycles pour une récolte fin octobre tout début novembre.
  - 2) Dans les systèmes SCV x  $F_1, F_2$  en condition pluviales et en semis direct, toujours en calant les cycles pour la même période de récolte ci-dessus :
    - Semis du 01/06 à 10/06 pour les cycles longs
    - Semis du 01/07 à 10/07 pour les cycles moyens
    - Semis du 20/07 au 05/08 pour les cycles courts

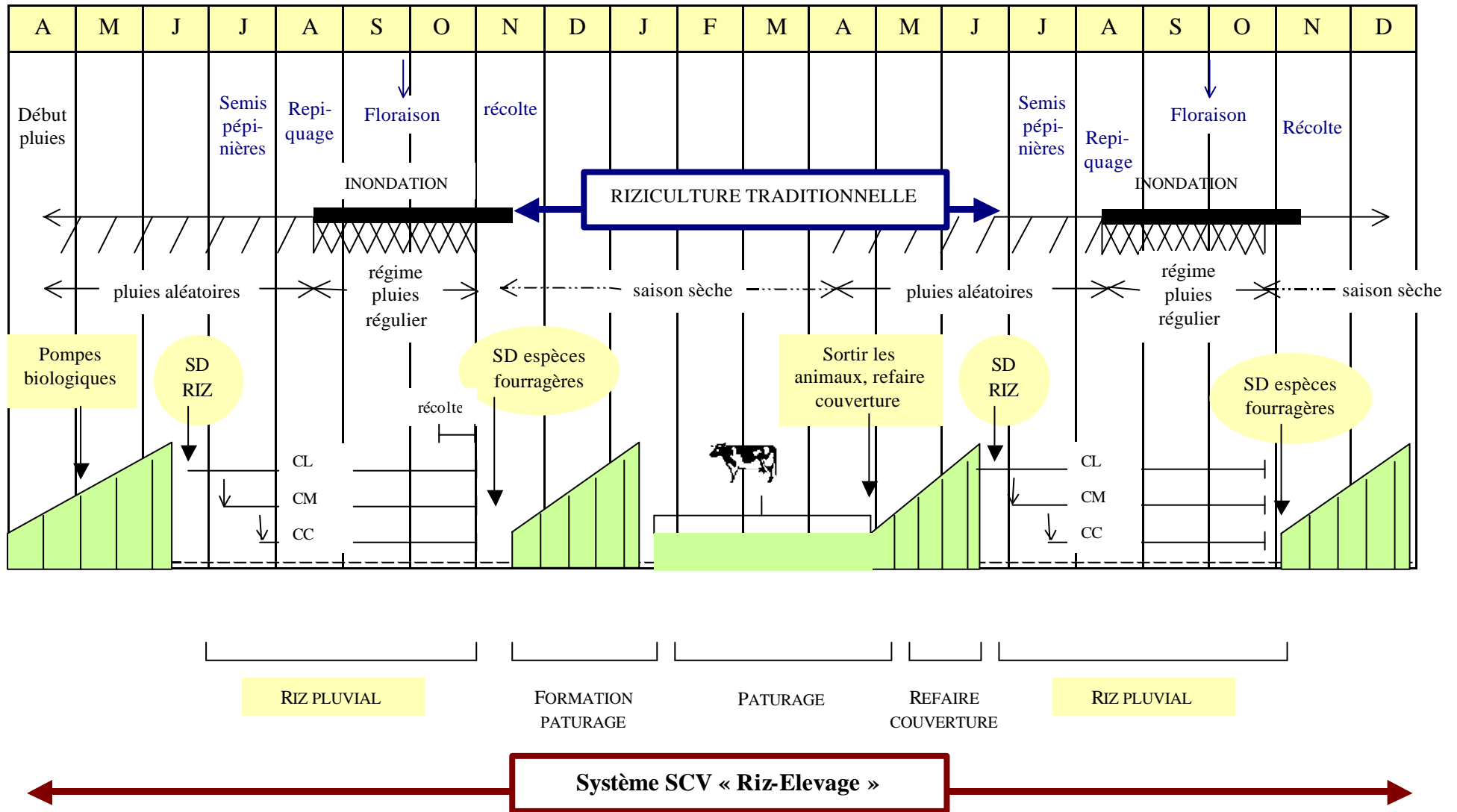
- Ces collections testées seront conduites cette première année avec toute la protection nécessaire pour pouvoir trier le meilleur matériel génétique, sans interférence d'autres facteurs limitant de la production (*traitement de semences, herbicides* ® cf. *fiche en annexe, insecticides contre le borer chilo auricilius et punaise leptocorisa oratorius qui attaque le grain de riz au stade grain laiteux*).
- Enfin, cette évaluation variétale pourrait être également réalisée sur les sols riches aménagés, en comparaison des HYV de l'IRRI (*si le temps le permet, ce n'est pas une priorité*).
- Le calendrier des opérations culturales en SCV, est exposé dans la Fig. 5 page suivante.
- Des cultures de diversification sont aussi possibles, dans les SCV des terrasses hautes, en utilisant, comme pour les espèces fourragères, la réserve d'eau résiduelle en post-récolte riz, dès que l'eau libre a quitté la surface du sol : *Eleusine*, sarrasin, mil, sorgho, peuvent être expérimentés : à la volée (*1/2 semences pelletisées, 1/2 non pelletisées*) ou en semis direct.

## 4. Conclusions

- Les propositions de recherche-action faites dans ce court rapport de mission s'inscrivent bien dans la « mise au point-transfert » de l'agriculture de conservation, en particulier du semis direct sur couverture végétale permanente du sol qui permet, à la fois :
  - De restaurer-régénérer la fertilité des sols dégradés par voie organo-biologique (*qualité biologique des sols*).
  - De produire plus et de manière plus stable, plus diversifiée (*retour à la biodiversité*).
  - De produire moins cher et plus facilement des aliments de qualité dans un environnement protégé (*sols, eaux*).
- Ce projet revêt une importance fondamentale pour l'Asie où riziculture et cultures pérennes de rente sont la base de la production agricole.



Fig. 5. Les systèmes SCV « riz-élevage » sur terrasses hautes



CL : cycle long ; CM : cycle moyen ; CC : cycle court

## **Quelques illustrations**

## **Turricules sous SCV, sol rouge brun sur basalte**



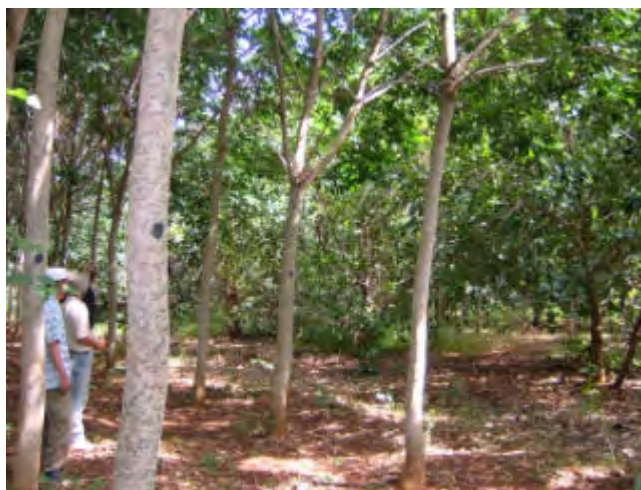
**Photo 19**



**Photo 20**



**Photo 21 : Hévéa en double ligne (3m) et Jacquier intercalaires**



**Photo 22 : Hévéa en double ligne et Anacardiers intercalaires**



**Photo 23 : Hévéa avec manioc en intercalaire**



**Photo 24 : Jeune plantation d’Hévéa avec riz local en intercalaire**



**Photo 25 : Matrice systèmes SCV x traditionnels (mimot)**

**CARACTERISATION SOMMAIRE DU  
FONCTIONNEMENT AGRONOMIQUE  
DES SCV ET DE L'IMPORTANCE  
ECONOMIQUE DU SOL SOUS SCV**

Un rappel simple et schématique des actions à mettre en œuvre qui sont au cœur de notre projet scientifique (*URI*).

## En bref

- Un des rôles fondamentaux de la recherche agronomique est de perfectionner et de manière continue les méthodes de caractérisation du fonctionnement agronomique comparé des systèmes de culture, et de leurs impacts (*milieux physique, socio-économique*), et d'identifier des indicateurs pertinents, accessibles à tous et en particulier aux agriculteurs même et surtout lorsqu'il sont analphabètes.
- Au delà de l'évaluation des conditions de croissance et de production des cultures (*composantes du rendement, nuisances de la flore, des ravageurs, etc...*), nous devons prendre en compte :
  - La mesure des externalités (*quantité, qualité*),
  - La possibilité d'établir des bilans hydriques (*lysimètres simples, cf. L. Seguy 1974*) et minéraux rigoureux,
  - L'évaluation fine des relations sols-cultures notamment par des outils biologiques de synthèse tels que les systèmes racinaires dont la dynamique est la résultante des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols : développement de méthodes permettant de mesurer sur échantillons non remaniés paramètres physiques, chimiques et biologiques du sol, ses caractéristiques hydro-dynamiques et densités racinaires (*cylindres de prélèvement multi-fonctions, outils de mesure de la dynamique racinaire, etc...*).
  - La qualité biologique des sols, des eaux de drainage profond et des productions (*parties aériennes grains + paille, et racinaires*).
  - Des outils simples et puissants de diagnostic agronomique du milieu physique (*valorisation entre autres, les adventices indicatrices les incorporer dans la caractérisation dynamique des systèmes de culture*).

# ANNEXES

**1. Les voies du futur en SCV.**

**2. Herbicides riz SCV.**



### **Les voies du Futur en SCV :**

A noter que la trajectoire d'évolution des SCV actuelle (L. Seguy 2002-2004), intègre, au-delà de la gestion durable de la ressource sol, une gestion de plus en plus organique des cultures et biomasses dans laquelle les molécules organiques substituent progressivement les molécules chimiques polluantes, au moindre coût ; cette voie constitue une alternative très consistante aux OGM, dans laquelle la gestion, au plus « près du biologique » du système « sol – culture » permettrait de fournir des aliments de qualité (*exempts de résidus agrottoxiques*) dans un environnement protégé. Cette voie, en développement, éviterait la voie productiviste (*en échec au Nord*) qui n'est pas réaliste dans les conditions de développement au Sud ; la compétitivité des produits du Sud se ferait d'abord sur la qualité rémunératrice des productions, et non sur la productivité (*inaccessible au Sud*).

Il paraît très important également de convaincre tous les acteurs de la Recherche – Développement et les décideurs financiers, politiques, que les SCV sont beaucoup plus performants que toutes les techniques d'aménagement anti-érosif car ce sont les seules qui contrôlent très efficacement les externalités, permettent de rebâtir rapidement la fertilité des sols au moindre coût (*séquestration importante du carbone, accumulation parallèle de N. organique, rétention efficace des bases, efficacité de l'eau, économie d'intrants chimiques*) ; cette démonstration qui peut être effective (*et objective*) dans l'approche terroir est d'autant plus urgente et importante, que les aménagements anti-érosifs actuels (*qui minimisent certes les dégâts de l'érosion, mais sont inefficaces pour reconstruire la fertilité gratuite organo-biologique des sols*), sont subventionnés (*et coûteux*).

Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait beaucoup plus judicieux et efficace d'utiliser ces subventions à la diffusion des SCV, ce qui nous permettrait d'atteindre des niveaux d'échelle très conséquents, très vite, qui sont aussi des instruments de conviction pour tous.

*(extrait du rapport de mission L. Seguy, Nord Cameroun 2004)*

### Itinéraires riz pluvial SCV avec herbicides : options

- **Pré-émergents riz, post semis :**
  - **Oxadiazon** (*Ronstar*), 800 à **1000g** m.a./ha
  - **Pendiméthaline** (*Stomp*), 1200 à **1500g** m.a./ha, à compléter en post si nécessaire par 0,8 à 1,21/ha **2.4D amine**, fin Tallage (*40-60 JAS*)
  
- **Tout en Post**
  - En post précoce → Bentazon (*Basagran*), sur dicot. stade 2-3 feuilles, 600 à 720g. m.a./ha + 1 litre huile minérale
  - En post, dès la levée du riz (*totalemment sélectif*) anti-graminées **Cyhalofop-butil**, 150 à 270 g. m.a./ha en fonction stade de développement des graminées (*produit commercial :Clincher*)

(*extrait du rapport de mission L. Seguy, Nord Cameroun 2004*)