

QUELQUES REFLEXIONS SUR L'AGRONOMIE AU CIRAD-CA (*)

"Tout ce qui est simple est faux,
tout ce qui ne l'est pas est inutilisable."

-- Paul VALERY --

L. SEGUY
Septembre 1994

(*) Ce très modeste document a été rédigé à la hâte (3 jours) ; présenté sous forme très simplifiée, le plus souvent insuffisamment argumenté, il ne doit être considéré que comme un premier document de travail, une première base de discussion, un fil directeur, élaboré à partir de la vision d'un agronome généraliste qui a toujours exercé sa profession sur le terrain, dans le développement tropical.

UN CONSTAT DE PLUS EN PLUS PREOCCUPANT : LE DESARROI GENERAL DE LA RECHERCHE, DU DEVELOPPEMENT, DES BAILLEURS DE FONDS, DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT.

Très schématiquement :

◆ **DESARROI DE LA RECHERCHE** : tous les "modèles" de transferts technologiques "nord-sud" ont en gros échoué :

- d'abord, échec de la "diffusion linéaire" des mises au point techniques (excepté sur certaines monocultures : coton en Afrique, riz irrigué en Asie),
- échec également de la démarche "Training and visit" de D. BENOR,
- échec et succès mitigés pour la démarche "Recherche-Développement" sans conteste la plus proche des réalités du développement, la plus "finalisée", mais pas toujours soutenue par les financiers.

◆ **DESARROI DU DEVELOPPEMENT**, surtout dans les pays pauvres : Afrique en particulier mais aussi dans les pays nouvellement industrialisés (Amérique Latine, Asie).

► **Pour les pays d'Afrique**

- Désarroi lié à une crise de croissance endémique, économies en faillite, dépendance alimentaire croissante, dans un environnement physique en voie de dégradation active (même le patrimoine sol "fout le camp"), une démographie galopante.
- Une prospective BIRD 1993 pour la période 1990-2030 implique des taux de croissance les plus bas du monde, de même que pour le PIB ; ces pays seront de plus en plus pauvres (scénario le plus évident).

► **Pour les pays nouvellement industrialisés (Amérique Latine, Asie)**

- Taux de croissance généralement élevés, mais avec **disparités sociales** de croissance (surtout Amérique Latine).
- Très fort développement agricole, par voie mécanisée (Amérique Latine principalement) ; développement et agricultures motorisées compétitives, avec plus de 20 ans de recul (miroir des possibilités de dégradation accélérée des terrains avec **gestion inadéquate** des sols et cultures ; miroir des succès également qui peuvent préfigurer l'agriculture moderne de demain).
- **Mise en culture galopante** (Amérique Latine) des grands réservoirs de terres inexploitées :
 - savanes dont grande partie dans la ZTH. Ce réservoir en Amérique du Sud est d'environ 240 millions d'hectares, soit plus vaste que toutes les zones cultivées sub-sahariennes,
 - forêts de la ZTH. Les fronts pionniers y arrivent.
- Cette mise en culture galopante est plus souvent bâtie, au départ, sur les grandes monocultures industrielles, sources de devises (canne, soja etc...)

◆ **DESARROI DES DECIDEURS ET BAILLEURS DE FONDS**

- Absence de vision à moyen et long termes concernant la Recherche et Développement.
- Politiques nationale et internationale de financement de la recherche et des projets de développement souvent incohérentes, conflictantes (franco-française également : les exemples sont nombreux entre les différents ministères français, entre politiques françaises contradictoires, discontinues et politiques de nos partenaires du sud entre les différentes institutions de recherche qui se recommandent toutes de la même finalité "pour le développement" etc...)

Ce désarroi général politique inter et intra-institutions conduit à une efficacité globale dérisoire de la recherche ;

"investissement en ressources de la recherche (financières, humaines)"

Le rapport :

_____ résultats appropriables au niveau développement

est trop dérisoire pour justifier la poursuite du financement de la recherche "**pour le développement**" (donc finalisée) sur ses bases actuelles. Il faut donc impérativement changer ; pour ce faire, il faut simultanément :

- modifier, adapter notre démarche de recherche finalisée en partant de la demande très diversifiée des pays partenaires (SNRA, OPA, fondations privées) ;
- inscrire nos interventions dans des projets de développement régionaux des pays partenaires, projets qui doivent promouvoir un **développement intégré à des niveaux d'échelle convaincants** (organisations concomitantes du crédit, du foncier, de l'éducation, de la formation, de la professionnalisation des acteurs du développement ; la recherche seule n'est rien, ne peut rien et ne changera rien) ;
- au-delà des réalisations concrètes sur le terrain, **alimenter la recherche de base, amont**, sur la résolution de véritables problématiques du développement ; la question "à quoi cela sert ?" déjà très présente aujourd'hui, ne va cesser de prendre un poids important dans l'obtention des financements à venir.

QUELQUES GRANDS PRINCIPES GENERAUX QUI DEVRAIENT CONDUIRE NOS INTERVENTIONS DE RECHERCHE-ACTION DANS DES SCENARIOS D'EVOLUTION DE DEVELOPPEMENT PREVISIBLES (même si très simplifiés et très schématiques) : souvent des "lieux communs" qu'il est parfois utile de rappeler.

► Il faut rapidement surmonter la "crise générale de la recherche" dont les manifestations les plus communes et les plus graves sont :

- la "**réunionite**" non seulement aigüe mais **non parfaitement consultative** (les agronomes de terrain ayant acquis une véritable légitimité par leurs compétences issues d'une large expérience ne sont que très rarement conviés à discuter des destinées de la "maison" : cf restructurations successives en "vase clos") ;
- la recherche "**contemplative**", qui fait surtout des "autopsies" de mondes ruraux de plus en plus pauvres : cf. le commerce "**médiatique de la misère**", à quoi ça sert ? Quelles leçons à en tirer pour l'action ? ... et ça **coûte très cher** ;
- la recherche **peu (ou pas) responsable**, car peu (ou pas) engagée dans le développement (fonctionnariat confortable) etc...

► Il faut maintenant agir, engager une véritable recherche-action, responsable, pour, avec et chez les agriculteurs.

► La recherche-action n'est pas pour tous une notion nouvelle, c'est une réalité depuis déjà plus de 15 ans (cf travaux L. Séguy, S. Bouzinac, 1978-1994). Sa démarche d'intervention, en prise directe avec le développement, permet à la fois :

- **d'offrir un large choix de technologies aux utilisateurs**, à niveau d'intrants variables (expressions différenciées du potentiel des terroirs) de manière continue pour et avec les acteurs du développement ;
- **de produire des connaissances scientifiques au cours du processus de fixation de l'agriculture.**

► **La fixation des agricultures tropicales** (durabilité) doit se construire à partir de ses contraintes et spécificités propres (agro-techniques, socio-économiques, culturelles) et non plus exclusivement sur le transfert de technologies des pays du nord vers les pays du sud (qui a, encore une fois, globalement échoué).

- Il y a nécessité d'émergence d'agricultures réellement tropicales, promues et soutenues par une agronomie véritablement tropicale ; ces agricultures doivent être "durables" et pour ce faire, adaptées à la mouvance politico-économique du monde des prochaines décennies.

► Face à ces exigences pourtant de plus en plus pressantes, **les pays pauvres du sud** (Afrique en particulier, pays de l'Océan Indien) entrent cependant dans un **scénario évident et prévisible d'évolution** : ils vont être de plus en plus pauvres (crise économique mondiale x **démographie galopante** x **épuisement des ressources naturelles**), ce qui veut dire, très schématiquement que, dans les décennies à venir :

- **les systèmes d'autosubsistance** vont avoir une place encore très importante, voire **prépondérante**,
- l'accès à l'économie de marché ne pourra se faire qu'avec des systèmes rentables, durables, diversifiés (systèmes "tampons"), dans un environnement physique **protégé, stable**, et surtout capable de **maintenir et même d'accroître son aptitude à produire, à moindre coût** ; c'est un **défi colossal**, que même les pays du nord n'ont pas été capables de résoudre ...

► Dans le **scénario évident de pauvreté persistante, croissante, comment produire plus**, en diminuant les coûts de production, dans un environnement stable, protégé, **fécond** (aptitude durable à reproduire les conditions de production pour les générations à venir) ?

- **Au niveau du milieu physique** (patrimoine et capital décisifs dans ce défi) : **hiérarchiser les interventions** :

- **A l'échelle des unités de paysage, terroirs, parcelles** : **contrôler totalement l'érosion** pour protéger le capital sol, **à moindre coût**, avec méthodes et pratiques agricoles conciliables avec fixation d'agricultures rentables, diversifiées, reproductibles.

Soit d'abord fixer les sols, les protéger totalement dans des **conditions climatiques données**, puis **rechercher des expressions diversifiées** (technico-économiques) de leurs **potentialités, à moindre coût**, avec les acteurs du développement.

- **Au niveau des systèmes de culture et de production**, mieux exploiter les ressources naturelles, **également à moindre coût**, en particulier, mieux exploiter la formidable machine photosynthétique tropicale : "faire travailler la nature, à moindre coût, au profit des plantes cultivées, des productions" et non plus se contenter d'apporter toujours plus d'engrais minéraux, de pesticides.

- **La diminution des coûts de production** : simultanément d'une part économies d'engrais minéraux et de pesticides, d'autre part meilleure qualité et valorisation des productions.

- **Les économies d'engrais minéraux** (en sols tropicaux généralement pauvres) : **apprendre à gérer la fertilité des sols tropicaux plus par le système de culture que par l'apport de fumure, les pesticides** (coûteux) ; c'est la voie **biologique, la gestion écologique des sols et des productions** qui a été mise au point au Brésil par le CIRAD-CA dans les années 80, également à l'île de la Réunion, en Côte d'Ivoire (cf. rapports annuels CIRAD-CA, Projets de publication divers).

- **Les techniques de semis direct** (avec embocagement des unités de paysage) sur **couvertures mortes et vivantes** protectrices du sol combinées à successions de cultures qui permettent à la fois **d'entretenir le tapis protecteur au-dessus du sol**, mais également de **minimiser, voire supprimer les pertes d'éléments nutritifs** par lixiviation profonde, **de contrôler le potentiel semencier d'adventices du sol, d'utiliser la biomasse des couvertures** pour alimenter directement les cultures, **de doubler ou tripler la capacité des outils et leur durabilité, la force de travail en général** (cf. systèmes de culture recycleurs, mainteneurs de fertilité, des expériences Brésil, Ile de la Réunion, par exemple, qui ne sont plus des hypothèses mais des **réalités** pratiquées par les agriculteurs : plus ou moins 3 millions d'hectares au Brésil).

- **Meilleure qualité des produits** : c'est une nécessité évidente sur les marchés internationaux, nationaux (cf. expérience Brésil CIRAD sur riz pluvial, sorgho, mil) pour accéder à des prix rémunérateurs directs ou après transformations. (Moins on produit, plus le facteur qualité est important, pour mieux valoriser la production, des prix élevés payés au producteur).

► **Globalement, pour l'agronomie (dans la recherche-action), il va s'agir, au cours des prochaines décennies (en particulier et de manière trop résumée) :**

- d'établir de **nouveaux concepts** pour produire, qui débouchent sur de nouveaux modes de gestion des sols de des cultures, réellement écologiques, reproductibles et appropriables par des agricultures manuelles mécanisées, à **moindre coût** ;

- d'élaborer des méthodes de recherche-action **également peu coûteuses** - l'excellence étant bien de relever le défi, de produire plus à moindre coût, de manière durable, lorsque les ressources financières et humaines sont limitées. Peut-on faire progresser les agricultures paysannes des pays pauvres, des PNI, avec des méthodes agronomiques **adaptées, efficaces et peu coûteuses** ? (c'est un des points essentiels, sur lequel doit s'exercer l'esprit créatif des agronomes et des chercheurs en général).

→ Il faudra , en particulier et en priorité, développer des outils **peu coûteux** de caractérisation et de suivi-évaluation, *in situ*, des relations sols-cultures (ou production) (identification et choix des paramètres les plus pertinents et explicatifs *in situ* des relations sols-production ; cf. résultats Brésil : profil cultural X peuplement végétal).

→ **Coupler**, avec ce renforcement des recherches *in situ* (les terrains tropicaux), des recherches de laboratoires (niveaux d'échelle explicatifs **plus fins**) donc oeuvrant à la résolution des problématiques réelles de développement (démarche "ascendante", issue de la demande).

→ **Former, professionnaliser** les chercheurs et agronomes **sur et dans les problématiques de développement tropicales** avec les acteurs du développement.

L'AGRONOMIE AU CIRAD-CA - Premières propositions pour son organisation au sein des nouvelles structures.

► QUELQUES REPERES EN VRAC (vision personnelle)

→ SUR SES FONCTIONS ... au-delà de l'identification de la demande

- hiérarchiser les facteurs les plus limitants dans le processus de fixation des agricultures tropicales (fonction diagnostic permanent sur critères à la fois agronomiques, techniques, économiques et organisationnels),
- optimiser (sur ces mêmes critères, de manière très simplifiée) :
 - éliminer les antagonismes les plus rédhitoires,
 - favoriser les synergies,
- par ces deux fonctions essentielles (pluridisciplinaires) : **création et diffusion de systèmes de culture plus performants, à moindre coût, en milieu réel** (pour, avec et chez les agriculteurs), et **professionnalisation des acteurs du développement.**

- (*) . ne pas se contenter d'étudier les pratiques paysannes, il faut se les "APPROPRIER" (donc les dominer) pour pouvoir les améliorer, en toute connaissance de cause,
. ne plus se contenter d'"autopsies" du développement, mais AGIR pour le transformer avec ses acteurs, dans leur milieu,
. l'environnement physique, socio-culturel des agriculteurs (petites agricultures paysannes africaines et autres) est extrêmement limité, circonscrit à quelques km². Le pouvoir d'innovation est le plus souvent limité (point de vue d'un agriculteur d'abord, agronome ensuite).

→ SUR SA DEMARCHE, SES METHODES ...

- La fonction "anticipatrice" de la recherche-action est fondamentale et doit être privilégiée ; elle peut être mise en oeuvre par la **modélisation de systèmes de culture en milieu réel** (exercice optionnel réalisé en temps réel, avec, pour et chez les agriculteurs). Cette modélisation ne peut se faire à travers la "juxtaposition d'actions thématiques isolées", il faut :
 - créer (partant des systèmes existants) de grands ensembles différenciés de fonctionnement sols-cultures, **praticables, (systèmes de culture), reproductibles, appropriables,**
 - analyser ensuite, à différents niveaux d'échelle (fonction de leur nécessité pour progresser et également des ressources disponibles), leur fonctionnement agronomique (biomasse au-dessus du sol, ses relations avec la rhizosphère), les conséquences techniques et économiques de leur utilisation (systèmes d'aide à la décision).
- Quelque soit le type d'agriculture, l'efficacité de la démarche est subordonnée à une véritable **dimension technique et économique donnée à l'intervention expérimentale**, pour, avec et chez les agriculteurs (intégrer les outils, les contraintes de la force de travail, économiques, culturelles).

- (*) Consulter sur la question deux ouvrages beaucoup plus explicites et cohérents :
. "Contribution à l'étude et la mise au point de systèmes de culture. Petit guide d'initiation à la démarche de création-diffusion de technologies en milieu réel et formation". L. Séguy, S. Bouzinac, 1992.
et comme **résultat de son application** :
. "Les systèmes de culture pour le centre-nord Mato-Grosso. Recommandations techniques 1994. (à l'usage des agronomes et agriculteurs)". L. Séguy, S. Bouzinac, 1994.

→ SUR SES ECHELLES D'INTERVENTION EN MILIEU REEL ...

- Aménagement des unités de paysage (et pas seulement des terroirs et/ou finages)
→ fonction "anticipatrice"; orientative, déterminante pour prédire leur évolution.
- Systèmes de culture (cf. ouvrages L. Séguy, S. Bouzinac 1992 et 1994). Cet objet (qui peut être CENTRAL) d'étude et d'amélioration continue permet de transformer les systèmes de production, agraires (cf. expérience Brésil et ouvrages 1992 et 1994).

→ SUR SON INSPIRATION ... au-delà de la voie traditionnelle de la bibliographie, le "GRAND LIVRE DE LA NATURE" et des hommes qui la cultivent doit redevenir la source d'inspiration principale de l'agronomie.

(La nature est une source d'inspiration bien plus riche que l'homme. Bien des systèmes sont encore à découvrir dans la nature, pour les décennies et siècles à venir ; cf. les nouveaux concepts de gestion écologique des sols élaborés au Brésil, grâce à l'imprégnation des agronomes dans le milieu, à l'observation dans la nature, loin des laboratoires et théories ...)

► L'AGRONOMIE AU CIRAD-CA

- Quelque soit son organisation extérieure, il me paraît extrêmement important, dans le "désarroi actuel", de préserver plusieurs "courants d'expression différente" : c'est à travers sa diversité d'expression, de démarches méthodologiques diversifiées, que le CA peut et pourra répondre à la demande complexe du monde moderne, en perpétuel changement (mandarinat et dogmatisme sont, par essence, très rapidement stérilisants ; il n'y a pas de "maîtres de la vérité en matière d'agronomie", ... la science commence véritablement à l'observation sur le terrain des ensembles complexes que nous prétendons améliorer ... etc...)
- L'existence de courants différents devra reposer sur le respect et non sur les confrontations stériles (nécessité parfois d'arbitrages, qui ont fait cruellement défaut à l'IRAT depuis le début des années 80, puis maintenant au CA ...)
- Un effectif de plus de 100 "agronomes", selon J. Lefort : image évidemment réductionniste. Qu'est-ce qu'un agronome ? etc... Tout cadre du CA (hormis administratif) qui n'affiche pas de spécialisation poussée, est qualifié (improprement, à mon sens) d'agronome ...
- Il convient (à mon avis) de replacer rapidement ces "100 agronomes" selon leur qualification dominante (entrée par discipline X plante) ; on y verra plus clair.
- Avant d'aborder l'organisation de l'agronomie au CA, quelques remarques sur les "structurations successives" :
 - La nouvelle présentation (septembre 1994) des programmes fait apparaître des programmes plantes (filiales) réunissant presque exclusivement des sélectionneurs ; ils sont vidés de leur "habillage incontournable" agronomique : le programme riz, qui était un des fleurons de l'IRAT, est aujourd'hui, après 2 restructurations successives en 3 ans, réduit à une équipe (petite) de sélectionneurs ... c'est navrant et dramatique pour ce programme s'il est conservé comme tel ; les autres programmes plantes (cultures vivrières) sont bâtis sur le même modèle ; ce qui est, mais en moins bien, ce que font les centres internationaux de recherche (qui réunissent toutes les disciplines sur une plante).

→ Le programme "SAVANES" : le terme "savane" est à mon sens impropre car il ne vise, dans sa **présentation actuelle** que les savanes africaines (sahéliennes et soudano-sahéliennes). Il ne faut pas oublier que :

- Les "savanes" regroupent, au plan écologique et comme pourvoyeur d'aliments **actuel et potentiel**, les zones soudano-sahéliennes africaines et **une part importante de la ZTH africaine** (savanes du Gabon, Congo, par exemple), d'Amérique Latine (llanos, cerrados) et d'Asie. Il ne faut pas oublier que la moitié des terres agricoles "d'Amérique du Sud, sont de la "SAVANE" occupant plus de **240 millions d'hectares**, superficie plus vaste que toutes les terres cultivées de l'Afrique sub-saharienne, et dont **une grande part** est dans la **zone tropicale humide** (ZTH ouest Brésil, Colombie, etc...)

- Il conviendrait donc de distinguer :

- . les savanes sahéliennes et soudano-sahéliennes (sols ferrugineux tropicaux dominants)
- . les savanes de la ZTH, (sols ferrallitiques dominants)

Ces deux grands ensembles sont extrêmement différents à tous les niveaux : **pédoclimatiques, ancienneté de la mise en culture, potentialités et vocations agricoles, etc...**

- Au-delà des "structurations montpelliéraines", des **réalités** existent sur le terrain, réalités qui n'ont pas eu le temps de changer fondamentalement au cours de ces 3 dernières années, et qui vont continuer (la 1ère structuration a toutefois eu le mérite d'améliorer l'efficacité des relations OM-Montpellier, grâce à la capacité de divers responsables de programmes).

- Ces réalités de terrain (qui, elles, sont incontestables) doivent guider la construction de la nouvelle grille des programmes à partir d'une grille classique, à double entrée :

- . programmes verticaux par filières,
- . disciplines de l'agronomie, transversales.

() par exemple, pour situer la **réalité** de ce que font L. Séguy et S. Bouzinac, leurs compétences affichées, reconnues (sauf si la restructuration permet, par un coup de baguette magique, de décider des domaines de compétences des agents ...) :*

► **nos activités et compétences reconnues** sont affichées pour les programmes actuels :

- { riz
- { maïs-sorgho (mil)
- { systèmes motorisés
- { savanes
- { coton

dans les disciplines (orthogonales)

- **création variétale** (riz pluvial, irrigué)
- **expérimentation variétale** (maïs, sorgho, soja)
- **modes de gestion des sols et des cultures, systèmes de cultures, avec comme sous chapitres :**
 - aménagement des terroirs pluviaux, irrigués,
 - gestion de la fertilité minérale,
 - lutte contre les mauvaises herbes, insectes, complexes parasitaires des cultures en général,
 - biologie des sols (gestion écologique des sols : allélopathies, couvertures mortes, vivantes, systèmes intégrés agriculture-élevage en rotation, en succession annuelle, etc...),
 - mécanisation
 - gestion de la capacité des équipements, etc...

→ systèmes d'aide à la décision (technico-économiques)

→ méthodologie des systèmes de culture

etc....

- L'affichage programme doit tenir compte des domaines de compétences des "agronomes" pour lesquels le CIRAD-CA est reconnu nationalement et internationalement.

Il convient donc, rapidement, de **créer cette grille à double entrée et de distribuer les agronomes** : un "agronome" pourra ainsi se retrouver dans plusieurs des programmes actuellement proposés.

Une fois cette ventilation des compétences agronomiques affichée, on pourra commencer à organiser véritablement l'agronomie au CA.

• QUELQUES ELEMENTS POUR L'ORGANISATION DE L'AGRONOMIE AU CA

- A partir de la grille d'affichage des programmes précédemment citée, il faut choisir (après débat) un mode d'organisation qui permette de mobiliser rapidement nos compétences, de montrer à la fois notre "savoir-faire" par des exemples réussis, démonstratifs sur le terrain et par la valorisation des produits de notre agronomie (publications en particulier).

- Plusieurs types d'organisation peuvent être proposés (je n'en ferai pas état ici).

• AU NIVEAU MONTPELLIERAIN, pour ma part, je propose, très schématiquement d'abord :

→ d'organiser les grandes thématiques agronomiques en fonction des grandes zones écologiques (cf tableaux 1, 2 et 3 en annexe),

→ de regrouper les 2 UR actuelles en une seule (cf mes propositions à l'audit de l'IRAT en 1991),

→ de réorganiser les laboratoires, qui devraient avoir :

- des activités de service (analyses de routine, sols, plantes, etc...)

- des activités de recherche d'accompagnement → couplage avec les unités opérationnelles de terrain (recherche d'outils analytiques, pertinents, de caractérisation et d'évaluation des systèmes sols-plantes etc...)

- des collaborations à des recherches plus fondamentales : en partenariat avec d'autres centrales scientifiques françaises (INRA, ORSTOM) ou étrangères pour les niveaux analytiques plus fins, qui requièrent des compétences et équipements extérieurs au CIRAD-CA (sujets analytiques nombreux, non exposés dans ce document (**))

→ de renforcer la biologie des sols,

(*) *Les travaux CIRAD-CA Brésil montrent que ce sont bien les facteurs biologiques qui sont prépondérants :*

- dans la restauration du statut de fertilité des sols ferrallitiques dégradés ou des terres neuves,

- dans l'installation puis la pérennisation des techniques de semis direct, seules capables de protéger complètement le CAPITAL SOL (importance pour l'avenir des agricultures tropicales : durabilité à moindre coût) ;

- le fonctionnement de l'ensemble complexe "sols-cultures" dans ces nouveaux modes de gestion écologique des sols, se réduit progressivement à une relation plus simple "matière organique minéralisable - cultures" ;

- les travaux CIRAD-CA de l'île de la Réunion confirment ces modes de fonctionnement dans un milieu physique très différent ;

Ce renforcement de la biologie (moteur de la fertilité des sols tropicaux) devrait se faire à deux niveaux complémentaires :

{ . sur le terrain, in situ : outils de caractérisation de l'activité biologique du profil cultural,

{ . au laboratoire : indices de caractérisation de l'activité biologique.

(*) *M. Claude Bourguignon et Mme Lydia Gabucci, avec qui nous avons déjà des relations opérationnelles (hors CA), peuvent apporter des réponses fondamentales à ces deux niveaux complémentaires d'étude (cf. plaquette sur biologie sols ferrallitiques des fronts pionniers brésiliens, à paraître).*

• SUR LE TERRAIN (outré-mer, pour, avec et chez nos partenaires).

Les terrains sont la pièce centrale de notre dispositif de recherche-action, donc de l'agronomie :

- C'est en effet simultanément :

. le lieu d'expression de la demande,

. la vitrine de notre savoir-faire,

. le support incontournable où peut s'exercer la pluridisciplinarité effective et opérationnelle (qui nous fait cruellement défaut aujourd'hui).

(**) Non traités dans ce court document. Cf. doc. "Évolution des sols ferrallitiques sous-cultures sur les frontières du centre nord Mato Grosso. Synthèse des recherches CIRAD-CA 1986-1994" L. Séguy, S. Bouzinac.

- C'est en effet sur le terrain que l'on peut réellement créer avec nos partenaires des dispositifs de recherche-action pluridisciplinaires où peuvent s'harmoniser, s'exprimer les synergies des démarches systémiques et thématiques (cf. travaux agronomie Brésil 1978-1994) : ceci est très important pour l'avenir de l'agronomie au CA et pour la recherche-action.

- C'est la nature même, pluridisciplinaire, de nos dispositifs expérimentaux de longue durée en milieu réel qui garantit la pluridisciplinarité effective et opérationnelle.

(*) *Un équipe pluridisciplinaire de spécialistes thématiciens ne crée jamais de dispositif d'intervention pluridisciplinaire : chaque spécialiste oeuvre dans sa discipline de manière isolée ; on aboutit rapidement à la juxtaposition de thèmes qui n'ont aucun lien entre eux, non hiérarchisables ; d'où l'impossibilité d'approcher de manière cohérente et opérationnelle la dynamique des systèmes de culture, de production. cf. doc. méthodologique L. Séguéy, S. Bouzinac, 1992).*

- Les dispositifs d'intervention en milieu réel doivent, rappelons-le (cf. doc méthodologique L. Séguéy, S. Bouzinac, 1992) :

→ intégrer les différentes échelles que sont :

- . les unités de paysage
- . les terroirs et finages
- . les parcelles

→ prendre "le système de culture" comme objet central de création de l'innovation : cf. modélisation des systèmes de culture qui permettent d'établir les lois et bases de la production végétale et animale, des modes de fonctionnement prédictifs, etc... (cf. expériences Brésil actuelles, La Réunion, Côte d'Ivoire, Mali).

- Ces dispositifs d'intervention opérationnels de la recherche-action pour, avec et chez nos partenaires devront avoir une durée significative, représentative (de la variabilité climatique, économique) : il faut une "durabilité" à la recherche-action pour apporter des solutions à la fixation des agricultures (à cet égard, il ne faut pas perdre de vue l'intérêt des DOM-TOM et notamment la Guyane qui peut constituer un observatoire avancé important de recherche-action pour la France et la CEE pour l'avenir de l'exploitation des forêts amazoniennes ; de même, la Réunion, pour l'Océan Indien ; même si ces DOM-TOM ne sont que des "caricatures socio-économiques" des pays tropicaux, ils peuvent constituer des bases protégées méthodologiques qui peuvent trouver des sources de financement de la CEE et un partenariat scientifique européen (à ne pas négliger) et qui peuvent, pour le moins, apporter des éclairages très importants sur l'évolution des milieux physiques et leurs possibilités d'exploitations.

- Des dispositifs de recherche-action, de longue durée devraient être montés dans chaque grande zone écologique des pays tropicaux pour constituer un réseau de base en milieu réel.

- Ces bases opérationnelles doivent être inscrites dans des dynamiques de développement intégré (organisation du foncier, du crédit, des marchés, de l'éducation, des voies de communication, etc..), négociées avec les bailleurs de fonds et nos partenaires (OPA, SNRA, fondations) des pays pauvres et des PNI.

- Ces bases opérationnelles en milieu réel pourraient être 2 à 3 par grande zone écologique (exemple en zone soudano-sahélienne : 1 base à Garoua, 1 au nord Côte d'Ivoire, 1 au Mali intégrant agricultures pluviales et bas-fonds).

- Un tel réseau de bases de recherche-action serait lié aux laboratoires du CIRAD, des SNRA (recherches analytiques plus fines, en appui à la résolution de problématiques réelles de développement).

- Ce réseau servirait également de base de formation pour les chercheurs et agronomes des pays partenaires des zones écologiques correspondantes : formation à leur problématique réelle et non plus exclusivement dans les pays du nord sur des problématiques totalement différentes (même si des formations plus pointues devront être acquises dans les pays riches du nord).

- Le montage d'un tel réseau opérationnel doit se négocier simultanément :
 - . avec nos partenaires OM (dans leurs **projets de développement intégrés**)
 - . avec les bailleurs de fonds français (ministères) et internationaux

(*) *C'est un travail fondamental, difficile, énorme, urgent, qui ne peut s'entreprendre qu'après avoir défini très clairement notre politique d'intervention.*

- Compte tenu de la "faiblesse" des ressources financières actuelles en provenance des bailleurs de fonds, il paraît judicieux de monter dans une première étape une ou deux bases opérationnelles par grande zone écologique ; **recentrer les moyens de la recherche et du développement sur quelques exemples de développement intégré** pour en faire des démonstrations réussies, qui puissent servir d'exemple ensuite, à la fois pour la recherche finalisée et pour le développement intégré.

- Ce réseau de bases opérationnelles devrait être étendu à la France en partenariat avec ITCF, CETIOM, INRA sur les **modes de gestion écologiques des sols, le semis direct** ; 1 ou 2 bases en France de collaboration inter-institutionnelle permettrait, sans aucun doute, de renforcer les synergies sur ces thèmes très importants pour l'avenir et de maintenir une bonne "professionnalisation" des cadres du CIRAD-CA (lieu de recyclage, formation continue pour les chercheurs et agronomes affectés temporairement en France : situation propre au CIRAD).

(*) *De même que pour le montage de la grille des PROGRAMMES, il conviendrait d'établir une grille des "bases opérationnelles de recherche-action existantes et à monter" : ces actions sont importantes pour notre politique d'intervention (négociations avec bailleurs de fonds, partenaires OM, etc...)*

• Au plan du financement de la recherche-action - et de la formation des chercheurs :

- Nous serons financés sur notre compétence, sur nos réalisations, avec nos partenaires.
- Il y a donc lieu de bien réfléchir sur les coûts et les moyens nécessaires pour des interventions opérationnelles de recherche finalisée dans les pays pauvres du sud et les PNI, sur la formation des chercheurs et agronomes.
- L'appareil de la recherche du CIRAD (et du CIRAD-CA en particulier) est sans aucun doute **construit** pour des pays du nord, riches : spécialisation de plus en plus poussée des chercheurs, très universitaire, formation à la recherche de base, nettement (et exclusivement) **privilegiée**.

- Or l'expérience des interventions du CIRAD-CA au Brésil (PNI, pays de forte agriculture moderne, motorisée, **qui peut préfigurer** ce que pourraient être les agricultures des pays pauvres dans l'avenir : donc exemple à méditer) montre **une demande énorme** de la part du secteur **privé** (mais également de la recherche publique), **non satisfaite**, pour l'**agronomie de synthèse** (cf. doc. méthodologie L. Séguy, S. Bouzinac, 1992), la **recherche-action systémique en prise directe dans le milieu**, avec les acteurs du développement.

N'oublions pas qu'il existe plus de 2000 chercheurs qualifiés au Brésil (qualification selon les normes des pays riches) et que **la demande actuelle du développement** ne fait pratiquement pas appel à eux, se plaint de l'inadaptation de la formation des chercheurs spécialistes aux besoins du développement des agricultures tropicales, qu'elles soient manuelles, mécanisées ou motorisées, de leur incapacité à créer des innovations réelles durables, praticables et appropriables par les agriculteurs (quelque soit leur niveau de développement).

- Si l'on veut se maintenir au CIRAD-CA, dans le concert international de la recherche tropicale et surtout réellement progresser, afficher des compétences que les autres n'ont pas, il faut sans aucun doute revoir la formation des chercheurs (ce qui ne signifie pas régresser).

- Notre crédibilité et notre efficacité sont également subordonnées à nos coûts d'intervention (qui sont prohibitifs si l'on juge de leur efficacité, capacité à créer des **plus values** significatives dans le développement) ; ces **coûts d'intervention** sont étroitement liés aux **méthodes d'intervention** sur le terrain et au labo : certains niveaux d'analyse très coûteux ne sont pas indispensables pour faire progresser les systèmes de culture et de production. Il y a là matière à réflexion, qui nous renvoie au choix de **méthodes d'intervention en fonction des objectifs de la recherche finalisée** (dans les différentes étapes de la fixation de l'agriculture) (cf. expériences CIRAD-CA Brésil 1989-1994).

→ Sujet donc de très grande importance, à débattre

• LES URGENCES ACTUELLES, EN ATTENDANT UNE ORGANISATION CONCERTÉE DE L'AGRONOMIE AU CA

Quelque soit l'organisation future de l'agronomie au CIRAD-CA, diverses actions devraient être entreprises rapidement, dès maintenant :

► **Réalisation d'un manuel d'interprétation des analyses de sols tropicaux**

(*) *Nous dépensons depuis 20 ou 30 ans des sommes considérables pour ces analyses :*

- Qui sait réellement les interpréter ?
- Qui s'en sert réellement ?
- Y-a-t-il des activités de service à Montpellier pour aider les chercheurs sur le terrain à interpréter leurs analyses de sols ? etc...

► **Réalisation (ou actualisation) d'un manuel d'interprétation des analyses de plantes**

(*) *Nos dernières publications de synthèse en la matière sont anciennes (trop) ; il y a matière à actualiser nos travaux (outils de diagnostic, suivi).*

► **Sur les publications au-delà de notre publication actuelle (qui me paraît bien "pauvre").**

Ouvrir une voie pour les publications de synthèse qui sont des produits essentiels de la recherche-action (démarche, description de cas à l'usage de publics extrêmement diversifiés : chercheurs, agronomes, universités, mais aussi et surtout agriculteurs, vulgarisateurs). Il faut donc diversifier nos formes de publication en fonction du type de public utilisateur : cf. doc "Les systèmes de culture pour le centre nord Mato Grosso - Recommandations techniques 1994, à l'usage des agriculteurs et vulgarisateurs" ; 1500 exemplaires diffusés au Brésil ... Au CIRAD, rien, ou presque !

► **Sur les réunions, animation scientifique.** Les agents outre-mer sont conviés à être mis devant le fait accompli (ex des structurations), non à participer aux prises de décision.

- Il paraît extrêmement urgent dans un moment où "l'incommunicabilité" est extrême (malgré des moyens considérables) de faire des réunions annuelles thématiques, pour que les chercheurs aient le temps de véritablement discuter des vrais problèmes et des réels enjeux qui sont sur le terrain.

- Ces réunions annuelles pourraient se faire par grande zone écologique (ex : savanes soudano-sahéliennes, savanes tropicales humides, forêts tropicales humides, etc ...)

- Il serait intéressant que tout le CIRAD (tous départements) fasse le point de la recherche sur la même zone écologique, la même année : cela permettrait une publication de synthèse sur tout le "savoir-faire" CIRAD dans cette grande zone écologique tropicale (résultats appropriables et connaissances scientifiques).

- Pour compléter ce type de réunion, il serait souhaitable que les départements qui le peuvent organisent également la même année une réunion (atelier de travail, d'information) sur un des terrains significatifs de la zone écologique retenue.

- Ce système de réunions thématiques permettra sans aucun doute de redynamiser l'agronomie dans la recherche-action, remotiver les chercheurs sur le terrain, renforcer les synergies France-OM.

TABLEAU 1 - GRANDES REGIONS ECOLOGIQUES

► à titre d'exemple, à compléter

- ♦ -

GRANDES REGIONS PEDOCLIMATIQUES	TYPES D'AGRICULTURE	BASES DE RECHERCHE-ACTION	
		Existantes	A pourvoir
Savanes soudano-sahéliennes (sols ferrugineux tropicaux dominants)	Agriculture : <ul style="list-style-type: none"> • pluviale, • de bas-fonds, • de plaines inondables. 		
Savanes de la ZTH (sols ferrallitiques dominants)			
Forêts ombrophiles humides (sols ferrallitiques dominants)	Cultures pures, associées Pérennes et vivriers.		
Régions tropicales et subtropicales d'altitude (sols volcaniques ± anciens, sols ferrallitiques)	<ul style="list-style-type: none"> • manuelle, • mécanisée, • et/ou motorisée. 		

► **Sur les alliances avec d'autres centrales scientifiques françaises ou/et internationales**

- Il y a urgence à clarifier (au plus haut niveau : **c'est un problème politique fondamental**) la politique de coopération française entre ministères, bailleurs de fonds, institutions de recherche, d'enseignement.

→ Nous devons y participer, c'est notre survie qui en dépend.

- Outre les "alliances" classiques (qui sont parfois et même le plus souvent des concurrents pour les ressources) franco-françaises, au sein de la CEE, il me paraît souhaitable de s'allier avec des **fondations** très performantes brésiliennes (et autres) - la fondation abc (Parana) au Brésil en est un exemple **éloquent** dans les domaines de la gestion écologique des sols ferrallitiques des régions tropicales et subtropicales d'altitude/semis direct (140 000 hectares en semis direct depuis plus de 15 ans), toute la filière d'organisation de la production jusqu'à la transformation et la commercialisation des produits qui ont permis l'émergence d'OPA extrêmement puissantes et performantes (coopératives abc) qui sont le **fleuron** du développement des zones subtropicales.

- J'avais déjà proposé des **alliances**, avec ce type de **fondation des PNI** (qui préfigurent bien ce qui pourrait être un monde agricole tropical développé) et **notamment la fondation abc** (avec qui nous entretenons des relations opérationnelles) pour la constitution d'une base de **formation** sur les techniques de semis direct en zones subtropicales d'altitude, modes de gestion écologiques des sols ; cette base au Brésil (déjà existante et financée par la Bird) aurait pu être couplée à une base **Réunion**, pour la formation sur ces thèmes (agricultures motorisées et manuelles). Ces propositions ont été faites dans mes rapports de mission 1994, de Madagascar et **La Réunion** (mais qui les lit ?)

- Nous avons au CA, à travers les interventions Brésil, La Réunion (et les méthodes), un **savoir-faire, une avance très importante** dans le domaine de la gestion écologique des sols et des cultures, qui répond exactement au problème de la "**Révolution doublement verte**", ce qui montre que les chercheurs et agriculteurs sur le terrain avaient déjà réfléchi sur cette révolution depuis longtemps et ont déjà très largement trouvé des réponses à ce défi (**des dizaines de milliers d'hectares** utilisent déjà les produits praticables (semis direct) de cette révolution doublement verte sur les **frontières agricoles de l'ouest** Brésil grâce aux travaux du CA, et **près de 3 millions d'hectares** pratiquent déjà cette révolution dans les ETATS du sud ; (les "penseurs" ne sont pas toujours ceux que l'on pense).

- Pour conforter cette avance du CA au plan scientifique, dans des domaines où la recherche scientifique est faible (biologie appliquée, alléopathies, systèmes de culture avec couvertures **permanentes** des sols, mortes et **vivantes** etc...), je propose une alliance avec des universités américaines (**UTAH** et **MONTANA**) et notamment le Professeur **Philipps** qui a été le précurseur et le moteur des progrès de la révolution doublement verte au sud du Brésil (état du Parana) ; cf. Piéri qui a des relations avec lui ; ce type d'alliance nous permettrait de professionnaliser, former nos chercheurs à ces approches (thèses aux USA couplées avec **nos bases terrains**) qui sont fondamentales, à mon sens, pour l'émergence de véritables **AGRICULTURES TROPICALES** durables dans la prochaine décennie (le Brésil en est un exemple **incontestable**).

► **Sur l'évaluation de l'efficacité de la recherche des chercheurs (et agronomes) CIRAD-CA**

- Si nous pratiquons une recherche finalisée, il me paraît important que l'évaluation de la recherche ne se fasse plus exclusivement comme aujourd'hui par la **RECHERCHE**, mais aussi par les **UTILISATEURS** de notre recherche. C'est un point très important sur lequel il faut également réfléchir.

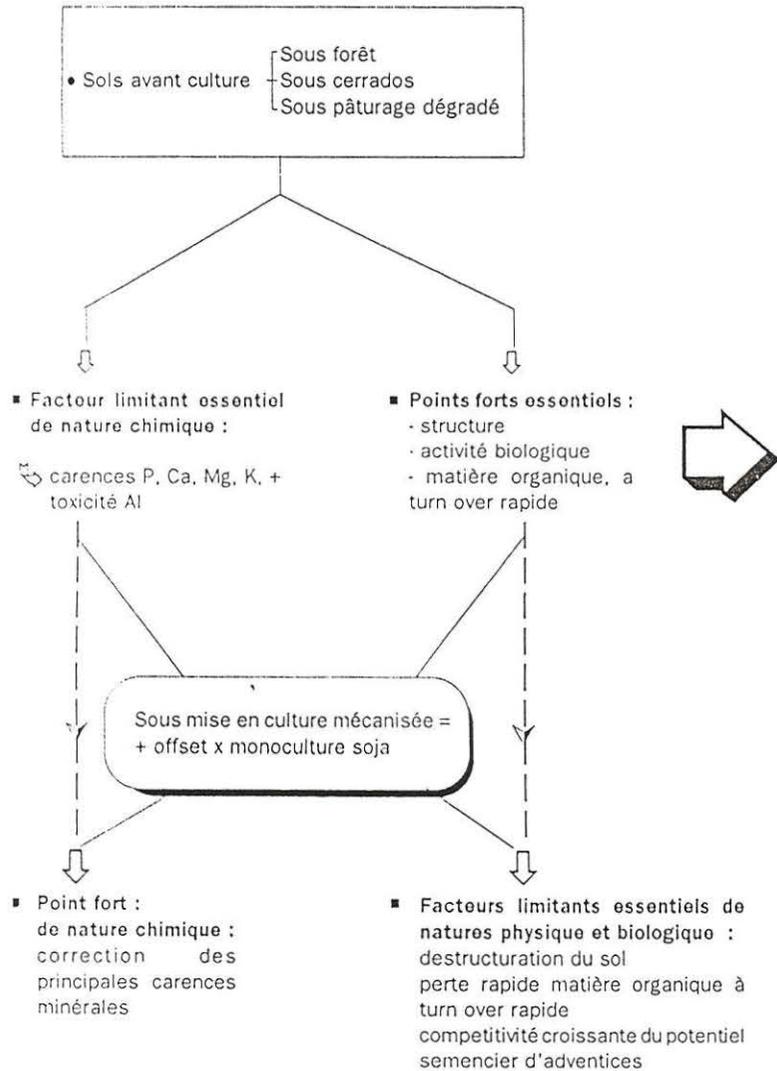
● ÉVOLUTION DES SOLS FERRALLITIQUES SOUS CULTURE, SUR LES FRONTIÈRES AGRICOLES DU CENTRE NORD MATO GROSSO

(10° À 15° LATITUDE SUD - ALTITUDE < 400 M - PLUVIOMETRIE ENTRE 2 000 ET 3 300 mm SUR 7 1/2 MOIS)

1986-1994

■ SYNTHÈSE DES RECHERCHES CIRAD-CA

I LE SCHÉMA D'ÉVOLUTION GLOBALE DES SOLS FERRALLITIQUES SOUS MISE EN CULTURE MÉCANISÉE = LES GRANDS CHANGEMENTS DU STATUT DE FERTILITÉ.



II CAUSES ET MECANISMES DE LA DÉGRADATION DES SOLS SOUS CULTURE

■ CAUSES → En 1^{ère} lieu = spéculation foncière lucrative, puis

▲ Systèmes de production de grains | → Monoculture industrielle de soja, après 2 ans ouverture avec riz, x mécanisation à base offset → travail du sol en conditions humides

▲ Élevage extensif → Après 2 ans de culture riz avec minimums intrants - (*Brachiarias*)

■ MÉCANISMES DE LA DÉGRADATION

▲ Systèmes de production de grains → Monoculture soja x offsets

↳ Simultanément → Perte de matière organique à turn over rapide → De 3% à 1-1,2% après 8-10 ans mise en culture, dont 6 derniers en monoculture soja

↳ Formation "semelles de disques", scellement porosité → Espace poral évolue de macroporosité dominante à microporosité dominante (densité apparente passe de 1,0 au départ à 1,2-1,3 Kg/dm³, 5-6 ans après ouverture des terres)

↳ Conséquences → Érosion superficielle très forte et très rapide du capital sol (0-30 cm)

• Modifications des flux liquides et gazeux dans le profil cultural :

↳ En présence d'excès d'eau :

- + Asphyxie racinaire - O₂ ↓
- + Fixation symbiotique N ↓
- + Denitrification ↗
- + Concentration inhibiteurs de croissance ↗

Enracinement limité en volume et profondeur

↳ En phase de manque d'eau :

- + Toxicité Al ↗ (par baisse Ph, potentiel redox)
- + sécheresse exacerbée

Croissance discontinue des cultures

• Pression adventices ↗ (accroissement potentiel semencier dans faible volume de sol)

Forte compétition pour

- Pression parasites sols, pollution rhizosphère
- + Champignons fonte des semis (*Fusarium*, *Pythium*)
- + Nématodes - genres *Meloidogyne*, puis *Heterodera*
- + Inhibiteurs croissance

augmentation sensibilité aux maladies

▲ Élevage extensif → base *Brachiarias* (*decumbens*, puis *brizantha*)

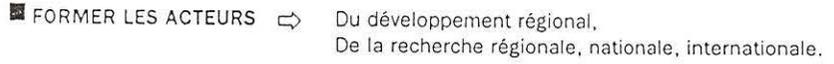
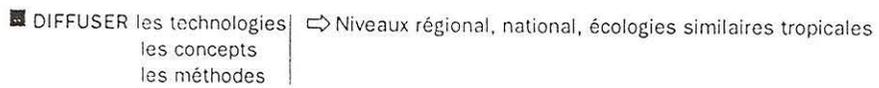
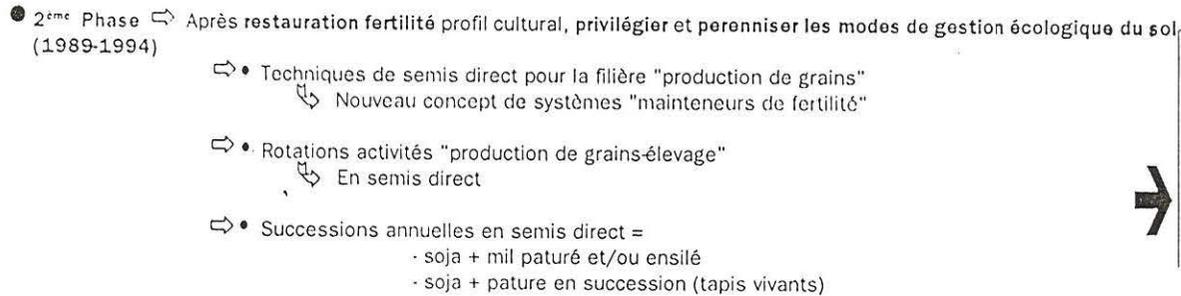
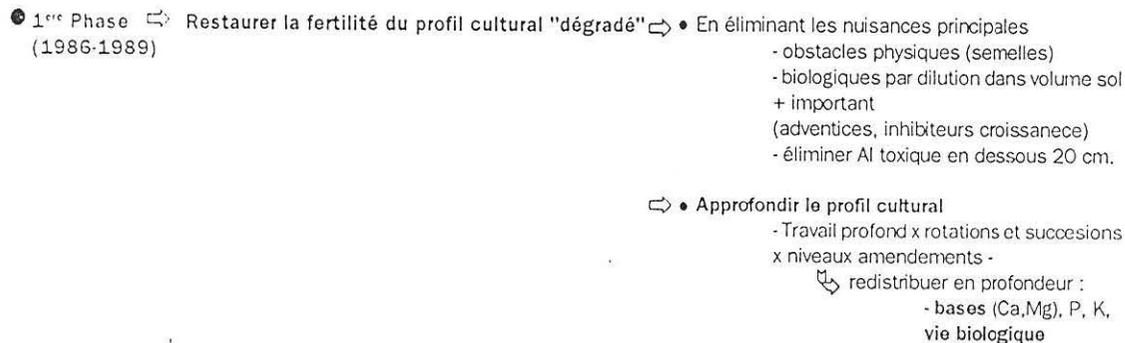
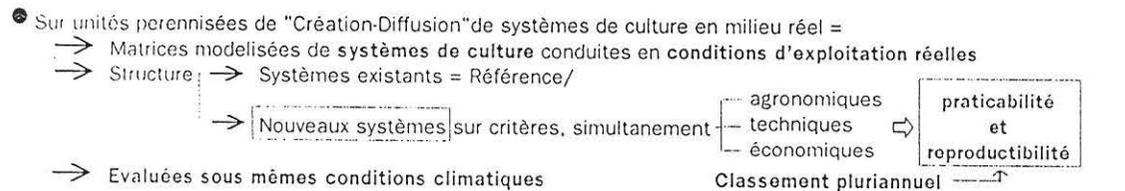
Implantation après 2 ans de riz, avec minimums intrants

→ longue durée d'implantation, faible développement → Forte érosion de l'horizon superficiel

↳ À l'actif de ce système → Forte capacité de mobilisation de matière organique à turn over rapide, par le système racinaire des *Brachiarias*.

III RESTAURATION DU STATUT DE FERTILITÉ, ET MODES DES GESTION ECOLOGIQUE DES SOLS → LES SYSTÈMES DE CULTURE CRÉÉS ET DIFFUSÉS PAR LE CIRAD-CA - 1984 - 1994 (*)

■ ETABLIR LES BASES DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE ET ANIMAL E RÉGIONALE



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Technologies disponibles	Produits et connaissances scientifiques
<ul style="list-style-type: none"> ● Aménagement des unités de paysage ● Systèmes de culture et itinéraires techniques diversifiés, lucratifs : <ul style="list-style-type: none"> + à une seule culture annuelle : <ul style="list-style-type: none"> - soja-riz - soja-maïs puis, + à une seule culture annuelle, alternée avec 2 cultures en succession l'année suivante : <ul style="list-style-type: none"> - soja / soja + sorgho / soja - riz / soja + maïs / riz - maïs / riz + sorgho / maïs x correction forte ou x correction progressive 	<ul style="list-style-type: none"> ● Methodologie d'étude et de mise au point des systèmes de culture <ul style="list-style-type: none"> ↳ Modelisation des systèmes de culture à l'échelle des unités de paysage ● Indicateurs in situ de caractérisation de l'évolution de la fertilité du profil cultural dans les systèmes de culture. ● Variétés de riz pluvial, à productivité supérieure à 5000 Kg/ha, et très belle qualité de grain. <ul style="list-style-type: none"> - CIAT 20 - CIRAD-CA 285 - CIRAD-CA 141 - CIRAD-CA MN1 - CIRAD-CA BSL
<ul style="list-style-type: none"> + systèmes à 2 cultures annuelles en succession : <ul style="list-style-type: none"> - riz maïs + + sorgho soja mil + rotation triennale - "production grains-élevage" + systèmes 5 cultures en 3 ans, continus ou alternés avec paturage tous les 3 ans. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Concepts et techniques de semis direct <ul style="list-style-type: none"> - Pour la filière "grains" - Pour la rotation "grains-élevage" - Pour les successions annuelles "grains-paturage"
<ul style="list-style-type: none"> ● Jours de démonstration au champ ● Vulgarisation technologies ● Enquêtes sur conditions adoption technologies/- 	<ul style="list-style-type: none"> ● Publications <ul style="list-style-type: none"> - 15 rapports internes CIRAD-CA (1989-94) - Méthode de création-diffusion et formation - document provisoire ● Documents audio-visuels <ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs diaporamas
<ul style="list-style-type: none"> ● Agronomes et techniciens des coopératives (pour l'instant) ● Chercheur Cirad-Ca 	

(*) - En coopération avec l'EMBRAPA (CNPAP) de 1984 à 1989 - En coopération avec opérateurs privés de 1989 à 1994, sous tutelle administrative de Rhône Poulenc (Filiale RHODIA AGRO)

IV. LES CLÉS DE LA RESTAURATION ET DE L'AMÉLIORATION DE LA FERTILITÉ DES SOLS NEUFS OU DÉGRADÉS DES SAVANES ET FORÊTS HUMIDES TROPICALES

⇒ Ce sont les modes de gestion des sols et des cultures qui sont les facteurs déterminants de la formation, de la production de matière sèche et de sa stabilité au cours du temps → ils sont nettement + importants que les composantes variétés, fumure minérale → en présence du même niveau d'intrants :

- sur riz, le facteur travail du sol, augmente la productivité de 70%, en moyenne sur 5 ans, en rotation avec soja
- après 18 ans de culture continue, le facteur rotation, en présence du travail du sol profond, augmente le rendement du riz de :

- + 117% avec niveau de fumure minérale de **niveau moyen** (80 N - 50 P₂O₅ - 50 K₂O/ha)
- + 90% en présence de fumure minérale de **fort niveau** (80 N - 90 P₂O₅ - 80 K₂O + oligo)

- sur soja, le facteur travail du sol augmente la productivité de 10 à 27% en moyenne sur 6 ans; le facteur rotation, l'augmente, sur la même période de 42 à 70% - la meilleure interaction des 2, augmente le rendement de 85%.

⇒ Ce sont bien les facteurs biologiques qui sont prépondérants dans la formation de la productivité, en terre de vieille culture.

⇒ En terre neuve (paturage de longue durée, ouverture de cerrado), ce sont bien, encore, les facteurs biologiques qui sont prépondérants pour l'obtention de productivité de riz supérieure à 5 000 Kg/ha et reproductible.

⇒ La reproductibilité des hautes productivités riz (≥ 5 000 Kg/ha) associe toujours :

- forte macroporosité dans le profil -
 - présence de **teneur importante en matière organique, à turn over rapide** :
 - + paturage de longue durée
 - + terre neuve de cerrado
 - + 2 ans successifs de précédent soja
- } x Fumure correctrice forte
} **Non soluble**
} (base thermophosphate = 2 000 Kg/ha pour 5 cultures sur 3 ans)

⇒ La reproductibilité des hautes productivités de soja ≥ 4 000 Kg/ha est conditionnée par la présence d'un turn over d'un maximum de paille :

Succession annuelle répétée

Mil/Semis direct soja/semis direct sorgho, mil

⇒ Maximum de matière organique [Dessus / Dessous] Pompe recycleuse

⇒ Ce sont toujours les facteurs biologiques qui soutiennent les hautes productivités reproductibles, du meilleur système recommandé par la recherche CIRAD-CA :

- 5 cultures en 3 ans - dont un travail profond associé à correction forte du profil suivi de 4 semis direct
- 1^{re} année - riz (5 000 Kg/ha) + sorgho, mil (± 1 800 Kg/ha)
- 2^{me} année - soja (3 600 à 4 200 Kg/ha) + sorgho, mil (± 1 800 Kg/ha)
- 3^{me} année - soja (4 000 Kg/ha) ⇒ Nouvelle séquence de 5 cultures en 3 ans

= Recyclage maximum de matière organique à turn over rapide, au dessus du sol et dans le profil

Dès lors que sont respectés ces normes de gestion biologique et écologique du profil cultural:

① + La fertilisation minérale est minimum, pour l'obtention de hautes productivités - dans le système de 5 cultures sur 3 ans, la part de la fumure correctrice qui revient à chaque culture est, en unités/ha :

- 70 P₂O₅
- 48 K₂O
- 18 N ← niveau extrêmement bas excellent fonctionnement biologique
- 104 Ca (à 264, si correction champ nécessaire)
- 36 Mg
- 100 SiO₂
- 2,2 Zn

⇒ l'efficacité de la fumure niveau fertilisation appliqué productivité reproductible est **exceptionnelle**, nettement

supérieure à celle obtenue sous climat tempéré, pour ces niveaux de productivité.

② + La capacité de production du sol (augmentations conjuguées de la surface annuelle cultivée x productivité), est plus que doublée, par rapport à celle des systèmes actuellement dominants, avec des coûts de production sensiblement équivalents. - l'état sanitaire des cultures nettement amélioré - (diminution nette des complexes parasitaires - champignons, insectes,...)

③ + La capacité des mêmes équipements mécanisés est multipliée par 1,5 à 1,8 avec une flexibilité nettement accrue, due aux techniques de semis direct.

④ + Les systèmes recommandés (production exclusive de grains, ou mixtes : "grains-élevage"), constituent des systèmes tampon, de gestion efficace du moindre risque économique - les marges brutes annuelles/ha vont de 300 à plus de 500 US\$/ha, et sont relativement stables au cours du temps malgré les fortes perturbations économiques que connaît le Brésil depuis 5 ans.

SYSNTHÈSE FINALE

- Ce sont bien les facteurs biologiques qui sont prépondérants :
 - dans la restauration du statut de fertilité des sols dégradés ou des terres neuves,
 - dans l'installation, puis la pérennisation des techniques de semis direct, seules capables de protéger complètement le capital sol.
- Le fonctionnement de l'ensemble complexe "sol-cultures", dans ces nouveaux modes de gestion écologique, se réduit à une relation simple "matière organique minéralisable-cultures".

- Pour établir une relation "matière organique-cultures" la plus fonctionnelle possible, l'activité biologique doit être intense → faune (macro et méso), microflore, pour entretenir de manière soutenue, durant tout le cycle de la culture, le fonctionnement de la "pompe" = minéralisation matière organique → alimentation organo biologique des cultures.

- L'efficacité de cette pompe s'exerce à la fois :

- au dessus du sol ⇔ biomasse maximum recyclable, renouvelable, rapidement mobilisable et minéralisable sur le cycle de la culture, assurant une couverture totale du sol → contrôles érosion, adventices, évaporation, fort développement de la faune,

- au dessous de la surface du sol ⇔ systèmes racinaires fasciculés à fort développement en volume et profondeur →

Forte capacité interception et recyclage NO₃, bases, Forte mobilisation matière organique à turn over rapide, création biostructure → macroporosité, -effets rhizosphère → antibiotiques + substances croissance → impact sur état sanitaire cultures

- Pour installer cette pompe, à coup sûr ⇔ Fort niveau de correction du sol x

travail profond du sol
 ↳ production maxi matière sèche dessus
 dessous

- Production maxi matière sèche sur un temps le plus court possible → (Mil) → mobilisé 45 à 80 t/ha de matière verte en 60 jours, et exploite, sur le même temps, + de 1m³SO d'épaisseur de sol

Simultanément

- Qualité de la pompe Absence d'effet allélopathique de la matière sèche produite, sur le développement des cultures, mais effets allelopathiques sur adventices, recherchés

C'est le cas du mil → Même effet que paturage longue durée pour production matière organique à turn over rapide, mais sur laps temps très court -

Sa matière organique recyclable, convient aussi bien aux cultures de légumineuses, céréales, crucifères.

C'est probablement le meilleur chemin pour l'installation de la technique de semis direct pour le riz pluvial.

Ce qui permettrait de pérenniser définitivement les techniques de semis direct - (systèmes à base riz, soja, sorgho, mil en semis direct)

En conclusion ⇔ La clé de la gestion écologique des sols ferrallitiques dans les régions chaudes à forte pluviométrie (entre 2 000 et 3 000 mm/annuel), réside dans la capacité à produire et reproduire, à coût minimum, avant chaque culture, une biomasse la plus importante possible, à fort coefficient de minéralisation, qui va alimenter la culture par voie biologique, de manière continue, tout au long de son cycle -

- Aujourd'hui, l'agronomie CIRAD-CA, sait reproduire, dans la même année agricole :

+ production de biomasse + semis direct soja + semis direct mil récoltés (grains)
 (mil) | | sorgho
 ou
 + semis direct mil | ensilé
 | paturé

Ces systèmes utilisant au maximum l'effet biomasse (pompe), peuvent être pratiqués en rotation avec les paturages (sur 3-4 ans), sommant les effets organobiologiques des deux systèmes de production au profit des productions de grains et viande, à moindre coût.

- Ces systèmes, créés par le CIRAD-CA sont en voie de diffusion active sur les frontières agricoles du centre nord Mato Grosso, qui détient aujourd'hui les records de productivités de soja et riz.

- Ils constituent non seulement la concrétisation de nouveaux concepts décisifs pour l'avenir de la recherche en milieu tropical (un creuset exceptionnel à exploiter), mais aussi, déjà, des réalités praticables pour le futur d'une agronomie tropicale capable de mieux valoriser les ressources naturelles, d'économiser les intrants chimiques et de protéger totalement le capital sol et l'environnement.

Ces concepts sont sans aucun doute :

- à diffuser dans les régions tropicales et équatoriales similaires

- à adapter pour des écologies moins pluvieuses - (ce n'est pas difficile, il y a qu'à se mobiliser pour le faire).

V

SUJETS DE RECHERCHES PLUS FONDAMENTAUX IDENTIFIÉS ET ISSUS DES ÉTUDES SYSTÈMES - 1986/94

Sujets abordés in situ (CIRAD-CA) → Niveau macro .

- Indicateurs pertinents du statut de fertilité

+ méthodologies de mesure

↳ Cylindres qui permettent mesurer sur un même échantillon non remanié

- densités apparentes, racinaires, K, Is

↳ Suivi descente du front racinaire riz pluvial → Méthode par injection herbicides à différentes profondeurs

- Outils méthodologiques d'étude et de mise au point des systèmes de culture en milieu réel, pour, avec et chez les agriculteurs.

- Création de variétés de riz pluvial à très haut potentiel de productivité (> 5 000 Kg/ha) résistantes au complexe parasitaire, et à qualité de grain supérieure -

↳ (La voie est ouverte pour les hybrides riz pluvial).

- Suivi du potentiel semencier d'adventices et du complexe parasitaire (champignons, insectes, nématodes) dans les systèmes de culture.

- Interactions génotypes riz x complexe parasitaire fongique (*Pyricularia oryzae* en particulier)

Sujets identifiés, mais non abordés

1 ☞ Dans le processus de dégradation des sols sous culture :

- pertes matière organique ?

- quelle matière organique ? nature, fractions efficaces mises en jeu

niveaux critiques pour une agriculture durable
compartiments matière organique x structure et évolution x systèmes

2 ☞ Dans le processus de restauration du statut fertilité :

- gains matière organique → Les systèmes à forte production instantanée de biomasse, à turn over rapide, sont-ils ? :

+ suffisants pour supporter une agriculture durable, avec faible niveau d'intrants chimiques (engrais minéraux, pesticides)

+ peut-on s'affranchir totalement des contraintes spécifiques aux types de sol → **sujet extrêmement important (nos études actuelles, indiquent que si).**

+ coefficients de minéralisation in situ des "pompes-matière organique" recycleuses

éléments recyclés minéraux, organiques - Rythme de minéralisation et d'alimentation organo-biologique des cultures

3 ☞ Suivi-évolution PH/RH dans profil cultural, in situ, dans les systèmes de cultures les plus différenciés

⇒ mécanismes de fonctionnement, sous mêmes conditions climatiques -

⇒ Pourquoi cette étude? ⇒ Les niveaux amendements préconisés par la recherche, à partir du labo, ont surestimé les besoins en chaux, car :

- ne prennent pas en compte, remontée significative du PH (RH₂) au cours des très longues périodes de saturation en eau du profil, qui minimise (voire élimine) l'influence Al toxique et acidité.

- ne prennent pas en compte, la capacité des systèmes de culture, dans le recyclage vers la surface des bases entraînées en profondeur, dans l'efficacité d'interception de ces bases + NO₃, K - (*) - les systèmes de semis direct, à très forte production de biomasse, peuvent contenir totalement, les flux descendants de bases, NO₃.

4 ☞ Bilans minéraux et organiques dans les systèmes de culture les plus différenciés

• lysimétrie

• analyse → exportations éléments minéraux, organiques, restitutions

5 ☞ Caractérisation et évolution de la faune et de la microflore dans les systèmes de culture les plus différenciés

⇒ Relations avec structure des sols, comportements hydrodynamiques, thermiques, circulation des gaz, production de matière sèche

6 ☞ Alimentation N du soja = Fixation symbiotique x alimentation à partir du sol et surtout de la quantité de matière organique fraîche, à turn-over rapide (pailles des précédents céréales) - (le second mécanisme, est selon nous, largement prépondérant et sous estimé).

7 ☞ Échelle de diffusion des technologies CIRAD-CA et conditions d'adoption image de marque du CIRAD → Très sous exploité -

8 ☞ Évaluation et suivi rigoureux, des coefficients techniques des équipements mécanisés (boîte noire informatisée du SAR)

capacité, flexibilité des équipements dans les systèmes de semis direct
conséquences économiques (très important) -

(*) Ces différents sujets 1 à 6 ne sont que des "fenêtres thématiques" ouvertes sur de grands ensembles que sont les systèmes de culture et de production -

→ Les systèmes peuvent très bien continuer à progresser, sans les aborder en profondeur → Nos travaux entre 1986 et 1994 en sont un exemple particulièrement éloquent, il y a en effet plusieurs niveaux d'échelle explicatifs, ayant chacun des indicateurs pertinents, pour des objectifs précis.

→ La progression des systèmes de culture, partant de situations technologiques de bas niveau (comme c'est le cas quasi général de l'agriculture pluviale des pays en voie de développement), requiert des outils d'analyse et de synthèse, simples et interactifs, de faible coût (en égard aux difficultés financières de ces pays).

→ Notre méthode de "création-diffusion" en milieu réel, a fait ses preuves, à cet égard et constitue un outil de synthèse de premier plan.

→ L'analyse, en profondeur, à des niveaux d'échelle plus fins, des bases scientifiques de la production (végétale et animale), ne peut trouver sa légitime justification qu'après avoir fait progresser les systèmes, de leur faible niveau technique traditionnel actuel à un niveau technique suffisant pour dégager des bénéfices substantiels, qui peuvent absorber le coût de la recherche.

→ Au niveau technique actuel ou se situent les nouveaux systèmes de culture (notamment avec semis direct), l'assurance de pouvoir fixer, maintenant, une agriculture durable et lucrative même dans la crise économique actuelle, sont des résultats qui justifient pleinement d'aborder ces "fenêtres thématiques" avec la double perspective :

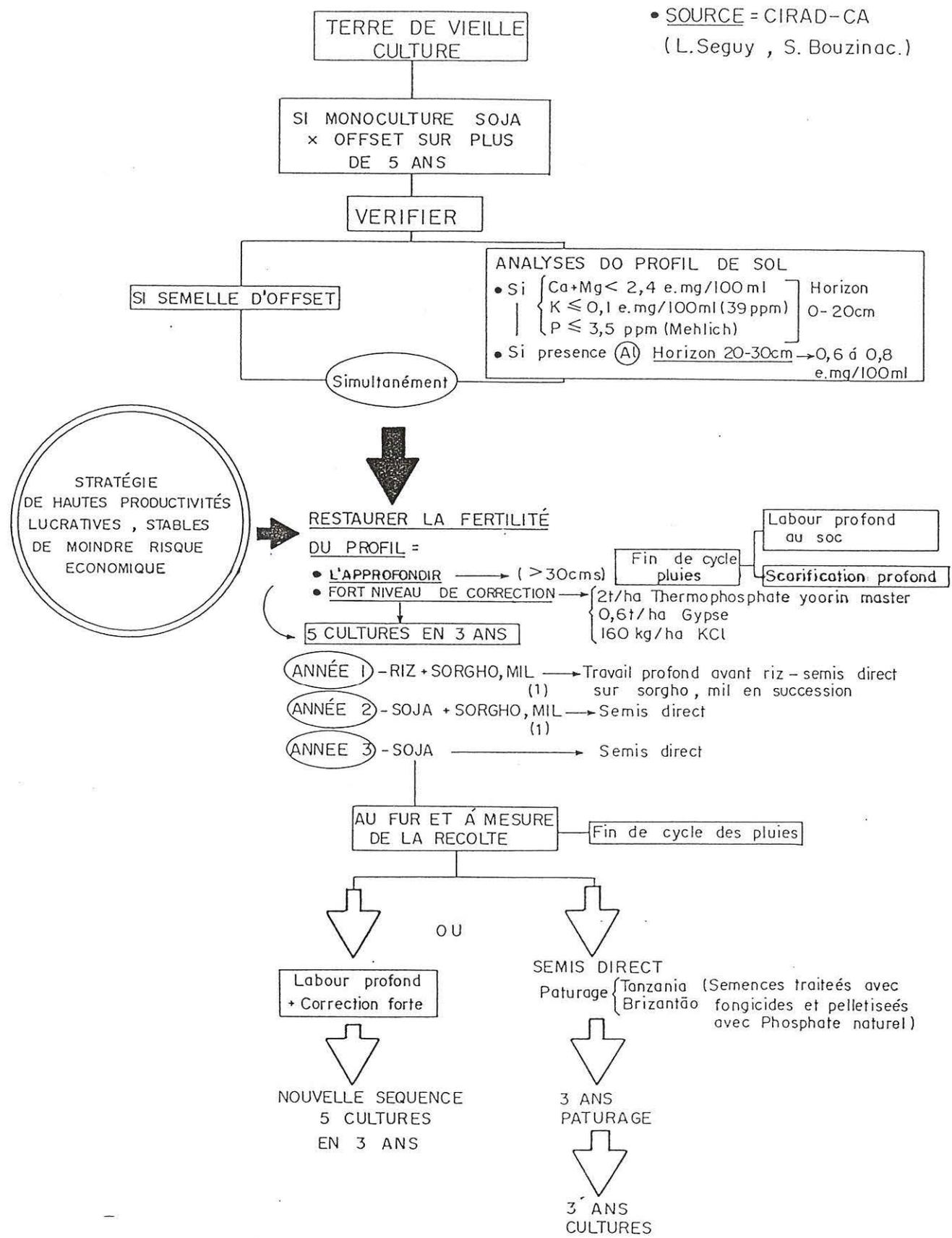
- de pouvoir les financer -

- d'en attendre des éléments de progrès, partant d'un niveau technologique

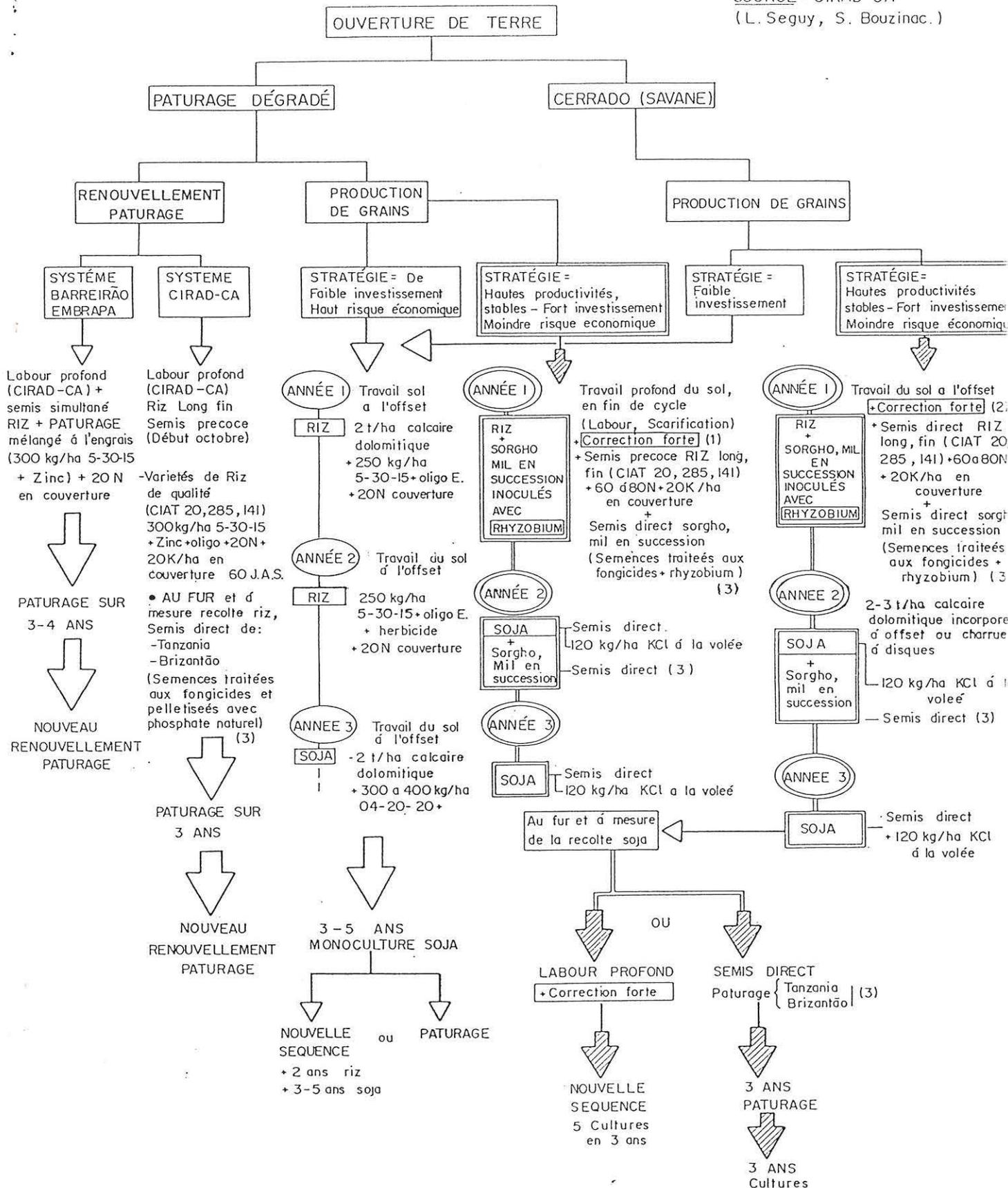
déjà extrêmement performant.

● L. SEGUY, S. BOUZINAC
Janvier 1994

• SOURCE = CIRAD-CA
(L. Seguy, S. Bouzinac.)



(1) Semences traitées aux fongicides = Tecto + Vitavax + Thiram



(1) 4-5 t/ha Calcaire dolomitique + 2t/ha Thermophosphate yoorin master + 0,6t/ha Gypse + 120 kg/ha KCl
 (2) 2 t/ha Calcaire dolomitique + 2t/ha Thermophosphate yoorin master + 0,6 t/ha Gypse + 120 kg/ha KCl
 (3) Semences traitées avec Tecto + Vitavax + Thiram et pelletisées avec phosphate naturel