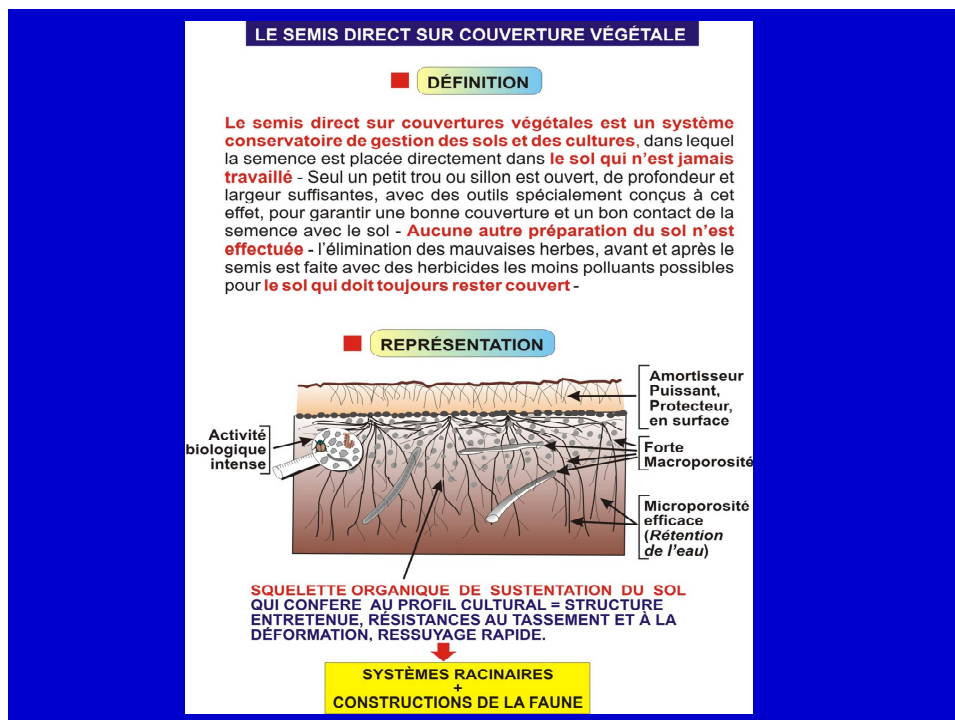


A propos des SCV ...

- Justifications pour une définition plus précise et propositions
- Les voies du futur SCV

1/ Arguments justifiant une définition plus précise :

La première justification est d'ordre scientifique ; en effet , la première définition que j'ai donnée des SCV dans le tout début des années 90 , en accord avec de nombreux auteurs dont le collègue Rolf Derpsch qui en était le précurseur , était basée sur une description purement technique (*cf. définition ci-dessous*)



Depuis ces premiers pas, nos très nombreux travaux de recherches SCV qui ont porté à la fois sur une série de concepts théoriques évolutifs innovants de plus en plus performants, sur leur maîtrise technique, sur leur adaptation à la diversité des milieux physiques et socio-économiques, sur leur enseignement, à l'échelle du réseau Tropical SCV construit pas à pas par l'UR1, ont permis de définir et de caractériser de nombreuses fonctions agronomiques des SCV, d'ordre général mais aussi plus spécifiques en fonction de la nature des couverts végétaux permanents du sol imaginés, mis en pratique et maîtrisés. Ces fonctions agronomiques, pour la plupart gratuites (*services écosystémiques* puisées dans le fonctionnement d'un écosystème particulièrement performant et stable : l'écosystème forestier), ont permis de substituer graduellement l'utilisation massive « d'énergie culturale industrielle » par de « l'énergie culturale biologique » dans ces agrosystèmes conservatoires de la ressource sol et ont fait l'objet de description et de caractérisation précises entre les années 1996 et 2001 dans divers dossiers de base, parmi les plus importants :

- Agriculture au Brésil : l'avancée des fronts pionniers, semis direct la solution durable (N°12- *agric. et développ.*, 1996) et, en langue Anglaise Brazilian frontier agriculture, spécial issue (*Agric. et développ.*, 1998)

- Systèmes de culture et dynamique de la matière organique (254 p., 2001)

- Systèmes de culture sur couverture végétale (2001) :
 - . Stratégies et méthodologie de la recherche –action
 - . Concepts novateurs et gestion durable de la ressource sol
 - . Suivi –évaluation et analyses d’impacts

Tout récemment , en 2008 , le dossier « la symphonie inachevée du semis direct dans le Brésil central » traite de la saga des SCV sur les 20 dernières années et confirme les principales hypothèses élaborées il y a plus de 10 ans , à la fois sur la nature de ces fonctions , l’étendue de leur domaine d’action -application et de leurs possibilités d’extrapolation –généralisation ; divers documents scientifiques également récents (*compilés dans le doc. scientifique 2008 : terre Malgache –spécial semis direct, édité par l’Université d’Antananarivo à l’issue du séminaire du 3-8 décembre 2007 , organisé conjointement par l’Université d’Antananarivo, le GSDM, l’IRD, le Cirad , Tafa et le Fofifa avec le soutien financier de l’AFD , du FFEM , du MAE de l’IRD et du Cirad*) analysent , évaluent et explicitent quelques unes de ces fonctions agronomiques majeures SCV complémentaires à travers diverses disciplines de l’agronomie (*grandes thématiques : séquestration du carbone , densité et abondance des organismes du sol , éléments nutritifs majeurs et mineurs , ruissellement , infiltration et érosion + diverses communications et posters sur des sujets plus spécifiques*)

On pourrait donc maintenant, à partir du back ground scientifique et technique accumulé , donner une nouvelle définition plus élaborée et rigoureuse des SCV en ajoutant aux critères de description technique déjà anciens des critères caractérisant les fonctions à la fois d’ordre général et aussi plus spécifiques qui n’appartiennent qu’aux SCV .

Appeler un chat , un chat -Ce souci de précision est très important au plan scientifique afin **d’éviter les très fréquentes erreurs et méprises** communément commises par beaucoup d’acteurs de la R-D , des agriculteurs aux chercheurs , dont la plus commune est d’utiliser le terme SCV **pour désigner la plupart des systèmes pratiqués sans travail du sol** ; cette banalisation de l’usage abusif du terme SCV pour désigner systématiquement tout système de culture en zéro travail est préjudiciable non seulement à la qualité scientifique et technique longuement et rigoureusement élaborée des SCV mais nuit également fortement à leur réputation et à leur diffusion car elle regroupe de manière pour le moins nébuleuse , opaque et indiscriminée , tous les systèmes sans travail du sol peu productifs (*souvent même moins que les propres systèmes traditionnels*) dont la plupart sont amputés malheureusement des fonctions agronomiques très performantes qui caractérisent les SCV et leur confèrent leurs performances exceptionnelles et démontrées comme les plus abouties actuellement en matière d’agriculture de conservation ; on retrouve ainsi sous le vocable SCV, soit dans ce qu’il conviendrait d’appeler vulgairement la « poubelle SCV », très fréquemment, pour ne pas dire systématiquement :

- tous les systèmes « zéro travail » du sol , sans couverture durable du sol et à porosité décroissante au cours du temps (*pratiqués sur les seules adventices desséchées par exemple , dominées par des dicotylédones*) ,
- les mêmes systèmes qui ne comportent pas de biomasses complémentaires à celle des cultures (*ce sont pourtant ces biomasses additionnelles qui assurent les multi-fonctions agronomiques gratuites des SCV qui leur confèrent leurs performances exceptionnelles*) et dont les résidus de récolte sont systématiquement et totalement exportés ou consommés ,
- les mêmes systèmes que les précédents , mais qui , en plus de l’exportation totale des résidus de récolte , sont semés sur zéro travail et ensuite subissent tout au long du cycle de la culture économique des travaux de sarclages fréquents et buttages qui remettent le sol à nu ,l’ameublissent et le réexposent ainsi à l’action de l’érosion (*cas des systèmes cotonniers de la zone soudanienne par exemple*) ,

- des systèmes qui incorporent les pratiques SCV , dont la plus importante qui est l'intégration de biomasses additionnelles à celle des cultures et qui ensuite les surexploitent ou les brûlent lorsqu'il s'agit de biomasses fourragères pouvant être exploitées en saison sèche , soit à un moment crucial pour l'alimentation animale ; comme ces biomasses fourragères additionnelles aux cultures sont capables d'exploiter mieux que les cultures le maigre « garde manger » du sol , avec de telles pratiques, on tire la fertilité déjà très faible encore plus vers le bas (*cas des sols ferrugineux et ferrallitiques tropicaux dégradés par des décennies de travail intensif du sol*), et on abouti à des résultats inverses de ceux recherchés dont une résilience forte permettant la régénération rapide et au moindre coût des sols dégradés ,la récupération de la capacité des sols à produire à partir de la fertilité gratuite d'origine organo -biologique conduisant à des productivités plus élevées et plus stables des systèmes .

Ces erreurs et méprises sur ce que sont réellement les SCV , et dans leurs concepts et surtout dans leurs pratiques peuvent avoir des conséquences graves quand elles sont commises par des scientifiques ou des communautés scientifiques qui ont « le dernier mot » , soit le pouvoir d'influencer non seulement le monde scientifique mais les autorités politiques en charge de prendre des décisions importantes pour la mise en œuvre d'une production agricole « propre », (*totalelement exempte de résidus agrottoxiques*), très économe en intrants d'origine industrielle , dans un environnement protégé .

Des exemples récents illustrent ces méprises et affaiblissent sans aucun doute l'intérêt général des SCV :

- La capacité des systèmes à séquestrer le carbone au Brésil par exemple a été souvent évaluée en prenant comme déterminants principaux les conditions pédoclimatiques et des pratiques d'agriculture de conservation trop souvent assez peu performantes et/ou peu contrastées , beaucoup plus proches de TCS (*Techniques Culturelles Simplifiées*) que des SCV dans lesquels le sol n'est jamais travaillé et reste tout le temps protégé par une importante couverture végétale permanente fournie par un recyclage annuel énorme de biomasse diversifiée (*biodiversité fonctionnelle : critères quantité et qualité*) ; il en résulte des capacités de séquestration de C assez faibles en regard des potentialités réelles SCV , positionnant le sol comme un puit modeste par rapport à celui des formations forestières ; pourtant , **les SCV** viables et appropriables **construits sur les plus fortes biomasses annuelles** , en croissance active y compris en saison sèche , **montrent des capacités de séquestration initiales de C comprises entre 1,7 et plus de 3T/ha /an en pleine zone tropicale humide** (*véritable réacteur de minéralisation de la M.O.*) ; nos travaux de recherche entre 1990 et 2008 démontrent (*cf. dossier semis direct 2008 : la symphonie inachevée du semis direct dans le Brésil central*) que les critères : quantité et qualité de la biomasse produite annuellement aussi bien en surface que dans le profil cultural sont très largement prépondérants sur tout critère pédoclimatique ; au final c'est l'imagination et la capacité créatrice de systèmes de plus en plus performants qui est la source de progrès la plus importante et la plus déterminante à condition qu'elle soit conduite par des outils de pilotage scientifique performants et dynamiques qui lui permettent de hiérarchiser et en temps réel les composantes les plus déterminantes des systèmes (*démarche de recherche holistique et heuristique , avec , pour et chez les agriculteurs , dans leur milieux , in situ*)
- A Madagascar , une publication scientifique récente multi -institutions portant sur l'évaluation et l'analyse de la capacité différentielle des systèmes de culture à séquestrer le carbone , compare des SCV à des modes de gestion des sols avec travail su sol sur les sols ferrallitiques à caractère andique des hautes terres Malgaches ; sur les SCV en question les résidus de récolte ont été très souvent exportés , ce qui a amputé

très significativement le pouvoir de séquestration réel de ces systèmes SCV tronqués , qui a donc été de ce fait très largement sous estimé ; pour être parfaitement rigoureux , il aurait été souhaitable de préciser ce point très important dans la publication et je suis intervenu en haut lieu , sans succès , pour qu'un erratum correcteur accompagne cette publication .

Des comportements éthiques incorrects peuvent également avoir des influences négatives sur la dynamique et la qualité des recherches lorsqu'elles sont conduites en partenariat sur les objets scientifiques complexes SCV ; par exemple, une publication récente de rang A produite dans une revue scientifique américaine , qui fait l'inventaire de la capacité des sols à séquestrer le carbone au Brésil (*excellente publication par ailleurs*) , s'approprie les dispositifs de recherche qui ont créés les systèmes SCV les plus performants en ZTH du sud de l'Amazonie , sans citer les auteurs Ciradiens de ces innovations majeures ...**Pourtant il est bien évident que c'est l'innovation Système SCV qui est la source majeure de progrès scientifique et technique** , la mesure de la capacité de séquestration du carbone n'étant qu'un outil de caractérisation , certes déterminant pour cette fonction , mais forcément situé à l'aval de la création de l'innovation technologique SCV ..J'ai également réclamé auprès des dirigeants du Cirad de Montpellier , sans succèsce genre d'attitude n'est évidemment pas propice à des collaborations efficaces et contribue également à affaiblir la dynamique et la notoriété des SCV.

Propositions de définitions plus rigoureuses des SCV

a) pour les scientifiques

**cette proposition de définition est évidemment perfectible et pourra être réajustée en permanence à travers l'incorporation des avancées scientifiques obtenues sur le fonctionnement des SCV*

En plus de la description purement physique et technique des SCV déjà ancienne, la définition scientifique fait appel aux pluri -fonctions agronomiques gratuites , performantes et bénéfiques des SCV (services écosystémiques) aussi bien pour le sol , l'environnement , que pour la production agricole (critères quantité et qualité) . Ces fonctions sont mesurables , quantifiables au champ (in situ) ou/et au laboratoire ; parmi ces fonctions , diverses sont communes à tous les SCV , les caractérisent et leur confèrent le statut de SCV :

- Le coeur du fonctionnement des SCV : **La protection totale et permanente du sol sous une couverture végétale** ; le sol n'est jamais travaillé et est donc couvert à 100% tout au long de l'année (*c'est la puissante biomasse recyclée annuellement et la faune associée qui travaillent et structurent efficacement le sol*) , excepté sur la ligne de semis ou il peut parfois être légèrement découvert (3à10%) en fonction de la maîtrise et de la nature des outils de semis direct utilisés et au cours de certaines périodes climatiques exceptionnelles qui peuvent limiter fortement la croissance de la biomasse de couverture ; **cette protection permanente de la surface du sol distingue donc les SCV de la plupart des techniques regroupées sous le vocable d'agriculture de conservation** (cf. définitions en fin de chapitre) ; cette couverture importante du sol qui réunit parfois des résidus de biomasse issus de plusieurs années successives (fonction de la quantité et de la qualité de la biomasse et des conditions climatiques : *au Mexique par exemple au dessus de 2000m dans une succession annuelle céréalière intensive Maïs + Blé très forte pourvoyeuse de résidus , on peut retrouver les résidus superposés des 3 dernières années*) , est composée des résidus de récolte auxquels s'ajoutent la matière sèche souvent prépondérante en quantité et en biodiversité provenant des cultures associées à la culture principale ou pratiquées en succession annuelle qui utilisent tout le potentiel hydrique disponible surtout dans les horizons profonds du sol lorsqu'il existe des réserves d'eau profonde qui ont échappé aux cultures annuelles économiques (à l'image de l'écosystème forestier) . **C'est cette abondante couche de litière permanente au dessus du**

sol (milieu tamponné) + les systèmes racinaires correspondants + la faune du sol + la microflore associées qui vont conférer aux SCV, par leur nature et leur quantité sans cesse renouvelées (biodiversité fonctionnelle) , des fonctions multiples et complémentaires gratuites, communes à tous les SCV et d'intensité variable :

. **Fonction de protection et alimentaire** pour le sol et les cultures (*cycle d'accumulation-minéralisation de la biomasse , moteur de fonctionnement des SCV : la fertilité est dans la biomasse plus que dans le sol*) ,

. **Activation de nombreuses fonctions biologiques performantes et entretenues** (*pool des M.O., capacités de séquestration du Carbone et d'accumulation du N organique , biomasse et biodiversité microbiennes , activités enzymatiques, pouvoir endomycorhizogène , fonctionnement macro -biologique , etc.*),

. **Fonction recycleuse des nutriments** (*fonctionnement du système sol –plante en circuit fermé , sans pertes*) et **restructurante** du profil cultural , **transformations** et **augmentations de la CEC et du pouvoir de rétention des éléments nutritifs** ,

. **Fonction : contrôle naturel des adventices et des pestes végétales** nuisibles aux cultures

. **Fonction : contrôle naturel des maladies et des ravageurs des cultures,**

Plus, diverses fonctions plus spécifiques liées à la nature des biomasses de couverture, telles que , par exemple :

. **Fonction de neutralisation de l'acidité (AL3+)** des sols ferrallitiques les plus désaturés (*graminées du genre Brachiaria et légumineuses des genres Cassia et Stylosanthes*) ,

. **fonction de recyclage privilégié de K + (mils)** ,

. **Fonction de suppression de la pyriculariose du riz** (*mélange biomasse de Eleusine c. + Crotalaria sp .et autres mélanges d'espèces*) ,

. **Fonction de détoxification du sol par xénobiotiques , par les nématodes et autres êtres organismes vivants indésirables** (*divers mélanges d'espèces végétales*)

. **Fonction de contrôle naturel de la peste végétale des sols tropicaux fertiles : Cyperus rotundus** (*diverses espèces du genre sorghum*), etc ...

Tillage type definitions (www2.ctic.purdue.edu/Core4/CT/Definitions.html)

Conventional-till or intensive-till - Full width tillage which disturbs all of the soil surface and is performed prior to and/or during planting. There is less than 15 percent residue cover after planting. Generally involves plowing or intensive (numerous) tillage trips.

Reduced-till (15-30% residue)- Full-width tillage which involving one or more tillage trips which disturbs all of the soil surface and is performed prior to and/or during planting. There is 15-30 percent residue cover after planting

Conservation Tillage Types (30 percent or more crop residue left, after planting)

Any tillage and planting system that covers 30 percent or more of the soil surface with crop residue, after planting, to reduce soil erosion by water.

Ridge-till - The soil is left undisturbed from harvest to planting except for strips up to 1/3 of the row width. Planting is completed on the ridge and usually involves the removal of the top of the ridge. Planting is completed with sweeps, disk openers, coulters, or row cleaners. *Residue is left on the surface between ridges.*

Mulch-till – Full-width tillage involving one or more tillage trips which disturbs all of the soil surface and is done prior to and/or during planting. Tillage tools such as chisels, field cultivators, disks, sweeps or blades are used.

No-till/strip-till - The soil is left undisturbed from harvest to planting except for strips up to 1/3 of the row width (strips may involve only residue disturbance or may include soil disturbance). Planting or drilling is accomplished using disc openers, coulters, row cleaners, in-row chisels or roto-tillers. Other common terms used to describe No-till include direct seeding, slot planting, zero-till, row-till, and slot-till.

b) Pour les utilisateurs potentiels : agriculteurs, techniciens et agronomes du développement :

La caractérisation scientifique précédente des SCV est bien trop complexe, trop théorique et trop onéreuse pour être utilisable dans la pratique ; les utilisateurs doivent donc faire appel à des indicateurs de reconnaissance rapide, simples et accessibles à tous, sur le terrain.

Les indicateurs les plus sûrs et les plus fiables sont :

- **La couverture totale du sol, pendant et jusqu'à la fin de la saison sèche** quelle que soit son intensité et sa longueur,
- **Cette couverture importante et permanente** du sol peut être **soit morte, soit vivante**, et permet effectivement un contrôle moins onéreux et plus facile des adventices dans les cultures,
- **L'utilisation d'1 biodiversité fonctionnelle efficace** pour le processus de production (*critères de productivité et stabilité, de diversification et de qualité*), la reproductibilité environnementale et la viabilité des systèmes, **ce qui nécessite, dans la pratique, l'utilisation obligatoire de rotations et/ ou successions diversifiées des cultures et des biomasses additionnelles**,
- **Une productivité accrue** par rapports aux systèmes en vigueur, **plus stable**
- **, avec l'utilisation de moins d'intrants chimiques,**
- **L'augmentation régulière de la fertilité du sol et de sa capacité à produire**, en présence de moins en moins d'intrants chimiques pour maintenir des niveaux de rendements élevés, grâce en particulier à l'amélioration significative de son statut organique, soit la possibilité de pouvoir réduire progressivement et significativement les coûts de production,
- **La qualité différenciée des productions** (*qui devraient recevoir des prix compensateurs*), **en particulier totalement exemptes de résidus agrottoxiques et dotées de qualités organoleptiques supérieures** (*attention : analyses coûteuses qui devraient être réalisées par les acheteurs de l'agronégoce*)
-

2) LES VOIES SCV DU FUTUR

* **Rappel** : J'ai rédigé à ce sujet et à l'attention de l'équipe opérationnelle SCV , diverses notes entre 2007 et 2008 :

-Quelques réflexions sur les possibilité d'évolution de l'UR ,
-Quelques propositions pour faire évoluer nos projets SCV actuels vers des projets PAMPA/ANR ,

-Propositions de sujets et actions à débattre au sein de l'UR,

- SCV supprimeurs de la Pyriculariose ,

- Développement durable au nord Cameroun

Plus , le dossier semis direct « la symphonie inachevée du semis direct dans le Brésil central » en 2008, qui fait la synthèse de l'évolution des concepts , et des technologies viables , appropriables et reproductibles qui ont alimenté la construction de plus en plus performante des SCV au Brésil et sur le réseau tropical CIRAD/URI au cours de ces 20 dernières années .

Nos grands domaines d'intervention SCV de R-D et R-A , définis il y a déjà plusieurs années (Fiche URI L.Séguy), sont plus que jamais d'actualité (pour mémoire) :

- **Régénération des sols tropicaux dégradés – le leitmotiv d'action pourrait être : 1 ha de sol dégradé récupéré est égal à 1 ha de forêt préservée ,**

- **Défricher sans brûler ,**

- **Développement des SCV à minimums d'intrants chimiques, de plus en plus écologiques** , qui conduisent à des productions , des eaux et des sols, totalement propres, dans un environnement protégé (vers les écosystèmes cultivés en SCV, en conformité avec le cahier des charges de l'agriculture biologique sans utilisation de matière organique exogène et sans travail du sol)

- **Développement des rizicultures alternatives diversifiées** à travers l'utilisation conjointe des SCV et de variétés de riz poly-aptitudes créées pour et dans les SCV, à haut potentiel de production qui permettent d'augmenter très fortement la production de riz en conditions pluviales , dispensent de tout aménagement hydro -agricole en bas fonds , permettent de valoriser des aménagements hydrauliques dégradés sans nécessité de les réhabiliter et réduisent très significativement les coûts de production dans les périmètres aménagés (économie de l'eau , des intrants chimiques et des opérations culturales)

Nos outils de R-A et R-D sont performants et ont fait leur preuve : observatoires scientifiques pérennisés des matrices de systèmes de culture implantés à l'échelle du réseau SCV (création scientifique des innovations systèmes), outils méthodologiques (à travers une démarche qui allie celle du naturaliste et du modélisateur : ingénierie écologique , continuum « création- diffusion des innovations technologiques et formation pluri -acteurs », avec , pour et chez les agriculteurs dans leurs milieux , le profil cultural , etc..)

Parmi les recommandations qui peuvent contribuer à faire progresser significativement les SCV sur tous les plans (scientifique ; faisabilité technique ; viabilité ; productions, sols et eaux , **propres**) on peut citer , sous forme très simplifiée (extraits du doc « symphonie inachevée » et du cours international SCV UEPG/CIRAD) :

Stratégies actuelles

Elargissement de nos échelles d'intervention:

de la parcelle de culture aux unités de paysage

Cette échelle des « Unités de paysage » réunit les principaux niveaux d'étude imbriqués sur lesquels s'exercent facteurs climatiques et anthropiques :

- Les Parcelles (*système de culture*)
- Les Exploitations agricoles et Terroirs villageois ,
- Leurs Relations avec les espaces non cultivés , les ressources naturelles en général (*forêts , pâturages naturels et parcours , rivières et forêts galeries , etc..*)

Objectifs principaux visés

Cette approche scientifique intégrée aux divers niveaux d'échelle permettrait de fédérer rationnellement (*choix consentis des partenaires*) diverses équipes de recherche , pour :

- Amplifier le travail d'analyse du rôle des ressources naturelles dans l'économie
- Eviter les irréversibilités dans la consommation trop rapide des ressources naturelles ,
- Montrer l'importance des SCV associés - intégrés dans les aménagements d' ensemble des unités de paysage (*en particulier la récupération immédiate des espaces de plus grande fragilité*) , comme solutions de durabilité , de lutte contre la pauvreté et comme outils efficaces pour minimiser les impacts du changement climatique (*systèmes tampons*)

Economie de l'environnement

. Aménagement et Stabilisation , au moindre coût des Unités de paysage dans leur intégralité (*des sommets jusqu'aux bas fonds* ,) → Savoir Faire :

- Récupération- fixation Prioritaire des zones de fragilité dans les unités de paysage et forêts galeries (*couverts herbacés + ligneux à vocation élevage ou production de bois*)

- Lutte contre l'Irréversibilité de la dégradation des ressources → SCV diversifiés x aménagement conservatoire d'ensemble

- Approche des coûts de compensation, restitution de la dégradation des ressources :

- . Externalités ,
- . Conséquences sur aménagements hydrauliques à l'aval, et pollutions (*pesticides , nitrates*)

Evaluations sur cette dimension « Unités de Paysage » :

- Evolution des performances agronomiques et technico-économiques comparées entre systèmes traditionnels et SCV diversifiés ,

- Mise en œuvre de la gestion communautaire des ressources et des actions de fixation-régénération des sols dégradés ,

- Conséquences sur les transformations du paysage et sur les transferts de flux (*hydriques , biomasse, main d'œuvre , matériel , combustibles , biens d'équipement divers , etc..*)

- Définition et paramétrage d'indicateurs de durabilité :

- . Ressources disponibles : appréciation dynamique du Stock (*qualité et quantité*) ,
- . Formes de gestion (*en relation avec flux des produits et ressources et de leurs relations*)

Poursuivre et approfondir les grandes thématiques scientifiques:

- **Biodiversité fonctionnelle** : les couverts à partir de mélanges complexes et raisonnés (*additivité des fonctions agronomiques* « gratuites »):

- Contrôle naturel des pestes végétales et adventices de difficile contrôle ,
- Contrôle naturel des insectes du sol ravageurs des cultures (*riz pluvial en particulier*):
 - . Nature des couverts ,
 - . X souches de Métharizium , Beauveria ,trichoderma (*conditions de maintien et de propagation des souches*)
- SCV suppressifs de la Pyriculariose
- Contrôle mécanique des couverts associé ou non à l'utilisation d'herbicides naturels (*substitution du glyphosate* → *SCV biologiques , écologiques sans produits chimiques de synthèse*)
- Vie biologique des sols : indicateurs discriminants globaux de portée générale

Affinage de l'analyse scientifique des impacts des systèmes (sols, ressources x naturelles) à partir de l'outil de base fédérateur : les Matrices des systèmes outils simples de mesure des externalités, bilans hydriques et minéraux comparés:

- Modes de fonctionnement agronomique différenciés des systèmes de culture :
 - . Biodiversité fonctionnelle (*SCV à fort pouvoir d'impact sur la capacité des sols à produire sans intrant ou avec 1 minimum* → *écosystèmes cultivés SCV biologiques*)
 - . Externalités en général et leur coût de remplacement (*compensation : taxes environnementales*)
 - . Etat de la fermeture du système sol-cultures (*dynamique des éléments nutritifs , cations et anions ,conséquences sur les changements du complexe absorbant*)
 - . Activité Biologique des sols en général et Qualité biologique des productions , des sols et des eaux
 - . Capacité de séquestration du Carbone
 - . Capacité de fixation de l'Azote et sa dynamique
 - . Contrôle par voie biologique intégrée (*et mécanismes de fonctionnement*) des adventices , pestes végétales et des ravageurs des cultures (*sols et parties aériennes*)

Poursuivre le chantier des Rizicultures alternatives en SCV :

Création-sélection Riz Poly-aptitudes x milieux de culture (*aromatiques , gluants , taux amylose variables , aptitudes mixtes*)

- Aptitude des riz poly-aptitudes à la repousse x milieux de culture et déterminisme génétique

Rizi-piscicultures

Enjeu important dans le cadre des SCV de plus en plus écologiques , de modes de gestion biologiques des sols et des cultures .

Multi-fonctionnalité des couverts à mélange d'espèces (*biodiversité fonctionnelle*)

* d'après les travaux de notre équipe entre 1987 et 2005

. **Règle 1** : dans la composition des mélanges :

- Intégrer 1 culture d'intérêt commercial qui couvre les coûts d'implantation du couvert jusqu'à sa dessiccation avant semis de la culture commerciale

. **Règle N° 2** : la composition des mélanges est construite sur la complémentarité des fonctions agronomiques efficaces gratuites à fort impact sur la fertilité du sol et sur les performances du système de culture ; simultanément :

- Baisser les coûts de production
- obtenir des productivités élevées et stables

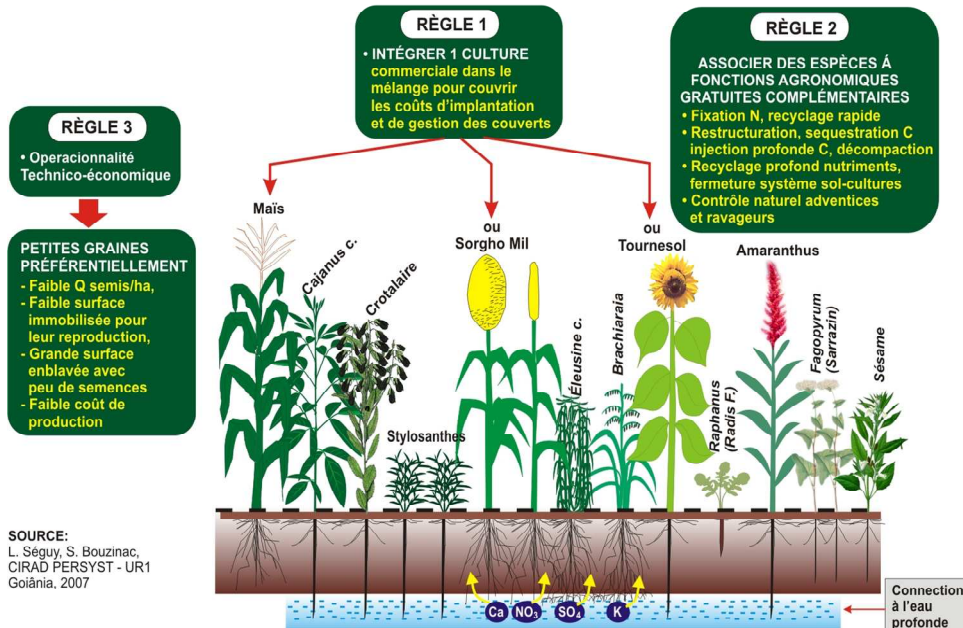
. **Règle N°3** : optimiser la faisabilité technico-économique des couverts en mélange ,

-Petites graines préférentiellement :

- . Faible quantité /ha → grande surface ensemencée avec peu de graines ,
- . Faible surface productive nécessaire à leur reproduction à la ferme

RÈGLES DE CONSTRUCTION DES COUVERTS MULTI-FONCTIONNELS DANS LES SCV

Exemple de la zone tropicale humide du Brésil Central - Forêts et Cerrados



FONCTIONS AGRONOMIQUES

- **Intensité de fixation gratuite de l'Azote et recyclage efficace**, rapide des reliquats azotés (*légumineuses* : *stilo.*, *Cajanus*, *Crotalaires*, *vesces*, *Alysicarpus*, *Arachis*, *etc.*... *crucifères* : *radis f.*)
- **Contrôle des adventices de difficile contrôle** (*Cyperus r.*, *Borreria al.*, *Commelina b.*, *Euphorbia het.*), *pestes végétales* (*Imperata cyl.*, *Chromoleneae l.*, *Mimosa in.*, *Cynodon d.*, *Stenotaphrum se.*) :
 - Sorghos, couverts à fort pouvoir de dominance (*genres Brachiaria*, *Cynodon*, *Pennisetum*, *Arachis*, *Cassia*, *desmodium*, *etc.*...) et insectes du sol ravageurs des cultures (*larves Coléoptères*, *punaises*, *termites*, *etc.*) :
 - Vesce velue, Radis fourrager,
- **Puissant pouvoir restructurant du profil cultural** :
 - Graminées : Genres *Brachiaria*, *Cynodon*, *Paspalum*, *Eleusine*, *sorghos*, *etc.*...
 - Plantes à pivots : Genres *Crotalaria*, *Cajanus*, *Amaranthus*, *Raphanus*, *etc.*..
- **Forte capacité de séquestration du Carbone** (*Graminées des genres Brachiaria*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Paspalum*, *Cynodon*, *Chloris*, *Setaria*, *Cenchrus*, *etc.*..)
- **Couverture durable du sol sous culture** : *sorghos*, *stilo.*, *etc.*..
- **Forte capacité de désintoxication du sol** (*polluants chimiques*, *nématodes*) : *Eleusine cor.* + *Crotalaires*, *Cajanus*, *etc.*..
- **Fonctions spécifiques** : recyclage préférentiel de K : Mils ; complexation de AL toxique : *Brachiarias* ; suppressivité maladies cryptogamiques (*ex: Pyriculariose du riz* → mélange *Eleusine cor.* + *Crotalaria sp.*) et ...autres fonctions à découvrir

Exemples de mélanges d'espèces à forte multi-fonctionnalité :

1/ Semis à la volée sous couvert de Soja (petites graines)

- 1/ Mils ou Sorghos + Crotalaires (mélange de 3 variétés)
- 2/ Mils ou Sorghos + Crotalaires + Radis fourrager (5 espèces)
- 3/ Mils ou Sorghos + Crotalaires + Radis F. + Stylosanthes (6 espèces)

- 4/ Mils ou Sorghos + Crotalaires + Radis F. + Stylo. + Amaranthus (7 espèces)
- 5/ Mils ou Sorghos + Crotalaires + Radis F. + Stylo. + Amaranthus + Sarrazin (8 espèces)
- etc...

2/ semis direct en séquence avec la récolte de soja (20/10-10/03)

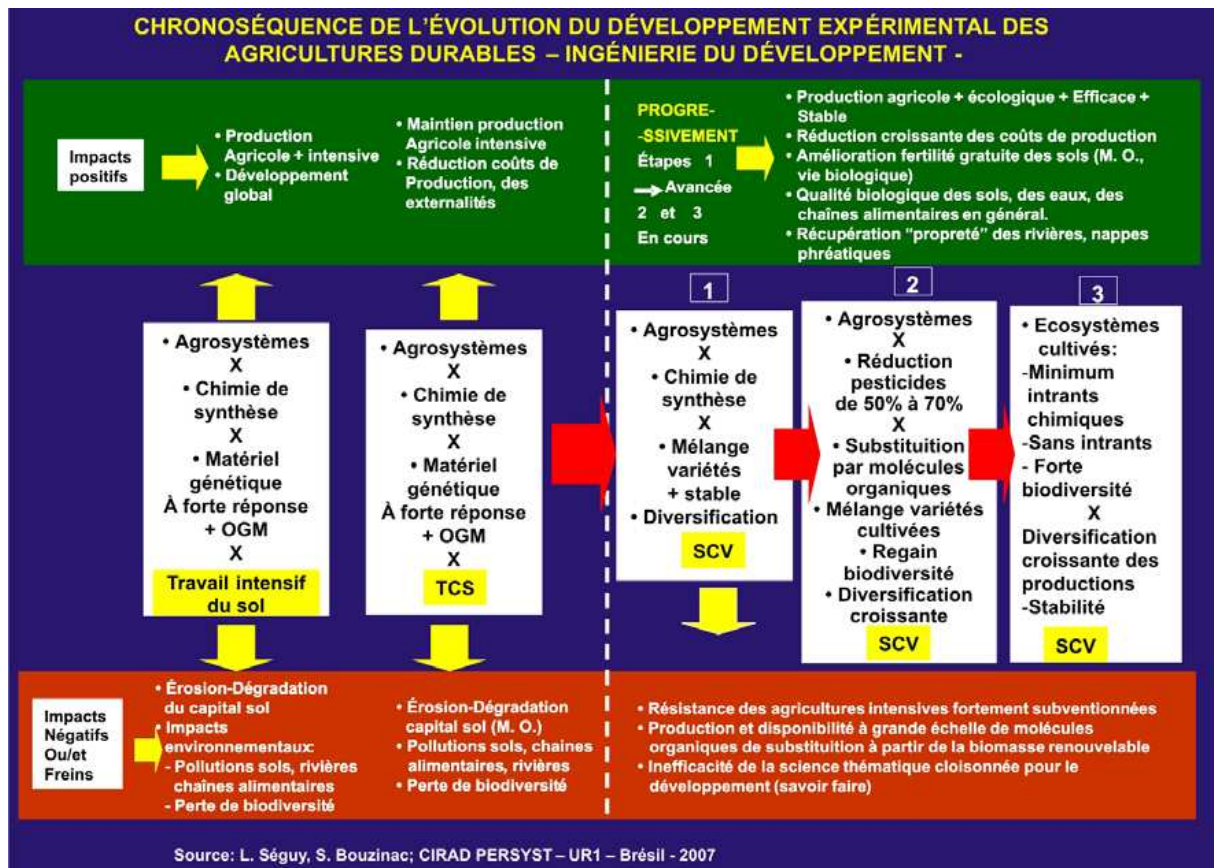
- 1/ Maïs hybride + Stylosanthes
- 2/ Maïs hybride + Stylosanthes + Brach.r.
- 3/ Maïs hybride + Stylosanthes + Brach.r.+ Crotalaires
- 4/ Maïs hybride + Stylosanthes + Brach.r.+ Crotalaires + Radis F.
- 5/ Maïs hybride + Stylosanthes + Brach.r.+ Crotalaires + Radis F.+ Amaranthes
- **OU/ET**
- 6/ Maïs hybride + Eleusine c. + Crotalaires
- 7/ Maïs hybride + Eleusine c. + Crotalaires + Stylosanthes
- 8/ Maïs hybride + Eleusine c. + Crotalaires + Stylosanthes + Radis F.
- 9/ Maïs hybride + Eleusine c. + Crotalaires + Stylosanthes + Radis F.+ Amaranthus

**à partir du 10/03 et jusqu'au 30/03 , le Maïs hybride doit être remplacé par 1 Maïs variété (moindre risque économique) ou par 1 sorgho , avec les mêmes espèces associées que ci-dessus .*

3/ Couverts en mélange comme précédents de la culture cotonnière (entre septembre et décembre)

- 1/ Mils ou Sorghos (BF80)
- 2/ Mils ou Sorghos (BF80) + Crotalaires (3 en mélange)
- 3/ Mils ou Sorghos (BF80) + Crotalaires + Radis F.
- 4/ Mils ou Sorghos (BF80) + Crotalaires + Radis F. + Amaranthes
- 5/ Mils ou Sorghos (BF80) + Crotalaires + Radis F. + Amaranthes + Sarrazin

- **Objectifs**:- maximum de biomasse à décomposition lente (Sorgho)
 - Fixation N et recyclage rapide reliquats
 - Contrôle naturel adventices et insectes ravageurs
 - Restructuration profil cultural
 - Contrôle naturel nématodes et maladies cryptogamiques



Les exemples précédents de biodiversité fonctionnelle ne s'appliquent qu'en zone tropicale humide (ZTH) et sont en cours de validation actuellement au Mato Grosso (*Campo Verde et Rondonopolis*); les travaux de recherches et plus précisément d'ingénierie écologique combinées à la recherche des meilleures viabilité et

faisabilité technique pour l'utilisation de ces mélanges d'espèces plus ou moins complexes , doivent en outre , pour répondre à une gestion « au plus près de l'écologique » , prendre en compte (*en cours au Brésil , avec déjà des résultats spectaculaires et reproductibles*) :

- la substitution du glyphosate ou autre desséchant chimique (*sulfosate*) par des modes de dessiccation non polluants des couverts (*roulage des biomasses associés à des solutions salines par exemple*),
- Rechercher l'efficacité maximum des couverts (*fonctions agronomiques « au plus près de l'optimum »*) en déterminant les modes d'associations les plus performants de ces espèces avec la culture principale économique : position sur la ligne et/ou dans l'interligne de la culture principale , quantité de semences minimums par espèce pour préserver l'efficacité optimum recherchée , au sein du mélange .
- Rechercher en même temps : optimums technique et économique de ces mélanges d'espèces (*faciliter leur appropriation par les agriculteurs*)

Les dernières missions que j'ai eu le privilège et l'immense plaisir de faire au Cameroun et en Asie entre septembre et octobre 2008 , ont mis en évidence de nouveaux éléments complémentaires aux propositions précédentes et fondamentaux pour la dynamique de création-diffusion des SCV qui sont le fruit de la créativité des agronomes en prise directe dans les problématiques des agricultures du sud ; ces **éléments nouveaux** concernent d'une part , **la sauvegarde et l'exploitation intelligente des espèces forestières à plus haute valeur ajoutée (bois précieux)** et d'autre part **l'attribution raisonnée et facile d'application de « crédits environnementaux »** dans les petites agricultures familiales du Sud :

a) **Sauvegarde intelligente et exploitation rationnelle des espèces arbustives forestières les plus précieuses** (*concept et réalisation de S. Boulakia -Cambodge*)

Au-delà des travaux de recherches déjà entrepris dans les grandes forêts au sud sur leur gestion durable , les espèces les plus précieuses (*très peu nombreuses à l'ha qui occasionnent de gros dégâts pour leur extraction*), S .Boulakia a eu l'idée géniale d'exploiter ces espèces dans les plantations industrielles d'hévéa , en réaménageant le peuplement d'Hévéa pour les intégrer en plantation exploitable industriellement (*lignes doubles d'hévéa , alternées avec 1 ligne d'espèce précieuse : cf .mon rapport Asie 2008*) ; le peuplement de ces précieuses espèces diversifiées au sein de la plantation d'hévéa est nettement plus élevé que dans la forêt native , leur coût d'exploitation est couvert par les revenus de la plantation d'hévéa ; le sol reste couvert de manière permanente par une couverture vivante de *Stylosanthès guianensis* gérée par roulage mécanique , qui protège le sol et le nourrit gratuitement et très efficacement (*fixation de 150 à 200 kg/ha de N , forte restitution par minéralisation, aux plantations de P, K, Ca , Mg , B, mn, Zn*) ; au bout de 30 ans d'exploitation (*durée moyenne d'exploitation de l'hévéa*) , ces espèces peuvent produire plus de 200 m³ /ha de bois précieux , soit un revenu de plusieurs centaines de milliers de dollars . Voilà une idée géniale de création de plantations industrielles qui peuvent permettre une exploitation rationnelle de ces espèces de bois précieux tout en les préservant (*germplasm vivant sans cesse renouvelé au sein des plantations d'hévéa , mais qui pourrait également intégrer des plantations industrielles de palmier à huiles , etc...*)

Ces principes pourraient également être appliqués à la reforestation dans les petites agricultures familiales ou ces espèces natives les plus précieuses pourraient être

intégrées à des repeuplement diversifiées d'espèces de rapport (*Bois , fruits , productions industrielles*) au lieu des replantations monospécifiques actuelles .

Ce type d'opération de reboisement à forte et précieuse biodiversité devrait être partie intégrante de nos travaux à mettre en œuvre (très urgent) sur la récupération des unités de paysage dégradées (aménagement d' ensemble dont reforestation + SCV agriculture –élevage , dans la rubrique fondamentale de économie de l'environnement : combien cela coûte ?)

b) Des « crédits environnementaux » de stimulation à la préservation –gestion raisonnée de la biomasse comme source de stimulation pour la diffusion rapide et consciente des SCV et , au final, la récupération -régénération rapide des sols dégradés (priorité absolue pour l'action au sud)

Un des obstacles principaux aux performances élevées et reproductibles des SCV et au final à leur diffusion rapide est la surexploitation de la biomasse ; cette dernière est en effet le combustible principal de ces systèmes : les SCV ne peuvent exprimer leurs multiples fonctions agronomiques gratuites et bénéfiques à la fois ,pour le sol , les productions et l'environnement qu' en présence de fortes biomasses diversifiées (*biodiversité fonctionnelle*) ; les performances des SCV sont très étroitement corrélées à la quantité et à la qualité annuelle de biomasse recyclée dans le système au –dessus du sol et dans le profil cultural (cf. doc. »*Symphonie inachevée ..2008*) ; or cette biomasse est quasi systématiquement ou exportée , ou brûlée et/ ou surpâturée par les animaux après les récoltes dans les petites agricultures familiales (*vaine pâture et élevage sédentaire*) ; pour contourner ce problème et conserver ce précieux combustible biomasse , on peut utiliser différentes solutions non exclusives (rappel) :

- utiliser des biomasses non appréciées par les animaux , (*crotalaires , Sesbania , etc..*)
- protéger systématiquement la biomasse des feux de saison sèche (*ceinture de Stylosanthès g. qui est un excellent pare feux*)
- dans le cas d'espèces fourragères qui fournissent de grosses quantités alimentaires en saison sèche , très convoitées au moment le plus crucial par les animaux, il faut bien sûr les protéger du feu mais également les exploiter rationnellement , donc ne pas systématiquement les surpâturer , pour que ces espèces puissent recouvrir puissamment le sol dès les premières pluies et refaire ainsi une couverture efficace (*fonctions : alimentaire , restructuration sol , contrôle naturel des adventices , etc..*) ; le pâturage tournant est une des techniques recommandables associée à l'application systématique d'1 petite fumure minérale après chaque passage des animaux , car ces espèces sont capables d'extraire beaucoup plus d'éléments minéraux du sol que les propres cultures et , peuvent ainsi si elles sont surexploitées , tirer rapidement la fertilité déjà basse du sol encore plus bas, très rapidement .

A ces différentes mesures qui doivent être comprises et prises au niveau communautaire , l'équipe de D.Olivier et O.Balarabé proposent , dans la première phase critique de lancement des SCV à large échelle , comme élément d'incitation, de démonstration des performances SCV et de conscientisation des agriculteurs , **d'allouer un « crédit incitatif environnemental » modulable en fonction de la quantité –qualité de biomasse conservée et gérée sur le sol** ; une grille de caractérisation de cette biomasse serait établie et servirait pour établir les montants différenciés de l'allocation à attribuer .

Cette démarche , très largement perfectible , est simple , beaucoup plus facile à mettre en œuvre que les crédits carbone dans les petites agricultures familiales du sud ; l'attribution de cette incitation financière environnementale ne couvrirait que les 3 ou

4 premières années de lancement d'opérations SCV de grande envergure ; elle serait attribuée par les opérateurs locaux à partir de financements incitatifs des bailleurs de fonds dans un premier temps et pourraient être ensuite relayées par des crédits locaux (à préciser)

Une autre règle fondamentale à faire rentrer dans les pratiques : plus la biomasse préservée est importante et plus les performances des SCV sont élevées car ils fonctionnent sur son cycle annuel de production –minéralisation ; la fertilité est plus dans la biomasse que dans le sol ; **on a donc tout intérêt , surtout sur les sols les plus dégradés à utiliser une fumure minérale conséquente pour mettre en route ce fonctionnement productif des SCV : on peut ensuite , après 2 ou 3 ans réduire considérablement ces fumures dans les SCV comme tous les intrants chimiques de manière générale .**

Les pratiques actuelles dans les petites agricultures les plus déshéritées du sud sont plutôt construites ,au démarrage des SCV , sur l'utilisation de très peu d'engrais (*pauvreté et coûts des engrais obligent !*) qui permet malgré tout de produire des biomasses conséquentes fourragères qui n'existaient pas dans les systèmes conventionnels mais qui sont immédiatement surexploitées par les animaux ou /et brûléestirant ainsi la fertilité du sol encore plus vers le bas ; les seuls avantages de ce système « zéro travail » (*mais non SCV*) c'est que l'érosion y est mieux contenue qu'en système traditionnel travaillé et qu'il procure , en général , une économie conséquente de main d'œuvre au semis .

Il est donc nécessaire , au démarrage d'opérations de diffusion SCV à large échelle **d'organiser dès le départ des conditions d'appropriation motivantes de ces SCV dont la préservation (ou/et gestion rationnelle) de la biomasse associée à l'utilisation d'une fumure minérale de bon niveau pour mettre en route toutes les fonctions agronomiques qui permettent aux SCV d'exprimer leurs performances pour la production , le sol et l'environnement .**

Enfin, pour fermer ce petit tour d'horizon et de rappels sur quelques voies SCV qui peuvent être fécondes :

- **il serait souhaitable également d'ouvrir un chantier consistant sur l'utilisation de l'écologie microbienne dans les SCV** ; parmi les disciplines importantes du grand monde de la biologie des sols ou l'ignorance domine très largement la connaissance , **l'écologie microbienne** peut trouver dans les SCV un champ considérable à la fois de progrès scientifique et d'application prolifique car **les SCV rendent les sols vivants** et créent ainsi toutes les conditions favorables non seulement au maintien - multiplication des souches microbiennes mais aussi à l'expression de leur efficacité pour booster diverses fonctions agronomiques gratuites et favorables à la production et sa stabilité . L'introduction **d'endomycorhizes** , souches de **Trichoderma** , **d'Azospirillum** et autres outils microbiens d'intérêt reconnu peut contribuer à faire progresser également les SCV dans la voie « au plus près de l'écologie » et nourrir scientifiquement cette discipline pour nous prioritaire : la biologie des sols , fondement du fonctionnement SCV .