



Annexe 3

Les unités agronomiques pour la conception de systèmes SCV : définition, identification, utilisation

Olivier HUSSON, Hubert CHARPENTIER, Roger MICHELLON
Tahina RAHARISON, Joachin RASOLOMANJAKA, Frank ENJALRIC,
Krishna NAUDIN, RAKOTONDRAMANANA, Lucien Ségy

Novembre 2012



Ministère de l'Agriculture

Les unités agronomiques

1. Rappels sur le fonctionnement des systèmes SCV

L'Agriculture de Conservation repose sur trois grands piliers :

- * un travail du sol minimum
- * une couverture permanente du sol, et
- * des rotations et successions de cultures.

Les systèmes en Semis Direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) font partie de la famille de l'Agriculture de Conservation. Ils cherchent à intensifier les processus écologiques, en particulier dans les sols, pour atteindre une production durable et remplir des services écosystémiques (intensification écologique). En reproduisant le fonctionnement d'un écosystème forestier, les systèmes SCV visent à accroître l'efficacité des pratiques d'Agriculture de Conservation par l'introduction de plantes de couverture multifonctionnelles, en association ou succession avec les cultures principales, à chaque fois que l'espace ou le temps le permettent. Cela conduit à une meilleure utilisation des ressources (en particulier l'eau), une protection permanente du sol, une forte production de biomasse et ainsi une restitution importante de matières organiques au sol.

Le prototypage de systèmes SCV innovants repose largement sur un modèle conceptuel de fonctionnement des systèmes SCV schématisé sur la page suivante.

Pour assurer la production, quatre grandes fonctions agronomiques doivent être assurées :



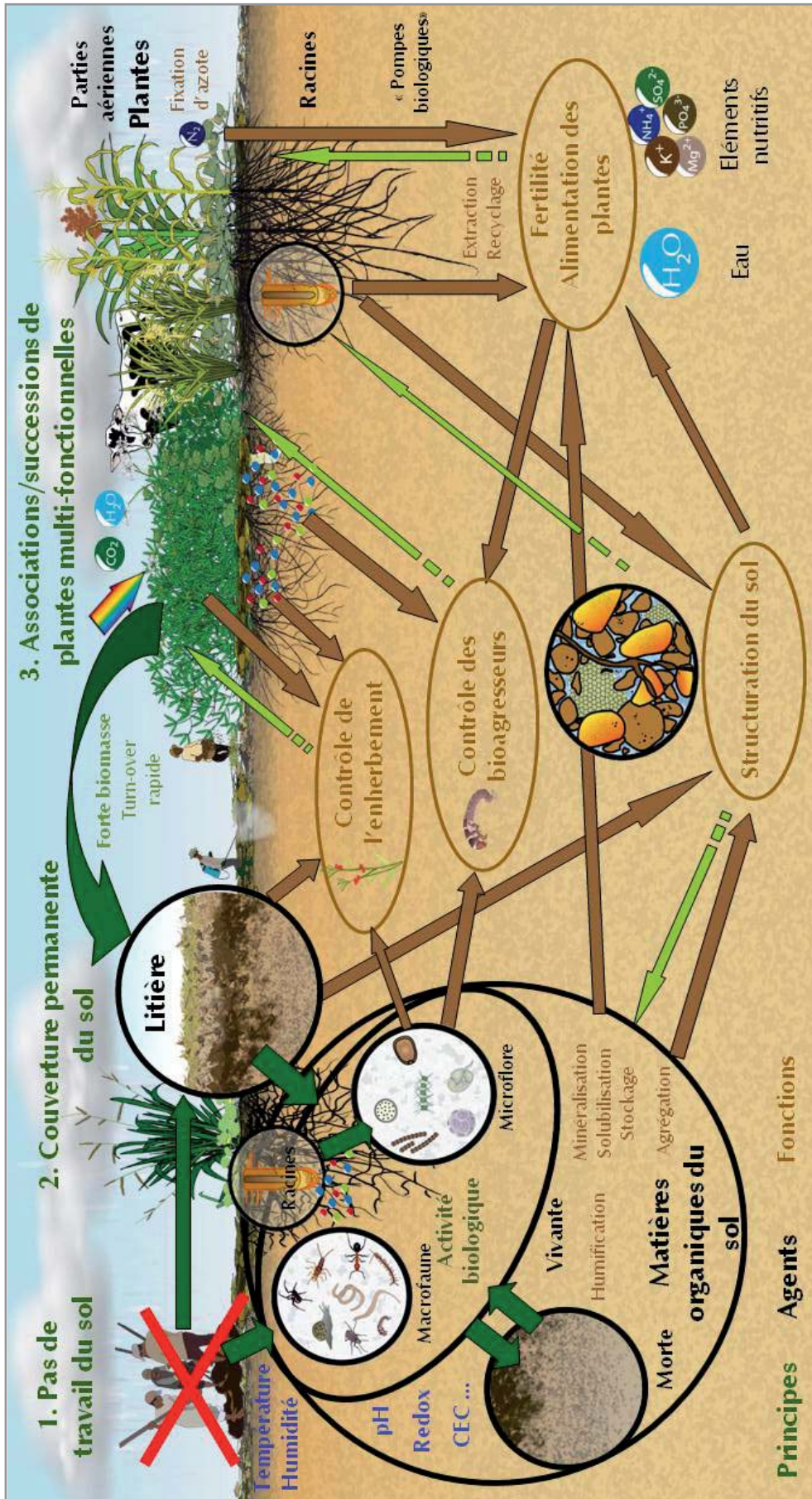
Structuration du sol par l'activité biologique

- * la structuration du sol ;
- * l'alimentation régulière des plantes en eau et en éléments nutritifs ;
- * le contrôle des adventices ; et
- * le contrôle des bioagresseurs.

En agriculture conventionnelle, ces quatre grandes fonctions sont assurées directement par les itinéraires techniques (travail du sol, apport d'engrais, irrigation, utilisation de pesticides, etc.). Dans les systèmes SCV, ces fonctions sont assurées par des agents qui agissent en interactions multiples. Les principes sur lesquels reposent l'agriculture de conservation visent à favoriser ces agents : plantes, litière, matières organiques du sol, micro-organismes, ingénieurs écologiques, etc.

Ainsi, la structuration du sol est assurée conjointement par les racines puissantes des plantes de couverture et des cultures, la matière organique du sol, et l'activité biologique intense. Le sol est de plus protégé en surface par la litière et les plantes (couverture végétale permanente). L'alimentation des plantes en eau est assurée par une bonne porosité du sol qui permet infiltration et stockage de l'eau, et par un enracinement profond des cultures. La nutrition des plantes est assurée par une minéralisation régulière, l'utilisation de « pompes biologiques » qui mobilisent et recyclent les éléments nutritifs non accessibles aux cultures, et un bon enracinement des cultures dans un sol bien structuré. Le contrôle des adventices est assuré par la couverture végétale permanente du sol, les plantes de couverture (compétition et effets allélopathiques) et l'activité biologique (destruction des graines d'adventices). Enfin, le contrôle des bioagresseurs est assuré par une bonne alimentation des plantes, des conditions de milieu qui sont peu favorables aux pathogènes (pH et potentiel redox), les plantes de services incluses dans la rotation et la mobilisation d'entomopathogènes conformément aux

Les unités agronomiques



Les principes de l'Agriculture de Conservation / SCV permettent de développer des agents (plantes, litière, matières organiques du sol, micro-organismes, ingénieurs écologiques, etc.) qui modifient le milieu et assurent les grandes fonctions agronomiques nécessaires à la production

Les unités agronomiques

principes de la gestion intégrée des ravageurs. En retour, ces conditions favorables aux micro-organismes et à la faune utiles et au développement des plantes permettent une bonne production de biomasse, qui alimente les cycles de la matière organique.

Les systèmes SCV cherchent ainsi à lever les contraintes principales du milieu en mobilisant des agents, et en premier lieu des plantes, qui modifient le milieu (porosité, température, humidité, pH, potentiel redox, Capacité d'Echange Cationique, etc.) et remplissent conjointement des fonctions agronomiques.

Pour les systèmes SCV, le troisième principe de l'Agriculture de Conservation (associations et successions de cultures) est considéré comme le plus important, celui qui permet de réel-



Systèmes SCV à très forte production de biomasse

lement mobiliser ces agents. La forte production de biomasse multifonctionnelle alimente la litière, qui alimente les matières organiques du sol, qui nourrissent à leur tour les organismes vivants dans un turn-over rapide. Tous ces agents assurent les différentes fonctions en interactions. Les deux premiers principes favorisent simplement le maintien des conditions favorables à ces agents, créées par le flux continu de matière organique engendré par la forte production de biomasse.

Dans ce modèle, la quantité de biomasse retournée au sol détermine largement l'intensité avec laquelle les services sont rendus, alors que la qualité de la biomasse (espèces végétales produites) détermine largement le type de service rendu.

La construction des systèmes SCV repose donc avant tout sur le choix des espèces intégrées dans les systèmes de culture. Les associations et successions de cultures et de plantes de couverture visent à :

- * optimiser la production de biomasse sans nuire au rendement de la culture principale et
- * inclure dans les systèmes de culture des espèces sélectionnées pour leur traits fonctionnels, capables de remplir le plus efficacement possible les fonctions agronomiques les plus contraintes dans une situation donnée.

Les espèces qu'il est possible d'associer ou d'inclure dans les successions, et donc les systèmes SCV qu'il est possible de construire, sont très fortement liés au milieu. La caractérisation du milieu d'intervention est donc une étape-clé dans le prototypage de systèmes SCV.

2. Définition, utilisation et intérêts des unités agronomiques

Les unités agronomiques sont définies de manière à constituer des ensembles homogènes, pour lesquels on peut proposer un ensemble de systèmes de culture en SCV communs. Il s'agit donc de la plus petite unité discriminante des possibilités de systèmes de culture. Ainsi, si tous les systèmes de cultures que l'on peut proposer sont identiques, les parcelles appartiennent à la même unité agronomique. A l'inverse, si des systèmes différents peuvent être proposés d'une parcelle à une autre, ces deux parcelles n'appartiennent pas à la même unité agronomique.

Ce concept d'unité agronomique constitue un outil pratique qui permet de structurer le milieu sur la base de quelques critères très simples, et ainsi d'appréhender facilement la grande diversité des situations. Cette structuration de l'espace sur des bases agronomiques permet de se repérer facilement dans le milieu et ainsi d'orienter efficacement les recommandations à apporter dans le cadre d'un véritable conseil à l'exploitation.

Ce concept d'unité agronomique adapté aux systèmes SCV constitue également un outil utile

Les unités agronomiques

dans le domaine de l'ingénierie agronomique, pour la mise au point de systèmes de culture: après identification des principales unités agronomiques d'une zone donnée, la conception de systèmes de culture se fait unité agronomique par unité agronomique.

Ces unités agronomiques peuvent aussi être utilisées pour la formation aux pratiques SCV, illustrant comment les systèmes sont construits en fonction des conditions propres à chaque unité agronomique et mettant en avant les clés de décision dans le choix des plantes à inclure dans les systèmes. Dans ce but, ce manuel pratique du semis direct à Madagascar est conçu autour de la notion d'unité agronomique: les systèmes à recommander pour une zone agroécologique sont présentés unité agronomique par unité agronomique (cf. volume IV). De plus, les fiches techniques par plante (cf volume III) et par système (cf volume V) font référence à ces unités agronomiques : chaque fiche comporte un paragraphe: «où les recommander» qui permet de resituer dans quels milieux ces plantes/systèmes de culture sont recommandés.

Enfin, ces unités sont utiles pour les projets de développement qui peuvent ainsi adapter les messages localement pour un conseil à l'exploitation. Elles facilitent aussi le pilotage de ces projets : pour le suivi des opérations de diffusion, la caractérisation des parcelles par cette notion d'unité agronomique dans les bases de données permet d'exploiter facilement et de manière cohérente les résultats agronomiques obtenus. On peut ainsi en tirer des informations importantes sur les performances des différents systèmes, dans les différentes conditions de mise en oeuvre. Cela permet en particulier d'évaluer à grande échelle la robustesse des différents systèmes (ou au contraire leur sensibilité aux conditions de mise en oeuvre). Enfin, ces unités permettent de définir des priorités d'intervention et de cibler des milieux dans lesquels des systèmes SCV ont des intérêts marqués et un fort potentiel de diffusion.

Pour une unité agronomique donnée, et par conséquent pour une gamme de systèmes donnée, il est également possible de définir des sous-unités agronomiques qui diffèrent entre elles non pas par les systèmes proposés (qui sont par définition tous semblables) mais par les itinéraires techniques à appliquer.

3. Construction et identification des unités agronomiques

La construction d'unités agronomiques homogènes nécessite l'identification des critères qui influencent les possibilités de systèmes. Il est également nécessaire de les hiérarchiser afin d'utiliser en priorité les critères les plus discriminants (qui conduisent à des différences importantes entre systèmes possibles).

2.1. Les critères discriminants les unités agronomiques

Les possibilités de culture sont avant tout liées à la fertilité des sols et au régime hydrique (inondation en saison, possibilité de contre-saison, possibilité d'irrigation, hydromorphie), en relation avec la position sur la toposéquence.



Sols riches de tanety et rizières exondées dans la vallée Hautes-terres

Exemple de sous-unités agronomiques

Dans une rizière à mauvaise maîtrise de l'eau, inondable, sans possibilité de contre-saison, le principal système proposable est du riz polyaptitude. Cependant, la variété de riz et la fertilisation à recommander sont différentes s'il s'agit d'une rizière organique peu évoluée ou au contraire d'une rizière argileuse.

Attention !

L'unité agronomique d'une parcelle prend en compte ses caractéristiques au moment de l'intervention. Les techniques SCV visant à faire évoluer le milieu (en particulier le niveau de fertilité et la compaction du sol), une parcelle peut/doit évoluer au fil du temps. Ainsi si les systèmes de culture proposés sont bien adaptés, une parcelle sur sol de *tanety* pauvre compactée devrait rapidement (en un à deux ans) devenir une parcelle sur sol de *tanety* moyennement riche, non compacté.

Les unités agronomiques

D'autres caractères influencent les possibilités de systèmes de culture (en particulier en augmentant le risque pour certaines cultures), comme la compaction du sol ou sa texture (sols très sableux).



Sols moyennement riches sur tanety et rizières à mauvaise maîtrise de l'eau Lac Alaotra

La position sur la toposéquence

La position sur la toposéquence influence à la fois la fertilité et le régime hydrique. Elle est en conséquence un facteur très discriminant des possibilités de système.

Pour Madagascar, on distingue en premier lieu les *tanety* et colluvions de bas de pente des plaines, vallées et bas-fonds.

Sur les Hautes-terres et dans le Moyen-Ouest, l'aménagement des *tanety* et colluvions de bas de pente en terrasses modifie à la fois le régime hydrique et la fertilité. Il convient donc de distinguer trois grandes situations sur la toposéquence :

- * **tanety et colluvions de bas de pente non aménagés** ;
- * **tanety et colluvions de bas de pente aménagés en terrasses** ; et
- * **plaines, vallées et bas-fonds**

La fertilité du sol

Le niveau de fertilité initial du sol détermine largement les possibilités de culture : les plantes exigeantes (riz, maïs, etc.) sont risquées et rarement rentables sur des sols pauvres, alors que les plantes peu exigeantes (manioc, pois de terre, etc.) sont peu cultivées par les paysans sur les sols les plus riches (réservés aux cultures exigeantes, plus appréciées).

Ce niveau de fertilité du sol influence également les plantes de couverture à proposer : sur des sols pauvres, on privilégie les plantes capables de remonter rapidement la fertilité (légumineuses, plantes recycleuses, etc.)

L'objectif étant de différencier simplement des possibilités agronomiques, l'origine du niveau de la fertilité n'est pas prise en compte et on ne considère que le niveau de fertilité de la parcelle au moment de l'intervention. Ainsi, un sol pauvre du fait d'une roche mère initialement pauvre est traité de la même manière qu'un sol originaire d'une roche mère riche mais qui a été dégradé et dont la fertilité est devenue faible.

Sur le plan agronomique, on distingue donc :

- * les **sols très pauvres**, souvent très sableux ou sur pente forte, sur lesquels même les cultures peu exigeantes se développent mal ;
- * les **sols pauvres**, sur lesquels les paysans savent que les seules cultures possibles/intéressantes sans engrais (ou de très fortes quantités de fumier) sont les cultures les moins exigeantes : pois de terre, manioc, arachide, etc. Les cultures exigeantes comme le riz ou le maïs, cultivées sans engrais, produisent des rendements inférieurs à 500-600 kg/ha ;
- * les **sols moyennement riches**, sur lesquels le riz peut être cultivé sans engrais, avec un



Sols pauvres sur tanety et rizières à mauvaise maîtrise de l'eau dans les bas-fonds Hautes-terres

Tanety : colline

Les unités agronomiques

rendement proche de 1 000 kg/ha (800 à 1 300 kg/ha). S'ils ne sont pas trop acides, ces sols peuvent également produire environ 1 000 kg/ha de maïs (qui est beaucoup plus sensible à l'acidité que le riz);

* les **sols riches**, sur lesquels riz ou maïs peuvent être cultivés sans engrais, avec des rendements supérieurs à 1 500 kg/ha.

A de rares exceptions près (comme les rizières aménagées sur des sols très pauvres d'anciennes terrasses géologiques dans le Sud-Est), les sols situés en bas de toposéquence (plaines, vallées, bas-fonds) sont moyennement riches à riches. De plus, l'aménagement en terrasses des *tanety* et colluvions de bas de pentes conduit à un enrichissement ce qui fait que les sols de ces parcelles sont généralement moyennement riches.

La compaction du sol

Le niveau de compaction du sol doit être pris en compte sur les *tanety* du fait de sa forte influence sur la pénétration des racines et en conséquence sur la réserve utile en eau et l'accès aux nutriments. Sur ces sols, les plantes à système racinaire puissant, capable de pénétrer en profondeur et d'injecter du carbone dans le sol sont à privilégier (*Brahiaria* en particulier). Les cultures sensibles à la compaction, comme le riz, doivent être évitées d'autant plus que le climat est contraignant (saison des pluies courte et/ou irrégulière) et que le semis est tardif.

Comment évaluer le niveau de fertilité du sol

L'appréciation de la fertilité du sol peut se faire par observation des cultures et de la flore en place. Certaines plantes sont indicatrices d'une bonne fertilité (*Conyza sp.*, *Ageratum conyzoides*, *Galingsoga parviflora*, etc) D'autres au contraire indiquent des sols pauvres, surtout si leur développement est faible (*Aristida sp.*, etc.). L'annexe I présente les caractères indicateurs de nombreuses espèces de la flore de Madagascar et peut être utilisée en ce sens.

De plus, les paysans connaissent bien le niveau de fertilité de leurs sols et adaptent les cultures en fonction de cette fertilité. Sur sol pauvre, ils ne cultivent pas (en général) de riz ou de maïs, et s'ils le font tout de même, les rendements sont très faibles (< 500 kg/ha sans engrais). Ainsi, il suffit de leur poser simplement la question : «peut on cultiver du riz ou du maïs sur cette parcelle et si oui, quel rendement peut on espérer ?»

Comment évaluer la compaction du sol

Le meilleur moyen d'évaluer le niveau de compaction d'un sol est d'y creuser un trou. La résistance du sol au creusement donne une idée des éventuels horizons de compaction. Mais attention : cette résistance est variable selon le niveau d'humidité du sol. Un sol très sec peut sembler être compacté alors que le même sol humide ne l'est pas!

L'observation des profils de racines peut aussi donner une bonne idée du niveau de compaction, et en particulier permettre d'identifier des horizons compactés, que les racines ne traversent pas. Attention là encore car la croissance des racines peut aussi être limitée par des phénomènes chimiques (acidité, nappe d'eau, etc.)

Enfin, le son émis par un objet (manche de couteau par exemple) qu'on frappe sur le sol est un très bon indicateur du niveau de compaction. Plus le sol est compacté, plus le son émis est aigu. A l'inverse, plus le son est grave, moins le sol est compacté.



Rizières à mauvaise maîtrise de l'eau, sols pauvres sur *tanety* et zones de fragilité. Lac Alaotra

Les unités agronomiques

Le régime hydrique en saison et les possibilités de contre-saison

Le régime hydrique est un critère fortement discriminant des possibilités de systèmes de culture. Trois critères sont à prendre en compte :

* **Les risques d'inondation en saison.** Une inondation prolongée (plus de 4 à 5 jours consécutifs) des parcelles sans possibilité de drainage rapide fait que la seule culture possible en saison est le riz (seule culture capable de supporter une inondation prolongée). En revanche, si le risque d'une telle inondation est faible, pratiquement toutes les cultures sont techniquement possibles et le choix des systèmes proposés est très large. On distingue ainsi dans un premier temps :

- . les **parcelles inondables**, sans possibilité de drainage
- . les **parcelles exondées**
- . les **parcelles dans les plaines et bas-fonds drainés.**

* **L'accès à l'irrigation en saison** permet de sécuriser des cultures risquées comme le riz et influence en conséquence les recommandations en matière de systèmes de culture. De manière générale, dans des parcelles bien irriguées, la culture de saison privilégiée par les paysans est le riz.

On distingue trois types de parcelles en fonction du niveau de maîtrise de l'eau (en saison) :

- . les parcelles **non irriguées** ;
- . **les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau** (RMME), pour lesquelles un apport d'eau est possible à certaines périodes, mais pas durant toute la saison (arrivée tardive de l'eau en début de saison ou au contraire départ précoce en fin de saison) ;
- . **les rizières irriguées** dans lesquelles on a la possibilité d'apporter de l'eau en saison, quand on le souhaite (mais dont on ne maîtrise pas forcément le drainage).

* **Les possibilités de conduire une contre-saison.**

Dans les climats chauds et humides toute l'année, plusieurs cycles de cultures sont possibles, y compris sur les *tanety*. En revanche, dans les milieux avec saison sèche, les possibilités de contre-saison sont d'autant plus limitées que la saison des pluies est courte. De même, dans les milieux sub-tempérés ou tempérés les possibilités de culture sont également limitées par la saison froide. Par «possibilité de conduire une contre-saison» on entend la possibilité d'installer une plante (pas nécessairement une culture) après la récolte de la culture ou en dérobé dans la culture et qui va se développer durant une grande partie de la saison sèche et/ou froide. En saison sèche, cette possibilité repose essentiellement sur l'accès des racines

«Possibilité de contre-saison»

La frontière entre milieux qui permettent une contre-saison et ceux qui ne la permettent pas peut parfois sembler «floue». Certains milieux vont offrir la possibilité de cultiver un grand choix de plantes en contre-saison, y compris des cultures. A l'inverse, certains milieux (sur *tanety* en particulier) ne permettent tout simplement pas d'installer une plante qui se développerait en contre-saison, même installée en dérobé dans la culture. Entre ces deux situations extrêmes, il existe de nombreuses situations intermédiaires, qui vont permettre l'installation d'un nombre limité de plantes en contre-saison. Il faut alors utiliser des plantes au système racinaire puissant et se développant rapidement, capables de «s'ancrer» dans la nappe phréatique et de suivre sa descente. Il faut souvent aussi les installer en dérobé dans la culture principale pour qu'elles aient le temps de s'implanter suffisamment avant la fin de la saison des pluies. Pour l'identification de l'unité agronomique d'une parcelle donnée, on classe comme parcelle permettant une contre-saison toute parcelle pour laquelle au moins une espèce peut être installée, même en dérobé, et se développer pour produire une biomasse significative en contre-saison.

Les unités agronomiques

des plantes à la nappe phréatique et donc de sa profondeur, de sa vitesse de descente en saison sèche et des éventuelles ruptures de capillarité. Sur *tanety*, la contre-saison est rarement possible dans les climats à saison sèche marquée. En saison froide, la température limite les espèces capables de se développer et leur production de biomasse.

Ces possibilités de conduire une contre-saison déterminent largement les systèmes de culture. En cas d'impossibilité de conduire une contre-saison, la production de biomasse et la diversité des cultures doivent être assurées durant la saison des pluies, par des associations et des successions inter-annuelles. En revanche, la possibilité d'installer une plante en contre-saison permet d'augmenter la production annuelle totale de biomasse et de conduire des successions intra-annuelles.

L'hydromorphie

En climat humide et/ou dans des situations topographiques particulières (cuvettes où l'eau s'accumule), le caractère hydromorphe des sols doit impérativement être pris en compte. Sur des sols hydromorphes, la seule culture qui peut être recommandée en saison est le riz, ce qui limite fortement le choix des systèmes de culture.



Bas-fonds drainés et sols hydromorphes sur tanety Sud-Est

Généralisation du concept des unités agronomiques

A Madagascar, ces caractères permettent de discriminer correctement la grande majorité des unités agronomiques pour le choix des systèmes SCV. Trois autres caractères peuvent cependant être à prendre en compte pour couvrir plus largement l'ensemble des situations, au delà des conditions de Madagascar :

- * le niveau d'acidité du sol, qui est un caractère très important influençant fortement les possibilités de culture et les performances des différentes espèces de plantes cultivées et de plantes de couverture utilisées en SCV
- * la salinité éventuelle si on se trouve en bord de mer (deltas, lagunes)
- * les possibilités d'irrigation en contre-saison

Toutefois, ces trois caractéristiques importantes ne sont pas discriminantes à Madagascar où la très grande majorité des sols sont acides (les sols basiques y sont exceptionnels), où les milieux où sont proposés les systèmes SCV ne sont pas influencés par la salinité et où l'accès à l'irrigation en contre-saison est exceptionnel.

2.2. La détermination des unités agronomiques

La détermination de l'unité agronomique pour une parcelle donnée est extrêmement simple. Il suffit d'identifier dans un premier temps sa **position sur la toposéquence**.

Sur les ***tanety* et colluvions de bas de pente** non aménagés en terrasse, il suffit alors d'estimer le niveau de **fertilité** de la parcelle, puis de vérifier la **compaction**. Dans les zones très humides, on s'attache en plus à vérifier l'hydromorphie éventuelle.

Sur les **terrasses aménagées et dans les plaines, vallées et bas-fonds**, il suffit de déterminer en premier lieu les **risques d'inondation**, puis les **possibilités d'irrigation** et enfin les **possibilités de conduire une contre-saison**.

Il suffit donc de se poser trois ou quatre questions très simples pour déterminer l'unité agronomique, suivant le schéma suivant:

Les unités agronomiques



Position sur la toposéquence
 Tanety et bas de pente

Tanety et bas de pente aménagés en terrasse
 (Hautes-terres et Moyen-Ouest)

Plaines, vallées et bas-fonds



Parcelles exondées
 Non irriguées
 Contre-saison dépendant des précipitations

Inondation
 Parcelles exondées
 Sols riches ou moyennement riches

Sols riches ou moyennement riches

Sols riches ou moyennement riches

Sol pauvre Exondé
 (Ancienne terrasse géologique)

Fertilité
 Sol très pauvre
 Sol pauvre
 Sol moyennement riche
 Sol riche

Irrigation
 Non irriguée
 Mauvaise maîtrise
 Irriguée

Parcelles exondées
 Non irriguée
 Mauvaise maîtrise
 Irriguée

Parcelles inondables
 Non irriguée
 Mauvaise maîtrise
 Irriguée

Parcelles drainées
 Mauvaise maîtrise

Inondation par le lac

Les unités agronomiques

Zone d'inflexion, forte pente	→	Zone de fragilité (Moyen-Ouest et lac Alaotra)
Sol sableux (Cordons littoraux)	→	Sol sableux très pauvre non compacté (Sud-Est et Sud-Ouest)
Sol hydromorphe	→	Sol pauvre de <i>tanety</i> hydromorphe (Sud-Est)
Sol compacté	→	Sol pauvre de <i>tanety</i> compacté (Toutes zones)
Sol compacté	→	Sol moyennement riche de <i>tanety</i> compacté (Toutes zones)
Sol non compacté	→	Sol moyennement riche de <i>tanety</i> non compacté (Toutes zones)
Sol compacté	→	Sol riche de <i>tanety</i> compacté (Hautes-terres)
Sol non compacté	→	Sol riche de <i>tanety</i> non compacté (Hautes-terres)

Compaction

Contre-saison

Contre-saison impossible	→	Pseudo-rizière non irriguée sur terrasse sans possibilité de contre-saison
Contre-saison possible	→	Pseudo-rizière non irriguée sur terrasse avec possibilité de contre-saison
	→	Cf. Rizière à mauvaise maîtrise de l'eau, exondée, dans plaine ou vallée
	→	Cf. Rizière irriguée, exondée, dans plaine ou vallée
Contre-saison impossible	→	Sol exondé dans la plaine, <i>baibo</i> et bourrelet de berge, sans possibilité de contre-saison (lac Alaotra, Moyen-Ouest, Sud-Est)
Contre-saison possible	→	Sol exondé dans la plaine, <i>baibo</i> et bourrelet de berge, avec possibilité de contre-saison (lac Alaotra, Moyen-Ouest, Sud-Est)
Contre-saison impossible	→	Rizière à mauvaise maîtrise de l'eau, exondée, sans possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison possible	→	Rizière à mauvaise maîtrise de l'eau, exondée, avec possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison impossible	→	Rizière irriguée exondée sans possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison possible	→	Rizière irriguée exondée avec possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison impossible	→	Pseudo-rizière non irriguée, inondable, sans possibilité de contre-saison
Contre-saison possible	→	Pseudo-rizière non irriguée, inondable, avec possibilité de contre-saison
Contre-saison impossible	→	Rizière à mauvaise maîtrise de l'eau, inondable, sans possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison possible	→	Rizière à mauvaise maîtrise de l'eau, inondable, avec possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison impossible	→	Rizière irriguée inondable sans possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Contre-saison possible	→	Rizière irriguée inondable avec possibilité de contre-saison (Toutes zones)
Sol très organique	→	Rizière très organique à tourbeuse dans plaines et bas-fonds drainés (Sud-Est, lac Alaotra)
Sol hydromorphe argileux	→	Rizière hydromorphe argileuse dans plaines et bas-fonds drainés (Sud-Est, lac Alaotra)
	→	Rizière en bordure du lac, inondée en fin de saison des pluies (Lac Alaotra)
	→	Terrasse ancienne pauvre (Sud-Est)

Les unités agronomiques

4. Les grands types de systèmes SCV par unité agronomique

A partir de ces unités agronomiques qui reflètent les contraintes et les possibilités d'associations et de successions de plantes, il est possible d'extraire des principes simples pour le prototypage de systèmes SCV.

Sur les *tanety*, la grande diversité des espèces cultivables offre des possibilités importantes de systèmes SCV. Certains systèmes présentent de nombreux intérêts et permettent la restauration et le maintien de la fertilité de ces sols. Les sols riches et moyennement riches permettent d'installer rapidement des systèmes SCV performants. A l'inverse, la phase de transition vers les systèmes SCV est plus lente et plus difficile sur les sols dégradés. On cherchera avant tout à décompacter les sols compactés et à restaurer la fertilité des sols pauvres, ce qui peut être considéré comme un investissement des premières années.

Seuls les **climats sans saison sèche marquée** permettent de conduire des successions de cultures. Le fonctionnement des systèmes SCV sous ces climats exige une très forte production de biomasse annuelle à rechercher en priorité par **associations et successions**.



Sols riches sur *tanety*. Hautes-terres

Les **climats à saison sèche marquée** ne permettent pas une telle production de biomasse, mais la minéralisation y étant plus lente, une moindre biomasse leur permet de fonctionner correctement (cf volume I). Dans ces conditions, on cherchera des **associations** de cultures et plantes de couverture autant que possible, pour produire une très forte biomasse au moins un an sur deux.

Les sols exondés dans la plaine, les *baiboho* et les bourrelets de berges qui permettent tous types de cultures offrent de très nombreuses possibilités de systèmes SCV avec **associations et successions** de cultures dans la plupart des situations, les systèmes racinaires des plantes de couverture pouvant très souvent accéder à la nappe phréatique dans ces milieux. Comme sur les sols de *tanety* moyennement riches ou riches, les systèmes SCV y sont très performants, et faciles à mettre en œuvre rapidement.

Sur les terrasses, dans les plaines, vallées et bas-fonds, dans des parcelles **exondées** sur lesquelles une **contre-saison est possible**, divers systèmes SCV sont possibles, avec **associations et successions sur couvertures mortes**, mais aussi **cultures sur couvertures vives**. En l'absence d'irrigation, du riz ou du maïs associé à une légumineuse (mais d'autres cultures y sont possibles) peuvent être proposés en saison, suivis d'une plante de couverture (souvent une légumineuse) en contre-saison. Dans les rizières non irriguées ou à mauvaise maîtrise de l'eau sur lesquelles les paysans tiennent à cultiver du riz en priorité, les systèmes SCV proposent de ne pas conduire le riz selon des principes de culture irriguée, mais au contraire de l'installer en conditions pluviales. La culture du **riz** en semis direct sur la couverture végétale produite par la plante de couverture en **succession** en contre-saison permet un semis précoce et limite ainsi le risque de stress hydrique. Dans les rizières irriguées en revanche, les paysans préfèrent généralement une conduite du riz selon des pratiques de riziculture irriguée. Les pratiques de SRI (Système de Riziculture Intensif) ou SRA (Système de Riziculture Améliorée) peuvent y être préconisées, en rotation avec des plantes de couverture alors utilisées en engrais verts.

Sur les terrasses, dans les plaines, vallées et bas-fonds, dans les parcelles **inondables**, seule la culture de riz est possible en saison ce qui limite fortement les possibilités de SCV. Dans les parcelles où la **contre-saison est possible**, les **successions riz/légumineuses** sont très intéressantes, surtout conduites en semis direct dans les parcelles non irriguées ou à mauvaise maîtrise de l'eau. Dans les parcelles où la **contre-saison n'est pas possible**, les systèmes SCV proprement dits ne peuvent être mis en œuvre. On peut seulement proposer une installation du riz en conditions pluviales, avec utilisation de **variétés poly-aptitudes** et d'herbicides.