

## Les systèmes de culture sur couverture végétale : des systèmes durables

Michel Raunet

Cirad-ca, TA 74/09  
34398 Montpellier Cedex 5  
France

**Les systèmes de culture sur couverture végétale (Scv) sont une solution d'avenir pour les plantations forestières. Michel Raunet nous livre quelques considérations sur ces méthodes agroécologiques, transposables à la foresterie.**

Un Scv est un ensemble sol-système de culture, où le sol n'est jamais dénudé – grâce à une couverture végétale permanente – et jamais travaillé. Au bout de quelques années, ce système de culture trouve son équilibre dynamique. En effet, son organisation et son fonctionnement (processus biologiques et flux physico-chimiques) se maintiennent grâce aux échanges avec l'extérieur : eau, intrants, gaz, rayonnement...

Après avoir précisé le sens des mots durable, cybernétique et résilience, essayons de les appliquer aux Scv, en considérant ces systèmes autrement que comme des boîtes noires.

### Sens et pertinence du mot « durable »

Tout nouveau concept rencontre du succès à ses débuts, lorsqu'il répond à une attente dans un domaine spécifique. Avec l'usage, ce concept subit une inévitable « entropie » de son sens d'origine qui prend, alors, de plus en plus de « jeu ». Il en est ainsi du terme « durabilité », traduit de l'anglais « *sustainability* » (inventé il y a déjà quinze ans), qui tend actuellement à ne plus avoir de sens précis tellement il est utilisé en tous contextes et circonstances.

Pourtant, bien des programmes, des congrès mondiaux, des instituts et même des ministères sont consacrés à la dévotion de la durabilité, dont on ne sait plus trop à quoi elle s'applique (en principe au « développement » mais ce terme est aussi devenu très imprécis). Tout est durable ou doit être durable. Il faut chasser l'éphémère ! C'est devenu une antienne obligatoire.

Cette érosion du sens fait penser à certains antibiotiques ou herbicides qui, à force d'être utilisés à haute dose, provoquent par pression de sélection l'apparition de bactéries ou d'adventices résistantes et qui finissent par perdre toute efficacité, c'est-à-dire tout « sens » précis. Pour retrouver une efficacité, il faut parfois associer plusieurs antibiotiques ou molécules herbicides. Les associations sont souvent plus efficaces que les potions uniformes. En sémantique, c'est analogue. Un concept, pour continuer à être précis avec le temps, peut devoir se traduire par une association de deux ou trois concepts, en partie redondants, et eux-mêmes peut être flous ou « dégradés ».



Plants de soja sur couverture morte de mil. Cerrados, Brésil.  
Photo L. Séguy.

### Qu'est-ce qu'un système durable ?

Tout système qui fonctionne de façon stable et qui se maintient sans se dégrader dans une certaine tranche temporelle peut être qualifié de durable. Exprimé autrement, un tel système doit être en partie auto-régulé, résister aux fluctuations extérieures, être partiellement auto-recycleur et sélectivement ouvert pour ses échanges vitaux, de matière et d'énergie.

### Sens de « cybernétique »

Comme le terme de « durabilité », celui de « cybernétique », autrefois précis et cantonné aux théories de l'information et de la rétroaction, se vulgarise de nos jours, en sortant de son contexte d'origine, pour désigner tout ce qui touche à l'utilisation des ordinateurs, de l'informatique et du Web. Cybernétique, issu du grec, signifie littéralement « science ou art de gouverner ». Initialement (vers les années 1940-1950, avant l'avènement des ordinateurs), il était appliqué aux technologies du téléguidage balistique en matière militaire. Ensuite, très vite, dès le début de la théorie générale des systèmes (entre 1950 et 1960), ce terme a été employé pour les théories de la circulation de l'information, du contrôle et de l'auto-régulation des systèmes complexes.

La cybernétique, dans son sens originel, implique donc la notion d'éléments ou de processus d'un système qui fonctionne avec des boucles de rétroactions (*feed-back*). Une cause provoque un effet qui rétroagit sur cette cause, pour soit auto-réguler le système (rétroaction négative, à effets antagonistes), soit le faire se dégrader et finalement le faire « exploser » (rétroaction positive, à effets amplificateurs).

### Qu'est-ce qu'un système cybernétique ?

On voit, déjà, qu'un système dynamique « durable » est un système cybernétique ouvert sur l'extérieur, « agi » par des rétroactions. Dans ce système, le jeu des éléments sous contrôle mutuel (contrôle interne) et des échanges (contrôle externe) maintient la structure et le fonctionnement de l'ensemble, donc son intégrité et sa cohérence. Mais un système durable n'est pas que cela.

## Sens de « résilience »

On en arrive naturellement au concept de « résilience », autre terme dont le sens originel a évolué et qui recouvre en partie celui de cybernétique, précédemment décrit. Son usage originel était restreint au domaine de la résistance des matériaux. Une substance résiliente est celle qui « résiste » aux chocs, jusqu'à un certain point. Autrement dit, la résilience représente l'énergie nécessaire pour briser une section de métal donnée.

Actuellement, on applique ce mot de résilience, en analogie avec son sens premier, pour qualifier le fait qu'un système complexe agressé par un agent extérieur est capable « d'encaisser les chocs » (processus brutaux et discontinus) sans perdre son intégrité, en absorbant son énergie. Si ce système se déforme, il est capable de revenir à l'équilibre antérieur, lorsque le facteur perturbant disparaît. La résilience d'un système est antagoniste de son entropie.

## Les Scv : des systèmes durables

Pour en revenir aux Scv, lorsque leur équilibre de fonctionnement biologique est atteint (entre trois et cinq ans), nous prétendons que nous avons affaire à des systèmes dynamiques durables, car ils répondent aux critères de systèmes à la fois cybernétiques, résilients et recycleurs. Cette affirmation est étayée par les faits suivants.

Les Scv constituent des bioréacteurs avec les sols qui les supportent et qui en sont une composante essentielle : éléments organiques, vivants ou morts (racines, faune, microflore, résidus de cultures, litières...). Ils utilisent l'eau, les gaz de l'air ( $O_2$ ,  $CO_2$ , azote...) et l'énergie (lumineuse, thermique, chimique, mécanique...) qu'ils reçoivent pour fonctionner et se maintenir car un système fermé meurt, au sens thermodynamique. Ils s'entretiennent grâce au jeu d'interactions et de rétroactions multiples, d'ordre biologique, physique, chimique : ces systèmes sont, donc, de nature cybernétique. De plus, ils absorbent et amortissent les aléas et les « variabilités » extérieurs sans se dégrader. C'est-à-dire qu'ils reprennent leur état quand ces contraintes disparaissent : ces systèmes sont, donc, résilients. La couverture végétale contribue fortement à la résilience du système, puisqu'elle lui permet d'absorber les « chocs » naturels ou anthropiques (passage des engins, agressivité des pluies, variations de température...) et de garder son intégrité (érosion supprimée...) vis-à-vis des agressions. Au contraire, la suppression de la couverture amputerait gravement le système qui se dégraderait rapidement, sous l'effet de l'érosion, la compaction, la lixiviation... Ce système aurait une résilience très fortement diminuée et sa mort serait accélérée.

En revanche, les Scv qui fonctionnent bien sont aussi des systèmes auto-recycleurs où, en principe, rien ne se perd en profondeur ni en surface. Ainsi, la litière est en recyclage permanent. La faune et la microflore digèrent la litière et mettent les nutriments à la disposition des plantes, dont les résidus et la biomasse morte réalimentent cette litière. Les éléments minéraux, qui ont tendance à être lixiviés, sont au contraire remontés en surface par les transferts réalisés lors des cycles biologiques et hydriques (racines des plantes cultivées et des couvertures, vers de terre anéciques, migrations hydriques ascendantes retenues sous et par le mulch...). Ces systèmes minimisent les « fuites » (excepté les récoltes, l'évapotranspiration potentielle, le  $CO_2$  et l'oxygène, bien sûr) et les apports extérieurs (économies d'engrais et de pesticides).



Tapis vivant de *Stylosanthes* (légumineuse). Cerrados, Brésil.  
Photo L. Séguy.



Érosion sur parcelles de soja exploitées en agriculture conventionnelle (travail aux disques) et banquettes supposées anti-érosives. Cerrados, Brésil.  
Photo L. Séguy.



Riz pluvial sur couverture vivante d'*Arachis pintoi*. Cerrados, Brésil.  
Photo L. Séguy.

Les Scv sont, donc, des systèmes écologiques bio-cybernétiques, semi-fermés, semi-autonomes (commandes internes et externes), résilients et auto-recycleurs. De l'eau, des gaz et l'énergie solaire sont reçus de l'extérieur, alors que les grains récoltés, l'eau produite par l'évapotranspiration et des gaz quittent le système. Ces systèmes de culture sont maintenus par l'énergie photosynthétique productrice de biomasse qui donne lieu à un ensemble de processus rétroactifs. Autrement dit, les Scv (bien conduits) avec les caractéristiques précédentes sont des systèmes agro-écologiques durables.

## Un « bon » Scv s'améliore encore avec le temps

En réalité, un « bon » Scv est non seulement durable, mais il s'améliore avec le temps : l'activité biologique du système agro-écologique se renforce, la matière organique s'accumule en surface (litières) et dans le profil (racines), les propriétés physiques (structure, porosité...) deviennent agronomiquement meilleures, l'eau est mieux valorisée, le recyclage des éléments minéraux devient plus efficace, la production végétale (rendements en grains et biomasse) augmente et subit moins de fluctuations. Tous ces processus sont, bien sûr, interdépendants et en rétroaction.

L'entropie du système diminue, donc. Autrement dit, l'organisation et la résilience du système s'accroissent. Cela grâce à l'amélioration régulière du rendement en biomasse de l'énergie photosynthétique qui entre dans le système pour accélérer le fonctionnement du bioréacteur.

À l'inverse, un « mauvais » Scv, avec notamment une couverture insuffisante, ou qui n'aurait pas d'intercultures, sera beaucoup moins efficient. Il risque même d'évoluer vers la dégradation du système.