

## **Efficacité des techniques traditionnelles de GCES pour la restauration de la productivité des sols : introduction, synthèse et éléments de conclusion**

### **Session GCES du Congrès ISCO Marrakech 2006**

#### **Eric ROOSE**

UR 179, SeqBio, Centre IRD BP 64501, F 34394 Montpellier Cedex 5, France :

Courriel : [roose@mpl.ird.fr](mailto:roose@mpl.ird.fr)

### **1. Introduction à la session « Efficacité des techniques traditionnelles de GCES.**

#### **1.1. La GCES : définition et objectifs de cette session**

Le défi du XXI siècle, est de doubler la production agricole en 20 ans pour faire face à la croissance démographique, tout en améliorant l'environnement. Suite à l'échec global des stratégies modernes de lutte antiérosive dans le monde (Hudson, 1991), un groupe de chercheurs a tenté de préciser les causes de cet échec et les conditions nécessaires pour réussir un projet d'aménagement durable du territoire (Shaxson, Hudson, Sanders, Roose, Moldenhauer, 1988). Ils ont défini une nouvelle approche « Land husbandry » ou en français la « gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité du sol » basée sur quelques principes de base : i) participation des paysans regroupés dans des unités fonctionnelles (quartier, versant, terroir) dès la conception des projets, ii) répondre aux problèmes immédiats des paysans, en particulier, valoriser la terre et le travail, tout en réduisant les nuisances liées au ruissellement et à l'érosion ; iii) le premier objectif est d'intensifier la production en optimisant à la fois la gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité du sol ; iiiii) le second objectif est de réduire l'érosion en améliorant la couverture du sol, les activités biologiques et les propriétés physiques liées à l'infiltration et à l'agrégation.

L'objet de cette session, après 18 ans d'expériences de cette approche participative dans une douzaine de pays de climats très divers, est de préciser l'efficacité des techniques traditionnelles ou conventionnelles sur la gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. Les aspects socio-économiques seront abordés dans la session 8 du congrès.

#### **1.2. La structure de cette session**

Cette session comprend 3 thèmes et des conclusions :

##### ***\* Le thème sur la gestion de l'eau (5 communications)***

Il s'agit de savoir comment fonctionnent les divers aménagements, où et comment va-t-on conserver les eaux de surface, et qui sera bénéficiaire de cette ressource ? Sur la parcelle cultivée où tombe la pluie (cuvettes) ? Sur le versant (banquettes) ? Dans le fond de la vallée (barrage collinaire) ou dans un grand barrage (hors de portée des paysans qui gèrent un versant). A qui vont profiter les aménagements antiérosifs ? Il faut aussi évaluer la durabilité de ces investissements en fonction de la pression démographique : est-il toujours vrai que la dégradation des sols est directement liée à la densité des populations rurales ?

##### ***\* Le thème de la restauration de la fertilité des sols (5 ou 6 communications)***

Il a été rappelé que la couverture végétale et la matière organique du sol sont les moyens les plus efficaces pour réduire les risques d'érosion et augmenter l'infiltration (Roose, 1994). Mais il est important de noter que les techniques de GCES doivent être combinées à l'apport d'un complément de nutriments pour que les cultures profitent pleinement de l'amélioration des conditions hydriques et rentabilisent rapidement les aménagements. Or il

n'est pas facile en milieu chaud et humide d'assurer une fumure organique et des compléments minéraux, qui minéralisent très rapidement et sont mal stockés par les argiles kaolinitiques. Quatre communications proposent des éléments de solution en pays de montagne (Madagascar, Rwanda, Vietnam et Equateur) tandis que deux équipes ont travaillé en milieu soudano sahélien rural (Burkina Faso) ou périurbain du Nord Cameroun. Il semble que malgré les apports très intéressants de diverses fumures organiques elles sont toujours trop réduites et demandent des compléments minéraux dont les sols, végétaux et animaux sont carencés.

***\* Le thème de l'analyse des aménagements complexes, faisant intervenir à la fois la gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols à l'échelle régionale (10 communications)***

Il s'agit de l'inventaire des techniques traditionnelles ou modernes de GCES en Algérie, au Maroc, du Nord de l'Inde ou des Hautes Terres de Madagascar, et d'une analyse de l'efficacité et des facteurs de durabilité de ces aménagements en fonction des écosystèmes et de la pression humaine. Enfin, une communication traitera des difficultés de spatialiser les aménagements observés par deux équipes de géographes et d'agronomes au Maroc.

***\* Les conclusions comprendront la tentative de synthèse de l'animateur, les questions soulevées par les participants et la proposition du manuel de GCES régionalisé pour le MAROC***

## **2. La synthèse des exposés**

### ***2.1. La gestion des eaux de surface***

**Nasri et al.** ont modélisé le fonctionnement hydrologique d'une cascade de 14 banquettes (levées de terre de 1.5 m de haut sur 72 à 236 m de long) couvrant 43% d'un micro bassin semi-aride (Pam=350mm) de El Gouazine de 18,1 km<sup>2</sup>. L'eau stockée derrière les banquettes est de l'ordre de 20mm. L'aménagement a bien fonctionné pendant 8 années sauf que les banquettes ont perdu 3/5 de leur capacité de stockage en eau et 19% de surface cultivable, que l'apport d'eau au barrage a été réduit de 56 à 87 %, que l'érosion résiduelle sur chaque secteur varie de 4 à 30 t/ha/an, et qu'il y a un risque de débordement et de destruction des banquettes pour chaque crue décennale. Il faut donc prévoir des impluviums plus étroits en aval, en tenant compte du débordement des terrasses lors des averses majeures.

**Baccari et al.**, sur le même bassin, ont analysé les causes des 109 brèches observées sur photos aériennes et montré qu'il existe quatre causes principales de dégradation des banquettes : la présence de bancs d'argiles gypseuses (renard), des impluviums surdimensionnés (débordements), la pente du canal (ravinement) et la présence préalable d'un réseau hydrographique (brèches et ravinement).

**Bergaoui et al.**, dans une zone voisine a montré que l'aménagement traditionnel de cuvettes en quinconce autour des oliviers pouvait augmenter l'humidité du sol de 5 à 20%, le stock d'eau du sol de 150 mm, le taux de MO% de 20% ainsi que le taux de Argile + Limon, de phosphore assimilable et K échangeable et le rendement en olives est passé de 15 à 30 kg/arbre/an. Le coût de l'aménagement varie autour de 300 \$ par ha.

**Hill et Woodland**, ont comparé en Tunisie l'efficacité des aménagements traditionnels (jessour, meskat, tabias) du Sud et du centre aux grands barrages du Nord et de la région de Kairouan. Dans les bassins de Zeroud et Merguellil, l'installation de petits aménagements traditionnels et d'une trentaine de barrages locaux a permis d'irriguer 30 000 ha, d'alimenter la nappe phréatique et de donner du travail à 40 000 travailleurs pour un coût réduit à 6 millions de TD. Après les pluies diluviennes de 1969 ayant entraîné la mort de 150 personnes, on a construit un grand barrage qui a coûté dix fois plus et ne peut irriguer que

mille ha. Les auteurs préconisent que dans le futur on allie les deux approches, les techniques traditionnelles stabilisant le paysage et donnant du travail aux populations locales tandis que les grands barrages permettent de stabiliser les crues dans les vallées très peuplées.

**Morel** décrit l'extension historique des terrasses en gradins méditerranéens et des béalières (canaux d'irrigation) au cours du 19<sup>e</sup> siècle sous la pression démographique en Ardèche (Sud de la France) pour juguler les inondations, le ravinement et l'érosion des terres cultivables. Mais dès le 20<sup>ème</sup> siècle, on observe la déprise agricole et le déclin des populations rurales sans pour autant constater l'arrêt de l'érosion. Au contraire, le ruissellement a augmenté, le ravinement et les glissements de terrains ont détruit 80 % des terrasses sur schiste, à l'exception des terrasses embroussaillées ou des basses terrasses plantées en vigne ou vergers.

L'érosion ne décroît donc pas nécessairement quand la population diminue.

## **2.2. La gestion de la biomasse et de la fertilité des sols : restauration de leur productivité**

**Razafindrakoto** a démontré sur un sol ferrallitique argileux de Madagascar que l'apport de diverses jachères arbustives légumineuses de 16 mois pouvait améliorer nettement le taux de MO, de N, P, bases, CEC, pH du sol ainsi que son agrégation et sa résistance à l'érosion, surtout si les résidus végétaux sont étalés en surface plutôt qu'enfouis par labour.

**Koenig** a montré que l'agroforesterie peut restaurer les terres très pauvres du Rwanda, à condition d'injecter dans le système un complément minéral : la jachère de légumineuses ne suffit pas dans un milieu carencé en phosphore et en bases. Les haies vives arbustives sont les plus efficaces pour réduire l'érosion et le ruissellement à des niveaux acceptables : les herbacées ne durent pas et sont trop concurrentielles pour les nutriments (N en particulier).

**Pham Quang Ha et al.**, décrivent le passage d'une culture itinérante sur brûlis dans le nord Vietnam en zone peu dense, à une agroforesterie sur versants densément peuplés associant la riziculture irriguée dans les vallées, à la culture en sec de riz et maïs associée à une grande variété d'arbres fruitiers et de haies vives sur les versants raides : le stade ultime ressemble aux jardins multi-étagés du Rwanda, d'Indonésie, Haïti, Maroc et autres zones montagneuses très peuplées.

**Tchotsua et Fotsing** rapportent les conclusions d'une enquête sur 720 parcelles autour de la ville de Mokolo, au Nord Cameroun. Une agriculture pérenne sans jachère a été possible depuis des siècles dans une zone dense (>250 hab./km<sup>2</sup>) grâce à la construction de terrasses avec murettes en pierres, au maintien d'un parc arboré, à la rotation sorgho/mil - niébé et autres légumineuses, à la fertilisation par la gestion des adventices laissées en paillage au pied des touffes, à l'apport de fumier et du parcage de nuit, des cendres du foyer et des déchets urbains, le tout parfois complété par un peu d'engrais chimique.

**Zougmore et al.**, présentent l'analyse économique de deux aménagements semi-perméables (cordons de pierres et bandes enherbées) combinés à deux sources de fertilisation azotée (compost et urée) sur un glacis du plateau central du Burkina Faso. Bien que tous les traitements individuels aient amélioré la CES du sol et les rendements, seuls les traitements combinés ont augmenté significativement les revenus des paysans, ce qui pourrait encourager les paysans à investir dans les engrais et la GCES pour une intensification durable de la production. Par contre l'effet du compost, produit complexe (C, N, P, bases et oligoéléments), a été nettement meilleur que l'urée industrielle (moins pondéreuse et plus facile à manipuler).

## **2.3. Les aménagements complexes.**

**Mazour et Morsli et al.**, ont analysé les structures et techniques traditionnelles de GCES dans une centaine de sites dans les montagnes méditerranéennes du NO de l'Algérie, leur extension, leur rapport coût/efficacité. Ils ont montré que leur mise au point s'est réalisée

progressivement au fil des générations et que leur efficacité tient à l'usage combiné de diverses utilisations des sols (forêts, parcours et cultures), de diverses structures de gestion des eaux et des techniques culturelles complémentaires (billonnage et jachères).

**Hamoudi et al.**, ont fait une analyse factorielle des correspondances entre l'état actuel de fonctionnement des divers aménagements observés sur dix départements du NE de l'Algérie et une dizaine de paramètres : quatre facteurs expliquent 80% des échecs observés, la lithologie (argile gypseuse, marne, schistes tendres), la forte densité animale, le bioclimat et le système agraire. 51% des aménagements sont détruits partiellement ou totalement. Les aménagements les mieux entretenus sont les levées de terre, cordons de pierres et murettes devant gradins souvent stabilisés par des plantations d'arbres, en milieux semi-arides.

**Al Karkouri et al.**, dans un petit bassin méditerranéen semi-aride du Rif au Maroc ont montré que la GCES traditionnelle s'appuie sur la combinaison de pratiques sociales (délimitation des parcelles), de pratiques culturelles (épierrage, jachère, fertilisation, rotations), de techniques de CES (cordons, terrasses, rideaux d'arbres et roseaux, fixation des ravins) et de techniques de stockage de l'eau (mares, citernes individuelles ou collectives, séguias). L'ensemble s'est mis en place progressivement pour faire face à la croissance démographique dans une zone à fortes contraintes hydriques.

**Chaker et Laouina** présentent les résultats d'une comparaison des techniques complexes, progressives et combinées sur le massif de Boukhouali dans de NE du Maroc habité depuis longtemps en milieu semi-aride (450mm) et la plaine aride (250mm) steppique d'El Aioun, récemment colonisée où seules les dépressions sont aménagées (labours en courbe de niveau et cordons de pierres dans les ravines) et les parcours extensifs récemment mis en défens et enrichis en arbustes fourragers (*Atriplex* et *Opuntia*). On observe ici à la fois l'importance du milieu agroécologique et l'impact humain (densité et ancienneté de l'occupation), un peu comme au nord Cameroun dans les monts Mandara et les plaines alentours (Tchotsua) : là aussi la pérennité des terrasses risque de ne pas être assurée.

**Randriamanga** a étudié les pratiques paysannes sur les hautes terres du Centre de Madagascar (1000 à 1600m) encore peu denses (<40 hab./km<sup>2</sup>). Le paysage est formé des rizières en terrasses irriguées et fumées au fond de la vallée, des potagers sur les terrasses alluviales, des cultures pluviales (manioc extensif) sur les versants et les parcours à *Aristida* et quelques plantations de pins et eucalyptus sur les sommets. L'essentiel des investissements (travail du sol, planage, irrigation, fumier, NPK, sarclage) est concentré sur la rizière et les terrasses attenantes. En absence de pierres, les talus sont stabilisés avec des mottes d'herbes et les aménagements protégés du ruissellement amont par un canal de drainage. Le feu parcourt chaque année les steppes, rajeunit le parcours et restitue un peu de cendres et du ruissellement qui vont enrichir les rizières, mais créer des ravines très agressives.

**Andriamampianina** explique comment se sont formées (jadis ou aujourd'hui) les lavaka, ravines profondes typiques des hautes terres malgaches nées du ruissellement et progressant latéralement par sapement des berges par la pression de la nappe phréatique. Une fois stabilisées par un seuil bouchant l'exutoire, les paysans s'emparent de ces terres abandonnées pour y créer un jardin maraicher, profitant d'un sol plus riche et d'un environnement protégé des vents, du feu et du bétail. C'est un excellent exemple de GCES appliqué à des ravines : on en trouve aussi au Maroc dans le Rif, au Cameroun et en Haïti...

**Arora et Hadda** ont montré que pour assurer leur subsistance, les paysans des piémonts de l'Himalaya au NO de l'Inde (Pluies de 800 à 1400 mm) sur des sols caillouteux très pauvres ont développé de nombreuses pratiques culturelles (labour avant les pluies, semis précoces puis sarclo-buttage enfouissant les adventices et les engrais, paillage, fumure organique, tassement des champs cultivés en cannes à sucre) et des techniques de CES telles

que des bandes antiérosives filtrantes, des terrasses progressives avec talus enherbés et des mares pour stocker l'eau de ruissellement.

### **3. Présentation du manuel de GCES régionalisé pour le Maroc.**

Plusieurs enquêtes ont révélé l'échec relatif des techniques modernes de CES et DRS en particulier au Maghreb, mais aussi en Afrique noire et aux USA (Heusch, 1986 ; Hudson, 1991 ; Roose, 1994). Il fallait donc trouver une solution nouvelle, la GCES qui vise d'abord à résoudre les problèmes immédiats des paysans, à valoriser la terre et le travail, tout en réduisant les risques liés au ruissellement et à l'érosion.

Suite aux travaux d'une équipe d'agronomes (projet PRAD animé par Sabir et Roose) et d'une large équipe de géographes animés par Laouina de recherches sur l'efficacité des techniques de conservation de l'eau et de la fertilité des sols, nous avons entrepris la rédaction d'un manuel de GCES régionalisé pour le Maroc.

\*Dans une première partie sont expliquées les causes de la dégradation des sols cultivés, son accélération par l'érosion et comment les sociétés rurales ont développé des stratégies traditionnelles de GCES en équilibre avec le milieu écologique et socio-économique.

\*Dans une deuxième partie, sont décrites en détail et analysées les 27 techniques de GCES rencontrées au Maroc dans des milieux agro-écologiques différents (communication de Sabir et al.), et la répartition spatiale de ces systèmes de GCES observés sur des versants sur 5 à 6 zones agro-écologiques, en précisant le rôle du facteur humain (ancienneté de l'immigration, origine des peuplements, moyens dont ces populations disposent, motivations et pressions diverses les ayant poussés à investir dans ces aménagements fonciers) (Comm. Laouina et al).

\*Enfin, pour chacune de ces zones agro-écologiques est proposé un ensemble de structures de LAE et de techniques culturales adaptées au climat. A l'intérieur de cet ensemble chaque groupe de paysans pourra choisir les techniques qu'il préfère en fonction de ses moyens (matériel, main d'œuvre, financement).

\*Finalement, seront proposées des améliorations à apporter à ces techniques traditionnelles dans le domaine de la fertilisation, de l'irrigation localisées, du choix des cultures en relation avec la demande du marché local ou régional.

De ces études, il ressort que ces techniques observées au Maroc existent aussi, avec des variantes, autour du bassin méditerranéen, en Afrique de l'Est, en Amérique latine (Mexique, Pérou, Chili) et surtout en Asie (Chine, Inde, Indonésie, Bali), mais pas en Australie. Il serait intéressant de savoir si ces techniques de GCES ont été importées par les migrants et les marchands ou si elles ont été inventées sur place par des sociétés rurales confrontées aux mêmes problèmes de gestion durable des ressources naturelles. On pourrait en tirer des informations sur les conditions humaines et climatiques où ces techniques ont des chances de réussir à atteindre leurs objectifs : la gestion durable des ressources en voie de raréfaction : l'eau, la biomasse et la fertilité des sols.

### **Références bibliographiques**

Heusch B., 1986. Cinquante ans de banquettes de DRS-CES en Afrique du Nord : un bilan. Cah.ORSTOM Pédol., 22, 2 : 153-162.

- Hudson N.W., 1991. Reasons for success or failure of soil conservation projects. *FAO Soils Bulletin*, Rome, n°64, 65p.
- Roose E., 1994. Introduction à la GCES. *Bull Pédologique FAO*, Rome, N° 70, 420 p.
- Roose E., Sabir M., De Noni G., 2002. Techniques traditionnelles de GCES en milieu méditerranéen. *Bull Réseau Erosion*, Montpellier, n° 21, 523 p.
- Sabir M., Merzouk A., Roose E., Laouina A., 2000. Les stratégies et méthodes traditionnelles et modernes de lutte antiérosive. *ENFI*, Salé, Maroc, 502 p.
- Shaxson T., Hudson N., Sanders D., Roose E., Moldenhauer W., 1989. Land husbandry, a framework for soil & water conservation. *SWC Soc.*, Ankeny, Iowa, USA, 64 p.