

## **Evolution des Techniques Antiérosives dans le Monde**

**Eric Roose**

Directeur de recherche au centre IRD de Montpellier, labo MOST, UR179.  
BP 64501, F 34394 Montpellier, France ; Courriel : roose@mpl.ird.fr

**Version 14/2**

### **Abstract.**

Erosion is generally an important problem for each civilization, as soon as populations are concentrated and the needs for food, cloths and energy are increasing. Facing this challenge, rural populations have developed since 7000 years numerous strategies for soil and water management on hillsides that will be analyzed for three periods. Traditional systems developed before the intervention of engineers, in order to accumulate soil & water enough to extend cropping on semi-arid or steep slopes. They are efficient as long they remain adapted to ecological and economical conditions. In 1860-1980, were proposed modern strategies of rural hydraulics to face economic and environmental crisis. The governments sent their engineers in the degraded countries for soil and mainly water conservation to protect the cities, valley management & water quality. These were not accepted by the farmers because they decreased their own income. Presently, are developed rural development strategies integrating the participation of the farmers and the development of cultural techniques covering better the soil for improving the rural environment and the farmer income. The use of various antierosive techniques is discussed. Future tendencies are proposed taking into account the economic and demographic pressure.

### **1. Introduction**

La conservation de la fertilité des sols et de la qualité des eaux a généralement posé des problèmes à toutes les civilisations. En effet, dès que la population se concentre, elle augmente la demande en vivres, fibres et énergies et de ce fait accélère le défrichement des terres autour des agglomérations, compacte les sols par le surpâturage, les routes et les habitations et dénude et déstructure la surface des sols cultivés : il s'en suit une augmentation du ruissellement et de sa charge solide, le décapage de l'horizon humifère des sols, le ravinement des versants, l'augmentation des débits de pointe des rivières et la dégradation des berges, l'envasement des barrages, canaux et ports, et la dégradation générale de l'environnement.

Face à ces défis dont la nature a évolué au cours des âges, les sociétés rurales ont progressivement mis au point des stratégies traditionnelles de gestion durable des eaux de surface et de la fertilité des sols. Elles sont restées efficaces tant qu'elles restent adaptées aux conditions écologiques, mais aussi socio-économiques. C'est ainsi que les archéologues ont mis à jour les traces durables de cette lutte pour apprivoiser les eaux et les sols cultivables depuis 7000 ans (Lowdermilk, 1953).

Cependant, avec l'accélération de la croissance démographique depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, ces systèmes traditionnels se sont avérés insuffisants et ont été progressivement abandonnés en faveur de stratégies modernes faisant appel à la mécanisation, au reboisement des têtes des vallées, à la restauration des ravines et des cours d'eau, à l'installation de banquettes de diversion des eaux de surface et des chemins d'eau pour conduire le ruissellement hors des terres cultivées dans le cadre de coûteux projets d'aménagement hydrauliques de grands bassins versants.

Enfin, depuis les années 1980, des socio-économistes (Lovejoy & Napier, 1976) et des agronomes (Hudson, 1981) ont analysé l'échec au moins partiel de ces grands projets, pour

des raisons techniques (extension à des milieux écologiques trop différents, faible rentabilité), des raisons sociales et économiques (les besoins des populations concernées ne sont pas prises en compte) et humaines (non prise en compte de la culture, des croyances, ni de l'éducation technique des intéressés). Depuis se sont développées des stratégies de gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols, des projets de développement rural durable, intégrant tous les aspects de la gestion de l'environnement, de la valorisation des terres et du travail en vue d'améliorer le niveau de vie des gestionnaires des terres (Shaxson et al, 1989 ; Roose, 1994 ; Hudson, 1999). Vu la grande diversité des conditions écologiques et humaines, il existe une très grande variété de techniques de gestion des eaux de surface et des sols dans le monde. Dans cette note, nous tenterons de mettre en évidence une évolution des techniques de gestion des ressources naturelles et d'aborder les problèmes de lutte antiérosive en fonction des objectifs poursuivis pendant trois périodes récentes, à travers des exemples choisis dans le monde. Nous proposerons en conclusion quelques pistes de réflexion.

## 2. Evolution des stratégies au cours de trois grandes périodes

### 2.1. Les stratégies traditionnelles liées aux conditions écologiques et économiques.

Face aux problèmes de manque de terre en zone montagneuse, ou de manque d'eau en région semi-aride, les sociétés rurales ont mis progressivement au point des techniques adaptées aux conditions écologiques souvent extrêmes, ainsi qu'à des conditions économiques bien précises. L'objectif de ces techniques est d'assurer un minimum de production quelle que soient les conditions climatiques. Quelques exemples illustreront cette hypothèse :

**la culture itinérante sur brûlis** et probablement la plus ancienne technique utilisée sur tous les continents pour maintenir la productivité de la terre. Pour que ce système reste équilibré (brève culture sur brûlis de la biomasse suivi d'une longue jachère), il faut une réserve considérable de terre (10 à 20 fois la surface cultivée), et une économie d'autosubsistance. Cette stratégie ne s'applique que sur des terres peu peuplées (<20 à 40 habitants/km<sup>2</sup> selon la fertilité des sols), assez profondes et bien arrosées. Dès que les besoins vitaux et la pression foncière augmentent, la durée de la jachère diminue et le système se dégrade : c'est le cas actuellement au Sahel en Afrique, mais aussi dans certaines zones montagneuses du bassin méditerranéen, d'Asie et d'Amérique latine.

**les terrasses en gradins irrigués** se sont développées depuis des milliers d'années en Asie, puis autour du bassin méditerranéen et en Amérique latine (Hallsworth, 1987), là où la population est dense, les terres cultivables à plat sont rares et le travail bon marché. Comme ces aménagements exigent de gros efforts lors de la construction (700 à 1200 hommes.jours/ha), mais aussi pour l'entretien des talus et la restauration de la fertilité des sols remués, il faut que la production soit rentable (ex. cannabis dans le Rif) ou vitale (rizières en Asie et Madagascar, sorgho sur les Monts Mandara).

**le Zaï** est une technique de restauration des sols dégradés qui existe dans toute la zone soudano-sahélienne de l'Afrique (Pluie = 300 à 800 mm). Elle consiste à creuser une cuvette de 20 cm de profondeur et 40 cm de diamètre dans une zone de sols encroûtés, d'y concentrer les eaux de ruissellement et la fertilité disponible (2 poignées de poudrette ou fumier), d'y semer une douzaine de graines de sorgho qui profiteront au mieux de ces ressources localisées. Mais le travail de préparation de ces cuvettes se faisant durant la saison sèche exige beaucoup de travail (350 jours/ha), de même que le transport du fumier et la protection du champ par un cordon de pierres (Roose et al, 1993). Dès la première année, et pour plusieurs décennies, ce système restitue une capacité de production du sol bien supérieure à la production moyenne régionale.

Ces techniques traditionnelles sont restées efficaces tant que les conditions socio-économiques des sociétés qui les ont vu naître ont été respectées. Mais aujourd'hui, beaucoup de ces techniques anciennes, décrites par les ethnologues mais méprisées par les technocrates, ont été abandonnées suite à la mécanisation de l'agriculture, aux salaires et à l'attrait des villes, à la crise économique, l'émigration et à la désintégration des sociétés traditionnelles. Ce n'est pas parce qu'elles sont inefficaces qu'elles sont délaissées, mais à cause du changement des conditions socio-économiques ou démographiques. En un siècle, la population de l'Afrique a quintuplé, mais certains villages n'abritent plus que les enfants et les vieux, incapables d'assurer l'entretien des aménagements.

## **2.2. Les stratégies modernes d'équipement en petite hydraulique rurale**

A l'occasion des graves crises sociales en Europe et aux USA, se sont développées des stratégies modernes d'équipement hydraulique des zones pentues. Il s'agit essentiellement de reforestation des hautes vallées, de correction des ravins et torrents et de terrassement en banquettes des terres cultivées sur fortes pentes. La priorité a été donnée à la réalisation de gros chantiers de terrassement et de reforestation.

\***La restauration des terrains de montagne (RTM)** a été développée en France par les forestiers dans les années 1860, pour faire face à une crise d'érosion due aux populations montagnardes pauvres qui ne pouvaient survivre sans mener leurs troupeaux sur les terres communales déjà surpâturées, tassées par le bétail entraînant le développement catastrophique des torrents. Pour protéger les vallées aménagées et les voies de communication, l'Office National des Forêts a racheté les terres dégradées, reconstitué la couverture végétale et corrigé les torrents (Lilin, 1986).

\***Le service de Conservation de l'eau et des sols (CES)** a été créé par Bennet aux USA lors de la terrible crise économique de 1930 pour conseiller les fermiers volontaires qui demandaient à l'Etat un appui technique et financier pour lutter contre l'érosion hydrique et éolienne. En effet l'extension rapide des cultures industrielles peu couvrantes (arachide, coton, maïs) dans la Grande Plaine a déclenché une érosion éolienne catastrophique : 20% des terres cultivées furent dégradées par l'érosion à cette époque. Sous la pression de l'opinion publique l'Etat mit en place simultanément un programme de recherches et un service de CES au niveau de chaque comté.

\* **La défense et restauration des sols (DRS)** a été développée par les forestiers dans les années 1940-80 autour du bassin méditerranéen pour faire face à de graves pénuries d'eau, à l'envasement rapide des barrages (en 30 ans) et à la dégradation des équipements et des terres. La DRS associe la RTM des forestiers (reforestation et correction torrentielle) et la CES des agronomes (banquettes plantées d'arbres fruitiers). Il s'agissait globalement de mettre en défens les terres dégradées par la culture et le surpâturage et de restaurer par les arbres la capacité d'infiltration des sols dégradés. « Tous les problèmes ne naissent-ils pas du surpâturage et du défrichement abusifs? » (Gréco, 1978).

## **2.3. Les stratégies participatives de développement rural intégré**

Depuis le séminaire de Porto Rico (Moldenhauer, Hudson, 1987) une nouvelle stratégie s'est développée (Land husbandry ou GCES en français) qui vise à répondre aux besoins immédiats des paysans, à valoriser la terre et le travail, en améliorant le système de culture, en particulier l'infiltration des pluies, l'enracinement ainsi que la nutrition des plantes. (Shaxson et al., 1989; Roose, 1987, 1994). L'intensification de la production par l'amélioration des conditions de croissance des végétaux augmente la couverture du sol, la biomasse racinaire et les résidus de culture, l'activité de la faune perforatrice du sol et la

rugosité de la surface des champs : elle réduit indirectement les risques de ruissellement et d'érosion. La lutte antiérosive cesse d'être une fin en soi : elle fait partie d'un paquet technologique qui permet à la fois de protéger l'environnement rural et d'assurer la gestion durable de la terre. Elle s'appuie sur la participation paysanne depuis la recherche de solutions au diagnostic local, l'adaptation des techniques traditionnelles aux conditions socio-économiques du marché régional et la mise au point de systèmes de cultures performants et durables. Elles valorisent les capacités d'innovation des paysans et des chercheurs en combinant les techniques traditionnelles et modernes.

### **3. Discussion**

3.1. Ces stratégies balancent entre deux écoles qui s'affrontent encore de nos jours sur les priorités de la lutte antiérosive (LAE) :

-l'une considère que c'est le ravinement qui transporte le plus de sédiments aux barrages : elle organise la LAE autour de moyens mécaniques de réduction de l'énergie du ruissellement (invention des terrasses de diversion du ruissellement hors des champs associées à l'aménagement des exutoires et des ravins (divers types de seuils) (Bennet, 1939);

-l'autre, attaque le problème à l'origine du ruissellement : la battance des pluies. A la suite des recherches des équipes de Wischmeier et Smith (1960), elle organise la LAE en modifiant les systèmes de culture pour mieux absorber l'énergie des gouttes de pluie. En améliorant la couverture végétale, la gestion des résidus de culture et les techniques culturales conservatrices de la rugosité de la surface du sol, on réduit la dispersion des agrégats et on améliore l'infiltration des eaux de surface.

Selon les conditions climatiques en effet, l'érosion en nappe ou en ravine domine l'expression des problèmes. Aussi est-il raisonnable de distinguer deux domaines dans la LAE : celui de l'Etat qui continue à gérer la RTM, le ravinement, les glissements de terrain et les catastrophes naturelles (équipe multidisciplinaire de spécialistes) et par ailleurs, celui de la gestion de terroir qui est du ressort des paysans, les mieux placés pour adapter leurs systèmes de production.

3.2. La LAE n'est pas seulement un problème technique. Pour réussir, la LAE doit s'adapter au milieu humain et proposer des ensembles de techniques acceptables par chaque actif en fonction de son niveau de connaissance et de ses possibilités économiques (main d'œuvre, investissement en matériel). A la diversité des situations écologiques doit correspondre une palette de solutions techniques adaptées aux conditions humaines.

3.3. Depuis Malthus, l'opinion publique pense généralement qu'il y a un lien étroit entre la dégradation du milieu, l'érosion et la densité démographique (GLASOD, 1990). Cependant, on a observé qu'une diminution de la population, suite à l'émigration ou la guerre, ne réduit pas forcément l'érosion : le manque de main d'œuvre jeune pose des problèmes d'entretien des paysages et des dispositifs de gestion des eaux. Dans certains cas au contraire, plus la main d'œuvre est abondante, plus les terres sont soignées et les phénomènes d'érosion vite corrigés : c'est le cas au pays Bamiléké du Cameroun (Fotsing, 1993), à Madagascar (Boisseau et al., 1999) au Kenya (Tiffen et al., 1994) et dans le midi de la France (Roose et al., 2002) où les terrasses ne sont plus entretenues depuis que le travail est mieux rémunéré en ville. En Afrique, la relation entre densité de population et l'érosion n'est pas linéaire (Roose, 1994) ; elle passe par des états de crise environnementale pendant lesquelles la vie est si dure que la population est amenée à choisir entre l'émigration ou la modification du système de production développé depuis de nombreuses générations. Il s'en suit une alternance de crises

et de périodes plus stables où se succèdent des systèmes de production adaptés à chaque situation foncière.

3.4. Chaque stratégie de LAE a des objectifs différents :

-dans un premier temps, les stratégies traditionnelles visaient l'extension des terres cultivées et la sécurité de la production ;

-les stratégies modernes ont développé des moyens étatiques pour protéger les aménagements et conserver la qualité des eaux et la productivité des sols, en imposant des petits équipements d'hydraulique rurale et des plantations forestières. Les terrasses n'ont pas réussi à améliorer la qualité des sols et les forêts ont été rapidement surexploitées et surpâturées (en particulier au Maghreb).

- enfin, l'approche de développement intégré vise la valorisation des ressources naturelles et la restauration voire l'amélioration des qualités du sol et des eaux, en harmonie avec les besoins immédiats des paysans.

**3.5. La lutte antiérosive peut s'organiser à partir des modèles d'estimation de l'érosion en nappe, par exemple l'USLE.** Les facteurs qui modifient l'érosion sont au nombre de quatre :

- le facteur le plus important c'est le couvert végétal (rapport de 1 à 1000), en particulier celui qui est au ras du sol. C varie de 1 sur sol nu à 0.001 sous forêt ou fourrés dense, 0.01 sous prairies et de 0.1 à 0.9 sous cultures sarclées. Mais si le couvert est total, son efficacité est de 97% pour un paillage et un tapis d'adventices, 70% à 1 mètre et 25% à 4 m de hauteur, car les gouttes d'eau s'agglutinent sur les feuilles et reprennent rapidement de leur énergie. Dès lors on imagine toutes les combinaisons des méthodes biologiques de LAE : depuis la gestion des forêts et des prairies, les cultures intensives fertilisées, la plantation précoce et dense, les cultures associées (graminées et légumineuses), la gestion des résidus de culture en surface, des adventices et des plantes de couverture, l'association d'arbres dans les champs (Parcs) ou en haies vives produisant une abondante biomasse, les rotations avec des prairies ou des jachères de légumineuses. La diversité des combinaisons possibles a été explorée dans les stratégies traditionnelles de lutte biologique qui de plus améliorent au cours du temps les qualités du sol (stabilité des agrégats, stock en eau et nutriments disponibles) et les activités de la (micro-)faune.

-Le facteur topographique est certainement l'un des plus connus, et son importance est encore très grande : SL varie de 0.1 sur des glacis à pente faible (1 à 2%) à 2 à 20 sur des pentes de 20 à 25% (rapport de 1 à 200). D'où les nombreuses techniques mécaniques de LAE visant à réduire l'inclinaison de la surface du sol (terrasses, talus), la longueur des parcelles (fossés, haies, talus) et modifient leur forme (concavité devant les talus et micro-barrages perméables). Mais ces interventions exigent beaucoup de travail et n'améliorent pas le sol, ni sa fertilité, ni sa capacité d'infiltration, ni sa résistance à la battance des pluies. De plus, il est des circonstances où le ruissellement et même parfois l'érosion dépendent plus de la position sur le versant que de la pente elle-même : c'est souvent le cas en zone méditerranéenne où l'alternance de roches dures mais perméables et de roches tendres peu perméables crée du ruissellement hypodermique et des résurgences d'où se développent des ravines régressives (Heusch, 1972 ; Roose, 1994). Par ailleurs l'effet de la longueur de pente ne se manifeste que sur l'érosion linéaire, vu les nombreuses interactions avec la rugosité de la surface du sol de l'érosion en nappe : il semble donc nécessaire de vérifier sur chaque champs l'influence de la pente et de privilégier la réduction de l'inclinaison (talus) plutôt que de sa longueur fossés). Il existe d'ailleurs des dizaines d'équations régionales fixant empiriquement l'espacement entre deux structures de LAE en fonction de la pente sans tenir compte de l'état structural du sol.

Nous proposons d'observer directement sur chaque champ, la longueur de la parcelle nécessaire pour que se développent les rigoles : cette distance optimale devra être acceptable par le paysan et négociée en fonction de ses impératifs économiques. (haies vives au Rwanda).

-Le facteur pédologique est bien connu : K varie de <0.10 sur les sols à agrégats très stables, riches en MO, en argile et R203, et en calcium, 0.3 à 0.4 sur les sols fragiles et jusqu'à 0.7 sur les sols très instables, pauvres en MO, riches en limons et sable fin et chargés en sodium. Mais en dehors du choix des sols pour les cultures peu couvrantes, il est difficile de restaurer la stabilité structurale d'un sol car elle dépend essentiellement du taux d'argile (marnage, sous-solage), de la saturation du complexe échangeable en calcium (chaulage) et surtout du taux de matières organiques, très sensibles à la minéralisation en milieux chauds et humides. Le dépierrage permet d'augmenter la surface du sol utilisable, mais réduit la résistance du sol à l'énergie des pluies et du ruissellement : il est donc recommandé de laisser les petites pierres en guise de mulch en surface quitte à enlever les plus grosses pierres pour construire des cordons ou murettes.

- Enfin les techniques culturales, en particulier le labour grossier et le billonnage en courbe de niveau, peuvent réduire l'érosion de 10 à 50% si toute fois la pente ne dépasse pas 15%. Au-delà, la rugosité de la surface du sol ne retient plus guère le ruissellement et l'érosion aratoire ou linéaire risquent de contrarier les bénéfices d'une meilleure infiltration. Les techniques traditionnelles du billonnage selon la pente sont finalement mieux adaptées que la culture en courbe de niveau pour éviter sur pentes fortes les risques majeurs de ravinement ou de glissement de terrain en cas d'averses surabondantes.

#### **4. Conclusions : quelques pistes de propositions pour un avenir proche**

**\*4.1. La lutte antiérosive doit combiner les approches mécaniques et biologiques** complémentaires en vue d'atteindre un même objectif : la gestion durable des ressources naturelles : l'eau, la biomasse et la fertilité des sols.

Seul l'Etat est capable d'entretenir des équipes de spécialistes susceptibles de résoudre les problèmes difficiles de la restauration des torrents, ravines, glissement de terrain et gestion des forêts et des grands bassins versants.

Mais c'est à la société rurale que revient la responsabilité de mettre au point les systèmes de culture durables adaptés aux conditions régionales. Le rôle des chercheurs pourrait être de cartographier les zones à haut risque et d'accompagner les projets de développement, d'aider les paysans à diagnostiquer les risques, de tester les aménagements proposés en milieu paysan et d'évaluer leur efficacité, leur acceptabilité et leur rentabilité.

**\*4.2. Pour établir un diagnostic rapide des risques toute une série d'indicateurs** sont disponibles : les radioéléments pour vérifier la variation spatiale de l'érosion durant les 30 dernières années, mais aussi les états de la surface du sol (surface fermée et surface couverte, pente, densité apparente, traces d'érosion, pièges du ruissellement) pour vérifier en temps réel les risques pour chaque parcelle et chaque système de culture (intérêt des simulateurs de pluies). Il serait utile aussi d'analyser l'évolution du marché et de mettre au point des filières rentables et protectrices du milieu : seule une société dynamique saura garder sa jeunesse à la campagne. La lutte antiérosive n'est pas qu'un problème technique : c'est aussi un problème humain et socio-économique.

**\*4.3. Développer des systèmes de production qui valorisent les ressources** humaines (participation, décision, formation, épanouissement), en eau (améliorer l'infiltration, retarder

leur transit vers les rivières, la stocker pour produire à contre saison), en biomasse (couvrir le sol, intensifier la production, litières pour améliorer les sols) et en sols (améliorer les conditions d'enracinement, d'alimentation en nutriments et en eau) : donc lutte biologique partout présente.

**\*4.4. Gestion de la biomasse.** Assurer un équilibre entre les plantes pérennes (avec sous étage) et les cultures annuelles sarclées. Réduire les dégâts des feux, développer la valorisation des résidus de culture (élevage, fumier ou paillage) : développer l'agroforesterie et l'association d'arbres fruitiers et de plantes de couverture assurant une production fourragère de qualité. Gérer les adventices et résidus de culture pour couvrir le sol pendant toute la saison des pluies : les MO sont plus efficaces pour la LAE en surface qu'enfouis. Cela exige une modification des coutumes africaines de vaine pâture et des feux de brousse.

**\*4.5. Gestion de l'eau.** Améliorer l'infiltration sur les versants en réduisant le labour et l'émiettement du sol nu pour développer des systèmes de labour réduit, de décompactage ou de semis direct sous litière morte ou vivante (légumineuses). Ralentir le passage des eaux de surface avant d'atteindre le drain principal va permettre de réduire les débits de pointe et donc le transport solide des rivières dont l'essentiel peut se faire en quelques heures pendant la crue de l'année. Pour cela choisir la dissipation de l'énergie de l'eau (frottement sur la rugosité de la surface du champ (litières) et du versant (micro-barrages perméables : cordons de pierres, haies vives, bandes enherbées), plutôt que de rassembler les eaux de ruissellement dans des canaux qui conduisent directement les eaux chargées à l'exutoire et la rivière).

**\*4.6. Gestion de la fertilité des sols.** Les stocks de nutriments sont souvent assez élevés dans les sols, mais leur fraction assimilable est réduite et vite consommée par l'exportation des cultures, l'érosion sélective, le drainage et la minéralisation rapide des matières organiques. Il faut donc un apport régulier de M.O. au sol (fumier, litière de résidus de culture, jachère de légumineuses), une revitalisation des sols dégradés et un complément de nutriments au moment où il est nécessaire pour le développement des cultures. En effet l'apport de fumure organique est toujours insuffisant et déficitaire dans les nutriments dont les sols sont carencés. Même si le sol est protégé de l'érosion, et l'eau suffisante, la croissance des plantes et leur production sera limitée par la disponibilité en nutriments : la fertilisation est donc un maillon essentiel à la LAE. Il doit permettre de passer de la conservation du potentiel de production des sols, à son amélioration par une saine gestion des apports organiques et des compléments minéraux permettant l'optimisation de l'utilisation de l'eau et du soleil.

**\*4.7. Gestion du milieu humain.** Cet effort d'aménagement va dépendre à la fois de la cellule de base où la communauté rurale est solidaire (quartier, versant, terroir, ou grand bassin versant) et des éléments extérieurs qui favorisent ou ralentissent ce développement (lois, analyse des marchés, routes pour rejoindre la demande, disponibilité des fertilisants et protection phytosanitaire au moment où la plante en a besoin). Bien qu'il soit logique d'aborder la gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant, il est clair que des groupements paysans seront plus efficaces pour gérer ces problèmes de gestion des ressources au niveau des versants ou quartiers de bassins. Dans les pays du sud, la lutte antiérosive/GCES doit aussi donner du travail à l'ensemble de la communauté rurale. Dans les pays industrialisés, la mécanisation doit permettre de réduire la main d'œuvre nécessaire à la gestion des paysages.

\*L'ensemble des efforts de gestion des ressources naturelles doit permettre à la fois de réduire les risques d'érosion et d'améliorer la productivité du sol et du travail. Si cette amélioration

est insuffisante, il faut mettre au point de nouveaux systèmes de production, plus efficaces. Cette approche doit libérer l'esprit d'innovation des paysans (Reij et al., 1996 ).

## 5. Conclusions

Ce parcours rapide au travers de l'évolution des stratégies de lutte antiérosive au cours des temps modernes et de la diversité des techniques utilisées par les sociétés rurales aboutit à distinguer les approches de développement intégré de l'environnement permettant l'optimisation de l'usage des ressources naturelles (eau-sol-plantes) en faveur des deux acteurs : les petits paysans protégeant les châteaux d'eau que sont les montagnes et les consommateurs d'eau (irrigation des gros propriétaires, industries, citadins et touristes) : ils ont chacun leur logique d'intervention en fonction de leurs objectifs.

Aujourd'hui, de nombreuses évidences sont remises en cause (non labour, influence négative de la densité de population, importance majeure de la longueur et inclinaison de pente, fragilité particulière des sols tropicaux, monoculture et production maximale, cultures associées, etc.).

Après la « conservation des sols » du siècle dernier, on parle beaucoup « d'agriculture de conservation » (surtout dans les régions à agriculture mécanisée sur d'énormes surfaces), mais de conservation de quoi ?...Si les sols sont dégradés, la CES est-elle satisfaisante ?

L'approche GCS ou Land Husbandry va bien plus loin car elle constate que les sols sont déjà dégradés et doivent être améliorés, que les eaux sont souvent déjà polluées et qu'il faut donc trouver de nouveaux systèmes de production intensifs qui couvrent le sol, améliorent leurs propriétés physiques pour réduire la dégradation des agrégats et des matières organiques. Les mesures de séquestration du carbone dans les sols pourraient nous aider à mettre au point des techniques capables de dépolluer l'air. Seule une association des approches biologiques et mécaniques pourra nous amener à retrouver des espaces sains pour les générations futures.

## Bibliographie

- Boisseau S., Locatelli B., Weber J., 1999.** Population & environment relationship. A U-shaped curve hypothesis. Jardin planétaire, Chambéry, France, 4 p.
- Fotsing JM., 1993.** Diagnostic des problèmes d'érosion et éléments de solution en pays Bamiléké, Cameroun. Cahier ORSTOM Pédol., 26 : 241-254.
- Gréco J., 1978.** La défense des sols contre l'érosion. La Maison Rustique, Paris, 183 p.
- Hallsthorpe E.G., 1987.** Anatomy, physiology and psychology of erosion. John Wiley & Sons, Chichester, 176 p.
- Harroy JP., 1944.** Afrique, terre qui meurt. Edition Marcel Hayez, Bruxelles, 557 p.
- Hudson, N.W., 1991.** Reasons for success or failure of soil conservation projects. Fao Soils Bulletin Rome, 64, 65 p.
- Jurion F, Henry J., 1967.** De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée. INEAC Bruxelles, 498 p.
- Lilin Ch., 1986.** Histoire de la restauration des terrains en montagne. Cahier ORSTOM Pédol., 22 : 139-146.
- Lovejoy J., Napier T., 1976.** Conserving soil: sociological insight. J. Soil & Water Conservation 415 : 304-410.
- Lowdermilk W., 1953.** Conquest of the land through 7000 years. Agric.information Bull. USDA SCS, 99 : 54 p.
- Millington AC., 1984.** Indigenous soil conservation studies in Sierra Leone. IASH Publications, 44 : 529-538.

- Moldenhauer W., Hudson N., 1987.** Conservation farming on steep lands. SWC SOC, Ankeny , IOWA, 296 p.
- Reij C., Scoones J., Toulmin C., 1996.** Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique. CTA, CDCS, Karthala, 355 p.
- Roose E., 1994.** Introduction à la GCES. Rome, Bull. Pédologique FAO, Rome, n°70, 420 p.
- Roose E., Sabir M., De Noni G, 2002.** Techniques traditionnelles de GCES en milieu méditerranéen. Bulletin Réseau Erosion, Montpellier, 21 : 523 p.
- Roose E., 2004.** Evolution historique des stratégies de lutte antiérosive. Sécheresse 15, 1 : 9-18.
- 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.
- Wischmeier WH, Smith DD., 1960.** An universal soil loss equation to guide farm planning. Proc. 7<sup>th</sup> Intern. Congress Soil Sc. Soc., 1 : 418-425.