

## Les sols tropicaux et leur dégradation en fonction des types d'érosion

Eric ROOSE\*, Zachée BOLI\*\* et Théodomir RISHIRUMUHIRWA\*\*\*

\* IRD, BP 54601, F34394 Montpellier, France ; courriel : [Eric.Roose@ird.fr](mailto:Eric.Roose@ird.fr)

\*\* IRAD, BP 2123, Yaoundé, Cameroun ; courriel : [z.boli2008@yahoo.fr](mailto:z.boli2008@yahoo.fr)

\*\*\* IRAZ, BP 5667 Kinindo, Bujumbura, Burundi ; courriel : [agrobiotec2002@yahoo.fr](mailto:agrobiotec2002@yahoo.fr)

---

### Résumé

Le sol, produit de l'altération des roches en fonction de l'atmosphère et de la biosphère, est un composé complexe de matières organiques (MO) et minérales ayant des propriétés propres, très différentes de celles des roches d'origine. On dit qu'un sol est dégradé quand il a perdu une ou plusieurs de ces qualités. La cause première de cette dégradation est liée à la minéralisation des MO du sol suite au défrichement et à la mise en culture entraînant une faible restitution des MO. Mais l'érosion en nappe sélective des particules légères (MO, argile et limons) accélère cette dégradation douze fois plus vite que le simple décapage par érosion (ravinement) en rigole ou en masse (érosion aratoire). D'où l'importance de protéger la surface du sol par une couverture végétale abondante qui alimente la surface du sol en MO, élimine la battance des gouttes de pluie (E. en nappe), maintient une bonne infiltration (ravinement) et augmente la rugosité de la surface du sol (E. en masse).

**Mots clés :** *Afrique tropicale, types d'érosion, dégradation du sol, matières organiques.*

### Abstract

Soils, produced by rocks alteration in relation to atmosphere and biosphere, are composed of various organic and mineral compounds developing properties very different from these of local stones. A soil is said degraded when it had lost one or some of these properties. The first original cause of degradation is related to organic matter mineralisation after deforestation and cropping. But sheet erosion being selective of light material (OM, clay, loam) accelerates the soil degradation twelve times faster than scouring effect (rill-gully erosion) or mass movements (tillage erosion). Therefore, authors insist on the importance of green coverage in order to feed the topsoil with OM, to protect the surface from the drops energy, to maintain a good infiltration capacity (against rills) and to increase the soil roughness (Mass movements).

**Keywords:** *Tropical Africa, erosion types, soil degradation, organic matter*

### 1.1. Introduction : la définition des sols

Avant de parler de la restauration des sols, il nous faut définir brièvement les propriétés des sols et les processus qui entraînent leur dégradation.

Le sol est un épiderme fragile couvrant la surface de la terre. Contrairement aux êtres vivants, il n'y a pas de sol individuel. Il y a continuité entre un sol et son voisin sur le versant d'une colline : on devrait plutôt parler de couvertures pédologiques (Ruellan, 2010).

Le sol est une mince couche (0,1 à plus de 10 m d'épaisseur) de matériaux meubles qui recouvrent le noyau rocheux de la Terre. Le sol est le fruit de la désagrégation physique et de l'altération chimique des roches par les agents de l'atmosphère (l'alternance gel-dégel, pluie-sécheresse), de l'hydrosphère (attaque des acides carboniques des pluies, des acides humiques des eaux de drainage), et de la biosphère (minéralisation par les microbes, perforation par les racines et par la faune qui y trouvent un habitat très varié).

Le sol est un composé complexe d'éléments minéraux et organiques. Certains minéraux sont des résidus de la roche (ex. sables quartzeux, feuillets de micas ou de minéraux noirs, nodules calcaires) et d'autres sont le produit de la dégradation (par hydratation, oxydation, complexation) ou d'une néogenèse en relation avec le milieu (les argiles de néoformation : kaolinite, argiles gonflantes, hydroxydes métalliques, etc.).

Les sols sont structurés, composés de pores remplis d'air ou d'eau, d'agrégats, de mottes et d'horizons plus ou moins épais et distincts. La densité réelle d'une roche varie de 2,6 à plus de 13 tandis qu'un sol cultivé a une densité beaucoup plus faible, de 0,8 sur certains sols volcaniques, de 1,3 après labour à plus de 1.5 en fin de saison culturale et à plus 1.8 sur certains sols riches en fer. Sous forêts, le sol de surface est souvent plus léger que l'eau (<0,9) tant il est poreux, soulevé par les racines, perforé par les animaux, allégé par les matières organiques : le pied s'enfonce d'ailleurs dans ce matériaux plus riche en air et en eau qu'en minéraux solides (Roose, 1994).

Bref, il y a un monde entre le sol et la roche ou les sédiments qui lui ont donné naissance.

### 1.2. Le sol est un milieu très complexe qui a des propriétés particulières.

- *C'est un milieu poreux qui filtre les eaux* de drainage, stocke les eaux utiles aux plantes dans les micropores et permet aux eaux excédentaires de circuler rapidement dans les macropores pour alimenter les nappes phréatiques et bien plus tard, les rivières. Il assure aussi la continuité et le renouvellement de l'atmosphère en son sein.

- *C'est un milieu structuré* où les particules minérales de tailles diverses s'allient de façon plus ou moins stable avec l'humus, le calcium et divers complexes métalliques pour former des agrégats, des mottes qui reflètent les travaux culturaux, des horizons aux propriétés différentes (couleur, texture, structure, densité, etc.) qui renseignent sur la qualité de l'environnement pédologique.

- *C'est un habitat très diversifié qui abrite d'innombrables êtres vivants* : des microbes, des animaux, des racines qui profitent d'une infinité d'habitats différents et de surfaces de contact permettant des échanges entre les divers habitants. C'est l'un des refuges de la biodiversité d'où l'on a tiré de nombreuses molécules utilisées par l'homme (ex. les antibiotiques, les ferments lactiques, etc.).

- *C'est un lieu de stockage de l'eau, de métaux et d'autres ressources précieuses* : eaux minérales, terres rares, argiles pour la poterie, minéraux et métaux recherchés par l'industrie. C'est un matériau de construction isolant qui a été utilisé depuis l'antiquité pour élever des

murs en argile tassée ou fabriquer des briques séchées au soleil. Une fois cuites à haute température, ces argiles forment des briques et des tuiles abritant durablement les masures comme les palais.

- *C'est un lieu de stockage du carbone et des nutriments pour les plantes* : azote, phosphore et soufre dans les matières organiques, cations et métaux adsorbés aux argiles et à l'humus, divers nutriments constituant des limons et certains sables capables de restituer progressivement la silice, des cations (K+Ca+Mg) et divers nutriments minéraux (oligo-éléments) dont les plantes et les animaux ont besoin pour se développer. C'est aussi un piège où séquestrer le carbone (Roose et Barthès, 2006).

### 1.3. La dégradation des sols

Ce milieu complexe, fait de solides, d'air et d'eau, est le support de la vie. Mais avec la pression démographique et l'exploitation intensive des sols, l'homme néglige les règles naturelles d'entretien, de repos, de protection contre divers agents de déstructuration : au bout de quelques années, on peut constater que ses propriétés se dégradent ainsi que sa capacité à produire des végétaux et à nourrir les animaux et les hommes.

La dégradation se manifeste par la perte d'une ou plusieurs qualités du sol par l'intervention de divers processus naturels ou accélérés par les activités de l'homme.

*La minéralisation des matières organiques* est indispensable pour transformer en humus les litières, cadavres et divers déchets organiques et plus tard pour restituer progressivement les nutriments (N, P, oligoéléments, etc.). Mais lorsqu'on défriche le milieu naturel et qu'on supprime l'apport régulier de litière ou de résidus organiques, la population microbienne du sol s'attaque à l'humus (ensemble complexe d'acides humiques libérés par les microbes) et aux matières organiques du sol responsables de la stabilité structurale. Si en plus on aère le sol par les travaux cultureux (labour, sarclages, etc.), on accélère la dégradation des matières organiques et de la structure des couches superficielles du sol jusqu'à descendre en dessous de certains seuils (0,5% de MO pour les sols sableux et 1,2% pour les sols argileux (Feller, 1995 ; Feller, Beare, 1997). En-dessous de ces seuils la structure du sol s'effondre, des croûtes se forment à la surface du sol qui réduisent l'infiltration, accélèrent le ruissellement et l'érosion, l'assèchement du profil et son appauvrissement sélectif en nutriments (Roose, 1994).

*La dégradation par l'érosion en nappe.* Les gouttes de pluies pilonnent la surface du sol, détachent les particules et micro-agrégats des mottes, arasent la rugosité de la surface du sol. Il se forme alors des croûtes compactes qui réduisent sévèrement la capacité d'infiltration des eaux de pluie (de 100 à <10 mm/heure). L'érosion en nappe peut déplacer entre 0,1 et 2 t/ha/an de carbone, autant que le pouvoir du sol de séquestrer le carbone dans ses horizons superficiels (Roose et Barthès, 2006). Le ruissellement en nappe se déplaçant lentement à la surface du sol emporte sélectivement les particules les plus légères et les plus fertiles (argiles, limons, matières organiques et nutriments qui y sont associés). Elle laisse en place des nappes de sables et de graviers stériles et forme de minces croûtes d'érosion et de sédimentation qui réduisent drastiquement l'infiltration et la respiration du sol. L'érosion en nappe exportant sélectivement les particules légères prive le sol des nutriments concentrés dans les horizons de surface et appauvrit l'horizon cultivé des argiles et de l'humus (Roose, 1994).

**La dégradation par compaction du sol :** les paysans, les animaux et les engins utilisés pour mécaniser les travaux culturaux exercent une pression de 1.5 à 6 kg/cm<sup>2</sup> à la surface du sol : celle-ci se transmet progressivement en profondeur (50cm), écrase les macropores, ralentit la circulation de l'eau et de l'air indispensable aux racines (manque d'oxygène), empêche la pénétration des racines et rétrécit l'espace où les plantes puisent l'eau et les nutriments dont elles ont besoin. On observe une réduction progressive de la productivité du sol car les plantes n'ont plus accès aux couches profondes du sol.

**La pollution du sol par les métaux lourds, les sels calcaires ou sodiques déposés par l'évaporation des eaux de nappe.** L'épandage répété des boues de ville, des eaux usées, des hydrocarbures, de certains produits industriels ou des lisiers des animaux apporte des métaux lourds rapidement absorbés par les argiles : un excès d'azote peut se libérer qui pollue la nappe par les eaux de drainage. Le milieu poreux que constitue le sol accumule ces produits qui deviennent toxiques pour les plantes. De même, l'évaporation des eaux de nappe riches en sels de sodium ou de calcaire finit par accumuler en surface des croûtes peu perméables ou des horizons à pression osmotique et à pH trop élevés pour que les racines puissent les supporter. Ces pollutions sortent du cadre de cette étude.

Dans cet ouvrage, sont prises en compte les dégradations par minéralisation des MO du sol, par l'érosion sélective ou le décapage et la compaction des horizons de surface qui entraînent une réduction importante de la production végétale.

Les écologues parlent de restauration d'un milieu dégradé quand il s'agit d'arrêter les processus de dégradation et de restaurer à l'identique les caractéristiques initiales de la faune, de la végétation et éventuellement du sol d'un écosystème. Quand il s'agit de récupérer des terres dégradées suite aux activités humaines et d'intervenir énergiquement pour transformer le milieu en terrain de culture rentable, les écologues parlent de réhabilitation (Aronson et al., 1993). Dans cet ouvrage, les études visent à décrire les méthodes de récupération de la productivité des sols dégradés par les cultures, l'élevage ou d'autres mises en valeur ; on parlera plutôt de restauration de la productivité des sols, de leur capacité à produire durablement des récoltes végétales ou des produits animaux. C'est le terme utilisé généralement par les agronomes et pédologues américains.

**1.4. Les limites tolérables de l'érosion.** Dans un premier temps, il s'agit de garder l'épaisseur du sol constant en acceptant une perte en terre du même ordre de grandeur que l'altération de la roche sous-jacente, soit environ 1mm par an, 10 cm par siècle ou 1 m par millénaire. Si on choisit une densité apparente du sol de 1,2, cela correspond à 12 t/ha/an. Mais ce seuil ne tient pas compte de la différence très nette de fertilité entre la couche humifère superficielle qui est érodée et la couche de roche altérée ....

Une deuxième approche propose de fixer le seuil d'érosion tolérable autour de celui qui correspond au maintien de la productivité du sol : mais cela ne tient pas compte des dégâts du aux transports de sédiments dans les drains et les réservoirs d'eau .

En définitive, les spécialistes américains ont proposé une fourchette de 1 à 12 t/ha/an en fonction de la fragilité des sols et du milieu cultivé : 1 t/ha/an sur les sols forestiers où toute la fertilité est concentrée sur les premiers cm ... et jusqu'à 12 t/ha/an sur des vertisols qui peuvent se reconstituer rapidement (10 à 20 mm par an).

**1.5. Influence de l'érosion en nappe sélective sur la production de céréales d'un sol ferrallitique acide argileux ( Rishirumhirwa et Roose, 2004)**

Au Burundi central, sur un sol ferrallitique argileux acide des collines près de Gitega, l'érosion a été mesurée pendant trois années sur des parcelles d'érosion (300 m<sup>2</sup> et 8 % de pente) soumises à 4 niveaux de paillage. Les pertes en terre cumulées s'élèvent à 154 t/ha/3ans sur la parcelle nue standard (mulch= 0%), 54 - 17 et 0.15 t/ha/3ans sur des bananeraies avec une surface couverte respectivement de 20 - 40 et 100% par le paillage. Sur ces parcelles ayant connu un grand éventail d'intensité d'érosion en nappe, on a tenté de mesurer l'arrière effet de ce processus. La 4<sup>ème</sup> année, après l'arrachage des bananiers, chaque parcelle fut semée uniformément en maïs, dont un quart de chaque parcelle sans ajouter d'amendement. Le rendement en maïs grain a diminué significativement (1,7 - 1,0 - 0,5 - 0 t/ha) sur ces parcelles où l'érosion en nappe des années précédentes variait de 0.01 à 10 mm. L'horizon superficiel du sol a donc une mémoire très fine de l'érosion en nappe sélective subie les années précédentes. On verra au § 2.1 que cette mémoire a aussi un effet très net sur les possibilités de restaurer la productivité de ces parcelles.

#### **1.6. L'érosion en nappe sélective est douze fois plus dommageable que l'érosion en rigole ou en masse sur la production de maïs d'un sol ferrugineux sableux (Boli et Roose, 2004)**

Sur un sol ferrugineux sableux des pénélaines du Nord Cameroun, à la station de Mbissiri, près de Tchollire, l'érosion mesurée pendant 4 années sur des parcelles d'érosion (100 m<sup>2</sup> et 2 % de pente) a atteint 160 t/ha/4ans sur la parcelle nue standard (équivalente à 10 mm d'épaisseur), 90 t/ha/4ans (= 6 mm d'épaisseur) sur des parcelles labourées et soumises à une rotation intensive de maïs - coton et 30 t/ha/4ans (= 2 mm) sur des parcelles soumises aux mêmes cultures, mais avec un minimum de travail du sol sur la ligne de plantation et une litière couvrant plus de 30% de la surface du sol. La 5<sup>ème</sup> année, toutes ces parcelles furent semées en maïs uniformément, sans fertilisation. En moyenne, les parcelles « labourées » ont produit 10 quintaux de moins que les parcelles peu travaillées (2,5 t/ha), soit 40 % de moins pour une différence d'érosion en nappe sélective de 4 mm.

A proximité de ces parcelles d'érosion, on a décapé mécaniquement 30 parcelles de 0 - 50 - 70 - 100 et 150 mm de l'horizon humifère pour simuler une érosion en rigole non sélective des particules légères. Après une plantation uniforme en maïs, le rendement en grain a décré de 30 % sur les parcelles décapées de 50 mm et de 50 % sur celles dont tout l'horizon humifère (15 cm) a été décapé. Si on compare les résultats de ces deux tests, on peut estimer que à perte en terre constante, l'érosion en nappe sélective est douze fois plus délétère sur les rendements des cultures de maïs que l'érosion en rigole ou en masse non sélective (Roose, Bellefontaine, Visser, 2011). Ou encore On perd 30% des rendements si on constate 4 mm d'érosion en nappe ou 40mm d'érosion décapante non sélective.

Sur les mêmes parcelles d'érosion, on a observé la 4<sup>ème</sup> année l'activité des vers de terre après 3 années de rotation intensive coton-maïs en fonction des diverses techniques culturales. Alors que les parcelles labourées (nue, labour avec enfouissement des résidus de maïs, labour plus paillis) présentent peu de turricules (5 à 70 par 100 m<sup>2</sup>), les parcelles peu ou pas travaillées restant couvertes par les résidus de culture accueillent 320 à 480 turricules/ 100 m<sup>2</sup>. Le labour qui chamboule l'habitat des vers de terre semble donc plus dangereux pour les activités des populations de vers de terre que l'usage d'engrais minéraux, les pesticides et herbicides abondamment utilisés sur la culture de cotonnier. La présence d'une litière de résidus de culture ou un paillage de graminées rapportées protègent la faune qui assure la perforation des horizons de surface et maintiennent une bonne infiltration des eaux de pluie (Boli, Roose, Zahonero, 1998).

Sur deux blocs représentant d'une part une jeune défriche (5 ans) et d'autre part une vieille défriche (35 ans) et un sol dégradé par les cultures, on constate que les risques de ruissellement observés pour chaque système de culture augmentent avec le temps de défrichement et le niveau de dégradation.

Les parcelles cultivées et labourées perdent 10 à 25% de plus de ruissellement que celles en travail réduit, 5 à 20 t/ha de terre, dont 4 à 10 t/ha de suspensions fines qui contiennent les matières organiques et les nutriments. Néanmoins les parcelles labourées produisent les premières années 20 à 40 % de plus de maïs, et un peu moins de coton que les parcelles moins perturbées par le labour. Les parcelles en billonnage cloisonné ne perdent pas beaucoup de ruissellement ni d'érosion mais produisent 20% de moins que le labour conventionnel et exigent plus de travail de préparation. Il entraîne une dégradation de la structure et un appauvrissement en particules fines. Le billonnage cloisonné semble moins adapté aux zones humides qu'aux régions soudano-sahéliennes plus sèches.

Tableau 1. Effets de l'âge de la défriche et des techniques culturales sur le ruissellement sur un sol ferrugineux sableux du Nord-Cameroun. (Boli et al, 1998)

Traitement	Ruiss. moyen en % sur jeune défriche	Ruiss. moyen en % sur vieille défriche
- sur sol nu, labouré	40	41
- sur cultivé + labour	24	32
- idem + bandes d'arrêt	12	24
- cultures + labour paillé	14	20
- labour + billons cloisonnés	2	3
- semis direct sous litière	3	7

Dans les sols sableux, le taux de matière organique de l'horizon superficiel (0-10 cm) du sol (MOS) est un bon indicateur de la fertilité. On a donc prélevé en février de chaque année 12 échantillons sur les diagonales des parcelles d'érosion.

Sur les parcelles en savane arborée, le taux de carbone reste stable autour de 0,7 %. Après labour et culture ou jachère nue, le taux de carbone tombe en 2 ans autour de C = 0,3 %. Sur les parcelles cultivées en semis direct sous litière, le taux de carbone décroît plus lentement, mais s'approche des C = 0,3 % en 5 ans.

Sur le bloc dégradé suite à 35 années de culture intensive, le taux de C ne dépasse pas 0,25 à 0,30 % sur les parcelles de semis direct sous litière de résidu de maïs. Sous labour et sol nu témoin, le taux de carbone descend à 0,15 à 0,20 %, mais jamais plus bas. On a donc l'impression qu'il y a deux taux de carbone seuil, l'un maximum sous forêt continue et l'autre minimum sur labour et sol nu. Il semble difficile de remonter rapidement de ce dernier au taux de carbone max. dans ces milieux sableux tropicaux humides où l'activité minéralisatrice des microbes et des insectes est très élevée et la biomasse réduite.

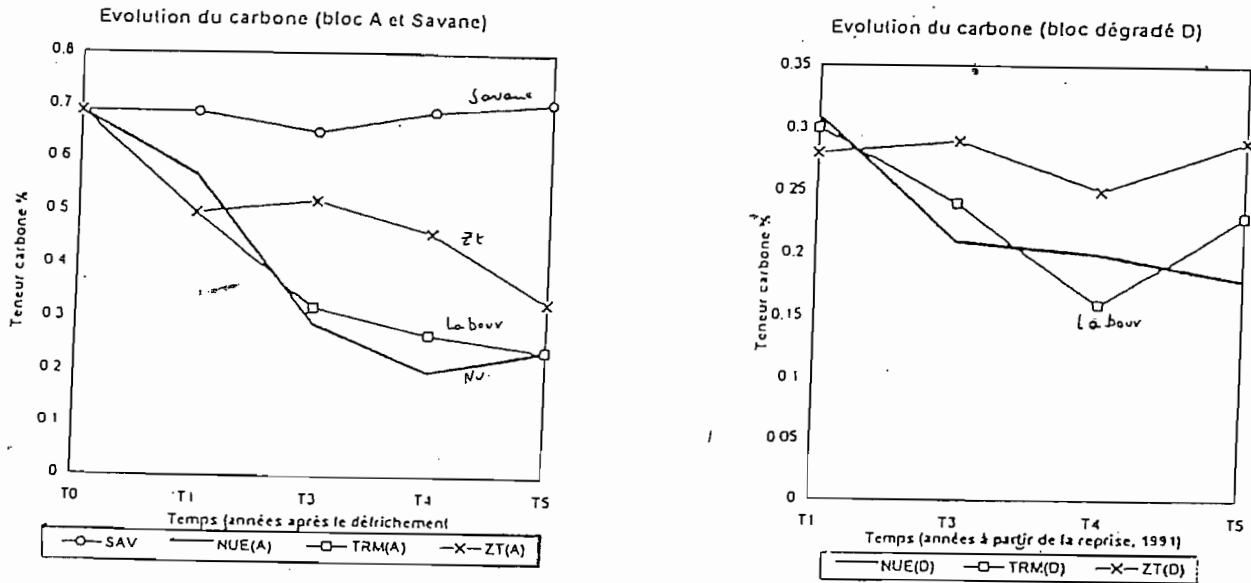


Figure 1. Evolution du carbone dans la tranche 0 à 10 cm en fonction des pratiques culturales et de l'âge du défrichement sur sol sableux du Nord-Cameroun (Boli et al., 1998)

### 1.7. Les effets du ravinement et de l'érosion en masse

Chaque fois que l'homme perturbe l'écosystème naturel, transforme la forêt amazonienne ou africaine en pâturages ou en cultures intensives, il laboure et découvre la surface du sol, réduit les apports de litière, modifie la structure de la surface du sol, augmente le ruissellement et l'érosion de l'horizon humifère, le plus riche. Même sur des pentes douces (1%) comme au sahel, les nappes de ruissellement s'accumulent dans les vallons qu'elles creusent en ravins profonds, lacèrent la couverture pédologique par érosion régressive : si on n'intervient pas vigoureusement, les ravines ruinent les meilleures terres des versants et des bas-fonds en formant des badlands. De vastes champs doivent être abandonnés tandis que continuent les inondations et dépôts de boue dans les plaines et les zones urbaines (Roose, 1994).

De brusques mouvements de masse se développent souvent en parallèle avec le défrichement des versants instables et le ravinement des bas de versant, avec l'agrandissement des ravines, les débits de pointe des rivières, le creusement d'une route ou d'un réseau de drains antiérosifs sur un versant. Qu'il s'agisse d'un « coup de cuillère » rotatif ou d'un mouvement en planche au-dessus d'un horizon peu perméable soumis à des pressions hydrostatiques lors des averses exceptionnelles et tout le profil pédologique déménage des pentes vers les vallées où des masses de boues se déposent sans triage de matériaux. S'il s'agit d'une mince coulée boueuse, le ravinement prend aussitôt le relais pour creuser ou élargir le canal laissé béant jusqu'à la roche pourrie stérile et peu cohérente qui sert de plan de glissement.

Les dégâts sont impressionnants et les paysans incapables d'organiser la lutte. Les techniques antiérosives et les grands moyens nécessaires dépendent des services spécialisés de l'Etat. « Mieux vaut prévenir que guérir » et cartographier les zones où il n'est pas raisonnable de tenter des modifications des écosystèmes (Moeyersons, 1989). Seuls quelques arbres

(Eucalyptus) semblent capables de dessécher le plan de glissement, d'enfoncer de grosses racines dans les anfractuosités de la roche et d'augmenter sa rugosité (Temple P. et Rapp A., 1972).

Le travail du sol et le creeping entraînent aussi des mouvements lents de l'horizon humifère depuis le sommet des pentes jusqu'au bas de versant où la terre humifère s'accumule dans les colluvions. Cette érosion lente et à courte distance oblige les paysans à diversifier les techniques culturales sur les diverses situations couvertes par leurs champs (Revel et al, 1990).

### 1.8. Conclusions

En fonction des types d'érosion et de dégradation des terres, il faut mettre en place des stratégies adaptées aux processus majeurs concernés.

L'érosion en nappe ne déplace que quelques millimètres de sol par an (1 mm = 15 t/ha) mais elle s'attaque aux horizons superficiels et n'entraîne que les matériaux légers, les plus fertiles, en particulier l'argile, les limons et surtout les matières organiques du sol, responsables du stockage des nutriments, de la structure de la surface du sol et de la capacité d'infiltration des eaux de pluie. Une érosion sélective de quelques mm entraîne donc une dégradation rapide de la productivité du sol. Le maintien de la couverture du sol et l'apport régulier de litière est donc l'une des clés pour dissiper l'énergie des gouttes de pluie, nourrir la faune qui perfore la surface du sol et maintenir l'infiltration et l'alimentation hydrique (et minérale) des cultures. L'érosion en nappe détache bien plus de terre qu'elle n'en exporte et participe ainsi à la dégradation de sa structure et de ses propriétés physiques.

L'érosion en rigole et en ravine déplace 10 à 1000 fois plus de terre, concentre le flux de ruissellement dans des canaux où le ruissellement développe son énergie propre au point d'arracher des mottes et des morceaux de roche. La restauration de ces terrains exige à la fois l'amélioration de l'infiltration sur l'ensemble du bassin et la dissipation de l'énergie du ruissellement canalisé par des seuils mécaniques et le développement d'une flore adaptée à ces milieux trop humides en saison des crues et aride en saison sèche : des arbres pour stabiliser les berges et des herbes au fond du canal pour laisser couler les excédents d'eau tout en couvrant le fond.

L'érosion en masse concerne soit le glissement lent de l'horizon superficiel ou labouré des sommets de versant vers la vallée, soit la liquéfaction de zones saturées et le déplacement rapide des boues, soit le glissement rapide de tout un versant : arrachement et dépôts des sédiments ne sont pas sélectifs. Pour arrêter les mouvements rapides, il faut à la fois drainer le plan de glissement, augmenter sa rugosité et réduire l'infiltration. Etant donné le coût des ouvrages de gabionnage, seules des zones stratégiques peuvent être protégées. En milieu rural, seuls des arbres à enracinement puissants peuvent opposer une résistance au glissement, assécher le plan de glissement et renforcer la rugosité du contact du sol avec la roche.



## Bibliographie

- ARONSON J., FLORET C., LE FLOC'H E., OVALLE C., PONTANIER R., 1993. -"Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. A view from the South". *Restoration Ecology*, 1, 1 : 8-17.
- BERGSMA E., 1996-"Terminology for soil erosion and conservation". ISSS, ITC, ISRIC, Wageningen, 313 p.
- BOLI Z., ROOSE E., 1998- Degradation of a sandy Alfisol and restoration of its productivity under cotton/ maize intensive cropping rotation in the wet savannah of Northern Cameroun. *Advances in Geocology* 31 : 395-401.
- BOLI Z., ROOSE E., ZAHONERO P., 1998-« Effets et arrière effets des pratiques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production d'une rotation intensive coton/maïs sur un sol sableux des savanes humides du Nord-Cameroun ». *Bull. Réseau Erosion* 18 : 246 - 259.
- FELLER C., 1995-« La matière organique dans les sols à argile 1:1 ». Thèse doct. Etat, Univ. Strasbourg, edit. ORSTOM, France, 393 p.
- FELLER C., BEARE M.H., 1997-" Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics". *Geoderma*, 79 : 69-116.
- MOEYERSONS J., 1989-« Les glissements de terrain au Rwanda occidental : leurs causes et les possibilités de leur prévention ». *Cah. ORSTOM Pédol.*, 25, 1 : 131-150 .
- PIERI C., 1989-« Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. ». Cirad, Agridoc, Paris, France, 444 p.
- REVEL JC., COSTE N., CAVALIE J., COSTE JL., 1990-« Premiers résultats expérimentaux sur l'entraînement mécanique des terres par le travail du sol dans le Terrefort toulousain (France) ». *Cah. ORSTOM Pédol.*, 25, 1 : 111-118.
- RISHIRUMUHIRWA TH., ROOSE E., 2004-"Influence de la gestion de la biomasse sous bananeraie sur l'érosion, le carbone et les propriétés d'un sol ferrallitique acide des hauts plateaux du Burundi. *Bull. Réseau Erosion*, Montpellier, 23 : 250-261.
- ROOSE E., 1994-« Introduction à la GCES ». *Bull. Pédologique FAO*, Rome, n° 70, 420 p
- ROOSE E., BARTHÈS B., 2006-"Soil carbon erosion and its selectivity at the plot scale in tropical and Mediterranean regions". In Roose E., Lal R., Feller Ch. , Barthès B., Stewart, eds, "Soil erosion and carbon dynamics" *Advances in Soil Science*, CRC, Taylor and Francis, Boca Raton, Floride, USA: 55-72.
- ROOSE E., BELLEFONTAINE R., VISSER M., 2011-« Six rules for the rapid restoration of degraded lands: synthesis of 17 case studies in tropical and Mediterranean climates". *Sécheresse*, 22, 3 : 1-12.
- RUELLAN A., 2010-« Des sols et des hommes : un lien menacé ». Edition IRD, Marseille, 105 p.
- TEMPEL P., & RAPP A., 1972-"Landslides in the Mgeta area, Western Uluguru mountains, Tanzania. Geomorphological effects of Suddan heavy rainfall". In « *Studies of soil erosion and sedimentation in Tanzania* ". *Geografiska Annales*, 54, 3-4 : 157-194.

Dégradation de la surface des sols par érosion en nappe :  
Station IRD d'Adiopodoumé (Abidjan) en zone de forêt subéquatoriale

Sur une prairie plantée trop tardivement en *Panicum maximum*, les premiers orages de mai ont battu la surface du sol mal couverte et séparé l'humus et l'argile des sables grossiers. Le ruissellement en nappe a emporté les particules légères humifères (colorées en gris foncé) et a laissé sur place des nappes de sable roux, témoins du sol érodé. Station ORSTOM d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire (pente 5 %).



Sur cette parcelle nue, on a laissé évoluer l'érosion en nappe : celle-ci a dégagé des petits monticules de terre ( $h = 2$  à  $10$  cm) protégés par un corps dur (croûte, racines, graines) appelés "micro-demoiselles coiffées". Le ruissellement tente de les cisailer à la base et forme des "micro-falaises". Il entraîne les particules fines humifères (grises) et laisse en surface un manteau de grains de sable roux (ferrugineux). Adiopodoumé, Côte d'Ivoire (pente 7%).



Un bon paillage, ou une plante de couverture (ici une légumineuse semée entre les rangs de maïs au 1<sup>er</sup> sarclage) suffisent pour intercepter l'énergie des gouttes de pluies, bloquer complètement l'érosion en nappe et le ruissellement. Station IITA : Ibadan, Nigeria.

**Restauration de la productivité  
des sols tropicaux et méditerranéens**

**Contribution à l'agroécologie**

Version préliminaire



**Eric ROOSE**  
Editeur scientifique

**IRD Editions**  
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT  
MONTPELLIER, JUILLET 2015