

L'aménagement des zones cultivées et la lutte contre l'érosion

À partir d'une contribution de P. Dugué (CIRAD)

LES NOTIONS D'AMÉNAGEMENT ET D'AGRICULTURE DURABLE

Les régions tropicales sont caractérisées par une forte agressivité des pluies et une minéralisation rapide de la matière organique du sol liée aux températures élevées. Lorsque les paysans ne peuvent plus pratiquer la jachère de longue durée, ils doivent développer d'autres pratiques d'entretien de la fertilité du sol pour assurer la durabilité de leur exploitation agricole. Parmi ces pratiques figurent :

- > les apports d'éléments nutritifs (engrais minéraux, fumures organiques, amendements) qui permettent de compenser les pertes dues aux exportations des récoltes et des résidus de culture ;
- > les techniques limitant les pertes en sol et en éléments minéraux et organiques dues à l'érosion. Ces techniques se raisonnent à l'échelle de la parcelle (travail du sol, association de cultures), d'un ensemble de parcelles ou d'une portion de bassin versant.

L'aménagement des terres agricoles peut viser d'autres objectifs que la lutte contre l'érosion hydrique. Ainsi l'installation de clôtures et de haies vives permet de contrôler le passage des troupeaux dans les champs. C'est un ensemble de techniques et de dispositifs qui améliorent les conditions de la production agricole et permettent d'exploiter ces terres sur une longue période.

Ce chapitre traitera principalement des aménagements anti-érosifs, car l'érosion hydrique constitue une contrainte majeure de la production agricole en zone tropicale. D'autres types d'aménagement sont présentés dans les chapitres suivants (234, 235, 236).

LES MÉCANISMES ET LES CONSÉQUENCES DE L'ÉROSION

● Les formes d'érosion

L'érosion correspond au transport et à l'accumulation des particules de sol arrachées. En zone tropicale, ce transport est dû à différents facteurs :

- > *le ruissellement des eaux pluviales ou fluviales* : il s'agit alors de l'érosion hydrique ;
- > *le vent violent* : il s'agit de l'érosion éolienne ;
- > *l'utilisation d'outils aratoires* : il s'agit de l'érosion mécanique sèche.

● L'érosion éolienne

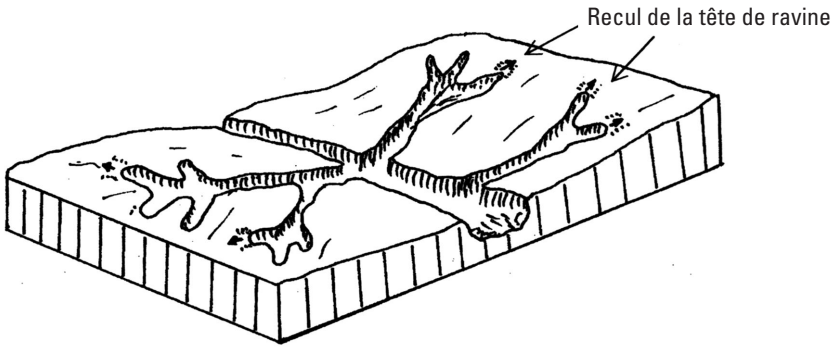
Elle concerne principalement les zones arides et semi-arides (pluviométrie inférieure à 600 mm). Le transport éolien s'effectue selon trois modes :

- > *la reptation des particules de sol les plus lourdes* (les sables grossiers). Les particules roulent sur la surface du sol sur de courtes distances. Ce phénomène concerne de grandes quantités de matériaux qui aboutit à la formation de dunes qui réduisent la production agricole par l'ensablement des bas-fonds et des oasis ;
- > *la saltation* correspond au déplacement par petits sauts sur quelques mètres de particules moins lourdes, comme les sables fins et moyens. Ce phénomène participe aussi à la formation de dunes ;
- > *la suspension* est le mode de transport des particules fines (poussières) sur de grandes distances. Du fait des petites quantités transportées, ce phénomène n'est guère préjudiciable à l'agriculture.

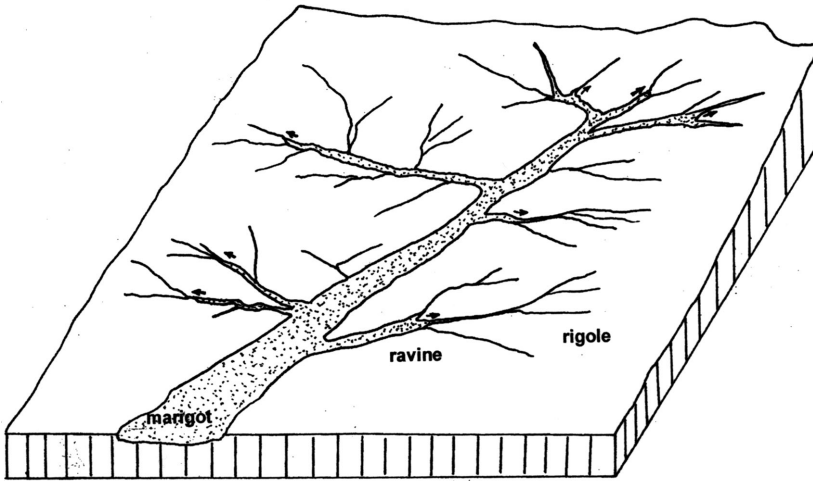
L'érosion éolienne est un phénomène encore mal connu, difficile à maîtriser. La plantation de brise-vent et la fixation des dunes par des graminées et des arbustes résistants à la sécheresse figurent parmi les principales techniques de lutte contre ce type d'érosion.

● L'érosion hydrique

L'érosion hydrique dépend de l'intensité du ruissellement des eaux de pluie. Le ruissellement en nappe correspond à une mince lame d'eau qui couvre une grande étendue de sol. En se déplaçant, elle entraîne de fines particules de sol. Le ruissellement peut se concentrer en filets et en ruisseaux du fait du relief. L'érosion correspond alors à un transport de particules plus grosses et plus lourdes. Il se crée alors un réseau de rigoles et de ravines qui s'agrandit à chaque pluie par érosion régressive ou remontante. Aux phases d'arrachement et de transport des matériaux du sol suit une phase d'accumulation lorsque la vitesse du ruissellement diminue. L'accumulation ou le dépôt des particules transportées se localise surtout dans des zones basses. Ce phénomène peut entraîner par exemple l'ensablement des rizières de bas-fond.



Érosion en griffes, en rigoles et en ravines



→ Érosion régressive

► Figure 1 : Les ravines ou griffes d'érosion « remontent » dans la pente

● L'érosion mécanique sèche

L'érosion mécanique sèche correspond à l'arrachement et au transport de particules de sol du fait de la gravité et de l'utilisation d'outils aratoires (manuels ou tractés). Ce processus où l'eau n'intervient pas est peu connu, peu étudié et rarement quantifié. Cette forme d'érosion concerne les régions de montagne à forte pente comme en Equateur, au Rwanda ou en Algérie. Dans ces conditions, un labour peut entraîner 10 t/ha de terre et un simple sarclage manuel environ 1 t/ha. L'intensité du déplacement de terre dépend de plusieurs facteurs : le type d'outil (la charrue transporte plus de terre qu'un outil à dents), la fréquence de passage des outils, l'orientation du travail par rapport à la pente, et la pente.

● **Les facteurs favorisant l'érosion**

La vitesse du vent et l'agressivité des pluies constituent des causes de l'érosion sur lesquelles il est difficile d'agir directement. Trois facteurs principaux favorisent l'érosion :

- > *l'état du couvert végétal* est le principal déterminant de l'érosion. La couverture végétale du sol permet de limiter le ruissellement et donc l'érosion hydrique ;
- > *la topographie du terrain* : d'une part la vitesse du ruissellement et donc l'érosion augmentent avec la pente ; d'autre part, plus le terrain est long dans le sens de la pente, plus le ruissellement se concentre ;
- > *l'état de surface du sol*, qui dépend du micro-relief dû aux pratiques culturales (travail du sol, sarco-buttage), de la texture et de la structure de l'horizon de surface et de sa teneur en matière organique. Un horizon superficiel tassé avec une faible macroporosité ne laisse s'infiltrer qu'une faible quantité d'eau, ce qui favorise le ruissellement.

Cette hiérarchisation, issue d'observations et de mesures dans des parcelles expérimentales, permet de comprendre que l'érosion hydrique ne concerne pas seulement les zones de montagne. Ainsi, avec une pente faible de 1 % à 2 %, des pertes en terre de 14 à 20 t/ha/an sur sol nu, et de 4 à 6 t/ha/an dans une parcelle cultivée traditionnellement, ont été observées en Afrique soudano-sahélienne. Ces pertes sont inférieures à 1 t/ha/an dans une jachère herbacée. Un sol nu est particulièrement sensible à l'érosion. Cette situation peut correspondre à une parcelle sans végétation ou à une culture en tout début de développement végétatif. Dans ces conditions, tout obstacle qui réduit la vitesse du ruissellement (diguettes, cordons pierreux, fascines, cultures en billons perpendiculaires à la pente) limite l'érosion. De même, les techniques culturales qui augmentent la rugosité du sol limitent le ruissellement et par conséquent l'érosion : labour motteux, buttage, etc.

● **Le ruissellement et l'érosion hydrique**

À l'échelle de la parcelle cultivée, le ruissellement correspond à une perte en eau. Cela peut avoir des effets néfastes sur l'alimentation hydrique des cultures. Des coefficients de ruissellement de 30 % sont fréquents en zone sahélo-soudanienne. Dans le cas d'une pluie de 20 mm, favorable par exemple au labour ou au semis, la perte en eau correspond à 6 mm. Ainsi, 14 mm seulement sont disponibles pour la culture. À l'échelle du bassin versant, les pertes en eau sont plus élevées en haut de pente et le long des glacis ; inversement, des excès d'eau correspondant à l'engorgement des sols ou la formation de nappes d'eau libre en surface sont observés en bas de pente. L'excès d'eau entraîne l'asphyxie des cultures et donc une perte de production.

Le ruissellement et l'érosion peuvent entraîner l'arrachement des jeunes plants ou une mauvaise levée de la culture par le transport des semences. Dans les zones d'accumulation, les plantules peuvent être enfouies par les matériaux transportés et mourir. Ces phénomènes sont la cause d'une faible densité de la culture, préjudiciable à rendement.

La perte en terre et en éléments nutritifs est la conséquence la plus grave de l'érosion. Au fil des ans, les parcelles érodées s'appauvrissent, le taux de matière organique de l'horizon de surface et sa teneur en éléments minéraux s'amenuisent. Ces phénomènes ne sont généralement pas compensés par des apports d'éléments minéraux et

organiques. La plupart des paysans ne peuvent pas accéder à ces intrants ou les utilisent à faible dose. Dans le cas où ils les utilisent, le ruissellement et l'érosion réduisent leur efficacité :

- > par le transport hors de la parcelle d'une partie de la fumure. Ceci est fréquemment observé dans le cas d'apport de fumure organique mal enfouie dans le sol ;
- > du fait d'une mauvaise alimentation hydrique due au ruissellement.

Une mauvaise alimentation hydrique et une dégradation physique et chimique des sols cultivés provoquent une baisse des rendements et compromettent toute tentative d'intensification des systèmes de cultures. Dans les zones à forte érosion, le décapage de l'horizon de surface, l'arrachage des particules de matières organiques et le tassement du sol par le ruissellement entraînent l'apparition de plaques de sol nu et inculte. Enfin, le développement des ravines entraîne une dégradation des pistes rurales et peut compromettre les déplacements durant la saison des pluies.

LES TECHNIQUES DE CONTRÔLE ET LES AMÉNAGEMENTS ANTI-ÉROSIFS

● *L'érosion vue par les agriculteurs*

En zones semi-arides et de savane

Le renforcement des aléas pluviométriques depuis le début des années soixante-dix a amené certains agriculteurs à développer des stratégies de lutte contre la sécheresse : semis précoce, associations de culture et techniques permettant de conserver l'humidité du sol (paillage), de favoriser l'infiltration de l'eau et de ralentir le ruissellement. L'érosion diffuse due au ruissellement en nappe est difficilement observable par les agriculteurs qui ne perçoivent pas les pertes en sol et en nutriments, outre les pertes en eau. L'érosion inquiète les paysans lorsque se développe un réseau de rigoles et de ravines facilement visibles dans le paysage, qui provoque une réduction de la surface cultivable et un accroissement des pertes en eau.

En zones forestières

L'érosion est moins accentuée car le couvert végétal protège le sol durant la majeure partie de l'année. L'érosion peut être une contrainte importante à la production agricole lorsque les agriculteurs sont obligés de cultiver sur les pentes. L'érosion se manifeste alors sous la forme de ravinement ou de glissement de terrain qui peut détruire tout ou partie d'une parcelle.

Les agriculteurs développent parfois des techniques de contrôle du ruissellement et de l'érosion lorsque ceux-ci entraînent une forte réduction de leur production : baisse des rendements ou diminution de la surface cultivable. Il s'agit donc plus de stratégies curatives que de pratiques préventives de contrôle de l'érosion. Les réponses techniques sont rares lorsque l'érosion devient importante et qu'elle nécessite d'importants investissements matériels ou en travail.

● Les principales techniques de lutte

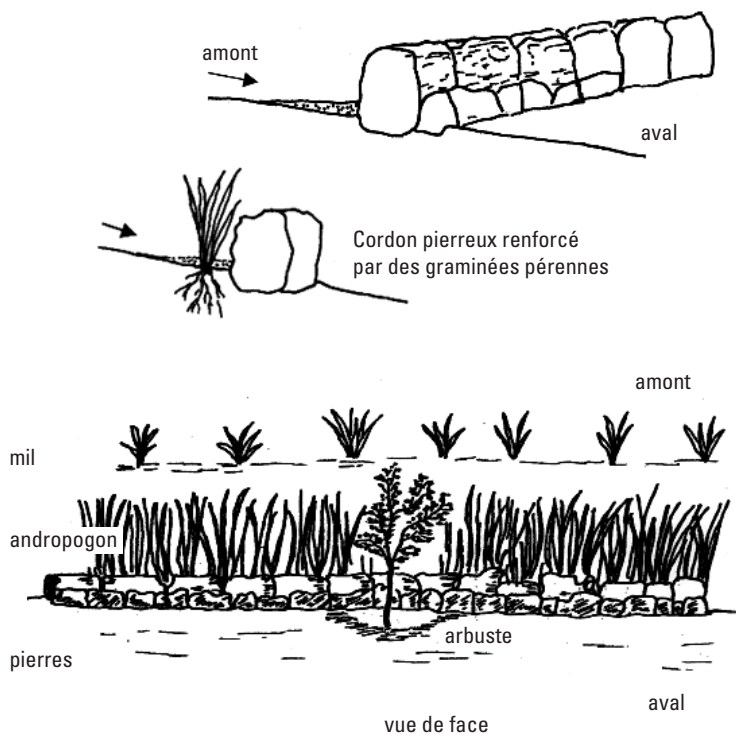
Les techniques de lutte contre l'érosion sont nombreuses et diffèrent d'une région à une autre : zones montagneuses, zones semi-arides à faible pente, ou zones soudanaises à forte pluviométrie concentrée pendant 4 ou 5 mois par an. Nous présentons dans ce chapitre une classification des techniques les plus utilisées actuellement.

Le référentiel technique de lutte contre l'érosion hydrique était relativement limité avant 1970. Il s'est enrichi ces trente dernières années par la reconnaissance et la diffusion de techniques paysannes : les cordons pierreux et la récupération des sols nus et compactés (Afrique sahélienne), la couverture permanente du sol par des végétaux (utilisation du *Mucuna pruriens* en Amérique Centrale) et les murets de pierres sèches (zones montagneuses d'Afrique). L'utilisation de ces techniques mises au point par les agriculteurs est en effet souvent très circonscrite. Nombre d'interventions d'appui au développement rural se fixent comme objectif la généralisation de l'utilisation de ces techniques, là où elles permettent de contrôler efficacement l'érosion.

● Les bassins versants et les parcelles cultivées

● Les aménagements physiques

Les aménagements physiques correspondent à des obstacles construits par l'agriculteur afin de réduire la vitesse du ruissellement, de favoriser l'infiltration des eaux pluviales et donc de limiter l'érosion. On parle d'aménagement biologique lorsque ces obstacles sont constitués par des végétaux (touffes de graminées pérennes, arbustes, arbres).



► Figure 2 : Détails d'un cordon pierreux

Les aménagements des glacis à pente faible ou modérée

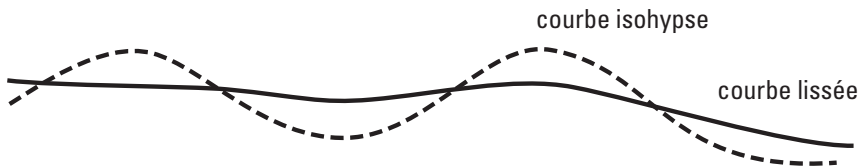
La technique du cordon pierreux est la plus appréciée des paysans lorsque des blocs de latérite ou de roche se trouvent à proximité de la zone à aménager. Le cordon pierreux est composé de blocs de pierre disposés selon une courbe de niveau tracée préalablement. Il a pour fonction de :

- > ralentir l'eau de ruissellement sans la stopper, ce qui réduit l'érosion et favorise l'infiltration de l'eau, surtout aux abords du cordon pierreux. Cette technique n'entraîne pas d'engorgement du sol préjudiciable aux cultures ;
- > favoriser la sédimentation des particules (le sable, mais aussi les particules plus fines et la matière organique) en amont du cordon pierreux. Si les cordons pierreux sont assez hauts, on aboutit progressivement à la formation de terrasses à très faible pente.

Tracer une courbe de niveau

La courbe de niveau (ou courbe isohypse) peut être tracée avec des matériels simples de topographie que les agriculteurs peuvent construire eux-mêmes (niveau A, niveau à eau...). Le même matériel peut servir à calculer la pente du terrain et l'intervalle entre deux diguettes.

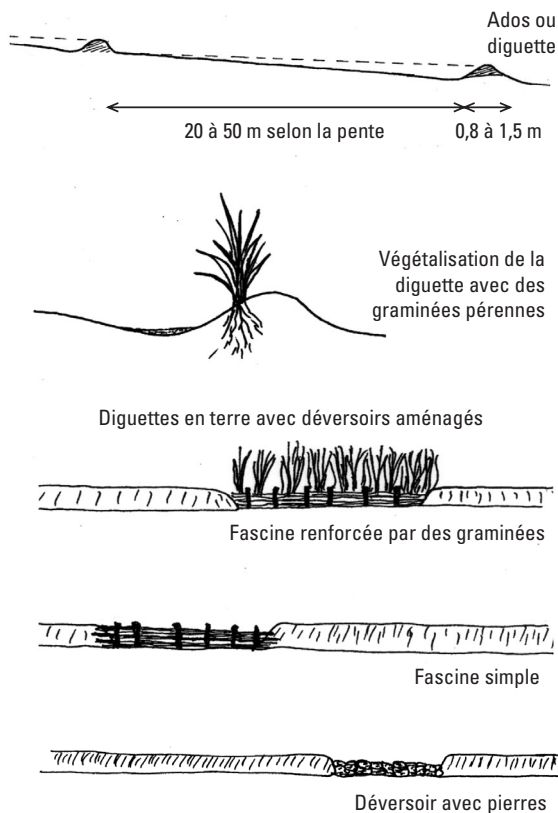
Le recours à un appareil professionnel de topographie n'est pas à exclure si les agriculteurs peuvent faire appel à un service public équipé de ce matériel. S'ils ont les moyens de rétribuer un topographe privé, ce dernier permet de travailler plus rapidement et avec une meilleure précision. Il est préférable de lisser la courbe de niveau afin de construire un cordon pierreux ou un ados plus rectiligne : l'exécution des travaux culturels, les semis en ligne et surtout les opérations de culture attelée, en sont facilitées.



➤ Figure 3 : Lissage des courbes de niveaux

Les ados en terre ou diguettes en terre sont surtout vulgarisés dans les régions où les pierres ne sont pas disponibles. L'ados est construit selon la courbe de niveau, généralement en début de saison des pluies lorsque le sol est ameubli. Il est réalisé manuellement à l'aide de pelles, de pioches et si possible d'une dame pour tasser la terre. Le passage d'une charrue à traction animale peut faciliter ce travail. L'ados en terre constitue un obstacle imperméable, ce qui entraîne fréquemment des concentrations d'eau en amont de l'ados. Deux solutions permettent d'éviter cet inconvénient :

- > des déversoirs en pierres ou avec des fascines de branches disposées régulièrement le long de l'ados rendent perméables le dispositif, ce qui permet de mieux gérer le ruissellement en cas de forte pluie ;
- > les ados peuvent être construits non pas selon la courbe de niveau mais suivant une faible pente de l'ordre de 0,1 % à 0,3 % ce qui permet l'écoulement des eaux excédentaires.



► Figure 4 : Détails d'ados ou diguettes en terre

Les aménagements avec ados en terre sont relativement complexes à installer et nécessitent une bonne précision des mesures, ce qui est difficile à obtenir avec des matériels topographiques fabriqués localement comme le niveau à eau.

Les fascines en paille, en branches et en piquets de bois, sont rarement utilisées sur de grandes surfaces car elles nécessitent de grandes quantités de matériaux souvent difficiles à obtenir. Les fascines sont efficaces en début de saison des pluies, lorsqu'elles viennent d'être installées mais elles sont fragiles, facilement attaquées par les termites et disparaissent assez rapidement en cours de saison si on ne les répare pas régulièrement. De ce fait cette technique est surtout recommandée pour ralentir le ruissellement dans les passages d'eau lorsque les pierres ne sont pas disponibles.



► Figure 5 : Fascine en branches

Le traitement des rigoles, des ravines et des exutoires naturels

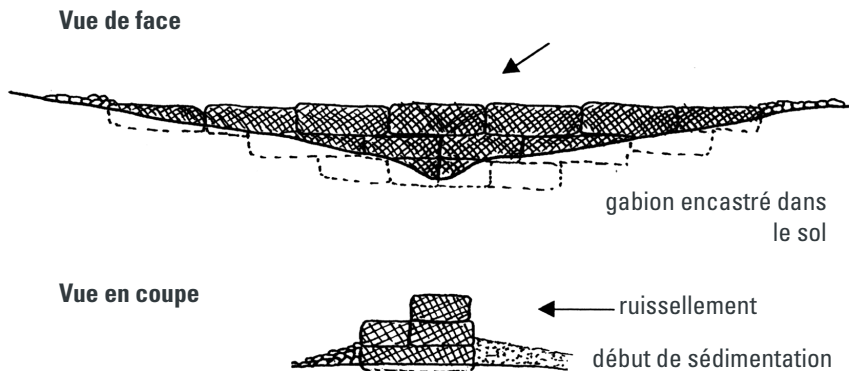
Les ravines en Afrique soudano-sahélienne peuvent atteindre 1 m de profondeur, plusieurs mètres de largeur et s'étendre sur plusieurs centaines de mètres. Les populations rurales demandent souvent l'aide des services de développement pour traiter les grosses ravines qui menacent leurs habitations ou emportent les champs et les chemins. Le traitement de ces grosses ravines juste en amont de la piste ou du village menacés aboutit souvent à des échecs. L'ouvrage en pierres et en gabions est facilement emporté par une forte crue. Le traitement d'une telle ravine doit se raisonner par rapport à l'ensemble du réseau de rigoles et de ravineaux qui l'alimente. Il est souvent nécessaire de procéder par étapes en aménageant la partie amont du bassin versant, ou au moins les têtes des ravines secondaires.

Les ouvrages de traitement des ravines peuvent avoir les fonctions suivantes :

- > ralentir le débit de l'eau ;
- > stabiliser les bords et le fond de la ravine pour éviter l'érosion régressive ;
- > évacuer une partie de l'eau vers une parcelle voisine (captage et épandage de la crue).

Selon la taille de la ravine, ces ouvrages sont plus ou moins coûteux et complexes à installer. Pour le traitement des rigoles et des petites ravines, des murets de pierres ou des alignements de sac remplis de sable ou de terre peuvent être utilisés ; des fascines fabriquées avec du bois imputrescible et du grillage peuvent aussi être efficaces.

Le traitement des grosses ravines nécessite d'utiliser des gabions en fil de fer remplis de pierres. Ce type d'ouvrage appelé digue filtrante ou barrage-seuil permet de stabiliser la ravine et de favoriser la sédimentation des particules de terre provenant de l'amont. Dans certains cas, il est possible de mettre en culture la zone de sédimentation, en y implantant par exemple du riz ou du sorgho.



➤ Figure 6 : Ouvrage en gabions

Les aménagements des pentes fortes

La lutte contre l'érosion en zone de montagne nécessite des techniques spécifiques et une bonne précision dans l'exécution des travaux. Les principes d'aménagement sont les mêmes que ceux des zones à pente faible : ralentir le ruissellement, favoriser

l'infiltration de l'eau et évacuer les eaux excédentaires que la zone aménagée ne peut pas absorber. Ce dernier point est particulièrement important en zone montagneuse, du fait de la vitesse importante du ruissellement et des fortes pluviométries que l'on y rencontre (parfois plus de 2000 mm/an).

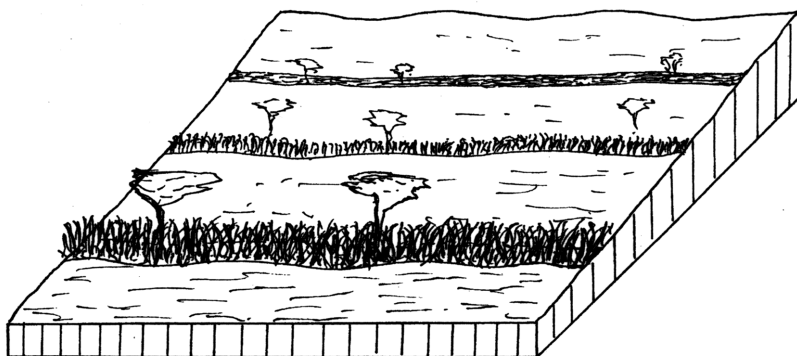
Les eaux de ruissellement, provenant de l'amont, peuvent être canalisées par un fossé de diversion creusé juste au-dessus de la zone à aménager. Les eaux excédentaires, qui circulent dans la zone aménagée, peuvent être canalisées par des fossés à faible pente creusés en amont des ados ou des banquettes. Elles peuvent ainsi être évacuées vers les exutoires naturels. L'aménagement de ces exutoires est indispensable si on ne veut pas aboutir à la création d'une ravine à cet endroit.

L'écartement entre les dispositifs anti-érosifs (ados, banquette, bourrelet, muret de pierre) est calculé en fonction de la pente. L'objectif est d'obtenir la création de terrasses relativement planes qui vont pouvoir être cultivées sans risque érosif. Généralement, ces aménagements physiques sont renforcés par la plantation d'arbres, d'arbustes ou de graminées pérennes.

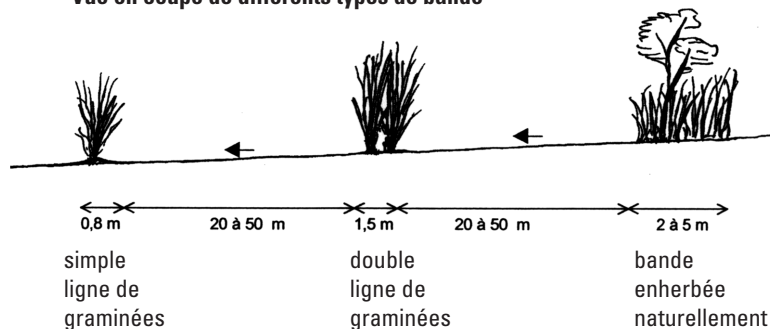
● Les aménagements biologiques

Les aménagements biologiques sont des dispositifs anti-érosifs constitués de végétaux pérennes : graminées, arbustes, arbres, etc.

Vue générale de l'aménagement avec bandes enherbées



Vue en coupe de différents types de bande



► Figure 7 : Aménagement anti-érosif avec bandes enherbées ou lignes de graminées

Les bandes enherbées

Dans les régions où les pierres ne sont pas disponibles, un dispositif de bandes enherbées disposées perpendiculairement à la pente peut suffire à freiner le ruissellement et à contrôler l'érosion. Les bandes enherbées peuvent provenir du défrichement raisonné de la végétation naturelle lorsque le paysan met en culture une parcelle après une période de jachère. Dans ce cas, il procède auparavant au piquetage des bandes de terres qu'il ne va pas défricher. Ces bandes peuvent aussi être installées dans une parcelle déjà cultivée où l'érosion prend de l'ampleur.

Les bandes enherbées peuvent varier de 1 à 3 m en fonction de la pente et des disponibilités en terre des paysans. Elles fonctionnent comme un filtre. Cette technique est bien adaptée aux zones de savanes humides et forestières où les graminées pérennes s'installent naturellement. Les paysans apprécient la facilité d'installation des bandes enherbées mais craignent qu'elles entraînent la prolifération des rongeurs et des serpents et qu'elles favorisent l'enherbement des cultures.

Les lignes de graminées pérennes

Dans les zones plus sèches, l'installation spontanée de graminées pérennes est plus longue et plus difficile à obtenir. Il est alors possible de semer ou de repiquer des graminées pour constituer rapidement les bandes enherbées isohypses. Le travail d'installation est long et il peut entrer en concurrence avec les travaux agricoles. Cette technique est bien adaptée aux situations où la terre manque. Ainsi une double ligne de graminées pérennes peut constituer un ouvrage efficace contre l'érosion et n'occuper qu'une bande de terre de 80 cm de largeur. Pour renforcer ce type de dispositif, une ligne de graminées peut être associée avec une ligne d'arbustes épineux, généralement plus résistants à la sécheresse et au passage du bétail.

Semis d'*Andropogon gayanus*

La technique du repiquage d'*Andropogon gayanus* à partir d'anciennes touffes est bien connue des paysans du Sahel, mais ses résultats sont aléatoires si une période sèche suit la phase de repiquage. Le semis de cette graminée pérenne donne de bons résultats même en zone semi-aride. Il faut au préalable préparer le sol où l'on souhaite semer l'andropogon. Un semis au flanc d'un ados en terre ou en amont d'un cordon pierreux a de bonnes chances de réussir. Les semences sont mélangées à du sable 12 à 24 heures avant le semis, brassées avec le sable humide pour éliminer les poils hydrophobes et laissées en tas ou dans un sac pour faire pénétrer l'eau dans les graines. Ce mélange semences + sable est déposé au fond d'une rainure de 1 cm de profondeur et tassé au pied. La levée a lieu cinq à huit jours plus tard.

L'embocagement et le défrichement raisonné

Les arbres peuvent aussi constituer un frein à l'érosion dans les zones cultivées. Des lignes d'arbres ou d'arbustes sont implantées autour des champs pour constituer des brise-vent ou des haies vives afin d'empêcher le bétail d'y pénétrer. Ces aménagements correspondent à l'embocagement du paysage agricole. Les haies vives d'arbustes plantés à forte densité (50 cm entre deux pieds) constituent des barrières filtrantes qui ralentissent efficacement le ruissellement.

Le maintien d'un nombre limité d'arbres dans les parcelles cultivées (20 à 40 arbres/ha) limite l'érosion hydrique et participe au maintien de la fertilité des sols. La

frondaison des arbres réduit localement l'intensité des pluies. Il est donc important, au moment du défrichement, de conserver des arbres dans les champs et tout particulièrement ceux qui concurrencent le moins les cultures, comme *Faidherbia albida*.

● **Les complémentarités entre aménagements physiques et biologiques**

Il est préférable d'associer les deux types d'aménagement lorsque cela est possible. Ainsi, les ados ou les diguettes en terre disparaissent rapidement faute d'entretien régulier. Les paysans ont peu de temps pour recharger ces aménagements en terre et leur pérennité est mieux assurée lorsqu'on les renforce avec des touffes de graminées ou des arbustes. Cette *végétalisation* a aussi pour intérêt de conserver une trace du travail de topographie, relativement coûteux à réaliser.

Même les ouvrages en pierre peuvent disparaître faute d'entretien régulier, surtout dans les zones d'écoulement concentré des eaux : ravine aménagée par une digue filtrante, un barrage seuil, etc. L'implantation de végétaux pérennes peut améliorer l'efficacité et la solidité de ces ouvrages : lignes de touffes de graminées pérennes en amont des ouvrages en pierre, arbustes pour consolider les berges d'une ravine, etc.

● **Les techniques culturales anti-érosives**

La façon de travailler le sol, d'implanter les cultures, de gérer les résidus de culture et plus globalement d'entretenir la fertilité du sol peuvent limiter le ruissellement et l'érosion hydrique.

● **Le travail du sol et l'érosion**

Le labour accroît la capacité de stockage de l'eau dans le sol pendant environ un mois après sa réalisation. Le labour accroît la rugosité du sol et limite la vitesse de ruissellement des premières pluies. Cet effet est encore plus remarquable lorsque le labour est réalisé en billons perpendiculairement à la pente. Mais un labour réalisé dans de mauvaises conditions d'humidité – sol trop sec – et surtout dans le sens de la pente, peut avoir un effet inverse et favoriser l'érosion.

● **L'implantation et l'entretien des cultures¹**

Le semis précoce et l'association de cultures à ports différents² ont pour effet de couvrir plus rapidement le sol et de le protéger de l'érosion. Le semis en ligne perpendiculairement à la pente va permettre aux paysans de réaliser des entretiens manuellement ou en culture attelée (sarclage, buttage) qui vont réduire le ruissellement et donc l'érosion.

● **La couverture du sol**

La couverture permanente du sol est une façon très efficace de limiter l'érosion. Les techniques traditionnelles d'implantation des cultures reposent généralement sur le nettoyage des champs et le brûlis des résidus de la culture précédente, des adventices et des repousses d'arbustes. Le semis réalisé sur un terrain nu expose le sol aux pluies érosives pendant la période de développement des cultures (de trois à cinq semaines selon le type de culture). Les agronomes et les paysans dans diverses régions tropicales

1 Cf. chapitre 423.

2 Par exemple une céréale à port dressé et une légumineuse à port rampant.

mettent au point des méthodes de culture sans travail du sol et avec une couverture végétale permanente du sol. Cette couverture peut être obtenue en laissant à la surface du sol les résidus de culture ou un mulch obtenu par l'installation d'une plante de couverture comme le *mucuna* ou le *pueraria*. Ces mulchs ont un effet anti-érosif remarquable et leur décomposition améliore les caractéristiques physiques, biologiques et chimiques du sol.

● Les techniques culturales et l'aménagement des zones cultivées

Dans les situations à fort risque d'érosion (pente forte, pluies violentes, couvert végétal limité) les techniques culturales bien choisies ne suffisent pas à limiter le ruissellement et l'érosion hydrique. Il est indispensable d'installer au préalable des aménagements anti-érosifs. Un aménagement anti-érosif est beaucoup plus efficace s'il est associé à des techniques culturales adéquates. Par exemple, un aménagement avec des cordons pierreux va ralentir le ruissellement mais ne favorisera pas l'infiltration de l'eau sur l'ensemble de la parcelle surtout si les sols sont dégradés, pauvres en matière organique, tassés par l'effet du passage du bétail. Il faudra alors associer aux cordons pierreux des techniques de travail du sol (grattage, sous-solage, labour) et apporter de la matière organique (paillis, fumure animale).

CHOISIR UN AMÉNAGEMENT ANTI-ÉROSIF

● Les avantages et les inconvénients des techniques

Pour une région donnée, il n'existe pas un modèle unique d'aménagement. Le conseil en matière d'aménagement implique de faire au préalable un diagnostic précis de la situation, en associant les paysans et en particulier ceux qui connaissent depuis longtemps le terroir villageois. On prendra ainsi en compte les caractéristiques du milieu physique à aménager (pluviométrie, pente, type de sol, etc.), mais aussi les capacités d'intervention des populations. Les paysans feront aussi l'inventaire des moyens dont ils disposent individuellement ou collectivement (au niveau des groupements ou de la communauté) : pelles, pioches, brouettes, réseau de connaissance pour louer un camion ou un engin de travaux publics, point d'eau permanent pour installer une pépinière.

Le conseiller en aménagement proposera ensuite les différentes possibilités techniques en précisant chaque fois avantages et inconvénients du point de vue du coût en travail d'installation et d'entretien, et de l'investissement en matériels et en équipements.

Tableau 1. Comparaison des divers dispositifs anti-érosifs et des techniques complémentaires

Type d'aménagement	Efficacité	Coût en travail	Coût en équipement	Besoins d'entretiens ultérieurs
<i>Cordons pierreux</i>	+++	variable selon l'éloignement des pierres	assez élevé : brouette et charrette, voire location de camion	assez limité si association avec graminées
<i>Ados en terre diguette en terre</i>	+ (disparition rapide des ados en l'absence d'entretien)	limité si aide d'une charrue bovine ou d'un tracteur	limité : pelle, pioche, etc.	Élevé : végétalisation ou entretien chaque année
<i>Bandes enherbées et lignes de graminées pérennes</i>	++ si végétation bien développée et bon contrôle du feu et de la divagation du bétail	– limité en région pluvieuse – plus important en zone sèche (repiquage des graminées)	limité si recours à du matériel végétal local	– limité en zone pluvieuse – élevé en zone sèche : renouvellement des végétaux tous les 3 à 4 ans
<i>Digue filtrante, seuil en gabions et traitement de ravine</i>	+++ uniquement dans les passages d'eau avec impact sur l'ensablement des bas-fonds	important, nécessite une bonne organisation et une forte mobilisation des populations concernées	très important si achat de gabions, location de camion, etc.	Passage régulier sur les ouvrages, intervention à effectuer dès qu'il y a un début de dégradation
<i>Haies vives, embocagement, parc arboré</i>	+ constitue un complément aux autres techniques d'aménagement	limité si production locale de plants, défrichement raisonné et gestion des rejets	assez limité : matériel de pépinière	– important pour le regarnissage et la taille des haies. – limité pour les parcs arborés
<i>Culture avec couverture permanente du sol</i>	+++ si le mulch n'est pas détruit par le feu et le passage du bétail	limité si bonne technicité pour le contrôle des adventices pouvant percer le mulch	moyen : semoir adapté, matériel d'épandage d'herbicide	pas d'entretien mais reconduction des mêmes techniques chaque année

● Tenir compte de la pluviométrie

Selon l'abondance et la régularité de la pluviométrie, on cherchera à stocker le maximum d'eau dans le sol ou à détourner des champs une partie du ruissellement qui pourrait nuire aux cultures. Le régime pluviométrique va donc orienter le choix des techniques d'aménagement. On distingue ainsi :

- > les dispositifs avec absorption totale (ou infiltration totale) des eaux de pluies. Ils concernent les zones semi-arides à pluviométrie inférieure à 800 mm. Dans les zones arides (moins de 400 mm), on peut être amené à capter des eaux de ruissellement provenant des zones amont pour les détourner vers la parcelle cultivée ;
- > les dispositifs avec absorption partielle des eaux et diversion des eaux excédentaires. Ils concernent les régions à forte pluviométrie. Les eaux de ruissellement excédentaires sont canalisées dans des fossés et évacuées par les exutoires naturels.

● Situer l'intervention : de la parcelle cultivée au bassin versant

Un aménagement anti-érosif est plus efficace lorsqu'il concerne un ensemble de parcelles cultivées et la zone non cultivée située en amont, soit une portion de bassin versant. La lutte contre l'érosion consiste alors à ralentir les eaux de ruissellement avant

qu'elles ne pénètrent dans la zone cultivée, à aménager les champs et les exutoires naturels ou les ravines qui se situent souvent entre les parcelles. L'effet de ces aménagements est renforcé par le choix de techniques culturales anti-érosives. Cette approche globale à l'échelle du bassin versant est recommandée mais elle implique que la majorité des paysans qui le cultivent s'associent pour réaliser les travaux d'aménagement ou coordonnent leurs interventions.

Dans le cas où il ne serait pas possible de regrouper l'ensemble des paysans autour de cet objectif d'aménagement, il est possible de procéder à des aménagements individuels, parcelle par parcelle. La lutte à l'échelle de la parcelle peut être efficace si le ruissellement venant de l'amont n'est pas trop important ou s'il peut être facilement détourné. Mais, dans ce cas, on ne traitera pas l'ensemble des problèmes d'érosion et de mauvaise utilisation des eaux de pluies à l'échelle du bassin versant, en particulier les excès d'eau et l'ensablement des bas-fonds.

● **L'organisation des chantiers d'aménagement**

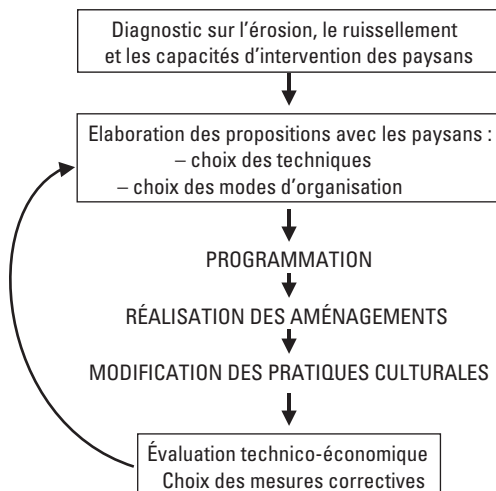
Les appuis que l'on peut apporter aux paysans souhaitant aménager leurs champs ou leur terroir vont différer selon qu'ils ont opté pour un aménagement individuel (à l'échelle de la parcelle) ou collectif (à l'échelle d'une portion de bassin versant). Un programme de lutte contre l'érosion et d'aménagement des zones agricoles sera efficace si les paysans peuvent bénéficier d'appuis dans trois domaines au moins :

- > la formation aux techniques d'aménagement et en particulier à la réalisation de mesures topographiques simples. Le recours à un prestataire de service disposant d'une lunette de chantier est une option à étudier avec les paysans. Cette solution permet de faire un travail précis et rapide ;
- > la fourniture des plants, des semences et des boutures nécessaires à la réalisation des aménagements. On proposera de valoriser le matériel végétal disponible localement (*Andropogon gayanus* au Sahel par exemple) avant de procéder à l'introduction d'espèces exotiques ;
- > le transport des matériaux (en particulier des pierres). Selon les situations, on peut soit opter pour des matériels relativement peu coûteux (brouettes, charrettes asines ou bovines) qui peuvent être prêtés ou vendus, soit subventionner la location d'un camion.

L'achat des gabions nécessaires à la réalisation des digues filtrantes et des barrages de correction de ravine nécessite une subvention d'un projet, d'une collectivité locale (commune, région) ou de l'Etat.

La réalisation des aménagements implique une bonne organisation de la part des populations d'un bassin versant (ou plus simplement des membres d'une exploitation) afin de planifier les travaux sur plusieurs années. Sans oublier de programmer les travaux d'entretien des aménagements déjà réalisés.

Aucun modèle d'aménagement ou d'organisation ne doit être imposé. Il faut rechercher avec les agriculteurs les solutions concrètes qu'ils peuvent mettre en œuvre et maîtriser par la suite avec des appuis extérieurs plus faibles, voire sans appui. Pour cela on peut s'aider d'un schéma classique d'organisation du travail qui associe diagnostic, programmation, réalisation et évaluation.



► Figure 8 : Déroulement d'un programme d'aménagement

● ***Intégrer les dispositifs dans un plan d'aménagement du terroir***³

L'aménagement des terres cultivées doit si possible s'intégrer dans un schéma plus global d'aménagement du terroir. Celui-ci prend en compte certains éléments souvent sous-estimés par les populations rurales et les services d'appui au développement rural, ce qui compromet l'efficacité et la pérennité des aménagements anti-érosifs :

- > les déplacements du bétail (pistes à bétail), des hommes et des matériels agricoles (pistes rurales) doivent être prévus dans le schéma d'aménagement, afin d'éviter la destruction des dispositifs anti-érosifs. On constate très souvent que les chemins non aménagés sont à l'origine de ravines ;
- > la délimitation de zones pastorales permet de limiter la divagation du bétail, cause fréquente de destruction des jeunes plantations ou de dégradation d'aménagements physiques ;
- > la gestion du feu, selon des modalités mises au point conjointement par les agriculteurs et les éleveurs, permet de réduire les pertes de matière organique par brûlis mais surtout de préserver les bandes enherbées, les plantations d'arbres mal désherbées et les mulchs de plantes de couverture.

³ Cf. chapitre 232

Bibliographie

- CHLEQ J-L., DUPRIEZ H., 1984. *Eau et terres en fuite. Métiers de l'eau du Sahel*. Terres et vie, L'Harmattan, ENDA, Nivelles (Belgique), 125 p.
- DUGUÉ P., RODRIGUEZ L., OUOBA B., SAWADOGO I., 1994. *Techniques d'amélioration de la production en zone soudano-sahélienne. Manuel à l'usage des techniciens du développement rural, élaboré au Yatenga, Burkina Faso*. CIRAD, Montpellier, France, 209 p.
- GIGOU J.; COULIBALY L., 1997. *L'aménagement des champs pour la culture en courbes de niveau au Sud du Mali*. Agriculture et développement n° 14, p. 47-57
- REIJ C., SCOONES I., TOULMIN C., 1996. *Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique*. Karthala (Coll Economie et développement), Paris, 355 p.
- ROCHETTE R-M (Ed), 1989. *Le Sahel en lutte contre la désertification : leçons d'expériences*. CILSS/PAC/GTZ, Ed. Margraf, Weikersheim, Allemagne, 592 p.
- ROOSE E., 1994. *Introduction à la gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES), nouvelle stratégie de lutte anti-érosive*. Bulletin pédologique n°70, Rome, FAO, 420 p.
- RUELLE P. et al., 1990. *Défense et restauration des sols*. Coll. Fiches techniques, ISRA, CIRAD, Réseau RBS, Dakar, Montpellier, vol. 1, 6 fiches.
- VLAAR J.C.J. (Ed), 1992. *Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel*. CIEH Ouagadougou (Burkina Faso), Université agronomique Wageningen (Pays Bas).