LA SURPOPULATION ET SES CONSEQUENCES DANS LES HAUTES TERRES DE LA ZONE INTERTROPICALE. LE CAS DU RWANDA *.

Overpopulation and its consequences in the high lands of the intertropical zone.

The case of Rwanda

Patrick WASSMER**

ABSTRACT

The acuteness intensity of the problem of soil degradation is particulary worrying in all the highlands of the intertropical zone. The connection of steep slope systems with an excessive anthropisation of the country creates the conditions of an instability which imperils agricultural yields. In Rwanda, which perfectly illustrates this situation, the whole land available for agriculture is under cultivation. In order to face a 3,7% rate of demographic increase, three crops are harvested annually where it is possible. However, the gap is rapidly widening between the needs and the production, which feeds more than nine tenths of the population. In this context, the degradation of land reaches alarming proportions, which contributes to the aggravation of the situation. Because of the excessive imbrication of both physical and human factors, the means of intervention aiming at limiting soil losses on slope fields are largely reduced and can only constitute short term solutions.

RÉSUMÉ

L'acuité du problème de la dégradation des sols est particulièrement préoccupante dans l'ensemble des régions de hautes terres de la zone intertropicale. La conjonction de systèmes de pente vigoureux et d'une anthropisation extrême du milieu crée des conditions d'une instabilité qui va à l'encontre du maintien des rendements agricoles. Au Rwanda, qui illustre bien cette situation, la totalité des terres disponibles pour l'agriculture a été mise en exploitation. Pour faire face à un taux d'accroissement démographique de 3,7 %, trois récoltes par an sont pratiquées où cela est possible. Malgré tout, le décalage se creuse rapidement entre les besoins et la production qui fait vivre plus des neuf dixièmes de la population. Dans ce contexte, la dégradation des terres atteint des proportions alarmantes qui contribuent à aggraver la situation. De par l'extrême imbrication des milieux physiques et humains, les moyens d'intervention visant à limiter les pertes en terre sur les champs des versants sont considérablement réduits et ne peuvent constituer que des solutions à court terme.

^{*} Reçu le 8.04.91

^{**} Université Louis Pasteur, Institut de Géographie, 3, rue de l'Argonne, 67000 Strasbourg - France.

INTRODUCTION

Dans la décennie à venir, le problème de la dégradation des sols, et bien évidemment celui de leur conservation, deviendra, s'il ne l'est pas déjà, une des préoccupations essentielles des gouvernants de ce monde. Cette dégradation frappe en effet sans discernement pays nantis et pays pauvres. Or, si dans les premiers les pertes de terre arable sont encore en partie compensées par une agriculture intensive qui associe des rendements élevés à un maintien de la fertilité par des amendements conséquents, dans les seconds, la diminution des rendements qui en résulte s'accompagne d'une tentative de compensation par extension des superficies cultivées. Un peu partout, on assiste à l'abandon progressif des jachères et à la mise en culture de terres marginales réputées fragiles pour répondre aux besoins croissants d'une population qui ne cesse d'augmenter. Dans les pays occidentaux, les modalités de l'érosion ont été étudiées dès que le phénomène s'est avéré être préjudiciable au développement agricole. Ainsi aux Etats-Unis, on a vu les agriculteurs mettre en oeuvre des techniques modernes de conservation des sols dès la deuxième moitié du 19ème siècle. Les nombreux "accidents" qui suivirent, pour la plupart associés à des épisodes de sécheresse marquée comme ce fut le cas en 1890 ou en 1936, favorisèrent l'adoption d'un gigantesque programme pour la conservation des sols, basé en partie sur des reboisements importants dans les vastes plaines du Middle-West et la mise sur pied d'un véritable service de la conservation des sols.

Dans les pays du tiers-monde, les choses sont bien différentes et si on a longtemps pu croire que leur industrialisation quasi inexistante et leur pauvreté les préservaient du phénomène, force nous est de constater aujourd'hui qu'il n'en n'est rien, bien au contraire.

Les problèmes sont particulièrement préoccupants dans l'ensemble des régions de hautes terres de la zone intertropicale : pays de la cordillère andine, des Caraïbes, de l'Afrique orientale, des Indes et de l'Océan Indien, de l'Indonésie... Dans ces régions, la situation en altitude a deux conséquences essentielles :

- Elle force l'élévation des masses d'air en provoquant des saisons pluvieuses marquées.
- Elle détermine une salubrité bien supérieure au reste du monde intertropical (RAISON, 1974) par abaissement net des températures moyennes et éradication partielle ou totale de certaines endémies (paludisme, tripanosomiase, filariose, ...).

Naturellement attrayantes car elles offrent la possibilité de réaliser deux, voire trois récoltes par an, ces régions sont parmi les plus densément peuplées du tiers monde. Le taux naturel d'accroissement de la population, renforcé par les progrès réalisés ces

vingt dernières années en matière de médecine préventive fait prendre tout son sens à ce que les membres du Club de Rome ont appelé "la bombe P".

La pression sans cesse accrue sur les terres agricoles a exacerbé les phénomènes de dégradation des sols dont l'acuité réclame une intervention rapide. Pourtant, au manque de données concernant les modalités de l'érosion dans ce contexte tellement différent de celui des vastes plaines céréalières des pays occidentaux, se rajoute l'importante anthropisation du milieu avec son corollaire culturel et social qui ne permet qu'une marge de manoeuvre extrêmement limitée interdisant par exemple, dans bien des cas, le recours à la jachère, à la mise en défens, etc...

La situation au Rwanda

Au Rwanda, petit pays des hautes terres de l'Afrique orientale, le problème de la dégradation des terres pèse particulièrement lourd sur les efforts de développement et risque de mettre en péril, à plus ou moins court terme, une économie déjà précaire. Aux aspects classiques des hautes terres de cette zone qui allient des pentes vigoureuses à une pression démographique considérable, se superposent ici des réalités propres particulièrement contraignantes :

- Une économie basée sur l'agriculture.
 - Peu nanti, le pays tire l'essentiel de ses ressources de l'agriculture. 95 % de la population sont constitués de ruraux qui dépendent pour leur survie de ce qu'ils récoltent sur leurs champs et d'un peu d'élevage. Quelques cultures d'exportation telles que le pyrèthre, le café, le thé, assurent avec le tourisme de faibles rentrées de devises.
- Un enclavement handicapant.

Ne disposant d'aucune façade maritime, le pays est obligé d'importer à grands frais les produits de nécessité courante qu'il ne produit pas ainsi que les compléments céréaliers dont il a besoin. Les transports se font par voie aérienne entre Mombasa, principal port du Kenya et Kigali. Par voie routière à partir de Mombasa via l'Ouganda ou à partir de Dar-es-Salam en Tanzanie. Cet enclavement est plus contraignant que la régularité de l'approvisionnement par voie routière, qui représente la part principale des importations, est tributaire des problèmes politiques toujours fréquents dans la région (Ouganda, Tanzanie, Kenya, ...).

Au regard de ces considérations, on comprendra aisément que le développement du pays passe obligatoirement par une autosuffisance alimentaire lui permettant de s'affranchir des importations céréalières souvent coûteuses et de limiter les risques de pénurie liés à des fermetures de frontières intempestives. Il va de soi que cette

autosuffisance ne pourra être effective sans que soient prises des mesures drastiques visant à protéger le sol qui représente un patrimoine vital pour la population.

LE CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL AU RWANDA

Géomorphologie - Milieu physique et topographie

Situé au coeur des hautes terres de l'Afrique centre-orientale, entre $1^{\circ}04'$ et $2^{\circ}51'$ de latitude sud, le Rwanda couvre $26.000~km^2$. D'est en ouest, le relief s'articule en trois éléments bien individualisés :

- Le plateau inférieur dont les pentes viennent mourir à l'est sur les marais de la haute vallée du Nil (Akagera).
- Le plateau central.
- La dorsale Zaïre-Nil qui sépare les réseaux hydrographiques des deux bassins et dont les versants abrupts plongent à l'ouest dans les eaux profondes du lac Kivu.

A ces trois ensembles, vient s'ajouter au nord l'imposante chaîne volcanique des Virunga, culminant à 4.507 m au Karisimbi qui est le cinquième sommet du continent.

Nous nous intéressons, pour cette étude, plus particulièrement au plateau central qui couvre la moitié du pays et forme une unité très homogène de plus de 80 km de large avec une altitude oscillant entre 1500 m et 2000 m. Son soubassement géologique est constitué par la racine d'une chaîne plissée dont la mise en place remonte au précambrien. Ce vieux socle, constitué de roches métamorphiques indurées (roches granitiques, gneiss, schistes, ...) a été repris au Secondaire et au Tertiaire par des mouvements tectoniques importants. Un réseau hydrographique dense a permis, en exploitant les zones de faiblesse créées par une intense fracturation de détail, le dégagement de cette morphologie particulière qui a valu au Rwanda la dénomination de "pays des mille collines". Le modelé est souvent vigoureux. Les croupes sont larges et allongées. Leur sommet plan culminant à 1750 - 1800 m a été rattaché par plusieurs auteurs à une ancienne surface d'aplanissement remarquablement développé, datée de la fin du Miocène (SIRVEN et al., 1974). Les versants sont de type convexo-concave. Une partie centrale rectiligne se développe en fonction de l'ampleur des dénivelés. Leur pente moyenne oscille entre 40 et 60 %, pouvant atteindre 100 % et plus dans certains secteurs du Nord-Quest.

L'existence de fréquentes ruptures de pente sur les versants s'explique par des affleurements de roches plus résistantes comme des bancs de quartzites par exemple. Au

passage des thalwegs, ces passées de roches dures déterminent des seuils derrière lesquels se produisent des accumulations de matériaux fins. Zones d'engorgement par excellence, ces replats barrés constituent un des traits caractéristiques du modelé de cet ensemble. De quelques dizaines de m² dans les petits vallons, ils peuvent atteindre plusieurs km², voir plusieurs dizaines de km² dans les grandes vallées (marais de la Rugezi). Sur les bas de pente, le colluvionnement important favorise un raccordement de type concave très progressif avec le plancher alluvial, donnant naissance à des profils en berceaux remarquables.

Végétation

La végétation naturelle est quasi inexistante sur cet ensemble fortement anthropisé. La totalité des terres disponibles a été mise en culture. Seuls vestiges, des fougères arborescentes subsistent dans quelques vallons étroits aux pentes particulièrement abruptes, témoignant de la luxuriance de la végétation climacique.

Les données climatiques

De par sa position en latitude, le pays est soumis à un rythme saisonnier calqué sur le rythme pluviométrique. Ce dernier voit se succéder quatre situations météorologiques correspondant à deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. les saisons sèches interviennent durant l'été (austral) et l'hiver. La trace du F.I.T. au sol est alors repoussée tantôt à 25° de latitude Nord (grande saison sèche de mi-juin à mi-septembre), tantôt à 15° de latitude Sud (petite saison sèche de mi-décembre à mi-février). Dans les situations intermédiaires, les flux de moussons étant inactifs, les précipitations s'installent : soit entre la mi-février et la mi-juin pour les grandes saisons des pluies et entre la mi-septembre et la mi-décembre pour la petite saison des pluies. Ce schéma qui correspond à une tendance moyenne est souvent perturbé par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Ainsi la petite saison sèche apparaît-elle plus souvent comme étant un fléchissement pluviométrique qu'une véritable saison sèche.

Sur l'ensemble du plateau central, la pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1.200 à 3.000 m. L'indice dit "d'agressivité climatique" ou "d'érodibilité" mis au point aux Etats-Unis est le facteur R de l'équation universelle de perte en terre (WISCHMEIER, 1959). Ce facteur traduit en fait l'énergie cinétique libérée au sol par une pluie ou l'ensemble des pluies d'une saison ou encore d'une année. Il constitue un élément intéressant de comparaison avec les autres régions du milieu intertropical. Voisine de 300 sur le plateau central (WASSMER, 1981), la valeur de R est proche de celle de 287.2 obtenue au Burundi dans un contexte identique (CUNY, 1981). Elle est faible au regard de celles déterminées au Burkina-Faso, 200 à 650 (ROOSE, 1977) et en Côte

d'Ivoire, 500 à 1.400 (ROOSE, 1973). Cet indice est en contradiction avec les pertes en terre subies par les parcelles de culture. La séquence d'intervention des averses joue un rôle prépondérant dans la mesure où elle détermine l'humidité initiale du sol au moment où intervient la pluie, et partant, le déclanchement du ruissellement par apparition plus ou moins rapide du refus d'infiltration.

A l'ensemble de ces éléments topographiques et climatiques qui constituent, avec la nature des sols, les contraintes naturelles de la région, vient se superposer la pression anthropique caractérisée par la densité d'habitants au km² de surface cultivable et le mode d'exploitation de la terre. L'homme est en effet, ici plus qu'ailleurs, susceptible de déstabiliser ce milieu par des actions non contrôlées et de mettre en péril d'une façon irréversible son patrimoine sol.

LE CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE

La situation démographique et son évolution

L'occupation traditionnelle de l'espace dans cette région des hautes terres constitue une originalité marquante par rapport à l'ensemble de la zone intertropicale. En effet, la dispersion de l'habitat est de règle. Les unités familiales d'habitation, qui comprennent quelques cases et greniers entourés de l'inévitable *rugo* (enclos de haie vive), sont disséminés sur l'ensemble du territoire. Dans les campagnes, les quelques regroupements récents sont liés à l'existence de missions ou de centres administratifs. Des bâtiments en dur viennent alors ceindre la place du marché traditionnel qui s'érige en centre de négoce permanent.

Les structures communautaires étant inexistantes, on a souvent parlé, à juste titre, d'individualisme familial. Si cet individualisme va à l'encontre d'une véritable urbanisation, il a oeuvré dans le sens d'un accroissement démographique dynamique. Les travaux des champs, l'entretien des bananeraies, la garde des bêtes, la recherche de l'eau et du bois de feu nécessitant toutes les énergies. En outre, aux yeux des agriculteurs, seule une progéniture nombreuse est susceptible d'assurer la pérennité de l'unité familiale d'exploitation face aux fréquentes épidémies et famines. Cet accroissement de population a été compensé pendant longtemps par une forte mortalité infantile touchant 10 à 27 % des enfants de moins de trois ans (BOURGEOIS, 1957). Ce taux élevé de mortalité, attribué au manque d'hygiène, à la pauvreté et à l'ignorance que venait renforcer une structure sociale particulière, a rapidement alarmé les responsables de l'O.M.S. (SLEDSENS, 1977). Dès le début des années 70, une vaste campagne de médecine préventive a été

lancée par cet organisme à travers les collines du pays. Les campagnes de vaccination, associées à une information sanitaire de base des masses paysannes dispensée par des centres de santé et des centres nutritionnels ont été pour une très large part responsables de l'expansion démographique accélérée de ces vingt dernières années. Parallèlement, les efforts réalisés dans le sens d'une réduction compensatoire des naissances par une planification familiale se sont soldés par un échec. Une fois de plus, la structure sociale permet de comprendre les difficultés rencontrées dans les tentatives de sensibilisation des ruraux à une nécessaire limitation des naissances. A cet égard, l'influence nataliste religieuse, omniprésente dans le pays, a favorisé un blocage efficace de la situation. Même lorsqu'une famille se trouve être en position alimentaire critique, le nouveau-né est toujours accepté comme un don de Dieu.

Les conséquences sur la disponibilité des terres

Compte tenu des systèmes de pente dans la région considérée, il s'est avéré impossible de passer d'une agriculture extensive à une agriculture intensive pour pouvoir nourrir cette population sans cesse plus nombreuse. Le mode d'occupation des sols s'est alors modifié petit à petit. Dans le même temps, les partages successoraux répétés ont vu s'amenuiser de façon critique les unités familiales d'exploitation qui sont passées de plus de 3 hectares en 1949 à 2 ha au début des années 70 (2 ha étant considéré comme un minimum vital pour une famille moyenne dans ce contexte particulier) et à 0.7 ha actuellement. Sans grandes conséquences au début car la disponibilité des terres ne constituait pas un facteur limitant, l'augmentation de la pression sur les sols agricoles a rapidement eu des conséquences désastreuses. La situation aujourd'hui est alarmante. Les disettes se font de plus en plus fréquentes. Des agriculteurs avouent ne pouvoir prendre qu'un seul repas par jour à certains moments de l'année. Les aléas climatiques qui règlent les saisons jouent ici un rôle de facteur aggravant. Que la trajectoire des masses d'air soit quelque peu modifiée et les pluies n'interviennent pas dans le délai opportun. C'est alors l'inquiétude puis l'angoisse dans les collines, les réserves étant quasi inexistantes. Si la pluie n'arrive pas, les plantules germées vont flétrir. La famine surviendra inexorablement. Pluie tant attendue, pluie indispensable à la survie, pluie bénie mais pluie tant redoutée pour les dégâts qu'elle occasionne sur les champs labourés, pluie maudite lorsqu'elle entraîne brutalement au bas du versant la moitié d'un champ et la récolte qu'il porte. Situation paradoxale devenue le lot commun des agriculteurs qui acceptent cette situation avec un fatalisme qui nous échappe, ensemençant les versants et priant Dieu (Imana) de bien vouloir leur donner une récolte.

La précarité d'une telle situation s'apprécie pleinement en confrontant les données de l'environnement humain avec celles de l'environnement morphopédologique et climatique.

L'étude de l'évolution récente du système de mise en valeur des terres agricoles permet à elle seule de mieux comprendre l'ampleur de la dégradation actuelle des sols par les processus érosifs.

LE SYSTEME D'EXPLOITATION TRADITIONNEL ET SON EVOLUTION RECENTE.

A. LE MODE D'OCCUPATION DES SOLS ET SA RÉORGANISATION

Dans les collines, les unités familiales d'habitation sont entourées des champs vivriers, de petits boisements et de l'inévitable bananeraie qui sert à la production d'alcool de banane dont le rôle socio-économique est fondamental au Rwanda. Ainsi les agriculteurs vivent au milieu de leurs terres et le paysage apparaît comme un immense jardin dont chaque mètre carré est exploité et qui s'étend à perte de vue sur le dos moutonné des collines. Traditionnellement, l'occupation de l'espace se faisait en damiers ou alternaient pâtures (troupeaux bovins et caprins très nombreux), champs de cultures sarclées, boisements, jachères, caféières et bananeraies. Les bas-fonds ainsi que les replats barrés étant occupés par une végétation hydrophile de roseaux, de joncs ou de papyrus, les sommets par des reboisements, toute végétation naturelle ayant été depuis longtemps éliminée de cette région. Ce mode d'exploitation assurait une bonne protection des sols sur les versants. L'énergie du ruissellement qui pouvait prendre naissance sur les parcelles sarclées était brisée par la végétation couvrant la pâture ou la friche en contrebas. Les éléments transportés vers le pied des versants étaient piégés par la végétation dense des bas-fonds qui assurait une pondération de l'écoulement. Le système dans son ensemble, allait dans le sens d'un allongement des temps de concentration et d'un étalement des crues dans le temps. Seuls les chemins d'accès aux pâtures, piétinés par les bêtes et presque systématiquement orientés dans le sens de la plus grande pente constituaient des zones de faiblesse, canalisant les eaux et favorisant leur descente rapide au bas des versants.

Très tôt consciente des risques encourus par la mise en culture de pentes si déclives, l'autorité de tutelle rendit obligatoire l'application de techniques de lutte antiérosive (MUSEMA-UWIMANA, 1983). L'entretien de ces dispositifs (principalement des terrassettes bordées de haies d'herbes fixatrices comme le *Pennisetum purpureum*),

longtemps ressenti comme une contrainte par la population, a tôt fait d'être abandonné par celle-ci dès l'accession à l'indépendance. Les événements catastrophiques intervenus dans certaines communes du Nord-Ouest lors de l'année 1963 (glissements de terrains généralisés) forcèrent quelquefois la reprise de l'entretien des anciens dispositifs. Confronté à des problèmes d'ordre socio-économiques et culturels, le jeune gouvernement reléga à l'arrière-plan la planification agricole. Devant l'ampleur des défrichements massifs et incontrôlés responsables d'un accroissement de 32 % des superficies cultivées entre 1966 et 1974 au détriment des zones de végétation naturelle comme la forêt de la crête Zaïre-Nil et surtout le Bugesera, un programme effectif des travaux de conservation des sols fut mis sur pied durant le deuxième plan quinquennal (1977-1981) (ibid.). Associé à une vaste campagne de vulgarisation agricole, il fut à l'origine de l'application généralisée de méthodes telles que les fossés suivant les courbes de niveau et visant à limiter la longueur de la pente et à piéger la terre mobilisée par le ruissellement. Ces dispositions ne ralentirent cependant pas la conquête de nouvelles terres agricoles rendue nécessaire pour faire face à l'accroissement de la population. Au début des années 80, on estimait à 1.250.000 hectares la superficie théoriquement disponible en terres agricoles (MUSEMA-UWIMANA, 1983). A cette même époque, 950.000 ha étaient déjà cultivés. En 1986-1987, cette superficie théoriquement disponible était dépassée par la mise en culture de zones marginales à vocation non agricole. Conjointement, la densité de la population est passée de 183 h/km² en 1983 à 270 en 1988 avec localement plus de 600 h/km²

Sur les versants, cette pression accrue s'est traduite par l'abandon du système d'exploitation en damier. Le recours à la jachère a totalement disparu, les pâtures ont été mises en culture, tandis que le pastoralisme régressait rapidement aidé en cela par des dispositions gouvernementales interdisant le libre pacage et incitant à la stabulation permanente. De nombreux boisements ont ont vu leur superficie se réduire. Les cultures sarclées se sont étendues, partant à l'assaut de pentes dont la raideur interdisait toute vocation agricole. De nombreuses zones marginales ont ainsi été conquises tel les sommets de versant. Enfin, la mise en culture des bas-fonds est venue parachever récemment cette occupation totale de l'espace. Dans certaines communes du Nord du pays, même les accotements routiers n'y ont pas échappé.

B. LES RÉTROACTIONS NÉGATIVES

Cette réorganisation radicale dans l'organisation de l'espace s'est traduite par une dégradation accélérée des sols. Amorcés sur les versants, les processus d'érosion se répercutent de proche en proche. En l'absence de damier protecteur, l'eau qui ruisselle de manière concentrée n'est plus ralentie. Les dispositifs anti-érosifs montrent à l'évidence

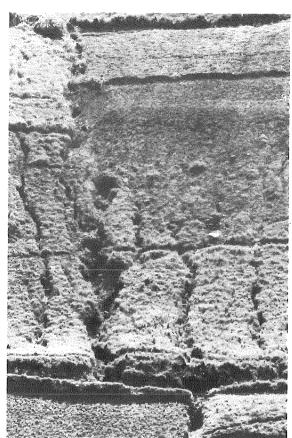
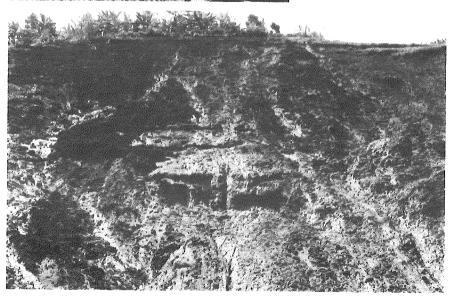


Photo 1: Erosion en griffes sur un versant, montrant l'inefficacité du dispositif anti-érosif. A gauche, les flancs de la ravine se régularisent aux dépens des superficies cultivées.

Photo 2: L'action combinée d'un mouvement de masse et de ruissellement a précipité la totalité de ce champ et de sa récolte au bas du versant. La couche de terre arable, de couleur noire a été décapée et l'horizon B, plus clair apparaît.



leur incapacité à stopper les incisions amorcées sur le haut des versants. Les griffes d'érosion où les ravines peuvent se suivre du haut du versant jusque dans les vallons (ph. 1). La mise en culture des bas-fonds se fait sur de gros billons conformes au sens de la pente pour assurer un drainage optimal de ces zones humides. Ces dispositifs n'assurent plus le piégeage des éléments fins. Ils concourent en outre à canaliser les eaux qui parviennent plus rapidement dans les cours d'eau des vallées principales. La mise en culture de ces zones a déterminé l'apparition de phénomènes d'allure catastrophique dans ces vallées principales.

L'ampleur des problèmes rencontrés actuellement au niveau des collecteurs n'est pas imputable à la seule mise en culture des bas-fonds mais plutôt à un cumul des effets de l'érosion sur l'ensemble des bassins. La dernière étape de la mise en culture ayant été décisive dans la dégradation des terres.

Sur les versants

Lors des orages, le ruissellement prend naissance dès les hauts de pente et favorise l'apparition d'incisions. Le plus souvent seul l'horizon supérieur du sol, qui sert de support à l'agriculture, est affecté par cette érosion en griffe qui, si elle est assez profonde (10-20 cm sur les hauts de versant, 30-50cm au bas des pentes) atteint l'horizon inférieur. Ce dernier, plus compact ralentit la progression de l'incision qui s'élargit au détriment de la couche de terre arable, laissant apparaître des bandes claires (horizon B dénudé) qui strient le versant de haut en bas (ph. 2). Ce phénomène est responsable de l'exportation des semences ou des plantules hors des champs. Sur certains champs particulièrement touchés, l'espérance de récolte peut ainsi diminuer de 60 à 75 %.

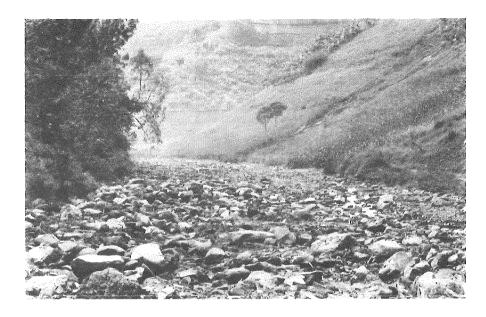
Amorcé sur les versants, ce processus va se poursuivre en s'amplifiant en contrebas.

Dans le fond des vallons

La concentration dans le fond des vallons, rendue possible par la réalisation de sillons interbillons parallèles au thalweg, provoque le creusement de ravines ou de ravins profonds en quelques heures seulement. Dans les altérites épaisses, la stabilisation des versants de ces ravins se fait ensuite au détriment des superficies cultivées.

Au débouché des vallons dans les collecteurs principaux

Les vallons affluents se raccordent souvent de façon abrupte sur le fond plat des vallées principales. Cette rupture de pente brutale favorise des atterrissements considérables. D'importantes zones d'épandage, de véritables cônes de déjection se



<u>Photo 3</u>: Dépôt de rocailles mis en place en quelques heures lors des précipitations violentes de juin 1987 dans un vallon particulièrement touché par l'érosion. Sur le versant de droite on aperçoit une saignée réalisée par un glissement-coulée ayant entraîné des bananiers.



<u>Photo 4</u>: Oblitération des billons cultivés dans les bas-fonds par des matériaux fins déposés lors d'une crue. Une partie de la récolte est perdue (avant-plan à droite), le reste accusera un retard de développement par rapport aux cultures pratiquées sur le piémont colluvial.

forment en quelques averses avec pour conséquence une oblitération des champs cultivés sur de grandes étendues (vallée de la Base).

Le long des drains principaux

La dynamique des cours d'eau est bien évidemment modifiée par ces nouvelles données. La pondération des écoulements a fait place à des écoulements de type "chasse d'eau". Dans les bassins, de véritables phénomènes de torrentialité apparaissent (ph. 3). Sur le fond plat des vallées alluviales, les cours d'eau recalibrent leur lit. Les sapements de berges sont actifs et responsables de la perte de bonnes portions de champs à chaque saison pluvieuse. Ces vallées aux pentes trop faibles pour évacuer les importants volumes d'eau libérés par des bassins souvent très étendus, sont le siège d'inondations catastrophiques. La couche de limons déposée estompe les billons et recouvre les jeunes plants (ph. 4). La production est réduite par une diminution nette de la photosynthèse. Certaines cultures voient leur cycle ralenti et décalé dans le temps par rapport aux cultures de versant. Les pilliers des ponts se déchaussent. La divagation des cours d'eau met en péril le réseau routier en de maints endroits (ph. 5). L'évolution des écoulement enregistrés aux exutoires ne fait que traduire la situation préoccupante de la gestion des basins.

L'intégralité du teritoire est ainsi touchée par des processus de dégradation qui l'affectent à plusieurs niveaux, avec comme corollaire une baisse inévitable de la production agricole vivrière alors que le taux de croissance démographique nécessiterait une forte augmentation de celle-ci. Le système archaïque de mise en valeur des pentes et l'extension des cultures d'exportation comme le thé, grandes consommatrices de surface, aux dépens des cultures de subsistance, contribuent de la même façon à accentuer la diminution de cette production. La situation est d'autant plus critique que le milieu humain, montagnard et fondamentalement conservateur, n'est pas souvent prêt à accepter les programmes d'aménagement susceptibles de leur venir en aide.

LES POSSIBILITES D'INTERVENTION

A. LES CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU PHYSIQUE

Elles sont inhérentes à la précarité de la mise en culture de sols sur des pentes très raides. Cette déclivité, associée à un substrat d'altérites suivant épaisses et à une pluviométrie abondante, constitue un potentiel de risques important. Ce constat doit appeler à une prudence extrême lors de la diffusion de méthodes physiques anti-érosives



<u>Photo 5</u>:Les divagations de la rivière Base qui recalibre son lit sont responsables d'importants sapements de berges qui ont coupé la route Rushashi-Kigali. A droite, en contrebas de la route, on aperçoit des vestiges de billons de culture de bas-fond dont la quasi-totalité a été emportée par le courant.



<u>Photo 6</u>: Aménagement d'une colline en fossé isohypses aveugles ou cloisonnés et billons isohypses.

Cette méthode qui stoppe de façon nette le ruissellement de surface peut générer à plus ou moins court terme des mouvements de masse.

qui agissent en favorisant l'infiltration par modification du milieu et risquent de le déstabiliser en "catalysant" des mouvements de masse. Parmi ces méthodes, on peut citer les terrasses radicales ou terrasses vraies, qui constituent un degré extrême de modification mais aussi le creusement de fossés anti-érosifs sur des versants sensibles et, dans certains cas, la mise en culture sur billons isohypses (ph. 6). Il apparaît fondamental d'associer les méthodes proposées à des milieux physiques dont les caractéristiques topographiques, pluviométriques et pédologiques sont définies au départ. Ceci devrait permettre d'éviter l'application généralisée et sans discernement de techniques qui, si elles donnent de bons résultats dans certains contextes (fossés isohypses sur pentes inférieures à 30 %) peuvent constituer de redoutables catalyseurs d'érosion (fossé isohypses sur pentes supérieures à 50 %).

B. LES CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU HUMAIN

Le peu d'enthousiasme de la plupart des agriculteurs à l'égard des nouvelles techniques d'experts ayant visité le pays durant les vingt dernières années et qui ont préconisé des méthodes de lutte anti-érosive souvent peu adaptées au contexte local.

Les terrasses radicales par exemple requièrent pour leur mise en place et leur entretien, une somme de travail considérable qui les met hors de portée des agriculteurs. Installées dans le cadre d'un projet pilote et entretenues par des ouvriers agricoles rémunérés, c'est une technique qui donne pourtant des résultats très encourageants. Sur des versants raides, les risques de déstabilisation à long terme par le travail lent des eaux d'infiltration doivent être considérés (TEMPLE & RAPP, 1972). Afin d'assurer aux nouvelles techniques proposées un maximum de diffusion il est indispensable qu'elles soient simples, applicables par tous et ne nécessitant pas d'investissement particulier. Malheureusement, l'expérience montre que même si les techniques répondent à ces critères, ce n'est pas suffisant pour leur assurer un bon avenir. Le facteur psychologique intervient lui aussi dans un sens restrictif pour limiter encore les possibilités d'intervention.

L'agriculteur rwandais laboure son champ de bas en haut avec le seul outil dont il dispose : la houe. Il la plante avec force dans le sol devant lui puis tire la motte vers ses pieds en la déplaçant de 30 cm vers l'aval. Il continue ensuite de proche en proche. Cette technique archaïque contribue à favoriser à chaque saison de culture (deux fois par an en moyenne) la descente de la terre vers le bas du versant. En outre, de petites mottes de sol se détachent et roulent sous le simple effet de la gravité vers le bas des pentes (WASSMER, 1981).

Pour tenter de limiter ces pertes, deux techniques différentes ont été testées dans le cadre de stations expérimentales de mesure de l'érosion.

a) Le labour isohypse

Il présente des avantages indéniables. Le seul fait de labourer parallèlement aux courbes de niveau évite de contribuer à la descente de la terre. Cette méthode n'a cependant pas été retenue par les paysans. Nous savons, pour l'avoir testé, qu'un tel labour est irréalisable dès que les pentes sont un tant soit peu raides.

b) Le labour à la bêche

Si l'outil est différent, la façon de travailler le sol doit l'être aussi. Le labour se fait cette fois-ci du haut vers le bas du versant. Cette façon de procéder ne contribue pas à la descente de la terre. En effet, la motte est replacée à l'envers dans son trou, puis brisée sur place avec le tranchant de l'outil. Les éléments susceptibles d'être entraînés vers le bas par simple gravité sont stoppés rapidement par la végétation qui couvre encore le bas du versant. Paradoxalement, les agriculteurs ne se sentent pas à l'aise avec un tel outil qu'ils délaissent dès qu'ils ne sont plus contraints à l'utiliser.

Ces exemples illustrent bien la complexité des problèmes rencontrés sur le terrain lors de la diffusion d'une nouvelle technique ainsi que la nécessité d'une approche globale du milieu lors de leur élaboration.

C. MESURES PRÉVENTIVES CONTRE L'ÉROSION DES SOLS CULTIVÉS

Au Rwanda, la presque totalité des processus érosifs sont limités dans le temps au début des deux saisons pluvieuses, dans l'intervalle entre le moment où les terres ont été labourées et ensemencées et celui où les plantules couvrent suffisamment le sol pour réaliser un écran efficace contre l'impact agressif des gouttes de pluie. C'est durant cette période critique, dont l'importance est capitale, que les sols se trouvent soumis, sans protection, à l'action directe des précipitations.

L'expérience montre qu'après le labour, les deux premières averses sont sans grande conséquence pour les sols (WASSMER, 1981). La géométrie de surface du sol est favorable à une bonne infiltration. L'effet du battage des gouttes de pluie sur le sol nu modifie peu à peu l'état de sa surface et le ruissellement apparaît. C'est lui qui est responsable de l'exportation d'importants volumes de terre au niveau des parcelles cultivées. Une fois que l'incision est amorcée, elle se poursuit en s'amplifiant tout au long de la saison des pluies. Lorsque la culture couvre le sol, il est rare que de nouvelles incisions se mettent en place.

Des essais testés en station expérimentale puis appliqués sur les versants montrent que des méthodes simples peuvent parvenir à ralentir sensiblement l'érosion.

a) Le griffage

Un griffage léger de la partie superficielle du sol entre les plantules pratiqué après toutes les deux pluies, a permis de réduire de 87 % les pertes en terre subies par une parcelle (WASSMER, 1981). L'application de cette méthode est simple et ne nécessite qu'un griffoir à trois dents facilement réalisable sur place. Les griffes maintiennent la porosité du sol ouverte et accentuent sa rugosité. La compétence de l'eau qui ruisselle est ainsi réduite, sa concentration est limitée et les pertes de terre nettement diminuées.

Le temps moyen nécessaire pour griffer ainsi un are de terrain est de quelque douze minutes et la période critique qui dure près de trois semaines ne nécessiterait que six à huit interventions, ce qui représente une contrainte minime au regard des résultats attendus.

L'expérimentation de cette méthode n'a pas été prolongée dans le temps et, avant de la diffuser, il serait important de tester les effets à long terme de l'émiettement superficiel des sols sur leur stabilité structurale.

b) Le paillage

L'application d'un paillage sur le sol a pour but de réaliser un écran dispersant l'énergie des pluies avant qu'elles n'entrent en contact avec le sol, protégeant ainsi l'état de sa surface durant les averses. Les chercheurs s'accordent à reconnaître l'efficacité d'un paillage, mis en oeuvre traditionnellement avec une épaisseur d'au moins 10 cm, sur l'arrêt des processus de dégradation. Malheureusement, il va à l'encontre des rendements élevés car il retarde la germination en maintenant au niveau du sol une humidité et une fraîcheur constante par modification sensible du bilan de rayonnement (sols foncés : albédo faible; paillis clairs : albédo élevé). De plus, une application généralisée de la méthode nécessiterait une disponibilité en matières végétales extrêmement importantes. Etant donné l'absence de jachères ou de zones de végétation spontanée, de telles quantités seraient introuvables au Rwanda. Afin de pallier ces inconvénients, des paillis clairsemés de diverses densités ont été testés. L'expérience montre que tous parviennent à réduire très sensiblement les pertes en terre.

D'une réduction de 100 % pour un paillage traditionnel de 10 cm d'épaisseur (WASSMER, 19481), on passe à 84 % pour un paillis léger de 2 à 3 cm d'épaisseur très clairsemé qui a le mérite de n'introduire aucun décalage phénologique entre les plantes

"couvertes" et les autres. Autre intérêt, la réduction des besoins en matière végétale atteint près de 80 %.

D'autres méthodes pourraient donner des résultats encourageants. Il est important de les expérimenter avant de favoriser leur vulgarisation en procédant par étape : a) essais comparatifs en station, b) application en conditions naturelles sur des parcelles de versant, c) diffusion avec un support de vulgarisation. Trois impératifs seront à prendre en compte lors de l'élaboration de ces méthodes pour mettre de leur côté toutes les chances d'être adoptées rapidement :

- la nécessité d'agir vite,
- la simplicité des méthodes (outillage, mise en oeuvre),
- le moindre coût.

CONCLUSION

La situation du Rwanda illustre concrètement la complexité des problèmes qui se posent ou sont susceptibles de se poser, dans l'ensemble des hautes terres de la zone intertropicales marquées par une croissance démographique alarmante. Compte tenu de l'importance de l'anthropisation du milieu et du contexte morphologique, climatique et pédologique, les actions conservatoires ne pourront prétendre stopper définitivement les processus de dégradation des sols. Une telle tentative nécessiterait en effet un aménagement du milieu, compte tenu des vocations réelles des différents territoires. Dans cette perspective, le recours indispensable au reboisement des hauts de versant et à la mise en défens des pentes raides entraînerait une telle réduction des terres agricoles qu'il est inconcevable. Comme on le voit, le blocage de la situation est tel que les démarches de restauration des sols, éprouvées dans des zones moins anthropisées, ne sont ici d'aucun secours. Il convient donc d'oeuvrer dans le sens d'une réduction des pertes en terre au niveau des versants afin de ramener la dégradation en deçà d'un seuil limite de tolérance. Cette action représente à elle seule une prouesse, étant donné l'importance de la pression humaine sur les terres agricoles (trop de récoltes par an sur une même parcelle dans certaines régions du pays).

Il semble évident qu'à plus ou moins court terme, si le taux d'accroissement démographique de 3.7 % l'an se maintient, toute action est vaine car vouée à l'échec. Le déséquilibre sera tel entre l'augmentation des bouches à nourrir et la diminution de la production agricole qu'on assistera à des famines catastrophiques. Cette situation alarmante perdurera tant qu'on ne s'attaquera pas à la vraie racine du mal, c'est-à-dire à la démographie. Actuellement, seule une émigration massive est concertée vers les pays limitrophes comme le Zaïre où le problème de la disponibilité des terres ne se pose pas,

ou encore, une réduction volontaire de l'expansion démographique, pourront constituer des solutions à long terme pour l'ensemble de cette zone. Elles paraissent toutefois peu réalistes étant donné les sentiments nationalistes très forts d'une part, et la résistance farouche qu'opposent les ruraux, qui constituent 95 % de la population, à la limitation volontaire des naissances.

BIBLIOGRAPHIE

- BOURGEOIS, R., 1957. Banyarwanda et Barundi, Ethnographie nº 1, 237 p.
- CAMBREZY, L., 1981. Effets géographiques de la densificatin rurale au Rwanda, migration de contiguité et conquête des marais, thèse 3è cycle, géographie, Paris, E.H.E.S.S., 223 p.
- CUNY, P., 1981. Etude sur l'érosion des sols au Burundi, premiers résultats des parcelles expérimentales, République du Burundi, Dépt. des Eaux et Forêts, Bukumbura, 18 p.
- LACOSTE, Y., 1976. Géographie du sous-développement, P.U.F., Vendôme, 292 p.
- MOEYERSONS, J., 1989. La nature de l'érosion des versants au Rwanda, Ann. Sc. Econ., Musée roy. de l'Afr. Centrale, Tervuren, 19, 379 p.
- MUSEMA-UWIMANA, A., 1983. La conservation des terres au Rwanda, *Bulletin Agricole du Rwanda*, 83, 2, 86-94.
- RAISON, J.P., 1974. L'Afrique des hautes terres, Armand Colin, Paris, 231 p.
- ROOSE, E.J., 1973. Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferralitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical, ORSTOM, thèse Doct. Ing. Fac. Sc., Abidjan, 20, 125 p.
- ROOSE, E.J., 1977. Application of the Universal Soil Loss Equation of Wischmeier and Smith in West Africa. In: Greenland & Lal (Ed.) Soil Conservation and Management in the Humid Tropics, Wiley, pp. 177-188.
- SIRVEN, P., GOTANÈGRE, J.F. & PRIOUL, C., 1974. *Géographie du Rwanda*, Bruxelles-Kigali, 175 p.
- SLEDSENS, G., 1977. L'explosion démographique au Rwanda, la place du planning familial. In Douglas Deane (Ed.), Genève, 16 p.
- TEMPLE, P.H., & RAPP, A., 1972. Landslides in the Mgeta area, Western Uluguru Mountains, Tanzania, Geographiska Annaler, 157-193..
- WASSMER, P., 1981. Recherches géomorphologiques au Rwanda: étude de l'érosion des sols et de ses conséquences dans la préfectue de Kibuye, Strasbourg, Thèse 3è cycle, Géographie, 153 p.
- WISCHMEIER, W.H., 1959. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation, Soil science Society of America, Proceedings, 23, 246-249.