

RESTAURATION DE LA FERTILITE ET CONSERVATION
DES EAUX ET DES SOLS EN REGIONS MONTAGNEUSES
AU BURUNDI.

Quelques réflexions après 10 années de recherche

INSTITUT DES SCIENCES AGRONOMIQUES DU BURUNDI
Programme Erosion, Sylviculture et Agroforesterie.

Par Hervé DUCHAUFOR
et
Melchior BIZIMANA

RESUME

Les mesures de l'érosion pluviale sur parcelles expérimentales type Wischmeier enregistrent de fortes pertes en terre (jusqu'à 130 T/ha pour une pluie de forte agressivité) et des taux de ruissellement élevés atteignant 30 %. Ce constat se traduit également par une baisse de fertilité des sols, avec diminution du taux de matière organique et des cations basiques et augmentation du taux d'Aluminium et de l'acidité.

L'insuffisance de pratiques culturales et d'aménagements anti-érosifs entraînent automatiquement une chute progressive des productions vivrières en milieu rural. Il est devenu urgent de définir une carte d'aptitude à l'aménagement de la zone escarpée du Mumirwa, en tenant compte des paramètres socio-économiques et agro-écologiques, et de la mise en oeuvre des différentes techniques conservatoires et de restauration des sols expérimentés par l'ISABU.

RESTAURATION DE LA FERTILITE ET CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS EN
REGIONS MONTAGNEUSES DU BURUNDI

Quelques réflexions après 10 années de recherche.

Institut des Sciences Agronomiques du Burundi : Programme
Erosion, Forestier et Agroforestier.

(Note présentée par Melchior BIZIMANA et Hervé DUCHAUFOUR)

INTRODUCTION

La perte des terres cultivables et les dégâts observés en aval restent une préoccupation première au Burundi. Ce n'est pas faute d'intervention et d'initiative de toute part que le bilan général apparait malgré tout insuffisant à l'heure actuelle.

La complexité du problème est incommensurable: la pression démographique élevée avec le morcellement et la surexploitation des terres qui en résultent, le relief accidenté ainsi que les mauvaises pratiques culturales en sont les principales raisons.

Dès les années 1940, des objectifs de "LUTTE" anti-érosive ont été définis : 140.000 km de fossé ont été recensés; la plantation de Pennisetum a été systématisée dans la région du Mugamba. Plus tard, on introduit la technique de paddockage dans les zones d'élevage du Mugamba-Bututsi. Ces actions ont repris dans les années 1970 grâce à l'effort national en imposant ces structures anti-érosives obligatoires, qui rapidement sont apparues peu bénéfiques pour le paysan.

Tous les efforts entrepris jusqu'à maintenant sont louables et ont permis de réduire partiellement et localement les fortes dégradations observées auparavant. Mais ils ont révélé que l'approche d'un aménagement ne peut être systématique et uniformisé. On n'aménage pas en effet une terre peuplée et intensivement cultivée de la même façon qu'un "no man's land".

Mais existe-t-il vraiment une stratégie nationale de conservation et de restauration du sol?

Les efforts de réflexion et d'expérimentation de la recherche en conservation des eaux et des sols (CES) à l'ISABU essayent d'aller dans ce sens. Le programme s'est orienté dès le début des années 1980 sur une définition des termes de protection des sols en expérimentant depuis une dizaine d'années, différentes techniques et ouvrages anti-érosifs sur quelques sites caractéristiques et représentatifs du MUMIRWA. Cette étude expérimentale était indispensable pour évaluer les conséquences de l'érosion sur les cultures traditionnelles et identifier le degré d'efficacité de différentes techniques associées à ces cultures.

Plus récemment (début 1990) une étude socio-économique ainsi qu'une stratification du milieu ont été engagées dans une région pilote du Mumirwa central (bassin versant de la Ntahangwa). L'objectif est de proposer des solutions qui apparaissent les plus appropriées pour l'agriculteur burundais au niveau de leur technicité tout en

répondant à des besoins urgents au niveau de chaque type d'exploitation: il faut accepter désormais que, si stratégie il y a, on doit tenir compte du contexte humain et de son milieu physique.

L'ÉROSION DES SOLS : De la perte en terre à la baisse des productions agricoles

- Transports des matériaux solides

La pluie est le facteur moteur de l'érosion lorsqu'elle ne peut plus s'infiltrer à la suite d'une trop forte humectation du sol ou d'une accélération de son énergie d'écoulement le long d'une pente.

Les liaisons complexes entre les épisodes des pluies et les propriétés du sol ne permettent pas d'expliquer tous les processus mis en cause, d'autant plus que la multiplicité des facteurs comme le couvert végétal, la longueur, la forme et l'intensité de la pente ont un rôle capital sur la diminution ou l'augmentation de l'érosion (figure 1).

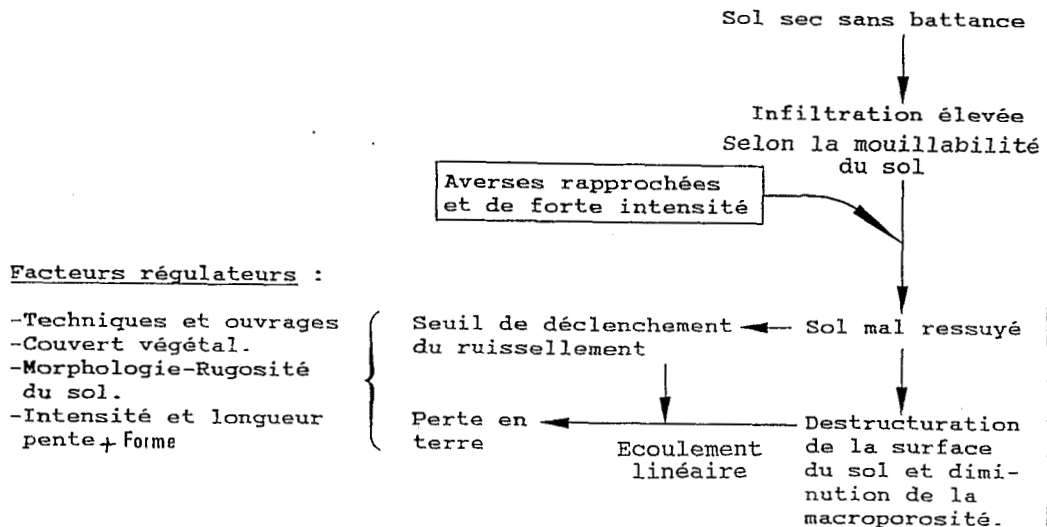


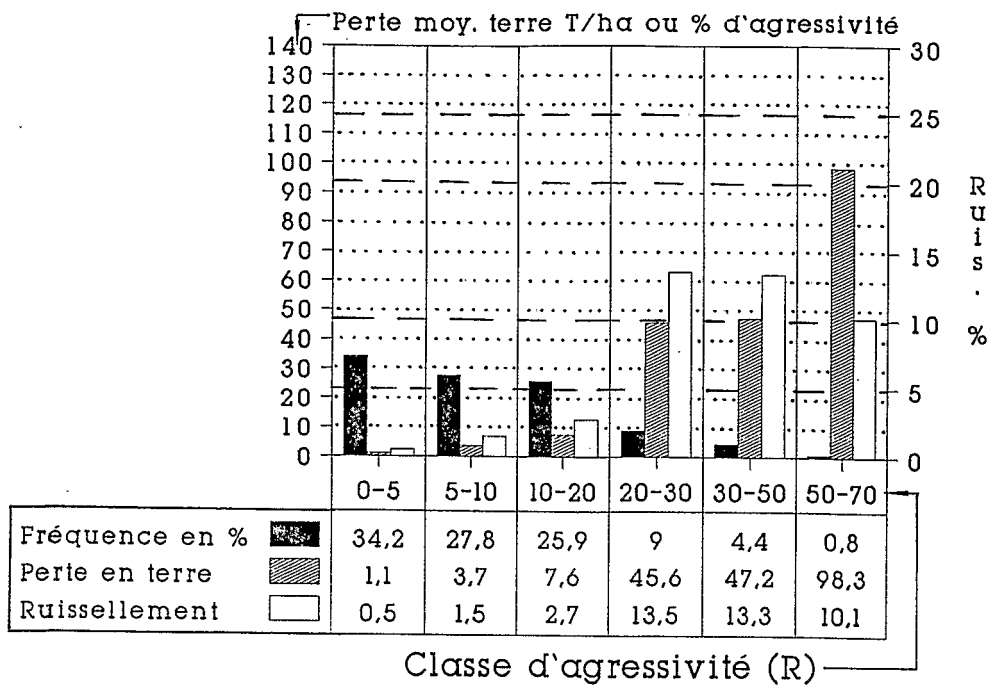
Figure 1 : Déclenchement des phénomènes d'érosion sur relief accidenté.

Les études effectuées sur parcelles expérimentales de 100 m², nous donnent une appréciation des phénomènes de l'érosion à l'échelle d'un champ dans la région du Mumirwa (annexe 3). Suivant les types de sol, l'indice de pente et les agressivités des pluies, les pertes moyennes journalières en terre peuvent varier de 1 tonne/ha à plus de 130 T/ha sur sol nu labouré (figure 2). C'est une perte considérable !

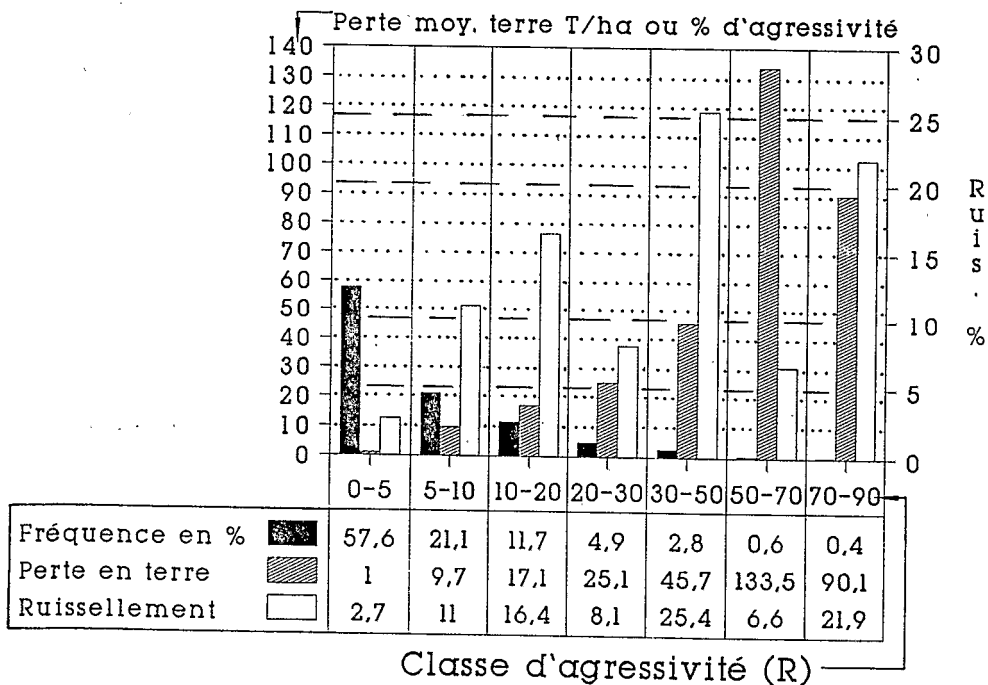
Ceci veut dire qu'une pluie de très forte agressivité (par exemple 60 à 70 mm en moins d'une heure) tombant sur un sol argileux fraîchement labouré (et sur pente expérimentale de 27 % seulement!) arrache l'équivalent de 17 mm de terre. Si ce phénomène se reproduit une douzaine de fois dans des conditions similaires, la couche arable disparaîtrait entièrement...

Qu'en advient-il lorsque nous effectuons des mesures à des échelles plus importantes ?

Les valeurs obtenues sur deux petits bassins versants de 4 et 7 ha dans cette même région montrent que les pertes en terre et les taux



RUSHUBI I parcelle Wischmeier (5 années) : sol sableux humifère



RUSHUBI II parcelle Wischmeier 4 années : sol argileux humifère

Figure 2 : Valeurs moyennes journalières des pertes en terre et ruissellement pour deux types de sol représentatifs du Mumirwa .

Exemple : Pour une pluie de classe d'agressivité comprise entre 20 et 30 (agressivité moyennement forte) se reproduisant 5 fois sur 100 pluies érosives (> 12,7 mm), la perte moyenne en terre est de 25 tonnes/ha avec un ruissellement de 8 % sur sol argileux humifère fraîchement labouré.

de ruissellement à l'aval sont infiniment inférieurs à ceux observés à l'échelle d'un champ. Par exemple pour l'année 1987, la perte en terre varie de 0,17 à 0,6 T/ha sur ces bassins versants et s'échelonne de 200 à 0,6 T/ha sur parcelles expérimentales cultivées. Si l'on s'intéresse à la concentration en terre de la lame d'eau ruissellée des bassins versants, on constate que le rapport terre/eau ruissellée x 100 à l'exutoire est très faible, de 1,1 % à 0,5 %.

En conséquence, une grande partie de la terre arrachée de part et d'autre des champs est distribuée lors du parcours du ruissellement dans les zones d'accumulation.

L'étude morphopédologique indique en effet une dégradation des hauts de bassins par transport de matériaux solides et appauvrissement physico-chimique (acidification, lessivage des nutriments, apparition d'aluminium libre) et enrichissement (parfois excessif) dans les fonds de thalwegs et des vallons principaux (concavité à profil arrondi). On observe également, en amont, des phénomènes d'érosion anciens qui traduisent l'instabilité des parties sommitales : loupes de glissement et enfouissement d'horizons organiques, dénudation jusqu'à la roche mère altérée ou érosion jusqu'à l'ablation complète de certains horizons.

Les rares pertes enregistrées du bassin versant ne proviennent donc pas d'une lame d'eau continue qui s'écoule de haut en bas à travers les champs.

Cette lame d'eau excédentaire est issue de la concentration d'un ruissellement en couloir se redistribuant sous différentes formes suivant les caractéristiques morpho-dynamiques du terrain :

- . accélération de son énergie d'écoulement dans des axes précis à forte déclivité comme les chemins, les rigoles entre les parcelles ou les zones ravinées etc....

- . ou ralentissement de son énergie et sédimentation sélective (terre fine, matière organique) dans les zones d'accumulation (concavité, cuvette, replats etc.)

Cette eau excédentaire est principalement issue de la concentration des eaux provenant des toits métalliques des concessions agricoles. Ce constat est commun à toutes les régions du Burundi où la densité de population habitant sous toitures métalliques est très forte (Mumirwa, plateaux centraux...).

- Diminution de la fertilité et de la production

La comparaison de parcelles cultivées sur cinq années par rapport au sol témoin initial (ferralsol argileux humifère profond) montre (tableau 1) une chute moyenne de 1.6 du carbone organique et d'un tiers de l'azote.

Cette baisse de fertilité s'accompagne aussi d'une augmentation de l'acidité d'une unité de pH et du taux d'aluminium libre. Elle est plus aggravée par les travaux de labour qui déplacent progressivement la couche de terre végétale vers l'aval ("phénomène du creeping") et par le manque de restitution organique suite à l'exportation des résidus de récoltes et des déchets et l'insuffisance de la fumure organique.

Ces résultats confirment les observations morphopédologiques faites sur les deux petits bassins expérimentaux (cf. parag. précédent).

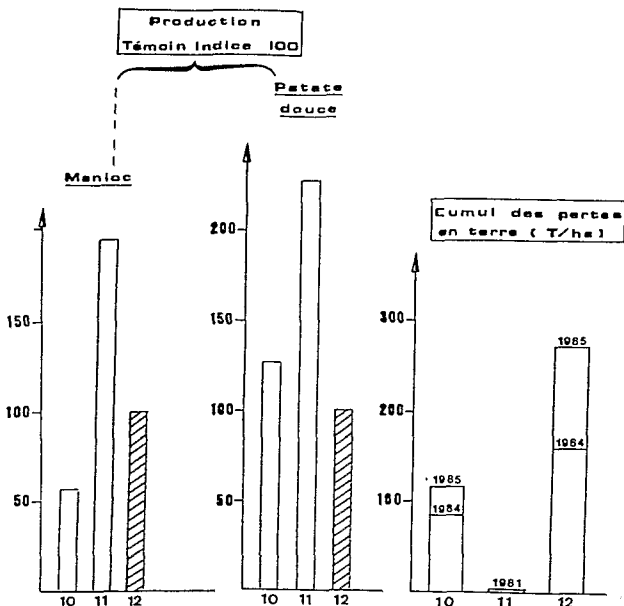
	A ‡	C ‡	N ‡	C/N	pH	en méq /100 gr	
						T	Al 3+
Sol initial (témoin).	71,1	3,97	0,36	11	4,7	14,4	2,67
Parcelle Wischmeier	68,2	1,72	0,17	10	4,5	10,38	2,84
Parcelles cultivées	70,6	2,5	0,27	9,2	3,9	15,95	3,46

Tableau 1: Identification des pertes chimiques en 5 années sur parcelles cultivées (sol initial: ferralsol argileux).

Un même type d'essai nous a amené à comparer les rendements du manioc et de la patate douce associés à des bandes de *Tripsacum* avec un témoin cultivé traditionnellement sur sol sableux organique (ferralsol sableux humifère). Le tableau 2 et la figure 3 montrent que la production de la patate douce se distingue surtout de la parcelle 11 qui a conservé une fertilité satisfaisante grâce à un paillage léger sur buttes isohypses : elle est de 2,2 fois supérieure au témoin. La somme des pertes en terre permet seule d'expliquer la différence de production.

La production de la patate douce de la parcelle 10 est légèrement supérieure au témoin malgré la concurrence avec la bande de *Tripsacum*; la réduction de plus de la moitié de l'érosion permet un maintien suffisant de la productivité du sol.

D'autre part, l'analyse de la production du manioc montre que les bandes de *Tripsacum* ont un effet dépressif de 75 % sur sa production même si l'on tient compte de la surface occupée par les bandes (5 %). Les pertes en terre étant bien moindres sur la parcelle équipée des bandes de *Tripsacum*, cette différence de production ne peut être imputable qu'à la concurrence entre le manioc et le *Tripsacum*.



Manioc

Parcelle	Dispositif CES	Production (1984) T/ha	Pertes en terre T/ha		
			81/82	82/83	83/84
10	2 bandes de <i>Tripsacum</i> de 0,5 m de large.	1,9	29,2	55,5	0
11	Paillage épais + 2 bandes de <i>Tripsacum</i> de 0,5 m de large.	6,5	0,4	0	0
12	Parcelle traditionnelle témoin.	3,3	87,4	71	0

Patate douce.

Parcelle	Dispositif CES	Production (1985) T/ha	Perte en terre T/ha
			84/85
10	2 bandes de <i>Tripsacum</i> de 0,5 m de large + buttes isohypses.	0,473	29,5
11	2 bandes de <i>Tripsacum</i> de 0,5 m de large + léger paillage + buttes isohypses.	0,842	0
12	Parcelle traditionnelle témoin.	0,375	114,3

Figure 3 et tableau 2 : Relation pertes en terre et productivité sur manioc et patate douce (ferralsol sableux)

En revanche, le paillage épais (7 cm) réduit de 400 fois l'érosion par rapport au témoin. La fertilité du sol est donc maintenue et même enrichie par la décomposition progressive de la litière. L'effet combiné du paillage épais sur la fertilité, la conservation du sol et la réduction de l'évapotranspiration est positive en doublant la production malgré la concurrence de *Tripsacum* sur le manioc et la place qu'il occupe.

UNE STRATEGIE REGIONALE DE PROTECTION ET DE RESTAURATION DES SOLS

Au départ, l'urgence est de réduire les fortes dégradations provoquées par le ruissellement concentré et de maintenir la fertilité des terres. Cela nécessite une série de mesures prioritaires dont la chronologie la plus souhaitable serait la suivante :

- A l'échelle du groupement de collines

1ère étape : canalisation et évacuation des eaux excédentaires provenant du ruissellement vers des émissaires naturels aménagés et recalibrés à cet effet (débit de pointe) jusqu'à leur débouché dans la rivière : gestion de l'eau excédentaire.

2ème étape : Restructuration partielle et aménagement des voiries rurales : conservation des infrastructures.

3ème étape : Installation des dispositifs anti-érosifs dans les champs : régulation des eaux par infiltration et conservation des sols.

- A l'échelle du bassin versant.

Des actions de plus grande ampleur doivent être envisagées parallèlement :

- Protection et profilage des berges (forestation, gabionage, enrochement) présentant des risques d'affouillement qui peuvent entraîner de l'érosion régressive et/ou des glissements de terrain.

- Protection et stabilisation du lit des rivières en disposant des seuils en paliers successifs dans les zones de surcreusement.

- Les buses d'évacuation des eaux de drainage des pistes et routes doivent déboucher dans des exutoires naturels calibrés et aménagés jusqu'à l'aval.

- La stabilisation des talus de route et des bas côtés doit être renforcée par une couverture végétale.

Une fois les deux premières étapes finies, les dispositifs anti-érosifs contribueront non seulement à protéger le sol en favorisant l'infiltration sur une plus grande surface et en freinant le ruissellement, mais aussi à restaurer progressivement la fertilité des terres grâce à une meilleure gestion de la nouvelle biomasse produite. Cette procédure doit donc être insérée dans une série de mesures visant à sensibiliser puis à mobiliser l'agriculteur à mieux protéger le sol de son exploitation (NIYONGABO, 1987 ; NGARAMBE, 1990).

Encore faut-il, lors de l'introduction de ces techniques, veiller à ce qu'elles soient appropriables à long terme par le paysan et répondent aux différentes caractéristiques pédoclimatiques.

UNE STRATEGIE D'INTEGRATION EN MILIEU PAYSAN :
Quelques techniques introduire ?

Cette stratégie est complexe si le concepteur a le souci de la pérennité de l'investissement engagé (donc de sa réussite).

Proposer une technique revient à 1) étudier son efficacité au préalable, 2) l'introduire en milieu paysan, 3) s'assurer de son suivi et de sa rentabilité :

- 1 ne veut pas dire que 2 + 3 marcheront;
- De même, 1 + 2 n'implique pas inévitablement la réussite de 3.

A l'exemple du MUMIRWA, on peut penser qu'un peu moins de 10 % de la SAU cultivée répond à une tentative de pratique anti-érosive. Le manque de technicité apparaît être le premier point (et de loin le plus essentiel) à soulever en recommandant des techniques agricoles simples, efficaces, diversifiées et économiques qui limitent le ruissellement (Atelier "GCES" du 14 et 15 Mars 1990; recommandations citées en annexe 1). Elles doivent être acceptées par l'agriculteur afin de les généraliser, les entretenir et les améliorer (ainsi 1 + 2 + 3 convergent vers la réussite). La protection des sols doit par conséquent participer directement aux urgences de l'approvisionnement vivrier en ayant une rentabilité sur la production à court terme : soit directement en produisant du vivrier, soit indirectement grâce à des effets rapides et rémunérateur mobilisant le travail et l'effort de l'agriculteur (CHARLERY DE LA MOSSELIERE, 1990).

Un certain aspect de cette stratégie peut être abordé grâce aux observations et résultats acquis depuis les dix dernières années en CES sur stations expérimentales.

- Les techniques conservatoires lourdes

Elles sont coûteuses et nécessitent un entretien ; elles n'ont guère leur place dans un tel contexte. Ces techniques s'inscrivent dans une logique économique (cultures industrielles) et non plus agronomique ou simplement technique. En outre, les mesures quantitatives de la recherche démontrent que des ouvrages comme les fossés aveugles et les banquettes isohypses apparaissent, sur pentes fortes, nettement moins efficaces que les structures biologiques associées à des techniques culturelles simples (figure 4); d'autre part, leur installation et leur entretien demande une main d'oeuvre considérable (ISABU, 1980-1981 et ROOSE, 1990) :

- fossés aveugles : ± 300 hommes/ha (HJ/ha) à la réalisation + 20 HJ/ha à l'entretien.
- banquettes à profil inversé : 30 à 50 HJ/ha

La terrasse radicale de type méditerranéenne, d'efficacité nettement supérieure (figure 4), exige cependant 500 à 800 HJ/ha à l'aménagement + l'entretien de talus ou des murs de soutènement.

RUSHUWI 1 ET 2

PARCELLE WISCHMEIER	P.W.	SOL NU ET TRAVAILLE (5 m x 10 m = 100 m ²)
<u>Cultures traditionnelles</u>	A	- Manioc } Buttes traditionnelles (0)
	B	- Patate douce }
	C	- Maïs-haricot en 1ère saison culturale et petit pois en 2ème saison culturale ou Maïs-haricot en 1ère saison culturale et haricot en 2ème saison culturale.
	D	- Bananeraie
	E	- Cafetière
<u>Pratiques culturales anti-érosives.</u>	1	- Buttes isohypses
	2	- Buttes isohypses avec bandes de déchets de labour étalés.
	3	- Bandes isohypses de Tripsacum — L = 0.5 m (2 bandes distantes de 10 m) — L = 1 m (3 bandes équidistantes de 9 m)
	3+4	- Bandes isohypses de Tripsacum de 0.5 m de large et paillage épais (7 cm).
	4	- Paillage épais (7 cm)
<u>Ouvrages anti-érosifs.</u>	f	- 2 fossés aveugles de 0.4 m x 0.4 m avec 4 m de dénivelé entre les 2.
	p	- Bandes de pierres isohypses de 0.60 m de large et 0.95 m de haut avec 4 m de dénivelé.
	b	- Banquettes : — 2 (L = 0.85 m et haut. = 0.35 m) — 4 (L = 0.85 m et haut. = 0.40 m)
	t	- 4 terrasses horizontales avec sur de soutènement en pierres sèches de 2.5 m de haut.
<u>Boisement.</u>	F	- Pinus kesliya avec sa litière d'aiguille (âge de la plantation : 3 ans lors de la mise en service de la parcelle).

PARCELLE WISCHMEIER

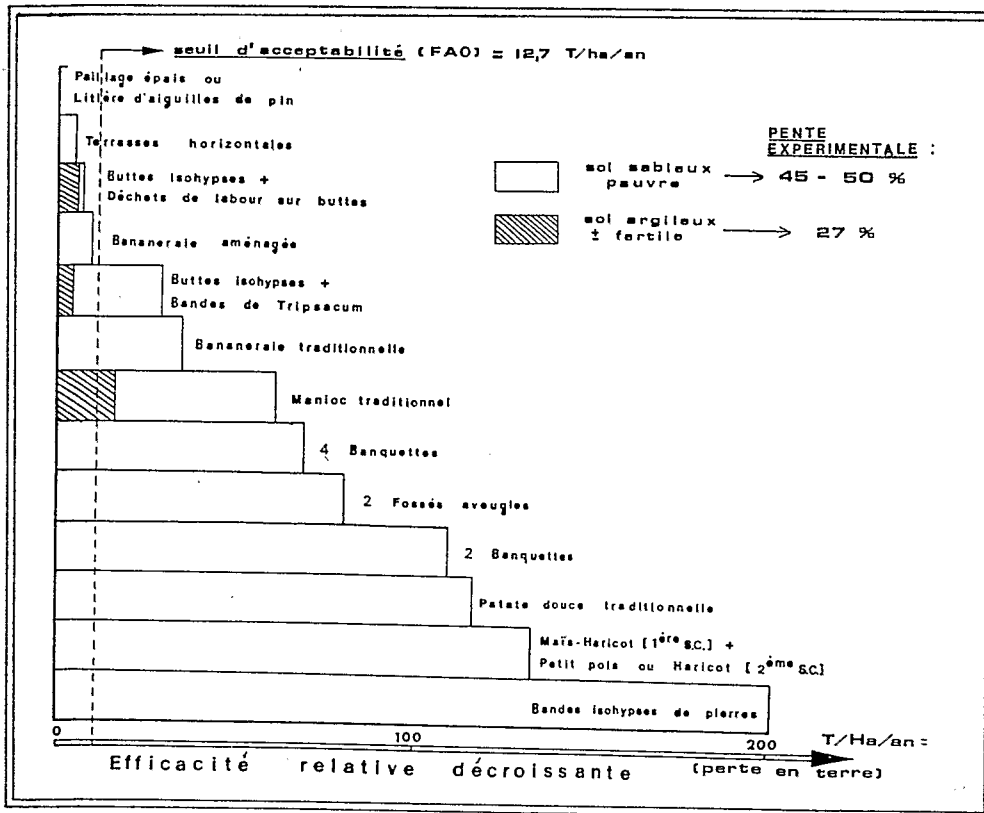
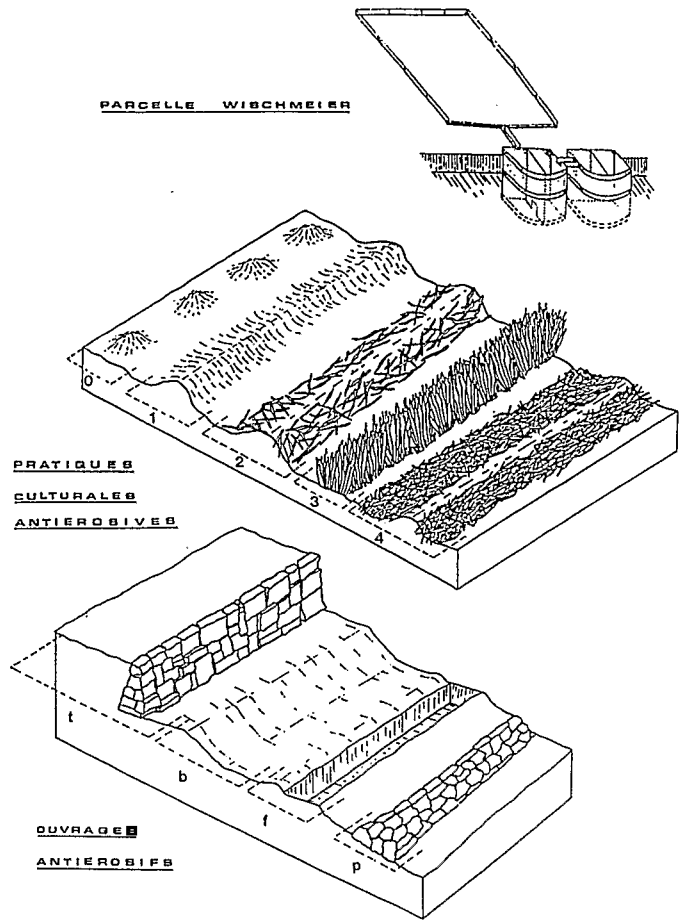


Figure 4 : Efficacité relative comparée des principales techniques conservatoires expérimentées par l'ISABU.

Il est intéressant de mentionner qu'au Rwanda, MOEYERSONS (1990) fait part des échecs résultant de l'aménagement intensif depuis 1982 des fossés anti-érosifs : problème de stabilisation des parois des fossés, capacité insuffisante, formation de brèches, infiltration concentrée provoquant un nombre croissant de glissements de terrain dont plusieurs personnes trouvèrent la mort (région de Gikongoro, Kibuye et Ruhengeri) en occasionnant simultanément l'endommagement des routes et maisons. Conçue pour des pentes à déclivité faible ($< 10^\circ$), cette méthode a été appliquée sans modification majeure à des pentes pouvant atteindre 45° .

NDAYIZIGIYE (1990), toujours au Rwanda, soulève le problème du foncier et l'impact financier concernant la réalisation de structures solides et durables comme les terrasses radicales, les canaux d'évacuation ou les exutoires. La grande majorité des agriculteurs n'ont pas les moyens matériels pour réaliser de telles infrastructures.

De plus, la réalisation de la terrasse radicale perturbe le sol et demande plusieurs années avant de se réorganiser. Pour maintenir et augmenter les rendements vivriers, il faut passer durant 3 années au moins à une fertilisation organique et minérale soutenue, hors de portée de l'agriculteur. Enfin, signalons que les risques de glissement de terrain sur schiste et gneiss limitent considérablement son extension et que les risques de lixiviation des éléments fertilisants sont importants du fait de l'augmentation de l'infiltration.

En résumé, les structures "mécaniques" sont coûteuses et nécessitent un effort considérable en travail de la part de l'agriculteur. Si certaines paraissent efficaces comme les terrasses, elles ne peuvent être conçues qu'à des rares endroits où la profondeur et l'occupation du sol le permettent, sans risques de glissement et avec des apports massifs d'intrants pour restaurer le sol et rentabiliser l'investissement. Dans le contexte burundais, cette technique de protection des sols ne peut se faire sans réforme foncière et sans l'appui d'une connaissance du milieu physique (morphopédologique) et socio-économique préalable.

- Les techniques conservatoires biologiques

. Les effets positifs

Au lieu d'une simple addition d'un dispositif "mécanique", la conservation des sols dans un système agroforestier comme le Burundi a tout avantage à utiliser les multiples usages qu'offrent les techniques "biologiques". Les effets supposés d'un tel système comprennent (BITOKI et Al, 1990 ; KONIG, 1990 ; ROOSE, 1990) :

- La diminution de l'effet splash par la couverture de la culture multiétagée et par le mulch fourni par les haies et les arbres.
- L'augmentation de la capacité d'infiltration du sol par restauration progressive (engrais verts, fumier, compost, mulch,...) et une forte activité biologique.

- Le microbarrage perméable (ROOSE, 1986) de la haie vive isohypse (arbres, arbustes et herbes fixatrices productives) ralentissant le ruissellement.
- La formation des terrasses progressives par sédimentation de terre en amont des haies (figure 5) favorisant l'allongement des parcelles dans le sens des courbes de niveau.

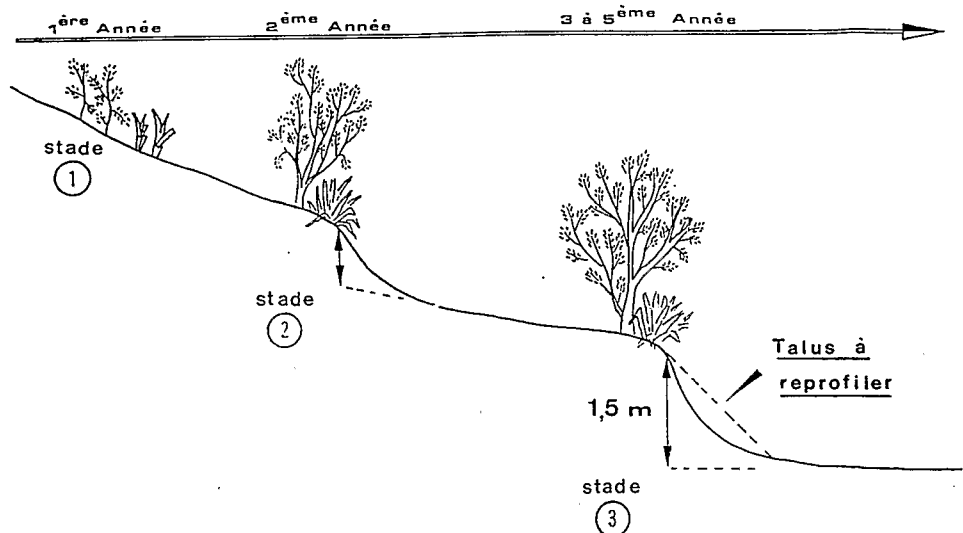


Figure 5 : Différents stades de formation de la terrasse progressive

- La fourniture non négligeable de biomasse foliaire et ligneuse pouvant être judicieusement géré suivant un équilibre - protection/restauration du sol - alimentation fourragère - fourniture en bois de feu et tuteurs.

Les effets négatifs

A côté des effets positifs décrits, l'intégration des bandes arbustives et d'herbes fixatrices comportent aussi des risques de concurrence avec les cultures intercalaires (ombrage, réserve hydrique...) comme cela a été cité ci-dessus.

D'autre part, le rythme de croissance et de production des techniques biologiques sont fonction des potentialités du système sol (hydrique et chimique). L'efficacité anti-érosive dépendra de leur comportement.

L'intégration des haies vives en milieu paysan nécessite donc une bonne connaissance préalable des sols et de leur potentialité. De ce fait, de nombreux sites dégradés et très pentus (> 70-80 %), aux sols superficiels et acides posent de sérieux problèmes d'aménagement :

- Réalisation d'ouvrages anti-érosifs (terrasses, banquettes) rendues impossible dans de telles conditions (inclinaison de pente élevée et profondeur de sol insuffisante).

- Pérennité incertaine de la haie agroforestière et herbacée sur sols superficiels, caillouteux et séchants.

Il serait préférable de mettre ces sites en défens et de les boiser systématiquement (cf. recommandations citées en annexe) ou d'instaurer une couverture végétale permanente (paillage vivant) en effectuant un travail minimum du sol (en cours d'expérimentation).

CONCLUSION

De toutes les techniques conservatoires citées, celles qui s'inscrivent le mieux dans le cadre de la paysannerie burundaise sont les techniques agroforestières. Mais, il faut analyser préalablement le contexte dans lequel elles sont intégrées, car leur efficacité dépendra avant tout du potentiel-sol et de leur mode de gestion qui diffère selon le système de production de l'exploitation. Ces différentes techniques doivent être incorporées dans une planification qui vise à réduire considérablement le rythme de l'érosion actuelle dans le but de restituer un paysage stable.

Les techniques qui se prêtent à cette stratégie doivent s'apparenter à l'efficacité d'une forêt dense qui intercepte une partie des eaux de précipitation (effet tampon) :

. A l'échelle du champ :

La végétalisation et le mulch, mise à part leur capacité d'absorption d'une grande quantité d'eau, influencent le fonctionnement hydrodynamique d'un versant ; ils retardent l'arrivée des eaux de précipitation à la surface du sol et régularisent dans le temps l'infiltration sur toute la surface du sol. C'est une méthode d'avenir pour la protection à l'intérieur du champ sur fortes pentes cultivées mais elle est dépendante de la responsabilité continue de chaque agriculteur. Un paillage mal appliqué sur un champ déclenche l'érosion sur la parcelle en question mais également sur les parcelles en contrebas. L'application d'un mulch (accompagné ou non du labour) nécessite donc une certaine expérience avant que cette méthode soit répandue sur toutes les cultures vivrières. L'agriculteur doit fournir sur place sa biomasse nécessaire pour entretenir son paillage. Dans le cas des sols peu fertiles où le paillis serait insuffisant, une autre alternative potentielle est la méthode intégrée visant une alternance de cultures qui garantit la réalisation d'une couverture protectrice durant toute l'année associée à des techniques culturales simples (buttes isohypses).

L'introduction de Légumineuses à cycle court, fauchées puis enfouies (ou déposées sur les buttes isohypses) est une source d'engrais appréciable qui permettrait d'évoluer vers une situation d'équilibre entre les zones appauvries et les zones d'accumulation plus riches. Cette technique nécessite une meilleure gestion de l'occupation de l'espace par les cultures. La méthode intégrée fera l'objet d'étude sur un des bassins versants étudié par l'ISABU après aménagement (années 1992 et suivantes).

. A l'échelle de la colline :

Plusieurs types de mesures s'inscrivent dans cette stratégie :

- Reboisement et sylviculture sur les pentes raides.
- Diminuer et évaluer d'une manière sûre toutes les eaux venant des zones génératrices de ruissellement important : maisons, routes, chemins.... La construction d'un système d'évacuation demande un investissement non négligeable et une certaine expérience, mais les frais peuvent être diminués par une certaine réorganisation spatiale.
- Végétalisation des bordures et des talus routiers.

La méthode du terrassement radical ou des fossés peut être applicable dans certaines zones du pays sans mettre en danger la stabilité de la pente durant une période de quelques années. Mais l'incertitude demeure quant à la stabilité à l'échelle de quelques décennies. En effet, ces pratiques favorisent l'infiltration d'eau dans le sol en provoquant des pressions d'eau supplémentaires, ce qui a un effet négatif sur la stabilité de la pente. Le danger réside dans la percolation d'eau par les fissures du sol jusqu'à une possibilité de saturation au niveau d'un plan de glissement potentiel. Il est donc recommandé de respecter une période d'expérimentation sur quelques sites et notamment ceux qui présentent des risques de glissements. Entre temps, l'alternative la plus recommandée est le développement des techniques biologiques forestières et herbacées et le paillage systématique.

Pour mieux appliquer une stratégie nationale qui s'identifierait au paysage humain et à son environnement, l'ISABU proposera, d'ici la fin de l'année 1992, une série d'actions intégrées dans une approche globale de gestion rationnelle des terres au niveau du bassin versant expérimental de la Ntahangwa (120 Km²) dominant la ville de Bujumbura. Cette approche définie les réalisations suivantes (cf. annexe 2) :

- Cartes d'érosion ou de sensibilité et occupation/utilisation des terres + modalités de leur mise en valeur en tenant compte des paramètres socio-économiques.

- Cartes d'aptitudes à l'aménagement de la région à partir des données de base obtenues.

- Détermination et faisabilité en fonction des paramètres socio-économiques et agro-écologiques des diverses mesures Agro-sylvo-pastorales et techniques mises en oeuvre dans le cadre cette nouvelle approche de Gestion Conservatoire de l'Eau et de la Fertilité des Sols (GCES).

La réussite de cette stratégie, convoitée depuis de longues décennies, dépendra de la connaissance des hommes. Il ne faut plus envisager la protection de l'environnement comme une LUTTE, mais plutôt comme une action collective sur le plan national où chacun contribuera à l'amélioration du patrimoine naturel du pays.

BIBLIOGRAPHIE.

- BITOKI O., KABONEKA S., DUCHAUFOR H., 1990 : L'Agroforesterie : du fourrage ! Mais pour quels objectifs ? Séminaire d'Agrostologie - Mars 1990. Bujumbura, 18 p.
- CHARLERY DE LA MASSELIERE B., 1990 : LAE et crise de l'espace au Rwanda. Communication à la 7ème Réunion du Réseau Erosion à Montpellier - Septembre 1990.
- DUCHAUFOR et PARTY J.P., 1988 : Etude de la Conservation des eaux et des sols dans le Mumirwa. Cas de deux bassins versants - Commune d'Isale - Mission d'Appui Technique à l'ISABU, 42 p. + annexes + planches couleurs.
- KONIG D., 1990 : Contributions des méthodes agroforestières à la lutte anti-érosive au Rwanda, Communication à la 7ème Réunion du Réseau Erosion à Montpellier, Sept.1990, p.185 à 191.
- MOEYERSONS J., 1990 : Les glissements de terrain au Rwanda Occidental : Leurs causes et leurs possibilités de prévention. Cah. ORSTOM, Serv. Pédol. Vol.XXV, n° 1 - 2 (Spécial Erosion), p.131 à 150.
- MOEYERSONS J., 1990 : Le creusement de fossés anti-érosifs sur les pentes raides au Rwanda et les conséquences sur le plan de l'érosion - Communication à la 7ème Réunion du Réseau Erosion à Montpellier, Sept.1990, p.194.
- NDAYIZIGIYE F., 1990 : L'aménagement de collines (terroir) dans la zone d'altitude moyenne au Rwanda : Exemple de la région de Butare. Communication à la 7ème Réunion du Réseau Erosion à Montpellier, Sept.1990, p.173 à 184.
- NGARAMBE V., 1990 : Les techniques culturelles et l'aménagement de terroirs au Burundi. Communication à la 7ème Réunion du Réseau Erosion à Montpellier, Sept.1990, p. 195 à 204.
- NIYONGABO E., 1987 : Pour une approche intégrée d'aménagement d'un bassin versant (cas de Kanyosha). FAO Minagri, p. 182 à 200.
- ROOSE E., 1990 : Un programme national de gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (GCES). Rapport de mission effectuée au Burundi du 26 févr.1990 au 17 mars 1990, 30 p.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'ATELIER

"GESTION CONSERVATOIRE DE L'EAU ET DE LA FERTILITE DES SOLS"

- BUJUMBURA, 14 ET 15 MARS 1990

. A l'issue de la mission du Docteur Eric ROOSE, Président du Réseau Erosion de l'ORSTOM, mission qu'il vient de conduire sur la Gestion Conservatoire des Eaux et de la fertilité des Sols au Burundi, les membres ayant participé à l'atelier sur les problèmes de l'érosion au Burundi tenu à Bujumbura du 14 au 15 mars 1990, considérant :

- que la situation est très préoccupante du point de vue de la perte des terres cultivables et des dégâts considérables observés en aval ;
- qu'une politique claire et déterminée est souhaitée en matière de lutte contre l'érosion

souhaitent :

- qu'une nouvelle approche de lutte antiérosive intégrée au système de production par la présentation positive des actions antiérosives et l'intensification de la production soit mise en place.

. Du domaine des structures, l'Atelier propose au monde paysan des structures antiérosives économiques, productives et diversifiées en fonction des besoins et de la situation socio-écologique : les haies vives. Ces structures localement amorcées doivent être généralisées, entretenues et améliorées.

. Vu que la fertilité des sols se pose avec acuité, il est recommandé des techniques culturales permettant d'augmenter la productivité des terres en faisant appel à une plus grande production de la biomasse et à une meilleure gestion et si possible, à un apport complémentaire d'engrais minéral.

Le paillage léger, par son rôle protecteur efficace, devrait être systématique et étendu aux différentes cultures vivrières non couvrantes. Les systèmes d'exploitation agricole de l'an 2000 devra ressembler à un jardin multiétagé.

Du domaine de l'agroforesterie, cette dernière constitue une voie prioritaire pour diversifier la production, réduire les risques dus aux aléas climatiques et augmenter la biomasse.

L'Atelier recommande la diversification et propose de ne retenir que les essences les mieux adaptées et les plus productives.

. Au secteur public, il est recommandé des actions de protection des crêtes dénudées et sommets de collines rocheuses et escarpées, par la reforestation ou la mise en défens.

. Vue la dégradation très rapide des terres de + 60% de pente, ces terrains doivent être protégés par une couverture permanente quelque soit la nature (arborée, herbacée ou paillée).

. Etant donné le ravinement et les glissements de terrains et les inondations consécutives au passage des routes ou à l'extraction des matériaux dans les lits mineurs des rivières, l'Atelier recommande :

- une concertation régulière et systématique des ministères concernés ;
- la création dans les meilleurs délais d'un bureau technique de surveillance *ad hoc* ;
- le drainage protégé jusqu'à un exutoire organisé, la végétalisation des talus et des bas-côtés ;
- l'aménagement adéquat des ravines et des rivières torrentielles pour limiter les risques d'inondation à l'aval.

. En ce qui concerne la vulgarisation, dans le cadre de la lutte antiérosive, elle doit passer par les étapes suivantes :

- connaissance du milieu et des hommes ;
- sensibilisation, formation et démonstration en milieu paysan ;
- évaluation avec les paysans et réajustement des thèmes et enfin la généralisation à l'ensemble des collines.

. Le dialogue doit être permanent à toutes les phases entre techniciens, administratifs et paysans pour une meilleure responsabilisation. Le thème de la lutte antiérosive doit faire partie des objectifs prioritaires de tout programme de développement et de l'Aménagement Rural. Dans le domaine de la recherche en Gestion Conservatoire des Eaux et de la fertilité des Sols, il est recommandé la coordination des programmes de développement d'une part, la centralisation des résultats, la diffusion régulière des conclusions principales et la publication des synthèses dans une revue nationale d'autre part.

. L'Atelier recommande des contacts avec le monde régional et international sur ce sujet. La recherche d'accompagnement paraît essentielle pour suivre l'évaluation des innovations présentées ci-avant. Quant à la formation en matière de Gestion Conservatoire des Eaux et de la fertilité des Sols, elle doit commencer par la sensibilisation dès le niveau primaire, se développer ensuite au niveau technique et universitaire étant donnée l'ampleur du problème de l'érosion de nos sols.

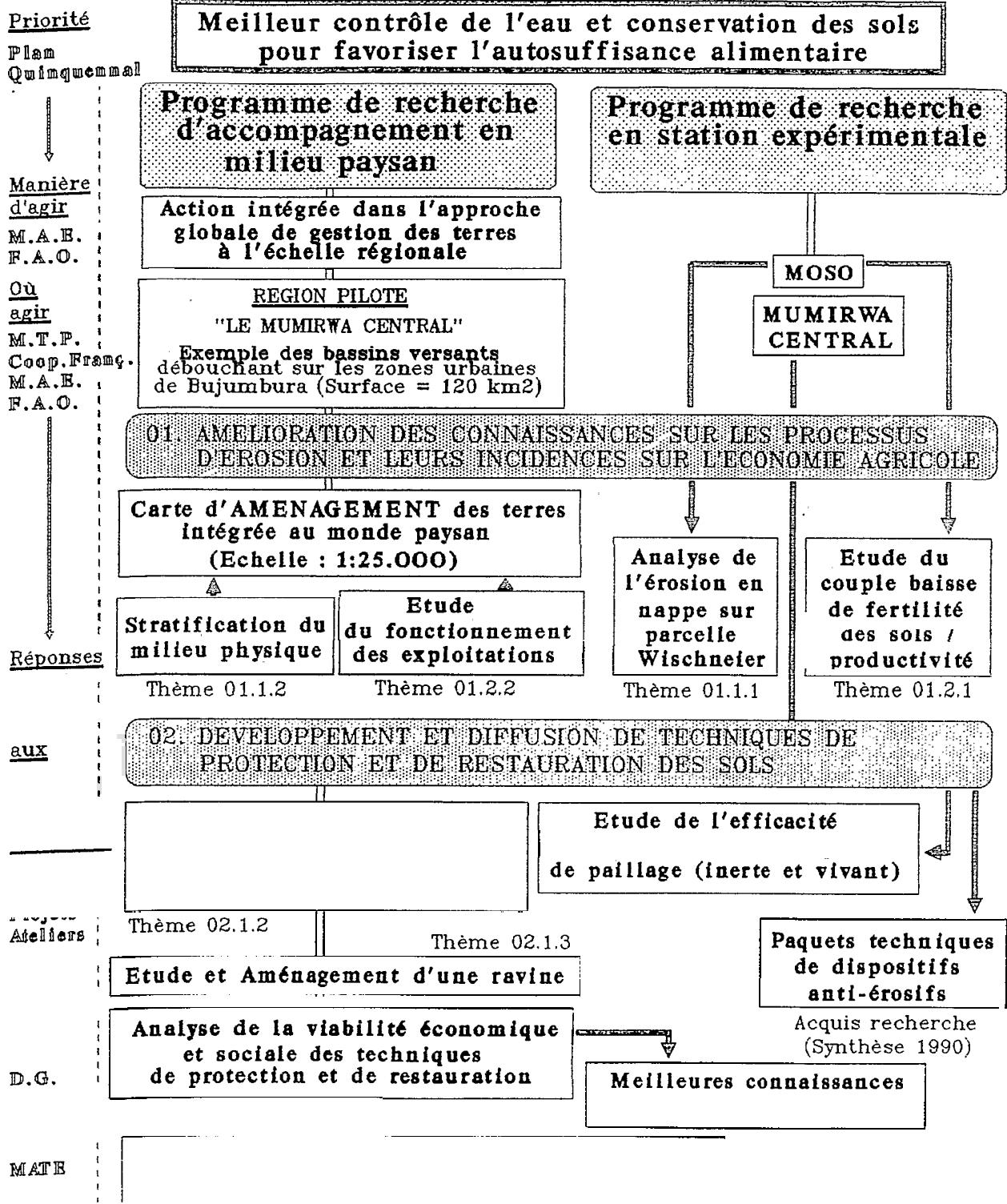
Par ailleurs, les cadres techniques devraient bénéficier de stages de perfectionnement périodique.

Enfin, comme il avait été recommandé en octobre 1986, lors que premier Séminaire National sur la stratégie de la Conservation des Eaux et des Sols, l'Atelier sur la Gestion Conservatoire des Eaux et de la fertilité des Sols recommande à nouveau, la création d'une équipe multidisciplinaire au plus haut niveau pour définir des modèles régionaux, assurer le suivi-évaluation des innovations, coordonner et contrôler les différentes interventions en matière de lutte antiérosive.

PROGRAMME EROSION

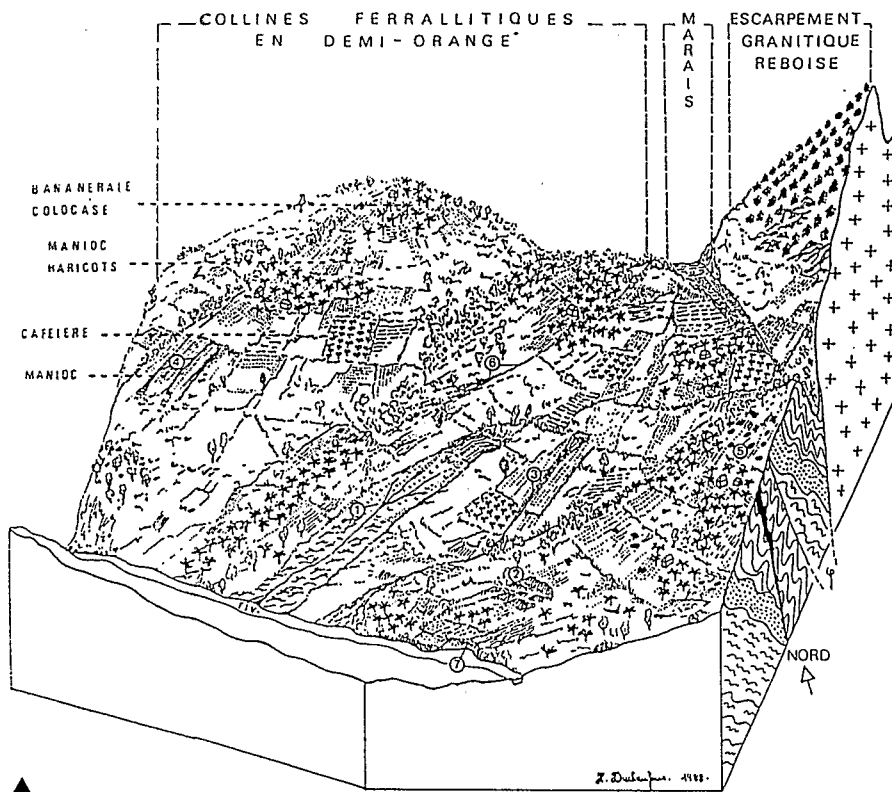
(Echéance fin 1992)

ORGANIGRAMME DE LA RECHERCHE
EN REPONSE A LA DEMANDE FORMULEE



- LEGENDE :**
- M.A.E. - Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
 - M.T.P. - Ministère des Travaux Publics
 - SRD - Société Régionale de Développement
 - MATE - Min. de l'Aménagement, du Tourisme et de l'Environnement

Annexe 3



SUBSTRATUM GEOLOGIQUE

- Formations péliciques, schistes et phyllides par endroits graphiteuses, avec intercalation de quartzites et quartzophyllades
- Formation arénacée, schistes grès-quartzitiques, quartzites, quartzophyllades, quartzites conglomératiques
- Micaschiste et paragneiss, amphiboloschiste
- Gneiss, granitoïdes gneissiques, gneiss amphiboliques, migmatites
- Intrusions basiques
- Granites à texture mylonitique

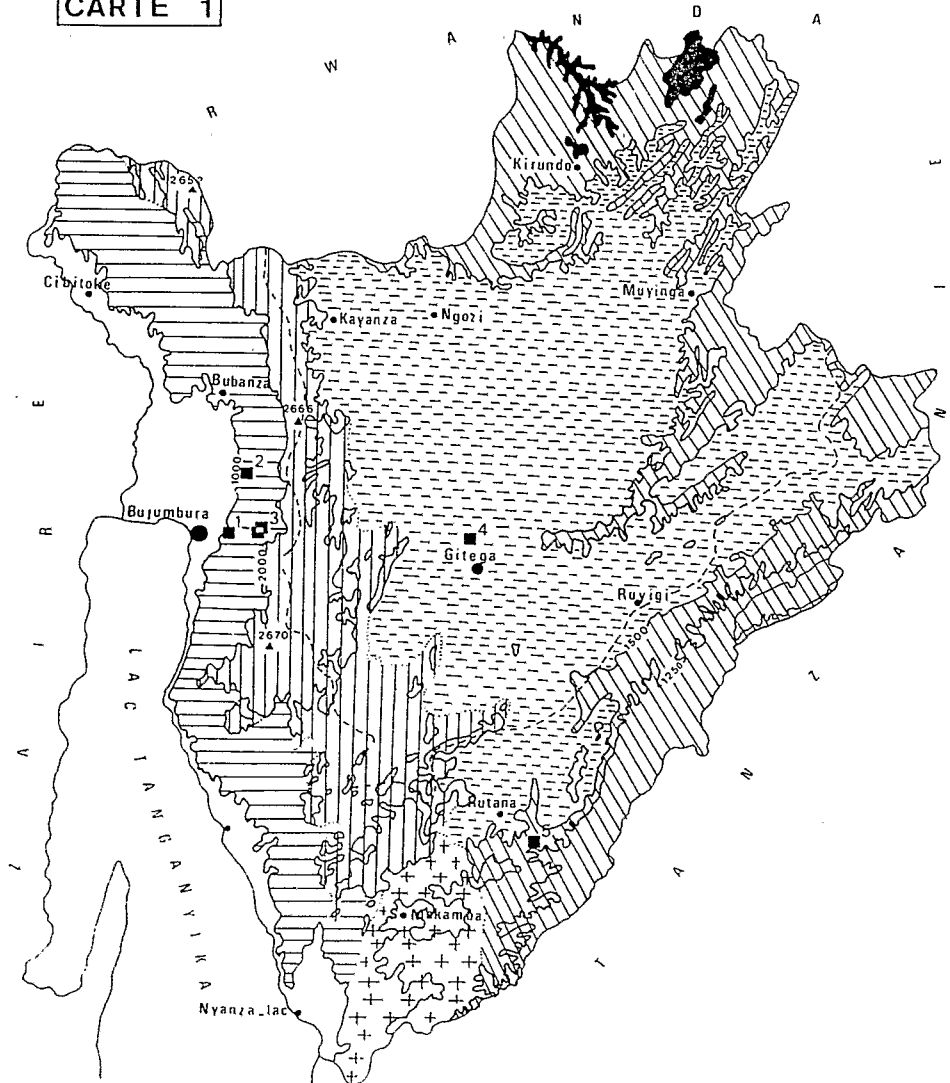
FIGURES D'EROSION

- ① - Coulée de solifluxion (ex. coïne de Mbare, mi-Mars 1988)
- ② - Loupe de glissement
- ③ - Tête de ravine avec érosion régressive
- ④ - Rigole d'érosion sur parcelle à monoculture de manioc
- ⑤ - Dénudation par érosion différentielle sur formations arénacées -> chaos rocheux
- ⑥ - Dissection des formes concaves par ruisellement concentré. Accentuation du phénomène si présence de sentier dans le sens de la pente
- ⑦ - Attouillement de berge

NB : L'érosion en nappe, plus diffuse, n'est pas représentée sur ce schéma

Géologie, occupation du sol et figures d'érosion dans la région du Mumirwa central.

CARTE 1



Cartes des régions naturelles du Burundi.

■ Stations expérimentales en C.E.S

- 1 Kanyosha
- 2 Muzinda
- 3 Rushubi
- 4 Mutobo
- 5 Mosa

- PLAINE DE L'IMBO
- MUMIRWA
- CRETE ZAÏRE-NIL
- PLATEAUX CENTRAUX
- BURAGANAIS
- PLAINES SECHES ORIENTALE

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Duchaufour, H.; Bizimana, M. - Restauration de la fertilité et conservation des eaux et des sols en régions montagneuses au Burundi, pp. 161-178, Bulletin du RESEAU EROSION n° 12, 1992.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr