

LA CONSERVATION DES SOLS EN MILIEU PAYSAN BURUNDAIS  
-----  
ETUDE ET HIERARCHISATION DES STRATEGIES ANTIEROSIVES

Tristan SIMONART\*, Hervé DUCHAUFOR, Melchior BIZIMANA et Canisius MIKOKORO

Etude réalisée à l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU)  
Programme de Recherche pour la Protection de l'Environnement

RESUME:

Les manifestations de l'érosion des sols au Burundi préoccupent les autorités locales par leur gravité et touchent particulièrement les exploitations paysannes, entraînant des pertes en terre et, plus grave, des baisses de fertilité des sols.

Les résultats de l'enquête -réalisée pendant 4 mois en milieu rural encadré (69 exploitations) et au sein de 22 Projets de développement- permettent de dresser un inventaire burundais des techniques et pratiques de conservation des sols, en définissant la place que chacune d'elles occupe dans le 'SYSTEME' de l'exploitation. Au départ des résultats de recherches établis et des observations de terrain, traitées notamment par une analyse statistique multidimensionnelle (AFC), une hiérarchisation des méthodes conservatoires est proposée: elles sont présentées par ordre de priorité et d'efficacité dans le contexte actuel des exploitations burundaises.

Les conclusions mettent en évidence le rôle clef que jouent la matière organique (compost, fumier) et sa gestion dans l'exploitation (stockage, épandage), la mise en stabulation (élevage non traditionnel) et les aménagements biologiques (herbacées, arbustes légumineux, arbres). Beaucoup d'autres méthodes conservatoires ont une efficacité également éprouvée (paillage, buttage continu, citernes de récolte des eaux, fumure minérale). Cependant la plupart des pratiques culturelles traditionnelles (très largement répandues) semblent ne plus convenir pour assurer l'équilibre des exploitations (conservation et productivité). Toutes ces observations sont discutées.

Ensuite, l'enquête révèle que les méthodes conservatoires sont variables, et doivent s'adapter (pour être efficaces) aux conditions individuelles des exploitations: il ne peut y en être autrement face à la variabilité des systèmes d'exploitation existant entre les régions, les communes mais aussi les collines du Burundi. Leurs composantes agronomiques (production), économiques (équilibre monétaire) et sociales (relations) sont interdépendantes. Leur étude devrait précéder toute mesure d'encadrement.

Les obstacles à la conservation des sols sont nombreux: au sein des exploitations, de l'encadrement et des Institutions. Ils sont également discutés. Pour qu'une mesure conservatoire soit efficace, trois conditions de base doivent être remplies: qualité intrinsèque de la mesure/ motivation de l'exploitant/ gestion correcte de cette mesure (mise en oeuvre et suivi).

Ces considérations devraient inspirer tout aménageur ou responsable du monde rural. Actuellement, les régions de l'escarpement (Murirwa) et des plateaux centraux (Kirimiro, Buyenzi), sont déjà fortement déséquilibrées par la baisse de fertilité et l'érosion de leurs sols. Etant les plus peuplées, elles constituent sans conteste une priorité.

**Mots-clefs:** conservation des sols/ érosion des sols/ lutte antiérosive/ aménagements biologiques et physiques/ pratiques culturelles/ agroforesterie/ Afrique centrale/ Burundi/ milieu paysan/ enquête/ Analyse Factorielle des Correspondances

\*Synthèse d'un mémoire de Fin d'Etudes présenté en vue de l'obtention du grade d'Ingénieur Agronome (version revue et augmentée, octobre 1992), Université Catholique de LOUVAIN (Belgique). Sous la direction de Mrs: Dr.H. DUCHAUFOR (ISABU-Burundi) et Dr.B. DELVAUX (UCL, Belgique).

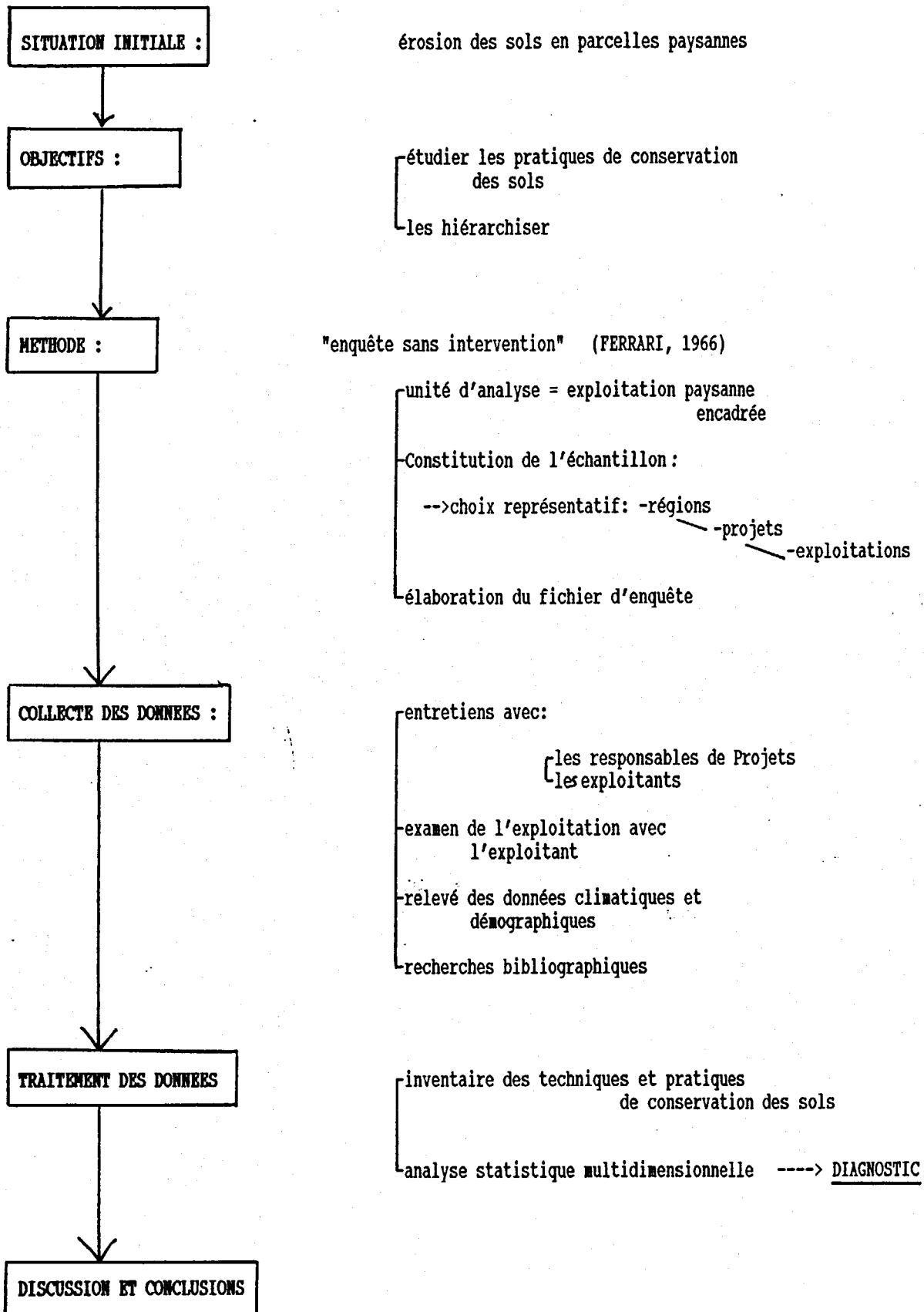


figure 1: Démarche suivie lors des diverses étapes de l'enquête-diagnostic sur la conservation des sols (1992)

## 1. INTRODUCTION. SITUATION INITIALE.

Le Burundi est un pays enclavé d'Afrique centrale, suspendu de part et d'autre de la crête Zaire-Nil où l'altitude atteint 2600m, et plongeant jusqu'aux bords du Lac Tanganyika situé à 800m. Sa superficie (28.000 km<sup>2</sup>) est légèrement inférieure à celle de la Suisse et même de la Belgique. Il jouit d'un climat tropical chaud et humide, tempéré par l'altitude. Sa population a triplé ces 50 dernières années et s'élève actuellement (1992) à environ 5 millions et demi d'habitants.

La société burundaise est une société essentiellement agricole, une société de subsistance, dont le noyau est l'exploitation familiale. Ces exploitations sont particulièrement touchées par les manifestations de l'érosion des sols, entraînant des pertes en terres et plus grave, des baisses de fertilité. Les autorités locales en sont conscientes mais n'ont pu jusqu'à présent maîtriser la situation.

## 2. DEMARCHE SUIVIE LORS DE L'ENQUETE SUR LA CONSERVATION DES SOLS.

L'objectif était d'étudier les pratiques de conservation des sols et de les hiérarchiser en fonction de leur efficacité et de leur potentiel dans le contexte burundais actuel. La méthode suivie a été celle d'une "enquête sans intervention" (FERRARI, 1966).

Les grandes étapes de l'enquête sont résumées dans la fig. 1

## 3. RESULTATS ET TRAITEMENT DES DONNEES.

L'enquête a été réalisée de février à mai 1992 au sein de 22 Projets de Développement et dans 69 exploitations paysannes encadrées. Elle a couvert 44 des 113 Communes que compte le Burundi.

### 3.1 PRETRAITEMENT

Les données brutes ont été codifiées dans autant de fichiers que d'exploitations visitées (69). Après avoir subi un prétraitement (regroupement des variables, élimination des redondances et des informations inutiles), 24 variables ont pu être isolées, pour un total de 66 modalités caractérisant ces variables. Un tableau synthétique comportant autant de colonnes que de modalités (66) et autant de lignes que d'exploitations (69) a pu être dressé, et servir de base à l'analyse ultérieure.

---> 69 exploitations
---> 66 modalités par exploitation

### 3.2 ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE

Les données étant de nature essentiellement qualitative, le choix du traitement s'est porté vers une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). L'AFC est une méthode d'analyse statistique multidimensionnelle (parmi d'autres) qui permet la mise en évidence de relations linéaires ou non linéaires, entre 2 ensembles de données (intensité de l'érosion et facteurs de l'exploitation par exemple).

#### 3.2.1 AFC SUR L'EROSION (AFC1)

L'AFC1 nous permet de hiérarchiser les observations (modalités des variables) vis-à-vis de l'intensité de l'érosion (3 classes). La fig.2 nous montre que les classes d'érosion se disposent de manière croissante (nulle/modérée/forte) le long de l'axe 1 (DIM1). Cet axe 1 représente à lui seul 74% de l'inertie totale (somme des valeurs propres).

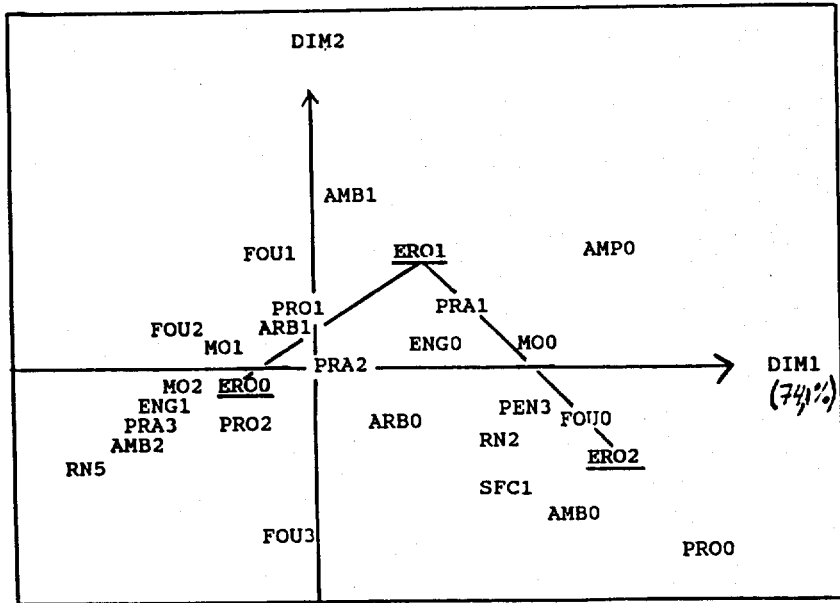


fig.2 : AFCI: Analyse Factorielle de Correspondances. Projection simultanée des classes d'érosion (ERO) et des modalités des variables explicatives de l'exploitation les plus significatives.

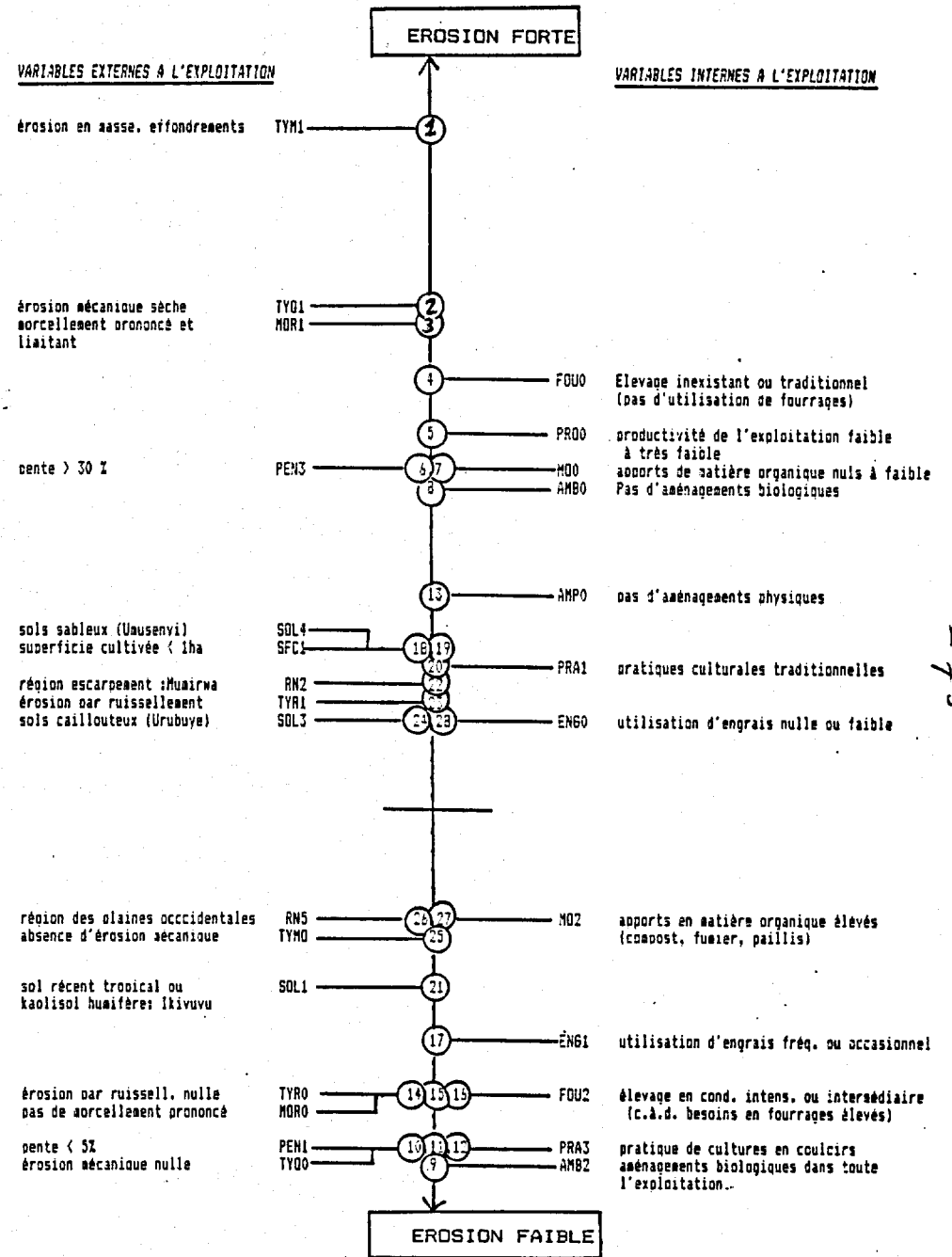


Fig.3 : AFCI : SCHEMA DES CONTRIBUTIONS DES PRINCIPALES MODALITES DES VARIABLES EXPLICATIVES LE LONG DE L'AXE 1 (VALEUR PROPRE = 74,1%)

-75-

Cela nous a permis de considérer cet axe comme étant l'axe de l'érosion, et de proposer ensuite une projection (fig.3) en 1 dimension des contributions des variables explicatives sur cet axe; cette projection exprime la hiérarchie de leur influence sur l'érosion, les distances entre modalités étant proportionnelles aux contributions de chacune d'elle à cet axe; les extrémités des axes expriment les plus fortes contributions.

### 3.2.2 AFC SUR LE COUPLE EROSION/PRODUCTIVITE (AFC2)

Cette seconde AFC s'intéresse à la fois à l'érosion et à la productivité (6 classes), cette dernière étant aux yeux du paysan et de sa famille certainement prioritaire (point sensible ou d'amplification dans la théorie des systèmes).

L'inertie du premier axe (DIM1) représente 59 % de l'inertie totale (81% pour les axes 1 et 2). Le long de ce premier axe les classes d'érosion et de productivité évoluent (fig.4) parallèlement et en des sens opposés: productivité forte associée à une érosion faible et inversement). La fig.5 présente, en les hiérarchisant, la projection des contributions des modalités de l'exploitation le long de l'axe.

## 4. DISCUSSION DES RESULTATS

L'analyse des résultats des 2 AFC a permis de déterminer deux grands groupes de variables, les unes favorables à la conservation des sols et à leur productivité, les autres défavorables.

Elles sont présentées ci-dessous de manière synthétique. La description détaillée et critique de chaque observation est présentée dans le texte original (voir mémoire de Fin d'Etudes, SIMONART T., 1992- UCL-Belgique/ISABU-Burundi)

### 4.1 Les pratiques favorables à la conservation et à la productivité des sols (hiérarchisées):

-l'élevage intensif ou semi-intensif des ruminants, qui implique:

- une mise en stabulation plus ou moins prolongée
- la distribution de fourrages et de compléments (tourteau, mélasse, farines)
- la dispense de soins vétérinaires (lutte anti-tiques...)
- des races génétiquement plus productives ou croisées (tropicales comme la Sahiwal ou européennes comme les Montbéliarde, Frisonne ..)

-la présence et l'entretien d'aménagements biologiques (maillage végétal de l'exploitation):

- haies herbacées (*Setaria* sp., *Tripsacum laxum*, ...), arbustives (*Calliandra calothyrsus*, *Leucaena* sp., ), et/ou arborescentes (*Grevillea robusta*, *Cedrela* sp., *Eucalyptus* sp....)
- végétalisation des bordures de parcelles et de propriétés

-l'utilisation d'intrants et gestion de la matière organique:

- compost (déchets divers, coupes d'entretien des haies, ..)
- fumier
- engrais minéraux (DAP, ..)

-la pratique de cultures en couloirs

-le paillage des cultures, même léger (faible épaisseur)

Ces pratiques ont un point commun: CE SONT DES PRATIQUES NON TRADITIONNELLES ET PEU REPANDUES AU BURUNDI

### autres variables favorables:

- sols récents tropicaux (très productifs)
- kaolisols humifères (teneur élevée en matière organique)
- régions naturelles du Mosso et de l'Imbo (plaines)

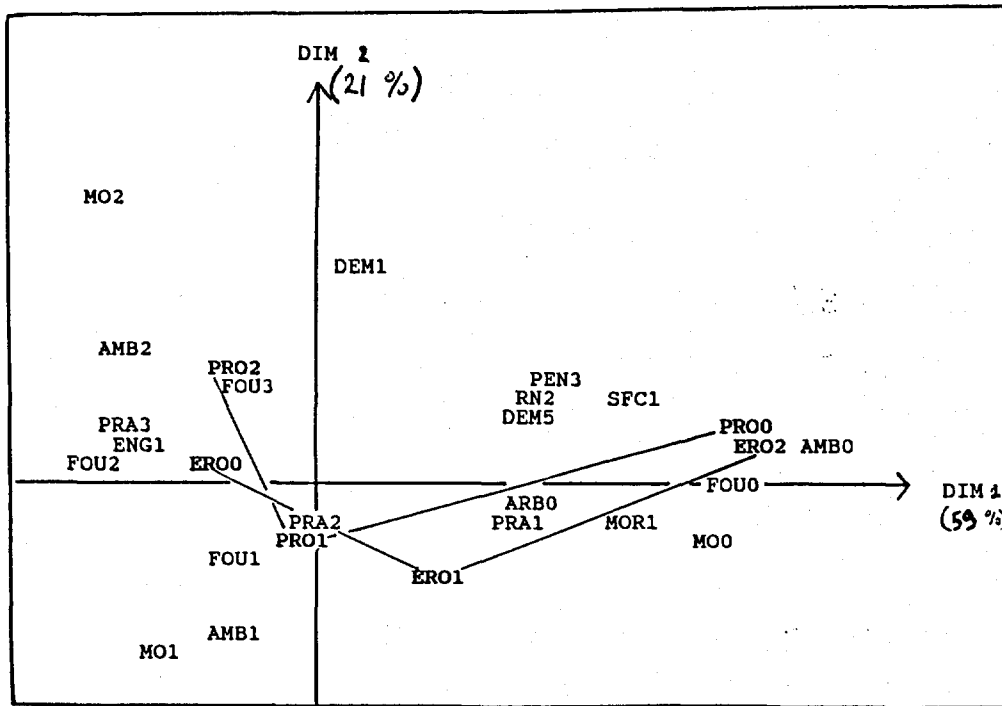


fig.4 : AFC2: Analyse Factorielle de Correspondances. Projection simultanée des classes d'érosion + productivité (ERO + PRO) et des modalités des variables explicatives de l'exploitation les plus significatives.

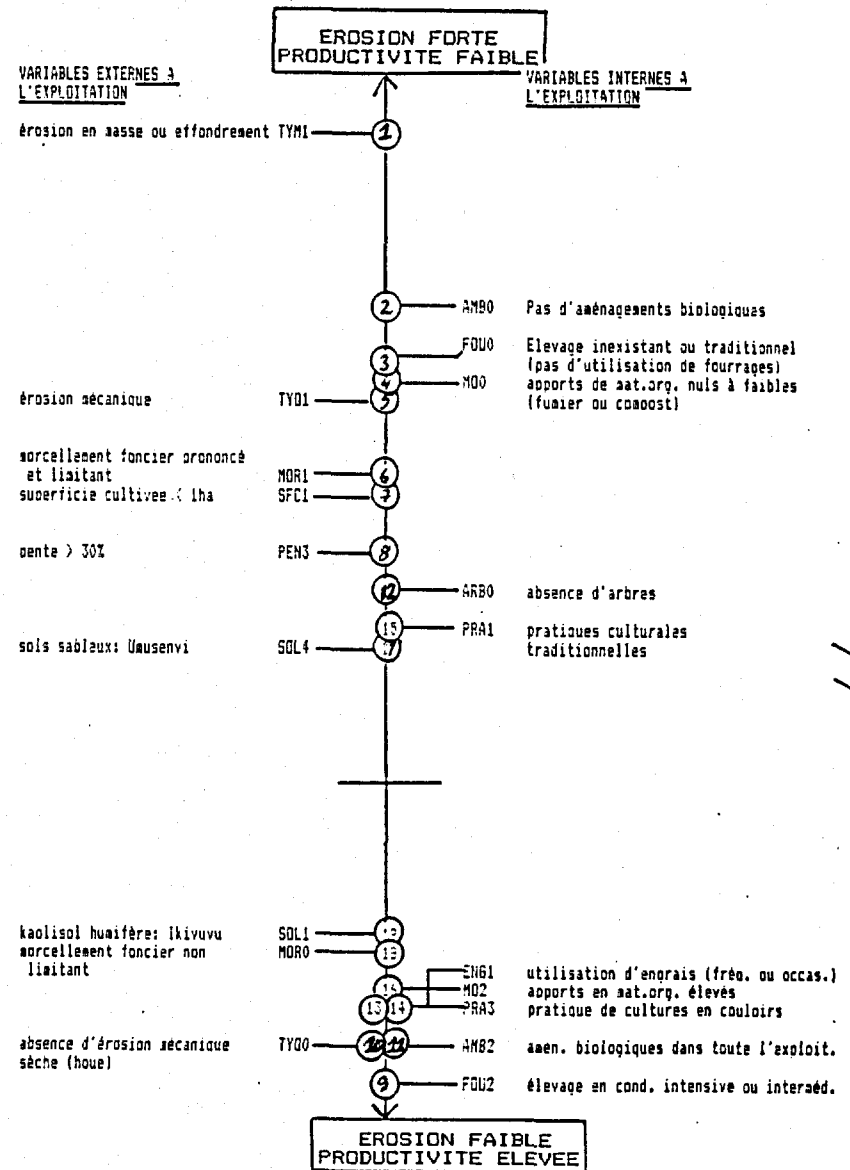


FIG.5 AFC2: SCHEMA DES CONTRIBUTIONS DES PRINCIPALES MODALITES DES VARIABLES EXPLICATIVES LE LONG DE L'AXE 1 (VALEUR PROPRE = 59%)

#### 4.2 Les pratiques défavorables à la conservation et à la productivité des sols (hiérarchisées):

-l'élevage extensif ou traditionnel, qui implique:

- la mise au pâturage du bétail la journée
- la non distribution de fourrages ou d'aliments complémentaires
- un faible suivi vétérinaire
- des races locales, rustiques mais peu productives (race bovine Ankole)

-la faible utilisation d'intrants et la mauvaise gestion de la matière organique de l'exploitation

-la présence d'aménagements physiques (plus de désavantages que d'avantages) et l'absence de structures végétales (haies,..)

- creusement de fossés trop larges, non horizontaux, non cloisonnés, sujets aux débordements,...
- fossés existants non entretenus et donc dangereux ou inutiles...

Le point commun de ces pratiques est que ce sont des PRATIQUES TRADITIONNELLES FREQUENTES au Burundi.

D'autres variables qui se sont révélées défavorables:

-le morcellement foncier des exploitations et la diminution des surfaces cultivables par exploitation, causant des difficultés de gestion (éloignement des parcelles)

-la forte densité de population, exerçant une pression sur la terre, la mise en culture de parcelles très pentues (plus de 30%) et moins fertiles

-les sols caillouteux ('Urubuye') et sablonneux ('Umusenyi')

-les régions des Plateaux Centraux (KIRIMIRO, BUYENZI) et de l'escarpement (MUMIRWA)

#### 4.3 Quelques exemples d'aménagements intégrés (PLANCHE 1).

Les quatre exploitations représentées sur la PLANCHE 1 sont des exploitations modèles, choisies pour l'intégration de leurs pratiques conservatoires, ainsi que leur gestion efficace de la biomasse produite dans l'exploitation. Elles sont le résultat d'un encadrement participatif et de la volonté (travail, acceptation des innovations techniques) des exploitants de chacune d'entre elles.

#### 4.4 Les contraintes au développement et à la conservation des sols

##### 4.4.1 Au niveau des exploitations paysannes:

-l'incertitude qu'ont les exploitants devant le niveau de production de leurs cultures (aléas climatiques, ravageurs des cultures...) et face à la vente de leurs récoltes à la fin de la saison (chute des prix au moment des récoltes..). Ils adoptent alors une attitude de MINIMALISATION DES RISQUES, peu encline aux innovations.

-le manque de LIQUIDITES dans un contexte burundais de paupérisation d'une grande partie de la population, rend les investissements et l'acquisition d'intrants bien difficiles (médicaments, engrais, aliments pour bétail, produits phytosanitaires, constructions)

-les lacunes dans la GESTION

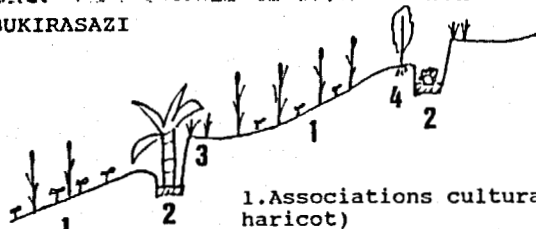
- de l'exploitation,
- de la matière organique (compost, fumier, paillage)
- du bétail (soins élémentaires, alimentation déséquilibrée..)

**La conservation des sols n'est pas une priorité pour la majorité des paysans.**

PLANCHE 1 : LES AMENAGEMENTS INTEGRES



BUKIRASAZI



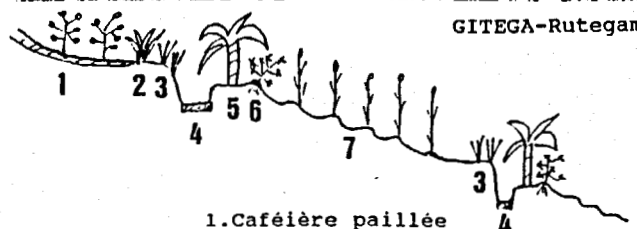
1. Associations culturales (maïs, haricot)
2. Fossé d'absorption paillé et planté de bananiers, légumes..
3. Haie herbacée (*Setaria* sp.)
4. Bande arbustive (*Grevillea* r.)

avant-plan: parcelle de manioc non aménagée



KIRIMIRO

GITEGA-Rutegama



1. Caféière paillée
2. Ligne d'ananas
3. Haie herbacée (*Setaria* sp.)
4. Fossé d'absorption paillé
5. Bande de bananiers
6. Ligne simple de manioc
7. Parcelle de maïs buttée

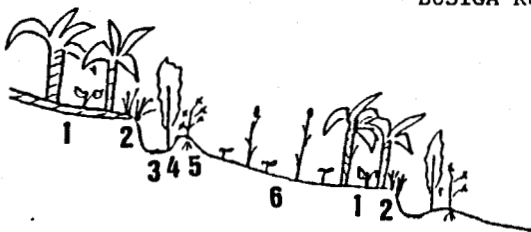
W

X



GUYENZI

BUSIGA-Rugori

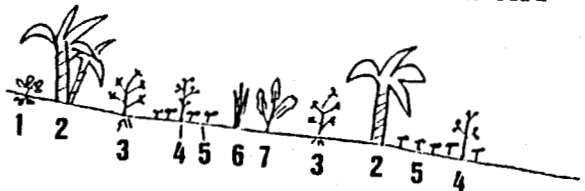


1. Double bande de bananiers associés à colocase
2. Haie herbacée (*Setaria* sp.)
3. Chemin paillé
4. *Grevillea robusta*
5. Ligne simple de manioc
6. Associations culturales (terrain nu après labour)



KIRIMIRO

GITEGA-Ceru



1. Bande de patate douce
2. Bande de bananiers
3. Ligne simple de manioc
4. Ligne de pois cajan
5. Semis en ligne de haricot
6. Ligne de canne à sucre
7. Haie arbustive (*Calliandra calothyrsus* = légumineuse)

Y

Z



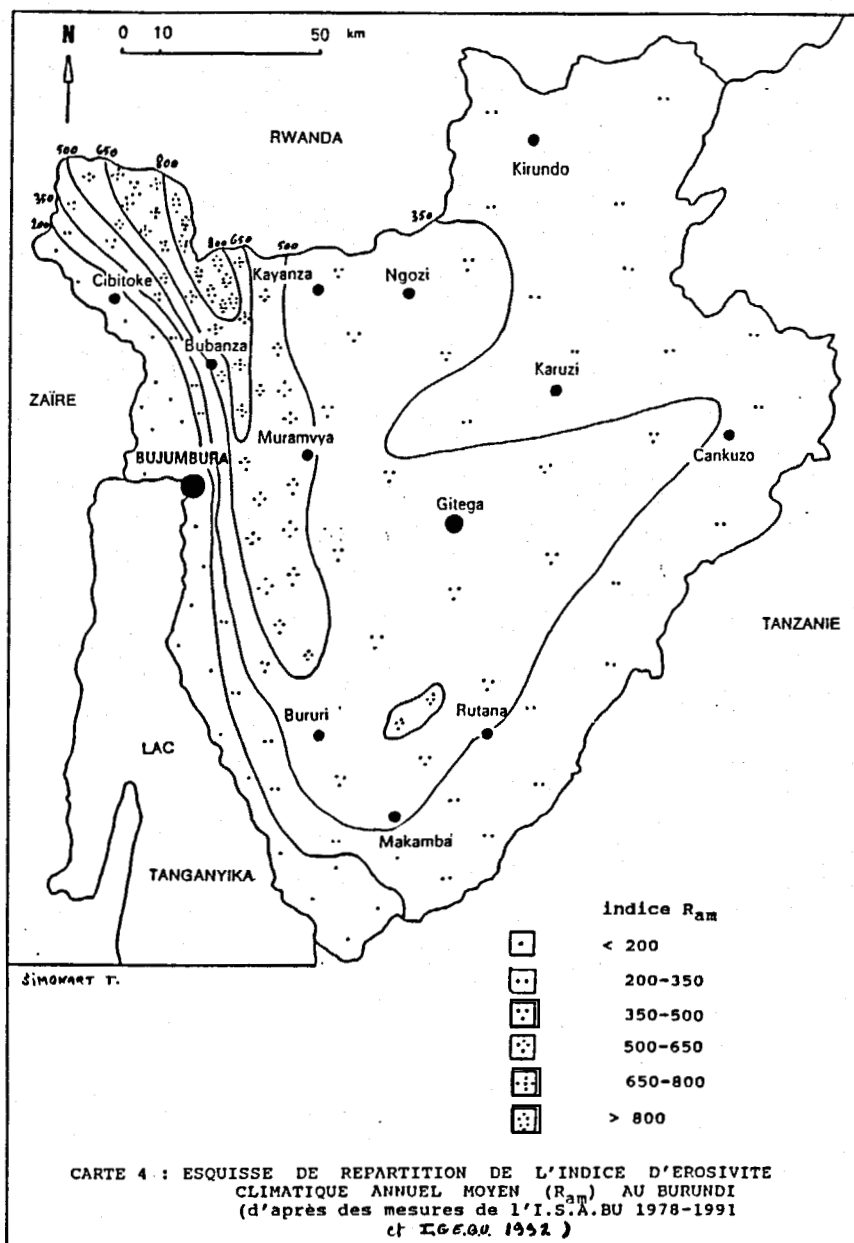
4.4.2 Au niveau de l'encadrement (Projets de Développement):

- le manque d'alternatives à proposer au paysan
- la systématisation des thèmes de vulgarisation, souvent inadaptés aux véritables besoins des paysans
- la faible coordination entre les services d'encadrement, menant parfois à des actions contradictoires
- l'émergence de conflits internes ou externes aux Projets

Ces obstacles rendent l'encadrement difficile.

4.5 L'érosivité climatique au Burundi.

CARTE D'EROSIVITE:



L'étude réalisée sur l'érosivité des pluies au Burundi démontre les points suivants:

-il existe une variabilité saisonnière de l'érosivité des pluies unitaires (indice R de Wischmeier):

- nulle à très faible de juin à août ( $R = 0.4$  à  $7$ ) correspondant à la saison sèche)
- moyenne de septembre à mars ( $R = 24$  à  $50$ ), époque des 1ère et 2ème saisons des pluies)
- très forte en avril ( $R = +/- 80$ ), à la fin de la grande saison des pluies)

(région de l'escarpement (Mumirwa), moyennes de 5 années: données I.S.A.BU, reprises par Mathieu, 1987).

-il existe également une variabilité microgéographique interannuelle de l'érosivité des pluies, liée au régime orographique des pluies dans la région de l'escarpement (Mumirwa).

-l'esquisse cartographique (carte 1) de répartition de l'indice d'érosivité annuel moyen ( $R_{am}$ ) révèle que l'érosivité climatique au Burundi est modérée ( $R_{am}$  varie de 200 à 800), si l'on compare avec les régions d'Afrique de l'Ouest (où  $R_{am}$  peut atteindre la valeur 2000). Elle se base sur le rapport  $R_{am}/H_{am}$  (variant de 0,10 à 0,45 en fonction des régions) déterminé dans les stations érosion de l'I.S.A.BU (1979-1991) et les données climatiques de l'I.GE.BU (1992).

Les pertes en terres élevées mesurées au Burundi (I.S.A.BU, 1978 à 1991) ne peuvent donc s'expliquer uniquement par l'agressivité des pluies. Ce sont les facteurs C, P et LS (facteurs sur lesquels les paysans peuvent agir) de l'équation de Wischmeier qui contribuent le plus à l'érodibilité des sols. Quant au facteur K (érodibilité des sols), il est caractéristique ( $K = 0.01$  à  $0.2$ ; I.S.A.BU, 1991) des sols ferrallitiques peu sensibles à l'érosion.

## 5. CONCLUSION

1) Il existe chez les paysans burundais des pratiques conservatoires des sols:

- certains sont peu efficaces
- d'autres sont très efficaces et donc recommandables

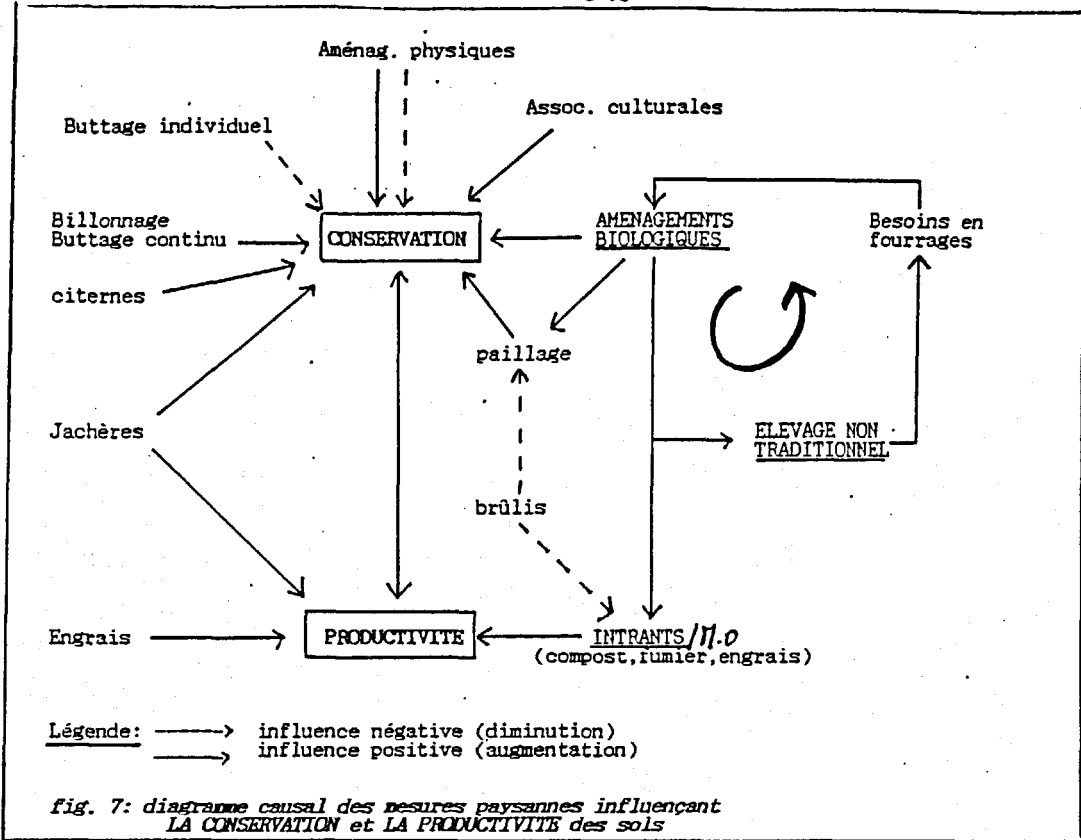
Conditions de réussite:	<ul style="list-style-type: none"><li>qualité intrinsèque de la mesure conservatoire</li><li>motivation de l'exploitant (travail, investissement)</li><li>gestion correcte de cette mesure (mise en oeuvre et suivi)</li></ul>
-------------------------	--

La figure 8 présente ces pratiques en marquant leur priorité correspondant au contexte actuel du Burundi.

2) Conservation et productivité des sols sont interdépendantes:

La fig.7 résume l'influence que peuvent avoir les mesures observées en milieu paysan sur l'érosion et la productivité. Il faut remarquer le rôle SYNERGIQUE ou catalyseur que peut jouer, par exemple, la mise en stabulation du bétail, créant des besoins en fourrages et motivant par conséquent le paysan à installer des structures fourragères. Ces aménagements biologiques permettent non seulement de fournir de la matière organique (compost, litière et fumier du bétail) mais également de protéger l'exploitation contre l'érosion.

Si le fonctionnement général de l'exploitation est bien compris, l'introduction d'une 'innovation' appropriée chez le paysan est facilitée. Il y a peu de solutions miracles. Selon les situations les solutions aux problèmes d'érosion et de fertilité seront bien différentes. L'introduction d'une simple citerne peut, par exemple, avoir des conséquences non prévisibles sur l'exploitation: permettre au paysan de compter sur une réserve d'eau et envisager l'intensification de l'élevage qui est source de fumier, tout en limitant le ruissellement érosif des eaux de toiture (cas rencontré dans le Mumirwa).



OBJECTIFS	MOYENS A METTRE EN OEUVRE	PRIORITE dans le contexte actuel
CONSERVATION DES SOLS PRODUCTIVITE	Structures biologiques, maillage végétal de l'exploitation: .herbacées, arbustes, arbres	**
	Cultures en couloirs	*
	Paillage	**
	Buttage continu, billonnage	.
	Structures physiques: .talutage .fossés (absorption, diversion) .fascines	. . .
	.citernes	*
	Associations culturelles	*
	Gestion de la matière organique: .compost .fumier --> mise en stabulation .enfouissage (résidus de cultures plutôt que brûlis) .engrais verts (légumineuses)	** ** * .
	Engrais minéraux et amendements .chaulage .DAP, urée, superphosphates...	. * .

(\*\* = priorité absolue \* = priorité relative . = non prioritaire)

**Fig. 8: Les moyens à mettre en oeuvre pour la protection et la fertilisation des sols et leur priorité dans le contexte actuel (1992..)**

3) Les pratiques conservatoires efficaces sont peu répandues au Burundi.

On assiste à une rupture d'équilibre entre LES PRATIQUES TRADITIONNELLES devenues bien souvent inadaptées et un ENVIRONNEMENT naturel (précipitations, fortes pentes, sols pauvres..) et humain (forte densité de population, morcellement des exploitations, ...) trop hostile.



4) Les exploitations sans élevage ou sans mise en stabulation (majoritaires au Burundi) sont actuellement dans une situation très critique. L'effet stimulant des besoins en fourrages ne s'y manifeste pas. Le maintien de la fertilité des sols y est particulièrement difficile.

5) Perspectives d'avenir: certaines exploitations (peu nombreuses) se trouvent dans une situation très satisfaisante et stable, parce qu'elles se trouvent dans une région favorisée (sols fertiles, faibles pentes..), parce qu'elles ont pu profiter de l'encadrement local et trouver un équilibre de fonctionnement, ou encore pour d'autres raisons (travail, investissements particuliers).

Beaucoup d'autres exploitations semblent dans une situation critique, et ce, particulièrement dans la région du Kirimiro et du Buyenzi où les sols sont généralement pauvres (sols ferrallitiques) et dans celle du Mumirwa (pentes fortes). Ces régions sont aussi les régions les plus densément peuplées du Burundi.

---

Auteurs cités dans le texte:

FERRARI Th.J , 1966. Towards soil fertility in dimensions. Neth.7, Agric. 14.

I.GE.BU., 1992. Institut Géographique du BURUNDI. Climatologie, publication N° 17- GITEGA, février 1992.

I.S.A.BU, 1979 à 1992. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. Rapports annuels. Division Sylviculture, Erosion et Agroforesterie.

MATHIEU C., 1987. Contraintes techniques et sociales en conservation du sol et des eaux en zone à très forte densité de population: l'exemple des montagnes du Mumirwa au Burundi. Tropicultura, 5, 3 p137-146.

SIMONART T., 1992. La conservation des sols en milieu paysan burundais. Etude et hiérarchisation des stratégies antiérosives. Mémoire de Fin d'Etudes (UCL-Belgique), version corrigée et augmentée, octobre 1992. P.R.P.E/I.S.A.BU, BP 795, Bujumbura-BURUNDI.

WISCHEMEIER (W.H.) & SMITH (D.D.) 1960. A universal soil-loss estimating equation to guide conservation farm planning. 7th Intern. Congr. Soil Science, vol I, p 418-425.

Pour en savoir plus:

contacter -Mr. SIMONART Tristan, 34 rue de chêne, 6530 THUIN-Belgique  
-Programme de Recherche pour la Protection de l'Environnement,  
I.S.A.BU., BP 795, BUJUMBURA-Burundi.

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Simonart, T.; Duchaufour, H.; Melchior, B.; Mikokoro, C. - La conservation des sols en milieu paysan burundais : étude et hiérarchisation des stratégies antiérosives, pp. 72-83, Bulletin du RESEAU EROSION n° 13, 1993.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)