

MODE DE GESTION DES SOLS ET EVOLUTION DU MILIEU

Danielle Mitja⁽¹⁾, Michel Lepage⁽²⁾ et Christian Valentin⁽³⁾

(1) Ecologie générale, Muséum National d'Histoire Naturelle, 4, avenue du petit château, 91800 Brunoy.

(2) Ecole Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75005 Paris.

(3) ORSTOM, 70 route d'Aulnay, 93143 Bondy.

INTRODUCTION

En savane humide, la culture itinérante sur brûlis se trouve remise en cause dès lors que la saturation foncière se fait sentir. Quelles sont alors les voies dégagées par la recherche pour adapter la gestion des sols aux nouvelles conditions démographiques et techniques ? Les connaissances acquises sur le milieu de Booro-Borotou, son fonctionnement hydro-pédologique et ses dynamiques évolutives doivent permettre de poser un diagnostic écologique sur le système de culture actuel et son éventuelle évolution.

LES GRANDS TRAITS DU MODE ACTUEL DE GESTION DES SOLS

Des conditions favorables

En premier lieu, il convient de rappeler un certain nombre de facteurs, que l'on peut considérer comme très favorables à l'agriculture, si on se replace dans le cadre général des savanes ouest-africaines :

- un climat à pluviométrie élevée et à période sèche de courte durée,
- des sols à potentialités agronomiques acceptables,
- une couverture végétale encore très riche en ligneux,
- une faible densité de population, de moins de dix habitants au km² (Anonymes, 1979).

Caractéristiques principales des pratiques culturelles actuelles

Sur le bassin versant, la culture itinérante sur brûlis est pratiquée de façon manuelle, à intrants quasi-nuls. Les rendements, moyens pour la région considérée assurent l'alimentation de la famille. Le produit des ventes permet à peu près de couvrir les différentes dépenses (Camara, 1989).

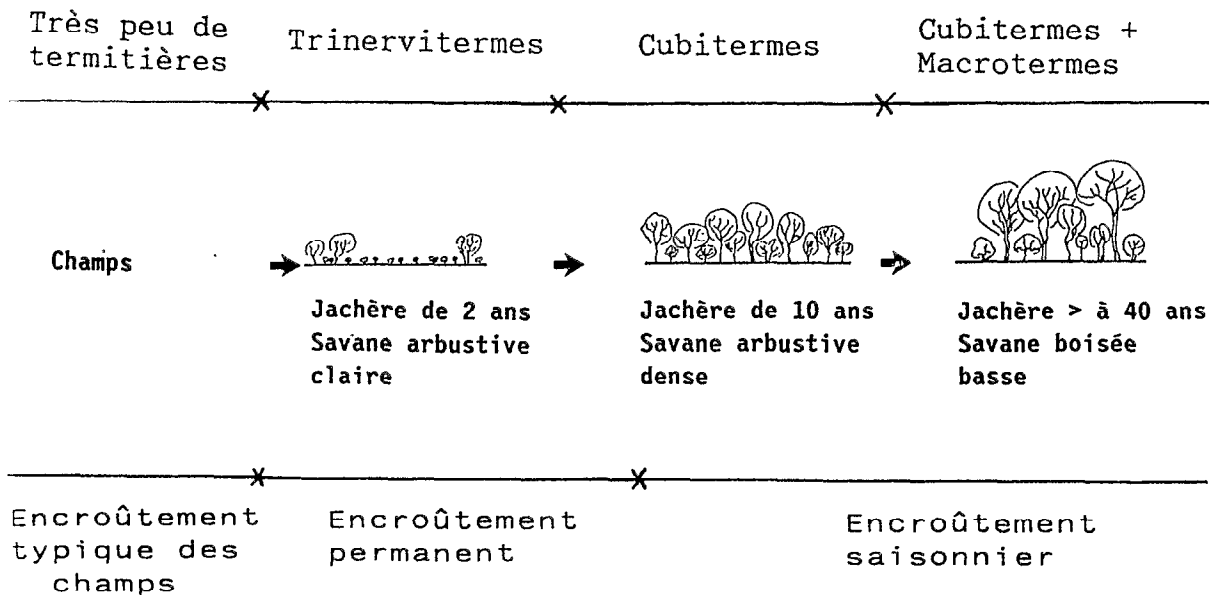


Fig. 1. Evolution dans le temps de la végétation, des groupes de termites et des réorganisations superficielles après culture itinérante sur brûlis à Booro-Borotou.

Les grands traits de ce type d'agriculture peuvent être résumés en sept points :

■ *Une perturbation limitée du milieu*

Certes, la destruction de la couverture ligneuse provoquée par l'essartage (coupe + brûlis) perturbe l'équilibre biologique des sols. Toutefois, l'absence de défrichage mécanisé et le maintien des racines de ligneux limitent considérablement les risques de compaction du sol. Après le défrichage manuel et le feu, les troncs et les branches des ligneux détruits gisent sur le sol, le protégeant ainsi de l'érosion (Mitja, 1990).

Un autre exemple de pratiques peu perturbatrices est donné par certaines espèces cultivées qui demandent un travail du sol minimal, le riz en est un exemple type. Il nécessite, lors de la plantation, un simple grattage du sol, dont le but est d'enfouir les grains à quelques mm de profondeur dans le sol. D'autres cultures sont plus perturbatrices, par exemple l'igname que l'on plante sur de grosses buttes.

■ *Un encroûtement de la surface du sol*

Lors du défrichage et du brûlis, les paysans détruisent la plupart des termitières présentes dans leurs champs. Ils s'attachent surtout à éliminer les *Macrotermes*, termites lignivores. L'activité des autres termites reste faible pendant toute la durée de la culture. L'encroûtement de la partie superficielle du sol dépend étroitement du pourcentage et de la structure du couvert cultural. Parmi les trois cultures testées, le manioc assure à cet égard une piètre protection du sol en comparaison du riz et surtout de l'arachide.

Dans les trois cas, les croûtes se forment en début de cycle et après la récolte, dès lors que le sol est laissé découvert.

■ *Une érosion non négligeable*

A l'échelle du m², les mesures sous simulation de pluie ont fait apparaître, des pertes en terre d'autant plus marquées que le sol reste découvert (*cf supra* : en début de cycle, et après la récolte). A des échelles plus vastes, les dépôts de sable qui s'observent à l'aval des champs témoignent d'une exportation de terre (Planchon *et al.*, 1987). Enfin, il faut évoquer l'érosion "hors site" : comme souvent dans le nord de la Côte d'Ivoire (Valentin, 1989a), le ruissellement issu des cultures rajeunit les griffes et les ravines situées à l'aval (Planchon, 1989). Il est probable que l'érosion d'origine anthropique augmenterait si les associations culturales, comme riz-maïs-manioc, venaient à disparaître. Le maintien dans les parcelles cultivées de quelques arbres comme *Parkia biglobosa* (le néré) et la légumineuse *Daniellia oliveri* assure également une certaine protection du sol, encore que des mesures précises restent à effectuer.

■ *Un épuisement modéré des sols*

Les successions culturales, pratiquées pendant sept ans en moyenne, permettent d'éviter un épuisement spectaculaire des sols, déjà peu riches, il est vrai, lors de la mise en culture (Camara, 1989).

■ *Une chute des rendements*

Malgré la pratique des successions culturales, la chute des rendements devient sensible après trois ans de culture. Parallèlement, une forte diminution du recrû ligneux s'observe dans les champs de trois ans. Au bout de sept ans de culture, en moyenne, certaines parcelles, trop envahies par des *Poaceae* (*Gramineae*) telles qu'*Imperata cylindrica* et *Pennisetum spp.* pour pouvoir être cultivées, sont abandonnées.

■ *Le maintien d'une stabilité de la production globale par exploitant*

Les villageois pallient la perte de fertilité annuelle d'un champ soumis à une culture sans apport d'intrants, en introduisant périodiquement dans leur système des surfaces nouvelles. L'augmentation des surfaces cultivées assure ainsi la production globale annuelle.

■ *Une longue période de jachère*

Incluse dans le système cultural, la jachère permet une reconstitution progressive des diverses composantes du milieu selon plusieurs étapes décrites au paragraphe suivant.

Les différentes étapes de reconstitution du milieu au cours de la jachère

Les pratiques agricoles influencent fortement l'évolution ultérieure de la végétation, des populations de termites et des réorganisations superficielles (fig.1).

■ *De l'abandon du champ à la jachère de dix ans*

Dans les conditions les plus favorables, nous observons, dans un premier temps, l'installation d'une savane arbustive claire caractérisée par la présence d'espèces ligneuses issues surtout de rejets mais aussi de germinations. A ce stade, les jeunes

ligneux sont très nombreux. Les adventices des champs sont éliminées petit à petit et remplacées par d'autres espèces comme *Andropogon gayanus*, avec toujours la présence d'*Imperata cylindrica*. Parallèlement, des populations de *Trinervitermes*, termites fourrageurs, s'installent sur ces jachères très récentes et dénudent le sol autour de leurs nids et le long d'axes rayonnants (Janeau et Valentin, 1987), accentuant ainsi les encroûtements superficiels hérités de la période de culture (fig. 2).

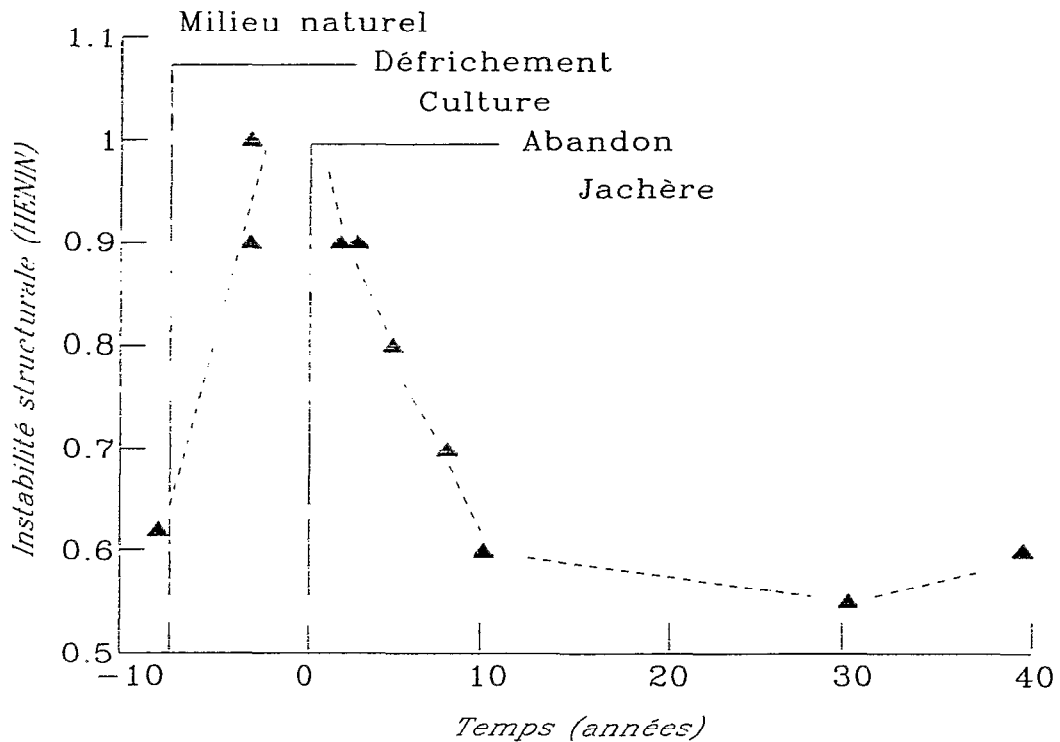


Fig. 2. Variation de l'instabilité structurale au cours d'un cycle culturel (d'après Valentin, 1989b).

Dans un deuxième temps, la croissance des ligneux aboutit à l'installation d'une savane arbustive dense à fort recouvrement ligneux, avec toujours maintien de l'*Andropogon gayanus*. Aux environs des six-sept ans de reconstitution, les *Cubitermes*, termites humivores, colonisent le milieu (Tano et Lepage, 1990). L'élimination des *Trinervitermes* et la présence d'une litière favorisent une restauration progressive de la surface du sol, avec destruction saisonnière de l'encroûtement. Corrélativement, l'instabilité structurale décroît pour se stabiliser après dix ans de jachère environ (Valentin, 1989a).

■ De dix à quarante ans de jachère

La végétation évolue vers une savane boisée, avec le maintien de l'encroûtement saisonnier et le développement de populations de *Cubitermes*. L'*Imperata cylindrica* est

souvent encore présent sous forme d'individus isolés, interdisant toute culture comme nous l'avons vu précédemment.

■ *Après quarante ans de jachère*

La végétation est toujours une savane boisée et la surface du sol présente les mêmes encroûtements saisonniers. C'est à ce moment que les *Macrotermes*, termites lignivores s'installent dans le milieu.

Telle qu'elle est pratiquée à Booro-Borotou, la culture itinérante sur brûlis favorise le développement des ligneux avec pour corollaire la production d'une litière, l'installation de *Macrotermes* et la destruction saisonnière de l'encroûtement superficiel. Ainsi se reconstituent, après quarante ans, les diverses composantes des états de surface.

EVOLUTION DU MODE DE GESTION DES SOLS : LES INNOVATIONS RECENTES

Ces pratiques culturelles actuelles et de leurs conséquences sur l'écosystème doivent être présentes à l'esprit avant toute investigation sur d'éventuelles modifications du mode de gestion des sols. Avant d'aborder cette question, il semble tout aussi nécessaire d'examiner le devenir d'innovations proposées par le passé, quant à l'appropriation des techniques par les paysans, et leurs répercussions sur l'écosystème.

Quel a été le devenir de trois innovations récemment proposées aux villageois par les services d'encadrement agricoles (essentiellement la C.I.D.T., Compagnie Ivoirienne de Développement Textile) ?

■ *Le coton*

L'introduction du coton, cultivé de façon manuelle, avec une utilisation limitée d'intrants a été acceptée par les paysans. Actuellement intégrée au système de culture, sa production demeure somme toute marginale. Elle ne donne pas lieu à une détérioration spectaculaire du milieu.

■ *La culture attelée*

En revanche, l'introduction de la culture attelée comme technique nouvelle a été un échec. Les charrues gisent derrière les cases et les boeufs ne constituent plus qu'un mauvais souvenir. Les raisons invoquées par les villageois sont que la culture attelée est plus pénible que la culture manuelle et que l'entretien des boeufs est une lourde charge pour ces populations de tradition non pastorale.

■ *La mécanisation lourde*

Enfin, la mise en place de grands blocs défrichés au bulldozer, sur le terroir du village, mais en dehors du bassin versant, constitue un échec. En effet, comme il est fréquent dans cette région, les paysans ont abandonné ces blocs après 7 ans en moyenne. De fait, cette mécanisation ne s'est pas accompagnée d'une mutation plus profonde des pratiques agricoles : utilisation plus importante d'intrants, en particulier d'herbicides. La prolifération des adventices comme *Imperata cylindrica* est le plus souvent invoquée comme cause majeure d'abandon. Cet essai incomplet se traduit par une détérioration

culture se traduit par une détérioration plus durable du milieu : sols plus compactés (Yoro, comm. pers.), et reconstitution plus faible et plus lente de la végétation après l'abandon du bloc (Mitja, 1990).

QUELQUES PISTES POUR L'AVENIR

Il est hasardeux d'émettre des remarques prospectives, particulièrement dans notre cas où :

- L'objet d'étude, le bassin versant, ne recouvre pas l'ensemble du terroir du village de Booro-Borotou.
- De nombreuses données sur les systèmes de production font défaut.

Conscients de ces limites, il nous semble important toutefois d'évoquer quelques pistes concernant l'avenir, en nous fondant sur les données recueillies au cours de cette étude.

La culture itinérante sur brûlis en question

La culture itinérante sur brûlis telle qu'elle est pratiquée à Booro-Borotou implique l'existence d'une faible population disposant d'une vaste réserve foncière et produisant avant tout pour elle-même.

Or, deux éléments nouveaux peuvent à plus ou moins long terme venir perturber ce relatif équilibre :

- La participation de plus en plus effective à une économie de marché, induite par les besoins monétaires des jeunes (Camara, 1989) et la nécessité, en retour, de produire des biens alimentaires pour nourrir les villes.
- Une augmentation prévisible de la population autochtone ou allogène : déjà s'ouvrent dans la région des fronts pionniers des groupes venus de zones plus septentrionales. Il n'est pas exclu que d'autres populations migrent depuis les zones sahéliennes et forestières surpeuplées et déjà dégradées. Or, Pieri (1989) estime que les problèmes les plus graves de détérioration de l'écosystème sont observés dans des zones où l'augmentation de la population est due à des flux de migrants libérés des contraintes ancestrales de protection de l'environnement.

A ces nouvelles contraintes, le système de culture itinérante sur brûlis répond généralement par une extension des surfaces cultivées et une réduction de la durée de la jachère. Sans d'autres modifications du système, ces réponses entraînent une dégradation des sols et de la production biologique.

Si Booro-Borotou devait être confronté à des impératifs de plus fortes productions, quels seraient les principaux obstacles au passage de la culture itinérante à la culture pérenne ?

Les contraintes à la pérennisation du système de culture

L'étude de la dynamique du milieu sur les champs et les jachères nous conduit à identifier les principales contraintes suivantes :

■ La diminution de fertilité chimique des sols

Rappelons que dans le système actuel, la baisse des rendements devient sensible dès la troisième année de culture. Une fois l'extension des surfaces cultivées devenue impossible, d'autres solutions devraient être envisagées.

Dans de nombreuses zones de savane, l'augmentation de la production agricole globale du milieu, se traduit par une réduction de la durée de la jachère et par une augmentation des surfaces cultivées, tout en maintenant la culture itinérante sur brûlis. Ceci entraîne une dégradation inévitable de la couverture ligneuse et des sols. L'emploi de fumier, pour fertiliser les terres, généralement préconisé, semble, au moins pour un temps, compromis du fait de l'absence de tradition pastorale dans le village. L'introduction de plantes amélioratrices pourrait être envisagée, comme par exemple *Tephrosia vogelii*, expérimentée dans des zones de savane au Cameroun (Boutrais, 1974). Cette espèce fait partie de la flore du bassin versant. D'autres espèces de légumineuses, présentes sur le bassin pourraient aussi être testées.

Bien que probable, le recours à l'utilisation d'engrais devrait être raisonné. En particulier, des risques importants de lixiviation de l'azote et du potassium sont à prévoir dans les sols rouges ferrallitiques très filtrants de l'amont et les sols sableux de l'aval où s'ajoutent des risques de pollution de la nappe. A terme, l'acidification des sols est à craindre.

■ Le salissement par les adventices

Cause majeure d'abandon des parcelles, la prolifération des adventices devra être contrôlée. Pour les concurrencer, des plantes de couverture peuvent être introduites. En général ce sont des légumineuses qui sont utilisées non seulement pour leur capacité à lutter contre les mauvaises herbes, telles que *Imperata cylindrica* et *Pennisetum spp.*, mais aussi pour leur capacité à lutter contre l'érosion et pour leurs aptitudes à fertiliser le sol. Un programme démarre actuellement, à Booro-Borotou, sur ce thème, avec l'IDES.SA de Bouaké. Le recours raisonné à des herbicides peut également être envisagé. Il devra s'appuyer alors sur les relations entre, d'une part les dynamiques des populations herbacées mises en évidence sur les champs, et d'autre part, les modes de défrichements et les types de sol (Mitja, 1990).

■ La dégradation physique des sols

Très rapidement après la mise en culture, l'instabilité structurale augmente, entraînant la formation de croûtes superficielles, des pertes en eau et en terre. Certaines techniques efficaces de conservation ont déjà été testées (Roose, 1980) : billons isohypses, bandes d'arrêt entre les parcelles,... D'autres pourraient l'être comme la culture associée déjà pratiquée à Booro-Borotou, avec semis de maïs et plantation de manioc dans les champs de riz.

Enfin les techniques d'agroforesterie, qui préconisent l'introduction d'arbres à usages divers dans les champs, visent à prévenir l'érosion tout en fournissant des ressources nouvelles. Cette technique culturale n'est pas vraiment une innovation dans le sens où quelques cultivateurs possèdent dans leurs champs des manguiers et des papayers. Des ligneux tels que le néré (*Parkia biglobosa*) dont on utilise les fruits et le *Daniellia oliveri* qui est une légumineuse, sont conservés vivants lors du défrichement. De la même façon d'autres arbres utiles pour leur bois d'oeuvre, ou même des arbres fourragers, dans le cas de l'introduction de l'élevage, pourraient aussi être plantés ou conservés dans les

champs. Des arbres, sélectionnés, adaptés au milieu, plantés en haies suivant des courbes isohypses pourraient, en favorisant la formation progressive d'un talus, limiter l'érosion tout en augmentant la productivité du milieu.

■ *La nécessité d'une exploitation plus complète de la toposéquence*

A supposer qu'une part plus vaste de l'espace doive être mise en valeur (fig.3), il y aurait lieu de tenir compte des principales contraintes édaphiques déjà signalées (Boa, 1990) :

- Les sols rouges ferrallitiques gravillonnaires, à propriétés physiques et à statut organique convenables, devraient être préférentiellement choisis pour installer un système de cultures permanentes. Au reste, ce sont ces sols qui sont préférentiellement défrichés par les sociétés de développement dans le nord de la Côte d'Ivoire.
- Les sols ocres ferrugineux, à très mauvaises propriétés physiques, devraient, à l'inverse, être laissés en exploitation sylvo-pastorale. Au nord-est de Booro-Borotou, à environ 200 km, s'étend le pays Sénoufo. La pénurie de terres arables constitue une réalité dans cette zone fortement peuplée. Les paysans qui pratiquent un type d'utilisation plus complet de l'espace évitent de défricher ce segment de la toposéquence (fig. 4), particulièrement sensible à l'érosion.
- Les sols sableux hydromorphes de bas de versant offrent, une fois défrichés, de médiocres possibilités de régénération de la végétation (Mitja, 1990). Ce n'est qu'en dernier ressort qu'ils pourraient être utilisés, comme en pays Sénoufo, (fig. 4) en riz, voire en igname en dépit des contraintes, légèrement plus en amont. Il est clair que les itinéraires techniques et les pratiques culturelles devraient alors s'adapter à ces conditions particulières de milieu (confection de hautes buttes pour l'igname, maîtrise de l'irrigation pour le riz,...).

D'autres points mériteraient d'être évoqués comme l'introduction de la culture attelée. Contrairement à d'autres villages (Peltre-Wurtz et Steck, 1979), celle-ci, on l'a vu, s'est soldée par un échec à Booro-Borotou où les paysans n'ont aucune tradition pastorale. Telle qu'elle a été testée, la motorisation n'a pas non plus été un succès. Toutefois, mieux raisonnée, une motorisation, probablement plus légère, n'est pas à exclure *a priori*.

CONCLUSION

Telle qu'elle est pratiquée actuellement, la culture itinérante sur brûlis s'avère peu prédatrice pour le milieu. Le respect d'une longue période de jachère, liée à une faible densité de population, permet la régénération du milieu.

Dans l'hypothèse d'un passage à un système de culture pérenne, certaines contraintes devraient être levées comme le salissement par les adventices et la dégradation des sols (chimique, biologique et physique). En outre, le mode d'exploitation des sols devra tenir compte des comportements mécaniques et hydrodynamiques contrastés le long de la toposéquence. L'ensemble des travaux menés par l'équipe HYPERBAV tendent notamment à montrer que la mi-versant devrait être maintenu sous couvert arboré.

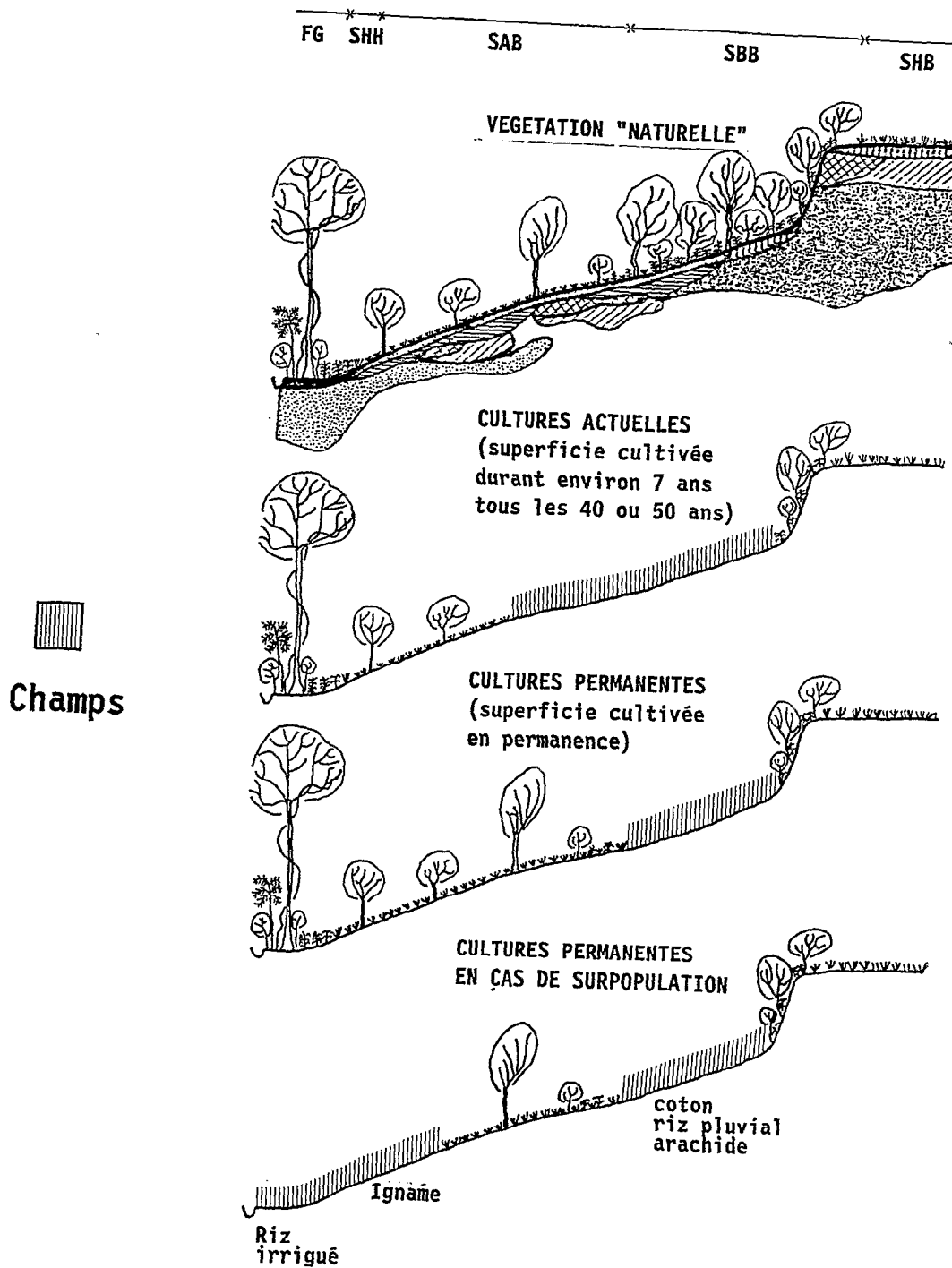


Figure 3. Divers scénarios envisageables d'utilisation des sols le long de la toposéquence type.

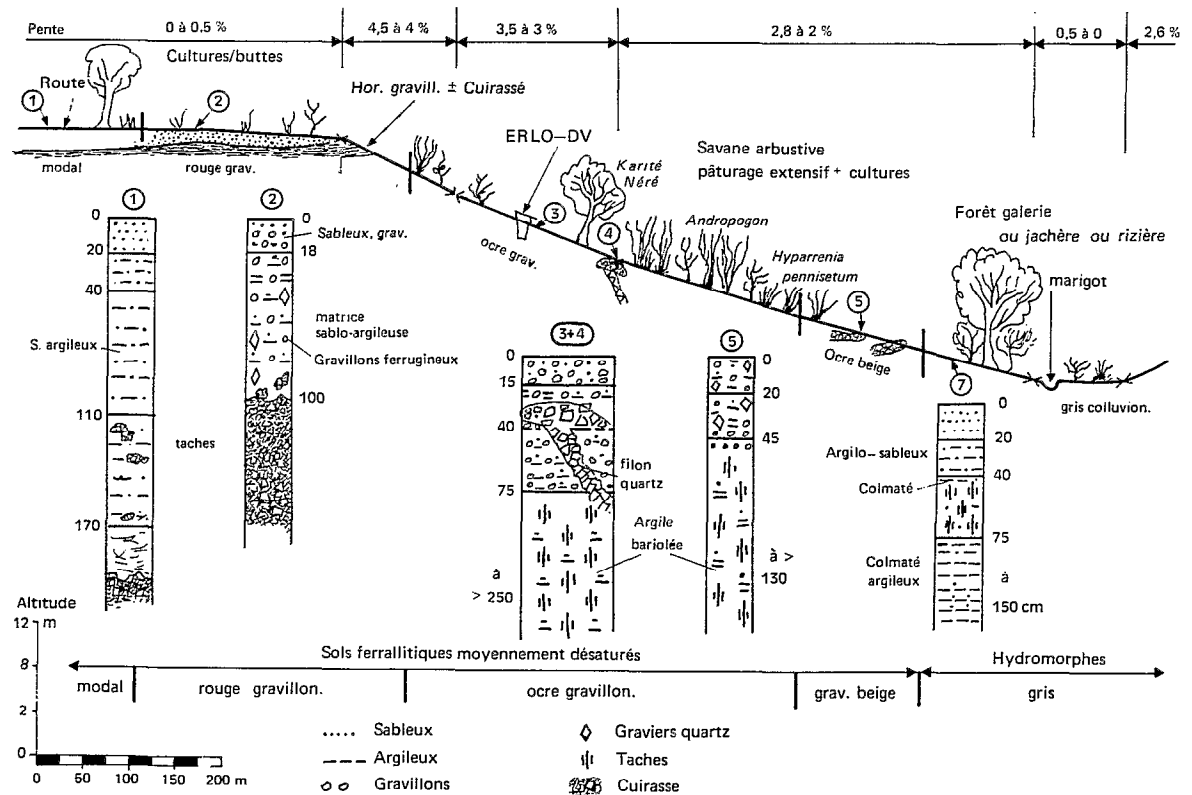


Figure 4. Schéma d'une toposéquence en pays Sénoufo : Waraniéné (d'après Roose, 1979).

Peu abordés lors de ces études, les aspects socio-économiques devront bien sûr être pris en compte pour élaborer d'éventuelles nouvelles stratégies. Celles-ci devront aussi se fonder sur les connaissances du milieu acquises au cours de ce programme.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient G. Serpantié, agronome à l'ORSTOM, pour la relecture constructive de ce texte.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme**, 1979. Atlas de Côte-d'Ivoire. Association de l'Atlas de Côte-d'Ivoire, Abidjan. ORSTOM-I.G.T.-Univ. Abidjan.
- Boa (D.)**, 1990. Principales aptitudes et contraintes des sols du bassin. Cet ouvrage.
- Boutrais, (J.)**, 1974.- Les conditions naturelles de l'élevage sur le plateau de l'Adamaoua (Cameroun). *Cahiers ORSTOM, sér. Sci. hum.*, 11, 2, 145-198.
- Camara, (M.)**, 1989.- Les systèmes de culture et leur influence sur quelques propriétés physiques et hydrodynamiques du sol : cas de Booro-Borotou (région de Touba, Nord-Ouest de la Côte-d'Ivoire). *Thèse de 3^e cycle*, Université d'Abidjan.
- Janeau (J.L.), Valentin (C.)**, 1987 : Relations entre les nids de *Trinervitermes* et la surface du sol : réorganisations, ruissellement et érosion. *Rev.Ecol.Biol.Sol*, 24 (4) : 637-647, 3 fig., 4 tabl.
- Lepage (M.), Tano (S.)**, 1990. Les termites : interactions avec les composantes du milieu et dynamique évolutive. Cet ouvrage.
- Mitja, (D.)**, 1990. Reconstitution de la végétation d'un petit bassin versant de savane préforestière après culture sur brûlis. Relations eau-sol-plantes (Booro-Borotou, Côte-d'Ivoire). *Thèse*, Université de Paris VI.
- Peltre-Wurtz, (J.) et Steck, (B.)**, 1979.- Influence d'une société de développement sur le milieu paysan. Coton et culture attelée dans la région de la Bagoué (Nord Côte-d'Ivoire). ORSTOM, Petit Bassam, 428 p. et annexes.
- Pieri, (C.)**, 1989.- Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du sahara. *Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAD*, 444 p.
- Planchon O.**, 1989. Le relief, les paysages et les formes d'érosion linéaire : Leur importance dans le fonctionnement d'un petit bassin versant (Booro-Borotou - Côte d'Ivoire). *Thèse USTL Montpellier*.
- Planchon (O.), Fritsch (E.), Valentin (C.)**, 1987: Rill development in a wet savannah environment. *CATENA Suppl.*, 8 : 55-70, 7 fig, 5 tabl, 4 photos, 13 réf.
- Roose, (E.J.)**, 1979.- Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique gravillonnaire issu de granite sous culture et sous une savane arbustive soudanienne du nord de la Côte-d'Ivoire (Korhogo : 1967-75). *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, XVII, 2, 81-118.
- Roose (E.)**, 1980. Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées. *Thèse d'Etat*, Univ. Orléans. ORSTOM, Paris, *Collection Travaux et Documents*, n° 130, 569 p. , 1985.
- Valentin (C.)**. 1989a. Etat de dégradation de deux terroirs du pays Sénoufo. IIRSDA, Abidjan, multigr. 9 p., 11 réf., 1 tabl., 2 fig.
- Valentin (C.)**. 1989b. Les états de surface des savanes de l'Ouest africain : relations avec les sols et incidences sur l'économie en eau. *In : Soltrop 89. Actes du 1^{er} séminaire franco-africain de pédologie tropicale*. Lomé, 6-12 février 1989. *ORSTOM. Collection Colloques et Séminaires*. 243-252, 11 réf., 6 fig.