

# Jachère et fertilité

ROBIN DUPONNOIS

spécialiste du maintien de la fertilité et de l'intensification par des voies biologiques  
IRD UR IBIS - 01 BP 182 Ouagadougou - Burkina Faso  
(226) 30 67 37 - (226) 31 03 85 - Email : Robin.Duponnois@ird.bf

## Préambule

En ce qui concerne le thème de « la jachère et la fertilité des sols », les différentes équipes du programme « jachère » ont eu pour but de clarifier les processus de changements d'états physiques, biologiques, chimiques qui modifient le milieu cultivé au cours du cycle culture-jachère et de déterminer les conséquences de ces modifications au niveau de la production à long terme. D'autre part, ils ont tenté diverses manipulations sur le cycle jachère-culture tentant de « simuler » l'effet jachère et ainsi réhabiliter des paramètres et des fonctions de la fertilité, ou de trouver des alternatives à la jachère. Serpantié et Ouattara (2001) ont présenté une synthèse sur ces sujets dans le cadre du Projet. Chotte *et al.* (2001) ont traité particulièrement dans une synthèse l'effet de la jachère sur la biologie du sol.

À travers tous les travaux menés dans ce programme, il est possible de discerner 2 axes principaux qui rassemblent la majeure partie des résultats :

Le premier concerne l'acquisition de connaissances fondamentales sur des indicateurs biologiques pertinents permettant d'évaluer l'état de fertilité globale d'un sol après une phase de « jachère » avec comme objectif principal sous-jacent de hiérarchiser, par exemple, dans des conditions environnementales données, l'importance de la teneur en matière organique du sol, l'impact de certains groupes d'organismes ou d'activités microbiennes sur le développement du couvert végétal et sur les processus régissant le biofonctionnement du sol.

Le second concerne les diverses manipulations visant à définir des pratiques de gestion du cycle culture/jachère ou des pratiques d'artificialisation des jachères en introduisant des espèces locales ou exotiques qui optimisent certaines fonctions du sol (Ex : mobilisation azotée ou phosphorée).

Ce rapport d'expertise ayant pour objectif principal de synthétiser les résultats des travaux menés dans la 1<sup>re</sup> phase du programme et aussi de les confronter avec d'autres, il sera organisé de la façon suivante : (i) l'analyse des connaissances acquises lors de la 1<sup>re</sup> phase du programme jachère ; (ii) l'évolution du stock organique du sol dans différents systèmes culture-jachère et (iii) alternatives à la gestion de la fertilité des sols.

## Analyse des connaissances acquises lors de la 1<sup>re</sup> phase du programme jachère

Dans le cadre de la 1<sup>re</sup> phase du programme jachère, la majorité des résultats ont été obtenus dans les zones agro-écologiques de type sahélien (300-600 mm), et soudanien et soudano-guinéen (600-1 200 mm). Ces travaux ont décrit l'impact de la mise en jachère sur l'évolution du stock de matière organique du sol, sur certains groupes d'organismes telluriques appartenant à la macrofaune (termites vers de terre, fourmis), la mésofaune (nématodes) et la microflore (bactéries, rhizobia, champignons mycorhiziens) mais aussi l'influence de cette pratique culturale sur certaines caractéristiques physiques du sol (ex : aggrégation) ou biologiques (activités enzymatiques). Toutes ces études visaient à identifier certains indicateurs biologiques susceptibles de décrire l'état de réhabilitation d'un sol suite à une mise en jachère ou de dégradation suite à une mise en culture trop longue, à partir de certains seuils.

### **Définitions et techniques d'évaluation de la fertilité des sols**

La fonction de gestion de la fertilité des sols par la jachère apparaît comme la première raison invoquée par les paysans pour justifier le recours à cette pratique culturale. Au sens écologique, la fertilité des sols est représentée par le potentiel de production d'un écosystème où interviennent l'ensemble des êtres vivants, le sol minéral et le climat. Par rapport aux agro-écosystèmes conventionnels, les écosystèmes spontanés présentent généralement une bonne efficacité des ressources minérales internes ainsi que des fonctions efficaces de protection et d'auto-restoration vis-à-vis des agressions climatiques ou biologiques. Ce sont des systèmes qui sont à la fois productifs, résilients et durables. La notion de fertilité d'un écosystème n'est pas limitée aux caractéristiques abiotiques et climatiques mais elle est aussi largement

dépendante de la composition biologique du milieu qui gouverne l'évolution des propriétés physiques du sol et les processus aboutissant à l'alimentation en nutriments des plantes.

L'évaluation de la fertilité des sols peut être mesurée soit par les résultats des systèmes étudiés en termes de rendement, soit par l'évaluation de caractéristiques d'état ou de fonctions du milieu, mesurables directement à travers des paramètres descriptifs ou analytiques, et enfin indirectement par des caractères simples ou composés qui servent d'indicateurs. Leur principal intérêt est de déterminer l'état et le fonctionnement d'un système par rapport à des valeurs repères.

### **L'indicateur « Matière organique »**

La matière organique du sol (MOS) est fonction des conditions édaphiques (matériau parental, degré d'hydromorphie, végétation, climat) et humaine. Elle peut même être un indicateur (paramètre d'appréciation du milieu) de durabilité des systèmes traditionnels de production généralement mixtes (agriculture, élevage) d'Afrique de l'Ouest car (i) les besoins alimentaires des populations et les usages domestiques sont satisfaits par les ressources organiques, (ii) l'alimentation des animaux est traditionnellement assurée par les fourrages des parcours, en plus des résidus de récoltes et des apports complémentaires, (iii) le bois couvre 90 % des besoins en énergie domestique et (iv) la matière organique provenant des cultures des régions tropicales semi-arides et subhumides.

**La matière organique joue un rôle important dans le fonctionnement du sol en est le premier réservoir d'azote et autres éléments nutritifs essentiels.** Elle influence la formation d'agrégats et d'autres propriétés du sol. La matière organique détermine certaines propriétés agronomiques des sols (stabilité structurale). Des seuils de MOS en zone semi-aride et subhumide favorisant la durabilité de la production végétale, la conservation de l'eau et des sols ont été établis.

Une faible fertilité physique et chimique caractérise les sols des savanes d'Afrique de l'Ouest. Par exemple, le taux de matière organique est généralement inférieur à 1 % dans les sols lessivés du Plateau central burkinabé. Au Sénégal, les taux de matière organique dans les sols sableux à argile de type kaolinite sont également faibles.

Les ressources du terroir sont en disparition malgré des pratiques en mutation. La disponibilité des ressources organiques des terroirs d'Afrique de l'Ouest diminue depuis plusieurs décennies et cela pour plusieurs raisons :

- la croissance démographique entraîne une pression croissante sur les ressources ;
- les cultures de rente (coton, arachide) engendrent de fortes exportations de carbone et de nutriments et n'offrent qu'un faible disponible en biomasse au champ ;
- la variabilité climatique et la baisse de la pluviosité réduisent la productivité végétale et limitent le maintien de formations ligneuses denses.

La matière organique des sols est généralement considérée comme un indicateur de durabilité des systèmes de cultures des régions tropicales semi-arides et sub-humides. Toutefois, il convient de distinguer deux paramètres pour cet indicateur : (i) les

valeurs de seuils critiques en matière organique du sol et (ii) la qualité de la matière organique (teneurs en azote, polyphénols) susceptible d'interférer avec les processus microbiens libérant les nutriments assimilables par le couvert végétal.

#### LES SEUILS CRITIQUES EN MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL

Certaines données expérimentales obtenues sur 600 parcelles cotonnières, expérimentales ou paysannes, à texture sablo-limoneuse au Sud-Mali montrent qu'il n'existe pas de relation générale entre la teneur en matière organique du sol et le rendement. Toutefois, les rendements maximaux et minimaux ainsi que leur régularité sont étroitement liés à cet indicateur. D'autre part, en fonction du système, il est possible d'optimiser l'impact de cette teneur en matière organique sur le rendement. En fonction du type de sol et du système de culture, des teneurs-seuil de matière organique pourraient être déterminées. Serpantié et Ouattara (2000) identifient une première teneur-seuil (« seuil pratique ») indiquant une teneur en matière organique en dessous de laquelle le système de culture ne peut se développer et produire. La seconde (« seuil de productivité ») indique le seuil au-delà duquel la matière organique n'apparaît plus comme un facteur limitant. Enfin, un troisième seuil (« seuil de régularité ») peut être défini comme indiquant la teneur à laquelle la variabilité des rendements ne se réduit plus. Des effets défavorables peuvent se manifester à partir du « seuil d'excès » à travers une accumulation excessive de matière organique dans le sol, défavorable à la minéralisation et à la production (acidité, hydromorphie).

Sur la première moitié de sa gamme de variation, et à travers ses différents seuils relatifs à la texture, la matière organique du sol se révèle comme un bon indicateur pour les composantes de la fertilité « rendements potentiels », « régularité » et « durabilité », pour les systèmes cotonniers marqués par une fertilisation minérale moyenne, mais son accumulation au-delà du seuil de durabilité, où elle est déjà coûteuse, n'offre pas d'intérêt.

Cet indicateur est cependant loin de suffire : les éléments fins, le pH et les teneurs du sol en bases échangeables, surtout potassium et calcium, sous l'effet de l'érosion et du lessivage, des exportations et de l'acidification prévisible des terres sont aussi des indicateurs incontournables car les apports organiques, qui proviennent de milieux déjà appauvris, peuvent être eux-mêmes déficients en matière d'apport de bases et de phosphore (Serpantié et Ouattara, 2000).

#### LA QUALITÉ DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LE SOL

Les fonctions énergétiques, nutritionnelles, structurales et tampon de la matière organique dans le sol dépendent étroitement de ses caractéristiques physico-chimiques mais aussi des propriétés du substrat.

La capacité de la matière organique à fournir des bases et sa composition sont étroitement liées à la texture du sol. Parallèlement, diverses expériences ont été réalisées afin d'évaluer les caractéristiques chimiques de la matière organique et ses répercussions sur la croissance des plantes.

Les conditions environnementales (température, teneur en eau du sol, etc.) et la qualité de la matière organique contrôlent la décomposition de la matière organique

dans le sol. Il est connu que la teneur en azote de la MOS (matière organique du sol) constitue un paramètre favorable pour la libération d'azote dans le sol. De nombreux travaux ont démontré qu'il existait un lien étroit entre la teneur en azote de la litière et la minéralisation nette de l'azote. Au contraire, il est aussi connu qu'une haute teneur en polyphénols peut inhiber les processus microbiens aboutissant à la minéralisation de la MOS. En considérant tous ces paramètres chimiques, il est possible d'établir un index de la qualité des résidus végétaux calculé de la façon suivante :  $IQRV = 1 / [ (0.423 C/N + 0.439 \text{ Lignine} + 0.138 \text{ Polyphénols}) ] \times 100$  avec la teneur en lignine (%) et en polyphénols (%) de la litière. Cette définition a été largement discutée et reste critiquable dans sa conception. Toutefois, nous avons pu en conditions contrôlées démontrer que cet indicateur était positivement corrélé à la croissance d'une plante test. Nous avons pu aussi montrer qu'une litière de *Cordyla pinnata*, ayant un fort IQRV, était largement favorable au développement de la plante. L'effet de cette litière a aussi été observé au champ sur une culture de mil.

## CONCLUSION

Ces résultats montrent que la teneur de la MOS peut être considérée comme un bon indicateur pour les composantes de la fertilité « rendements potentiels », « régularité » et « durabilité ». Toutefois, sa qualité doit aussi être prise en compte et l'index IQRV doit être évalué en conditions naturelles puisque les éléments fins, le pH et les teneurs du sol en bases échangeables interagissent avec les processus de minéralisation de la MOS.

## **Description de l'effet de la mise en jachère sur le développement de différents groupes d'organismes telluriques**

### LES ORGANISMES DE LA MACROFAUNE

En Afrique tropicale, la macrofaune du sol est représentée par des invertébrés dont certains bâtissent des structures organo-minérales (ex : termites). Leurs activités et les répercussions observées sur les caractéristiques du milieu environnant font que ces organismes sont appelés les « ingénieurs de l'écosystème ». Ils sont principalement représentés par les termites, les vers de terre et les fourmis.

#### **Les termites**

Les termites constituent le groupe dominant de la pédofaune en milieu tropical. Ces organismes sont surtout connus pour les dégâts qu'ils provoquent sur les plantes vivantes. Pourtant, ils ont aussi un rôle très important dans la structuration physique des sols (aération, porosité, agrégation), dans la dégradation de la matière organique (cellulolyse, ligninolyse) et la concentration et le stockage des nutriments (azote, phosphore). Leur activité a une importance considérable sur la dynamique de la matière organique dans certains écosystèmes comme dans la savane sub-sahélienne, où leur impact sur la décomposition des tissus végétaux est du même ordre que celui des herbivores.

Au Sénégal, des études sur la densité et la diversité des termites ont été menées sur 2 sites, Sonkonrong (13° 46' N, 15° 32' O) et Saré Yorobana (12° 49' N, 14° 53' O).

Elles ont été conduites en mode synchrone dans des parcelles expérimentales installées dans le cadre du programme. Les résultats ont montré que les termites représentaient la pédofaune dominante dans les 2 sites. À Sonkorong, l'augmentation de l'âge de la jachère s'accompagne d'une augmentation de la diversité mais pas de la densité. La répartition des principaux groupes trophiques a aussi été caractérisée dans ces 2 sites. Les termites champignonnistes représentent le groupe trophique le plus important dans les jachères jeunes, mais leur fréquence d'apparition tend à diminuer dans les jachères anciennes ou peu perturbées. La densité des termites humivores augmente lorsque la période de jachère est longue.

Il a aussi été observé que l'augmentation de la phase de jachère entraînait une augmentation de la richesse spécifique des peuplements de termites. Dans une parcelle de jachère âgée de 2 ans, 8 espèces de termites ont été identifiées, alors que dans une parcelle en jachère depuis 11 ans, 11 espèces ont été détectées.

Au Cameroun, les conséquences de la mise en jachère et, inversement, de la mise en culture sur la diversité de la macrofaune du sol ont aussi été caractérisées. Il a aussi été clairement démontré que la jachère augmentait la diversité spécifique de la macrofaune mais n'avait aucun impact sur sa densité et que, au contraire, la mise en culture entraînait des effets inverses.

Des tendances similaires ont été obtenues dans d'autres travaux menés dans des zones agro-écologiques différentes (milieu humide, Cameroun, Nigeria), à savoir (i) l'absence de perturbations liées au surpâturage et aux prélèvements de bois augmente significativement la richesse spécifique et (ii) la densité des termites diminue avec l'âge de la jachère.

### **Les vers de terre**

Les vers de terre sont surtout abondants dans des zones humides où la pluviométrie dépasse 1 000 à 1 100 mm. En Afrique de l'Ouest, le groupe dominant est constitué par les vers de terre géophages qui absorbent la matière organique du sol. Ces organismes ont un impact significatif sur la structure du sol et sur la dynamique de la matière organique. Ils augmentent la macroporosité du sol et l'infiltration de l'eau suite à la construction de galeries et, enfin, ils rejettent des déjections (turriculés) qui sont en général riches en carbone organique, azote total et cations échangeables.

Deux groupes fonctionnels ont été étudiés : les vers de terre épigés qui évoluent principalement dans la litière dont ils se nourrissent et les vers de terre endogés qui se trouvent dans le sol et se nourrissent de matière organique du sol. Dans les 2 sites retenus au Sénégal, les densités de vers épigés et endogés (nombre d'individus par m<sup>2</sup>) augmentent dans des jachères âgées de 10 et 15 ans.

### **LES ORGANISMES DE LA MÉSOFAUNE**

Ce groupe est composé par une faune très diverse comprenant majoritairement des micro- et macro-arthropodes (myriapodes, isopodes). Dans le cadre de ce programme, l'impact de la mise en jachère sur le développement des nématodes libres ou phytoparasites a été plus particulièrement abordé. Ces travaux ont été menés principalement dans les 2 sites précédemment cités au Sénégal. Il apparaît que la mise en jachère ne modifie pas significativement la densité de nématodes extraits du sol et des racines.

Par contre, la structure spécifique des peuplements de nématodes phytoparasites évolue avec l'âge des jachères. En effet, des espèces abondantes dans les sols des champs cultivés et reconnues comme pathogènes disparaissent au profit d'espèces moins pathogènes. Par exemple, des espèces comme *Scutellonema cavenessi* et *Tylenchorhynchus gladiolatus*, très abondantes dans des champs cultivés, sont progressivement remplacées en fonction de l'âge de la jachère par les espèces *Criconemella curvata*, *Tylenchorhynchus mashoodi*, *Aphasmatylenchus variabilis* et *Pratylenchus pseudopratisensis*. La mise en défens des parcelles de jachère accroît aussi la taille des peuplements de nématodes et amplifie les modifications dans leur structure spécifique.

#### LES MICRO-ORGANISMES

##### **Les champignons mycorhiziens à arbuscules et le potentiel infectieux mycorrhizogène (PIM)**

L'association mycorhizienne est une symbiose racinaire faisant intervenir deux partenaires, une plante supérieure et un champignon. Cette symbiose fongique est une règle générale, puisque toutes les plantes se développent en symbiose avec des champignons mycorhiziens, à l'exception de quelques familles telles que les Crucifères, les Chénopodiacées, les Joncacées et les Cypéracées. Cette relation, qui se traduit par la formation d'un nouvel organe mixte appelé mycorhize, permet au champignon de profiter des métabolites racinaires nécessaires à son métabolisme de base et à sa fructification. Parallèlement, le champignon colonisant le sol à distance de la racine, prélève l'eau et mobilise des éléments nutritifs (ex : phosphore, azote) qu'il transférera à la plante.

Des dénombrements de spores de champignons mycorhiziens ont été réalisés dans les sols des différentes jachères du site de Sonkorong. Deux espèces ont été identifiées : *Scutellospora verrucosa* (spore blanche à jaune, ronde, diamètre inférieur à 400 µm) et *Scutellospora gregaria* (noire, ronde, diamètre inférieur à 500 µm). Ces deux espèces sont fréquemment observées en Afrique de l'Ouest. Le genre *Glomus*, dont les spores sont marron à marron foncé, est le plus abondant ; il représente plus de quatre-vingt-treize pour cent du nombre total moyen de spores qui est de 116,4 spores par cent grammes de sol dans la jachère de douze ans anthropisée et de 418,8 spores par cent grammes de sol dans la jachère de quatre ans protégée. Pour *Glomus*, le nombre moyen de spores le plus élevé a été enregistré dans les jachères de quatre ans (de 224 à 382,4 spores.100 g<sup>-1</sup> de sol) et le plus bas dans la jachère de douze ans (110,4 spores.100 g<sup>-1</sup> de sol). *S. verrucosa* a été détecté en abondance dans le sol de la jachère protégée la plus ancienne (20 ans, protégée). Il a été démontré que l'abondance des spores est fortement corrélée à la texture et aux caractéristiques chimiques du complexe d'échange des sols des différentes jachères. La présence de *S. verrucosa* est liée aux sols à texture grossière (pourcentage de sables supérieur à 60 p. cent ; pourcentage d'argile inférieur à 10 p. cent) alors que les glomales sont observées dans des sols les plus argileux (pourcentage de sables inférieur à 60 p. cent ; pourcentage d'argile supérieur à 10 p. cent). L'abondance de ces groupes est aussi liée à certains éléments chimiques du sol ; la présence des glomales est corrélée positivement aux teneurs en magnésium, en calcium et en phosphore, alors que celle de *S. verrucosa* et de *S. gregaria* est corrélée positivement à la teneur en phosphore.

De longues périodes d'abandon des cultures aboutissent généralement à une diminution de la présence et de l'activité de la symbiose mycorhizienne. Les résultats obtenus dans ce programme indiquent que le nombre de spores est maximal dans les jachères de moins de cinq ans. Cela suggère que le phénomène symbiotique peut être optimisé sur une courte période lorsque la végétation est protégée de l'impact des populations (feux de brousse, passage de troupeaux, etc.)

Le potentiel infectieux mycorhizogène (PIM) d'un sol colonisé par un peuplement de champignons mycorhiziens représente son aptitude à mycorhizer une population de plantes mycotrophes (ex : mil). Dans cette démarche, l'inoculum fongique est soumis à l'influence des composants physico-chimiques et biologiques du sol. La mesure du PIM est réalisée à l'aide d'un test biologique permettant d'obtenir une régression de type *dose* (concentration de sol infesté par les symbiotes fongiques) *réponse* (pourcentage de plants mycorhizés). La résolution de cette régression pour une mycorhization de 50 % de la population de plantes mycorhizées aboutit à la détermination du nombre d'unités de potentiel infectieux mycorhizogène 50 (PIM<sub>50</sub>) par gramme de sol. Les résultats obtenus montrent que le PIM ne varie pas en fonction de l'âge de la jachère mais est fortement dépendant de la couverture végétale. En effet, la mise en défens de certaines parcelles expérimentales, se traduisant par la recolonisation du milieu par un couvert végétal, augmente de manière spectaculaire ce potentiel. Cette observation montre qu'il est alors possible de modifier ce potentiel en gérant la couverture végétale.

### **Les Rhizobia**

Malgré l'importance de la symbiose fixatrice d'azote dans le développement d'un couvert végétal sur des sols dégradés, peu de travaux ont été développés sur ce sujet dans le cadre du programme « jachère » dans les zones agro-écologiques sahélienne et soudano-sahélienne. Les principaux résultats portent sur la structure des peuplements de rhizobia associés à *Tephrosia bracteolata*, *T. lathyroides*, *Zornia glochidiata* et *Crotalaria spp.* ainsi que sur le potentiel fixateur d'azote de ces souches bactériennes compatibles avec ces espèces végétales. Ce sont des légumineuses herbacées fréquemment rencontrées dans les sols de jachères des zones semi-arides. Grâce à leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, elles peuvent se développer sur des sols carencés en azote et servir d'engrais vert, contribuant ainsi à la restauration des sols mis en jachère.

D'autres travaux ont déterminé la capacité de différentes espèces ligneuses à croissance rapide (ex : acacias australiens) au Sénégal, en Côte d'Ivoire et au Mali. Les résultats ont montré que ces essences ligneuses (*A. mangium*, *A. holosericea*, *A. auriculiformis*) développaient une fixation symbiotique de l'azote (estimée par la quantité d'azote fixée dans les feuilles) importante car le plus souvent supérieure à 60 % de l'azote totale des parties aériennes.

### **RECHERCHE D'INDICATEURS BIOLOGIQUES SUSCEPTIBLES DE DÉCRIRE L'ÉTAT D'UN SOL DE JACHÈRE**

La description des changements induits par la mise en jachère permet l'identification d'indicateurs dont les variations pourront décrire l'état et le fonctionnement du

système considéré, et dans le cas de la mise en jachère, de l'état de restauration des propriétés du système (cf. partie « Recherches complémentaires »). Le rôle que pourrait jouer la matière organique dans le sol, que ce soit au niveau quantitatif ou qualitatif, a été décrit précédemment. Pour le reste, et afin de déterminer ces indicateurs, deux approches peuvent être entreprises :

- une basée sur les connaissances des mécanismes régissant le fonctionnement d'un sol ;
- l'autre fondée sur des liens significatifs entre différentes composantes du sol.

Dans le cas du fonctionnement biologique des sols, l'objectif principal de la mise en jachère est (i) de donner aux microorganismes telluriques impliqués dans les cycles biogéochimiques les conditions favorables à leur développement et à leur activité biologique, afin de libérer dans le milieu les éléments nutritifs nécessaires au développement de la plante, et (ii) de limiter la pullulation d'organismes pathogènes (ex : nématodes phytoparasites) pouvant limiter l'absorption des nutriments par les végétaux.

Dans le cadre du programme « jachère », ces 2 types d'indicateurs ont été recherchés en respectant (i) une démarche corrélative afin de déterminer des niveaux seuils et (ii) une démarche explicative visant à identifier des espèces ou des taxa clés représentatifs d'un état donné de l'écosystème. Les résultats obtenus pour les niveaux seuils sont généralement peu fiables (pour les types d'organismes choisis dans ces travaux, à savoir les termites, les nématodes phytoparasites, la biomasse microbienne totale, les champignons mycorhiziens). Par contre, les résultats obtenus sur les évolutions spécifiques des termites ou des nématodes phytoparasites semblent beaucoup plus pertinents.

Pour les termites, certains groupes trophiques semblent beaucoup plus sensibles au temps de jachère. Ainsi, les xylophages stricts (ex : *Ancistrotermes crucifer*) disparaissent sous l'effet de la pression anthropique. La présence de ce groupe dans le milieu est donc un indicateur pertinent des jachères âgées ou protégées. Les autres groupes ayant un régime alimentaire plus diversifié (litière, bois, plante sur pied) semblent beaucoup moins sensibles aux modifications induites sur le milieu par les activités anthropiques. Des espèces comme *Microtermes grassei* sont indicatrices des jachères jeunes. Les termites humivores sont très sensibles à l'âge de la jachère et leur présence est donc représentative des jachères âgées ou protégées. Tous ces exemples montrent que l'analyse spécifique relative des peuplements de termites dans un écosystème donné permet d'évaluer de manière fiable son état de réhabilitation ou de dégradation.

Les espèces qui se développent au cours de la phase de jachère, comme *Helicotylenchus dihystra*, *Pratylenchus pseudopratensis*, *Tylenchorhynchus mashhoodi* et *Xiphinema spp.*, sont généralement considérées comme parasites du mil et des autres plantes cultivées ou de rotation. Leur disparition dans les jachères âgées serait consécutive à des phénomènes de compétitions inter-spécifiques ou de perturbation du milieu tellurique (destruction de la structure du sol par les techniques culturales). En conséquence, ces espèces, en particulier celles du genre *Xiphinema*, sont de bons indicateurs de réhabilitation de l'écosystème. De plus, l'augmentation de la fréquence relative de *Helicotylenchus dihystra*, faiblement pathogène, semble

être un indicateur de la diminution de la pathogénie du peuplement et cette espèce pourrait jouer un rôle modérateur au sein du peuplement auquel elle appartient.

## Évolution du stock organique du sol dans différents systèmes culture-jachère (extraits de Serpantié et Ouattara, 2001)

Les systèmes culture-jachère sont non seulement nombreux, mais ils ne peuvent être isolés de leur contexte pédo-climatique et de gestion : non seulement ils répondent en principe à une logique d'ensemble, d'abord sociale (mode d'accès à la terre, densité démographique, système de production), mais aussi ils existent au sein d'un paysage historiquement constitué et d'un système de pratiques culturelles et d'usages, feux, pâturages ou prélèvements, qui ont des répercussions sur les résultats du système de culture. Les cas d'espèce sont donc très nombreux et, dans chacun, une analyse spécifique pourrait être faite. Une typologie est pourtant incontournable. Il convient de faire d'emblée la différence entre trois systèmes, liés à trois pressions sur la terre :

- ceux qui minimisent la phase de culture, nommée culture itinérante (intensité culturelle inférieure à 0,33), et dans lesquels la culture courte perturbe seulement un écosystème établi sans le déstabiliser. Le paysan ouvre un champ puis l'abandonne, le désir de retour est collectif (clanique ou villageois) et non individuel ;
- ceux qui donnent aux cultures et aux jachères un poids similaire, l'intensité culturelle variant entre 0,33 et 0,66 (système à jachère) ; les caractères des jachères sont alors éloignés de ceux des milieux initiaux. Il existe des intentions individuelles de retour, ou de transmission à la descendance, suivant les rythmes d'alternance qui peuvent être courts (l'année) ou longs (la dizaine d'années) ;
- ceux qui privilégient la phase de culture (intensité culturelle supérieure à 0,66), au détriment du milieu initial (systèmes permanents), la jachère étant éventuellement pilotée par des introductions ou des protections pour remplir certaines fonctions de fertilité de façon optimale. Dans ce cas, il est fondamental de distinguer les jachères dégarnies, qui viennent sur des milieux appauvris, des jachères pourvues d'une végétation dense et vigoureuse, qui viennent sur des milieux encore riches.

### Évolution des teneurs en matière organique du sol selon les systèmes

#### CULTURE ITINÉRANTE EN ZONE FORESTIÈRE HUMIDE

Le sol est peu travaillé et conserve mieux ses caractéristiques de fin de jachère qu'en culture labourée. La teneur en matières organiques du sol diminue de dix à cinquante pour cent pendant la culture pour se rétablir pendant la jachère, généralement en

moins de dix ans. En forêt, la reconstitution de la matière organique du sol est rapide les dix premières années, car cette période produit un enracinement et une litière très abondante, et l'ambiance humide favorise l'humification. Le brûlis au moment de la défriche laisse sur le sol une quantité considérable de nutriments minéraux pour les quelques cycles culturaux qui suivent. L'abandon cultural est surtout dû au développement des adventices.

#### CULTURE ITINÉRANTE EN ZONES DE SAVANE SOUDANIENNE

En savane, la perte de matières organiques du sol sous culture et les gains sous jachère sont plus faibles et plus lents qu'en forêt. La remontée de matières organiques du sol débute rapidement et finit avant dix ans. Au cours des vieilles jachères, il arrive de constater une stabilisation, voire une très légère diminution, de la matière organique du sol et aussi une baisse des quantités de phosphore assimilable des sols. Le brûlis au moment de la défriche fournira cependant des éléments minéraux utiles durant quelques cycles culturaux ; mais ces éléments disparaissent rapidement par érosion et lessivage. Les racines des ligneux défrichés, qui se décomposent, sont la « clé de voûte » du système. Le brûlis, qui est un gaspillage énergétique et minéral immense, se justifie pourtant ; d'une part, par la diminution du travail et, d'autre part, par son effet positif sur le pH du sol et sur la mobilisation rapide des éléments minéraux contenus dans la biomasse. Les apports de matière organique au moment de la défriche se font dès lors principalement par les racines, plus ou moins rapidement suivant l'intensité de la disparition des souches. Un effet qui n'a pas été encore abordé et qui reste à étudier est l'effet sur la répartition des vides : les racines en se décomposant libèrent des conduits qui pourront participer à la porosité globale du sol et à la circulation de l'eau et de l'air. La jachère puis la défriche contribueraient ainsi à accroître la profondeur utile du sol.

Les caractéristiques de la défriche, en particulier dans leur capacité à maintenir ou à éliminer la présence de certaines communautés, organes végétatifs ou séminaux de régénération, et organismes qui jouent un rôle fonctionnel dans la fertilité de l'écosystème cultivé interviennent d'autre part dans cette perspective. Il y aurait avantage à utiliser les résidus organiques des défriches comme mulch plutôt que de les brûler, à maintenir les souches vivantes le plus longtemps possible et à accroître la densité du parc arboré dans le dessein de produire plus de bois et de favoriser la régénération.

#### LA JACHÈRE COURTE NATURELLE À GRAMINÉES PÉRENNES

Si une variation positive de matière organique et d'indicateurs physico-chimiques est observable pendant la jachère (seulement sous faible intensité culturale), cette variation est consommée pendant la culture, au bénéfice seulement des premières cultures. La jachère courte régulière à graminées pérennes ne permet donc pas de maintenir la teneur en matières organiques stables ni d'accroître fortement les rendements moyens. Dans une dynamique de dégradation à partir d'une teneur élevée du sol en matières organiques (défriche forestière par exemple), elle représente seulement une période neutre, sauf lorsqu'elle est particulièrement longue.

## LA CULTURE QUASI PERMANENTE À JACHÈRE NATURELLE D'ANNUELLES

Les essais décrits ne sont donc pas convaincants sur le plan de l'effet intrinsèque de restauration de ces jachères courtes après cultures longues, sauf si les jachères, du fait de leur répartition adéquate, captent des apports organiques ou minéraux exogènes et attirent le bétail, comme ce peut être le cas lorsqu'elles se raréfient dans des paysages agraires dominés par les cultures. Les jachères se comportent en principe comme des périodes neutres, qui maintiennent simplement l'état initial, ce qui donne l'illusion de leur utilité à l'échelon de la parcelle ; elles présentent cependant un effet d'amélioration structurale, mais très transitoire. À durée cumulée de culture égale, les cultures se comportent généralement indifféremment avec ou sans jachère.

En revanche, à l'échelon du paysage, les jachères jouent des rôles essentiels de pâturage, de production locale de matériaux et de protection des versants, et permettent indirectement d'accroître les pratiques de fertilisation par parcage. Elles peuvent représenter des surfaces d'absorption d'eaux de ruissellements et de leur charge organo-minérale, ayant alors un effet fertilisant local. De même, leurs rôles dans l'exploitation sont bien identifiés : volant foncier, conservation des droits d'accès à la terre, souplesse dans la réalisation de l'assolement, pâturage de proximité. Une meilleure gestion consisterait donc à raisonner leur distribution dans le paysage pour optimiser ces fonctions pastorales, de production de matériaux et anti-érosives.

## LA CULTURE QUASI PERMANENTE À JACHÈRE ARTIFICIELLE SEMÉE

Une sole fourragère de légumineuses correctement fertilisée en phosphore, exploitée seulement en saison sèche, peut contribuer à la fourniture en azote de deux années de culture, et à condition que les cations et certains micro-éléments (soufre, cuivre) ne soient pas limitants. Les contributions au stock organique sont du même ordre qu'avec les graminées naturelles. C'est en jumelant l'effet de complément alimentaire pour des animaux et l'effet sur la fertilité que la jachère fourragère peut se révéler la plus appréciée dans les situations d'intensification.

Avec le surpâturage et l'excès de prélèvements, et surtout l'épuisement minéral préoccupant des terres, les jachères courtes, même « améliorées » par des légumineuses ou des graminées pérennes, sont aussi moins efficaces à remplir leurs rôles, et peuvent avoir des impacts négatifs ressemblant à ceux des cultures. Le paradoxe est que, dans ces conditions, la fertilisation minérale des pâturages et des jachères devient souhaitable pour que leur exploitation n'ait pas de conséquences plus graves sur le milieu. C'est le mode de gestion (fertilisations, enrichissements ou cultures fourragères, adaptation de la charge animale, durée) qui optimisera l'efficacité globale de la jachère à produire matières premières et fertilité, en fonction des intérêts du système de production dans son environnement.

# La jachère et la gestion de la fertilité des sols. Alternatives

(Philippe Jouve)

Cette fonction apparaît dans un certain nombre d'études comme la première raison invoquée par les paysans pour justifier la pratique de la jachère. Plusieurs de ces études signalent qu'un bon indicateur de la nécessité d'abandonner la culture par suite d'une baisse de fertilité des sols est la présence de *Striga hermontica*.

Pour bien analyser le rôle de la jachère dans la restauration de la fertilité des sols, un certain nombre de points nous paraissent devoir être précisés. La capacité productive d'un sol, c'est-à-dire sa fertilité, dépend de plusieurs composantes : son état physique, son statut minéral et organique (fertilité chimique), son activité biologique et le niveau de pression des adventices. La jachère joue sur ces différentes composantes, mais, là aussi, de façon variable suivant sa nature ; ainsi, la protection du sol contre l'érosion hydrique ou éolienne suppose une jachère couvrant le sol. Les jachères travaillées peuvent au contraire accentuer ce type de dégradation physique des sols.

C'est surtout vis-à-vis de la gestion de la fertilité minérale et organique des sols que le rôle de la jachère doit être restitué par rapport aux autres moyens de gestion de cette fertilité. L'analyse comparée des systèmes agraires montre que les agriculteurs utilisent quatre grands moyens de gestion de la fertilité minérale et organique des sols :

– la jachère longue arborée, qui permet un recyclage des éléments minéraux entraînés par lixiviation dans les couches profondes du sol. Les arbres associés aux cultures (agro-foresterie) peuvent jouer un rôle similaire. Ce premier moyen correspond à un transfert vertical de fertilité ;

– l'association de l'agriculture et de l'élevage, lorsque celle-ci permet un transfert horizontal de fertilité des terres de parcours vers les terres cultivées par la pratique du parcage. Cette pratique, très courante en Afrique de l'Ouest, permet de concentrer les fèces des animaux sur les parcelles à fertiliser. Lorsque l'association agriculture-élevage ne se pratique qu'au sein de l'ager, on ne peut plus parler de transferts horizontaux de fertilité mais de recyclage de matière organique (résidus de culture) par le bétail ;

– l'introduction de légumineuses dans les rotations ou associations culturales : les légumineuses, sous certaines conditions, enrichissent le sol dans l'élément le plus nécessaire à la croissance des plantes, et en même temps le plus labile, l'azote. Ces légumineuses peuvent être annuelles ou pérennes, herbacées, arbustives ou arborées (*Faidherbia albida*) ;

– l'apport d'amendements minéraux (engrais) ou organiques provenant de l'extérieur de l'espace concerné par la gestion de la fertilité (exploitation ou village).

Lors des premiers stades de mise en culture d'un milieu, lorsqu'il est possible de pratiquer la jachère longue arborée, celle-ci, associée à la pratique de l'abattis-brûlis,

permet d'assurer une gestion satisfaisante de la fertilité minérale et organique des terres pendant les premières années de culture.

Cela étant, ces mêmes recherches confirment que, dans ces systèmes de culture, ce qui conduit les agriculteurs à abandonner leurs cultures pour aller défricher de nouvelles terres, c'est d'abord l'envahissement par les mauvaises herbes. Lorsque, par suite de la pression foncière, le temps de culture s'allonge et que celui de la jachère se raccourcit, celle-ci perd de sa capacité d'extinction des mauvaises herbes, alors les agriculteurs malgaches recourent au feu pour détruire les graines d'adventices. Il leur arrive même d'introduire dans leurs successions culturales de courtes périodes de jachère (1 à 2 ans) afin de permettre une production de biomasse suffisante pour que le feu soit efficace dans le contrôle de l'enherbement.

Au fur et à mesure de l'évolution des systèmes agraires, on assiste à une diminution du rôle de la jachère dans la gestion de la fertilité des sols au profit d'abord de l'association de l'agriculture et de l'élevage. En Haute-Casamance, on trouve des situations où sont associés les deux premiers moyens de gestion de la fertilité des sols ; certains agriculteurs n'ayant pas de bétail invitent des éleveurs à venir avec leurs troupeaux pâturer leurs jachères.

Lorsque les jachères régressent, la propension des agriculteurs à utiliser des engrais s'accroît, comme on a pu le constater dans la région de Maradi. Inversement, lorsque l'acquisition d'engrais est facilitée par le développement des cultures de rente comme le coton, on observe une réduction, voire une disparition des jachères avec le développement de la fertilisation minérale.

On voit bien que la jachère est un moyen de gestion de la fertilité des sols parmi d'autres, dont l'importance relative varie en fonction des stades d'évolution des systèmes agraires.

De même à l'échelle locale, celle du territoire villageois, le rôle de la jachère par rapport aux autres moyens de gestion de la fertilité des sols varie suivant les différents systèmes de culture pratiqués sur ce territoire. Dans le cas d'une structuration auréolaire de l'espace villageois comme celle que l'on observe dans de nombreuses régions du Sahel, le rôle respectif des différents moyens de gestion de la fertilité minérale et organique peut être schématisé comme indiqué dans le tableau 1.

Tout en relativisant le rôle de la jachère dans l'entretien de la fertilité des sols, il faut cependant reconnaître le rôle essentiel qu'elle a joué, jusqu'à une date récente dans la reproduction de nombreux systèmes de culture d'Afrique tropicale. Quand la terre n'est pas un facteur limitant, elle reste le moyen le moins onéreux pour entretenir ou restaurer la fertilité du sol ; c'est peut-être ce qui explique que lorsque la pression foncière la réduit ou la fait disparaître, il se passe un certain temps avant que les agriculteurs lui substituent d'autres moyens de gestion de la fertilité des sols. Il en résulte une baisse de productivité des terres qui peut être l'amorce d'un cercle vicieux car la baisse des rendements limite le recours à d'autres moyens de gestion de la fertilité tels que les engrais minéraux ou organiques.

Ces travaux fournissent une base scientifique solide pour évaluer les effets de la jachère sur l'entretien de la fertilité des sols. Dans la perspective de mettre ces recherches au service du développement, il reste à élaborer une méthode de valorisation des

Tableau 1.  
Diversité des moyens de gestion de la fertilité des sols suivant l'éloignement des champs.

Moyens de gestion de la fertilité minérale et organique des sols	Champs de case	1 <sup>re</sup> auréole champs proches	2 <sup>e</sup> auréole champs intermédiaires	3 <sup>e</sup> auréole champs éloignés
Résidus domestiques	+++			
Fumier	+	+++	+	
Parcage		+	+	+
Légumineuses cultivées		+	+	+
Arbres ( <i>Faidherbia albida</i> )		+++	+	
Jachère longue arbustive ou arborée			+	+++
Engrais minéraux		+	+++	
Combinaison des 4 grands moyens de gestion de la fertilité + recyclage (5) par ordre d'importance	5, 2, 3	2, 3, 1, 5	4, 3, 2	1
1 : jachère ; 2 : association agriculture-élevage ; 3 : légumineuses ; 4 : engrais.				
N.B. : ce tableau n'a qu'une valeur schématique ; il ne prend pas en considération les bas-fonds où la jachère est peu pratiquée.				

acquis de ces recherches permettant de les mobiliser de façon sélective pour analyser les situations auxquelles sont confrontés les agriculteurs et faire des propositions concrètes en vue de résoudre les problèmes posés par la régression des jachères.

Des techniques transférables pour améliorer la fertilité du sol en remplacement de la jachère naturelle sont présentées par ailleurs (soles fourragères, agroforesterie, zaï, paillage, etc.).

La description de l'évolution de ces groupes d'organismes dans le sol en fonction de l'âge de la jachère donne des bases solides pour élaborer la 2<sup>e</sup> phase du programme en s'appuyant sur certains groupes (ex : termites, nématodes, etc.) dont la présence ou l'absence sont très représentatives de l'état de réhabilitation d'un sol et qui, en conséquence, peuvent être considérés comme des indicateurs biologiques pertinents.

Ces recherches ont eu pour principale vocation de décrire l'évolution d'un système. Il est nécessaire maintenant d'aborder certains aspects fonctionnels qui compléteront ces descriptions et qui pourront amener diverses explications quant à la réalisation de tels ou tels phénomènes dans ces phases de jachère.

Il est regrettable que certains microorganismes du sol comme les rhizobia ou les champignons mycétophiles, connus pour leur rôle dans le développement du couvert végétal dans des zones dégradées, n'aient pas été étudiés plus précisément dans les zones agro-écologiques de type sahélien et soudanien. De nombreux exemples montrent dans des régions plus humides que l'inoculation contrôlée par des souches de rhizobia d'arbres à croissance rapide (ex : acacias australiens)

stimule de manière significative le développement de la plante hôte. Il en est de même pour le développement de certaines espèces d'eucalyptus, qui est fortement accéléré lorsqu'elles sont associées à des souches de champignons mycorhiziens préalablement sélectionnées. Une recherche en réseau sur ce thème est proposée (cf. Conclusions et recommandations).

## Références

Chotte J.L., Duponnois R., Cadet P., Adiko A., Villenave C., Agboba C., Brauman A. 2001.

Jachère et biologie du sol en Afrique tropicale.  
In Floret Ch. et Pontanier R. (eds), pp 85-121.

La jachère en Afrique tropicale.

De la jachère naturelle à la jachère améliorée.

Paris. John Libbey. Eurotext, 339 p.

Serpantié G., Ouattara B. 2001.

Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest,

in Floret Ch. et Pontanier R. (eds).

La jachère en Afrique tropicale.

De la jachère naturelle à la jachère améliorée.

Paris. John Libbey. Eurotext, 339 p.



# La Grande Muraille Verte

*Capitalisation des recherches  
et valorisation des savoirs locaux*



Coordination scientifique  
**Professeur Abdoulaye DIA**  
**Docteur Robin DUPONNOIS**

# La Grande Muraille Verte

Capitalisation des recherches  
et valorisation de savoirs locaux

Coordination scientifique

Professeur Abdoulaye DIA  
Docteur Robin DUPONNOIS

IRD  
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Coordination  
Corinne Lavagne

Mise en page  
Alain Doudiès Conseil

Maquette de couverture  
Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure  
Pierre Lopez

La loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2012  
ISBN : 978-2-7099-1738-4