

# LA CONVERSION DES PAYSAGES NATURELS EN SYSTÈMES CULTIVÉS D'AMAZONIE ET DES CERRADOS : BIODIVERSITÉ ET FONCTIONNEMENT DU SOL

Conventions CNPq, EMBRAPA-ABC / IRD

**IRD/UR064/UMR137**  
**T. Becquer et T. Desjardins**

**EMBRAPA Cerrados (2002-2008)**  
**E de S. Martins**

**UFRA (2001-2006)**  
**P. F. S. Martins**

**IRD : M. Brossard, D. Brunet, M. Grimaldi, D. Mitja, M. Sarrazin**  
**EMBRAPA Cerrados (1997-2002) : A. de O. Barcellos**

**Autres partenaires : A. Bruand (ISTO Orléans), E. Blanchart, L. Chapuis-Lardy, A. Chauvel (IRD), M. Dosso (CNEARC), G. Echevarria (ENSAIA Nancy), C. Grimaldi (INRA), P. Lavelle (Univ. Paris VI), C. Quantin (Univ. Paris XI), L. C. Balbino (UFG), M. Cooper (ESALQ, USP), A. F. Fernandes (UFRA), M. P. F. Fontes (UFV), M. de F. Guimarães, C. C. Medina, A. Pasini, O. R. Brito (UEL), F. Luizão, R. Luizão (INPA), M. Martins, I. C. Viera (MPEG), I. Miranda (UFRA), T. Muraoka (CENA-USP), L. Vilela (EMBRAPA Cerrados),**

**D**ès 1995 les agents de l'ORSTOM structuraient dans le cadre de deux projets CNPq, le premier avec l'INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) et le second avec l'UnB (Universidade de Brasília) un contrat de programme «Déterminants biologiques du sol et de la végétation dans le fonctionnement d'agrosystèmes au Brésil (Amazonie, Cerrados)» avec le département Milieux et activités agricoles de l'ORSTOM. En 1997, pour la partie Cerrados le partenaire coordonnateur devient le centre EMBRAPA Cerrados, alors qu'à l'INPA le projet se poursuivra à partir de 1998 dans une nouvelle convention. Cette petite équipe va s'attacher à travailler selon les axes majeurs suivants : 1) Identifier les acteurs du fonctionnement biologique du système sol-plante, et en réaliser la mesure appropriée ; 2) tenter de comprendre et modéliser le fonctionnement, au moins conceptuellement, pour fournir des arguments pour une gestion raisonnée ; 3) comparer les traits de fonctionnement Amazonie-Cerrados. Le modèle de la transformation des végétations natives en pâturages est au centre des préoccupations. Les échelles spatiales et temporelles étaient prises en compte dans l'étude i) de la dynamique de la végétation secondaire ; ii) des facteurs biologiques de l'organisation des

constituants du sol et leurs conséquences sur la porosité et l'hydrodynamique ; iii) des facteurs biologiques dans la distribution, les formes et la stabilité des éléments nutritifs présents dans le sol et les conséquences sur la biodisponibilité (en particulier du phosphore).

Le projet répond à une double nécessité : promouvoir des modes de gestion agricole plus durables et conserver une diversité biologique élevée. Il aborde ces deux grands enjeux avec la conviction qu'ils sont liés et ne peuvent être atteints indépendamment. Il se fonde en effet sur l'hypothèse que le maintien d'une activité biologique diverse et intense dans le sol est un facteur de durabilité des agrosystèmes.

L'objectif scientifique général du projet est de mieux comprendre les relations entre la biodiversité épigée (végétation principalement), la biodiversité endogée (faune et microflore), et les composantes physiques, chimiques et biologiques du fonctionnement du sol.

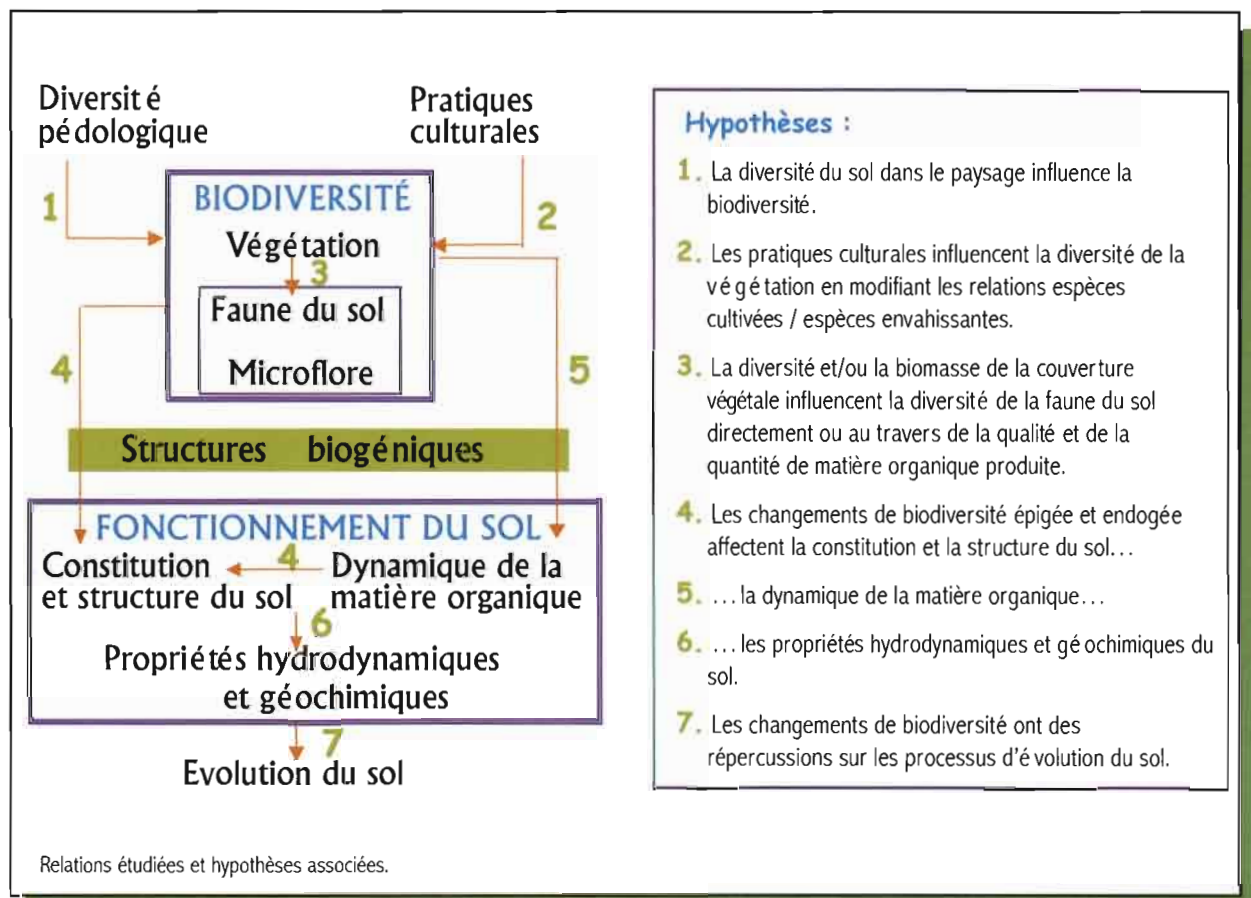


Deux terrains d'études ont été choisis, la région du Cerrado et les fronts pionniers amazoniens. Il s'agit d'abord d'identifier les processus d'évolution de la biodiversité, en prenant en compte la variation du sol dans le paysage (1) et, parmi les pratiques culturales, celles qui agissent sur la nature et la diversité de la végétation (2). On s'attend à ce que la diversité du sol et de la végétation déterminent la diversité et l'abondance des organismes du sol, en particulier des vers de terre, termites et fourmis (3). Ces invertébrés influencent fortement la constitution et la structure du sol (4), par la production de structures biogéniques (nids, déjections, galeries, etc.). Ils agissent en conséquence sur la dynamique de la matière organique (5), la dynamique de l'eau et la biodisponibilité des éléments nutritifs ou toxiques (6). On cherche donc à évaluer les conséquences des changements de biodiversité sur différents composants du fonctionnement du sol, et en définitive sur ses processus d'évolution (7).

Les objectifs scientifiques spécifiques du projet sont les suivants :

- Connaître la diversité du sol héritée de la pédogénèse (facteurs environnementaux de la biodiversité) et celle des pratiques des agriculteurs (facteurs anthropiques de la biodiversité).
- Comprendre la dynamique de la végétation secondaire dans les agrosystèmes.
- Comprendre la dynamique de la faune du sol, en considérant la diversité des plantes cultivées et adventices.
- Caractériser les changements d'état et de propriétés physiques et chimiques du sol consécutifs aux changements de biodiversité.
- Évaluer les conséquences des changements d'organisation et de fonctionnement du sol sur sa dynamique à plus long terme (intensité et/ou nature des processus de pédogénèse)

La finalité de la recherche est de contribuer à définir des pratiques de gestion des milieux tropicaux adaptées à leurs contraintes et potentialités.





### **Le Cerrado, un modèle de transformations récentes du milieu**

Le Cerrado (entre 2° et 23° S et entre 45° et 63° O) recouvre environ  $2,1 \cdot 10^6$  km<sup>2</sup>, ce qui représente un peu plus de 24 % du territoire brésilien, soit en surface le deuxième biome après la forêt amazonienne. Cela concerne 1027 communes réparties dans 12 états. Au XX<sup>ème</sup> siècle, plus précisément à la fin des années 30, la politique gouvernementale d'intégration nationale favorise une occupation lente mais régulière de la région qui culmine avec la construction de Brasília en 1960. Cet intérêt porté au Cerrado est à son maximum entre les années 60 et 80 avec le développement de grands projets. Les surfaces transformées pour l'agriculture et l'élevage sont estimées à  $49,5 \cdot 10^6$  ha de pâturages cultivés,  $13,4 \cdot 10^6$  ha de cultures annuelles,  $2 \cdot 10^6$  ha de cultures pérennes et  $4,6 \cdot 10^6$  ha sont déclarées comme réserves.



Pâturages installés après défrichement d'un *Cerradão*, lors d'une exploitation de type extensif, la plante fourragère, ici *Brachiaria brizantha*, est en concurrence avec de nombreux rejets de ligneux originaires de la végétation initiale.

### **Les fronts pionniers amazoniens, l'exemple de la région de Marabá**

L'Amazonie brésilienne ( $4,2 \cdot 10^6$  km<sup>2</sup>) est soumise à des dynamiques de peuplements humains et d'occupation des terres très variables selon les régions. Depuis la fin des années 70, la conversion de la forêt amazonienne en pâturages s'est poursuivie à un rythme rapide. Aujourd'hui, le rythme de déforestation est encore de l'ordre de 20.000 km<sup>2</sup>/an. Plus de 90 % de ces surfaces ont servi à l'installation de pâturages dont la moitié environ est actuellement utilisée. L'autre moitié est constituée de pâturages abandonnés, dans des états de



Le front pionnier de la région de Marabá (état du Pará), au premier plan des pâturages de *Brachiaria brizantha* et *Panicum maximum*, et en arrière plan la forêt tropicale humide.

dégradation variables. Dans la région de Marabá, 60.000 familles en quête de terres, surtout originaires de la région Nordeste du Brésil, se sont installées depuis les années 1970, profitant de l'ouverture de grands axes routiers (Brasília – Belém, Transamazonienne). Ces petits agriculteurs ont tendance à reproduire ou développer leur exploitation par des déplacements successifs sur les terres les plus neuves de la frontière, après avoir vendu les terres qu'ils ont défrichées et transformées en pâturages peu productifs à de grandes exploitations d'élevage extensif. L'émergence d'une agriculture familiale territorialement stable est une condition nécessaire au ralentissement de la déforestation et à la conservation de la biodiversité. La recherche est interpellée pour évaluer le mode d'exploitation actuel et proposer des alternatives.

## Conversion du Cerrado en pâturages cultivés et fonctionnement des Ferralsols

### Les grands traits de modifications induites dans les sols

Les agronomes brésiliens des années 1970 se demandaient s'il fallait « convertir les savanes en terres de cultures ou les aménager en pâturages améliorés ». Les deux options ont été conduites à terme et le paysage végétal du *Cerrado* a été profondément transformé. L'observation de profils de sols en diverses situations sous pâturages cultivés et végétation naturelle dans le *Cerrado* a déterminé le choix des travaux. Ils ont porté sur les Ferralsols qui représentent environ 46 % de la surface du biome où les pâturages mis en culture sont principalement localisés. Avec le développement agricole, la modification de la biomasse végétale est la première transformation qui a concerné le *Cerrado*. Ce biome présente une productivité primaire parmi une des plus élevées des savanes, sa transformation en pâturages extensifs et peu productifs a un premier impact : la réduction observée des contenus de carbone relevés dans les analyses de routine des horizons de surface des sols. Cette décroissance a des implications sur l'offre en cations échangeables, car une partie des propriétés d'échange de ces sols est dépendante de leur teneur en matières organiques (MOS). Ainsi, le fonctionnement biogéochimique est la clé des transformations. Dans ces pâturages, les études ont montré que la plante, associée au volume de sol strictement sous-jacent, est le volume fonctionnel du système.

Le second impact concerne les mécanismes biologiques. L'activité biologique est intense dans ces sols, tant sous la végétation de *Cerrado* que sous pâturages. Mais elle a été modifiée tout d'abord à l'échelle macroscopique avec l'altération de la faune d'invertébrés (paramètres de distribution des communautés, caractéristiques des populations, c'est-à-dire abondance et biomasse) suite à la modification des quantités et de la nature de la MOS entrant dans le système et ensuite, à l'échelle des particules élémentaires du sol, puisque l'on voit que les caractéristiques du fonctionnement enzymatique (vu ici avec les phosphatases acides libres qui hydrolysent le phosphore organique) sont sensibles aux transformations du sol. Les processus physiques et leurs variations sont concomitants des autres changements et concernent les mécanismes de l'évolution de la structure (organisation et agencement des mottes, vides, racines) de la porosité (organisation du réseau de vides, pores permettant la circulation de l'air et

de l'eau) et, par voie de conséquence, des caractéristiques hydrodynamiques. Les diminutions porales et du volume microagrégé (micro organisation des particules et des pores les plus fins ainsi que des ensembles argileux du sol) sont la résultante d'impacts mécaniques sur le sol et de changements biologiques. En revanche, le spectre microporal des sols est globalement conservé, alors que ce n'est pas le cas après la déforestation sur les sols amazoniens. De même, les variations observées de la porosité concernent également les possibles fluctuations des teneurs en MOS. Les mécanismes de régulation des structures et de la macroporosité par la faune d'invertébrés du sol sont modifiés. On n'observe pas, en effet, dans les pâturages de faible potentiel productif, de récupération des traits observés sous *Cerrado*, alors que sous des systèmes intensifs et productifs la structure devient à nouveau favorable aux enracinements. Les processus hydrodynamiques à la surface sont de fait régulés par la couverture végétale. Ainsi, nous confirmons que ruissellement (portion de l'eau de pluie ne s'infiltrant pas et circulant en surface du sol) et détachabilité (mécanisme mécanique conduisant à détacher les particules en surface du sol suite à l'énergie de la pluie, mécanismes initiateur de l'érosion) doivent être considérés comme peu intenses, avec quelques nuances selon le type de situation considéré (couple type de sol/pente, couverture végétale en densité et biomasse, piétinement du troupeau...). La conductivité hydraulique a peu varié, mais ce résultat doit être confirmé.

### Transformations observées et déclin des pâturages

Les points abordés peuvent s'inscrire dans le « cycle vicieux » de la faible productivité des pâturages qui considère une exploitation peu intensive, pas de restitutions minérales sous forme d'engrais, périodes de surpâturage, attaques de maladies et ravageurs, faits qui à terme conduisent à diminuer fortement le potentiel de production bovin du pâturage cultivé. Toutefois, aucune expérimentation n'a été réalisée au champ pour juger de l'effet direct des modifications physiques ou biologiques (faune) du sol sur la productivité. La faune du sol n'est pas un facteur de déclin ; tout au plus, il y a conjonction temporelle entre l'âge du pâturage et l'adaptation du cortège faunistique à l'offre trophique du milieu (ressource alimentaire). La réduction de la porosité en surface du sol est partiellement contraignante pour le développement



homogène des racines dans tout le volume du sol, mais ce facteur s'ajoute aux facteurs de gestion du troupeau. En revanche, nous avons montré que ces sols restent très susceptibles aux alternances pluviométriques : la réserve d'eau disponible s'amenuise rapidement,

d'autant plus que la porosité fine a été réduite. Mais le facteur de déclin est ici lié à l'occurrence des petites saisons sèches, car le volume du réservoir d'eau utile pour la plante est relativement peu important dans ces sols.

### Le contexte des sols sous pâturages cultivés dans le Cerrado

Prenant une large diversité de textures de sols, les observations conduites ont montré l'importance de contraintes physiques qui se développent suite à la mise en place de ces systèmes pérennes. L'observation de la distribution des enracinements et de la distribution saisonnière des pluies a montré la nécessité d'analyser le régime hydrique des sols. De plus, il est apparu dans le contexte de l'étude que la connaissance de l'évolution structurale des sols brésiliens suite à leur mise en culture était mal connue. Les observations de profils culturaux ont mis en évidence les effets de la macrofaune d'invertébrés sur les structures du sol. Leurs rôles pédologiques et écologiques sont connus. En revanche, ce projet a montré que dans les sols du *Cerrado*, la contribution des insectes sociaux en densité et biomasse est remarquable. Dans ce biome, les termites et fourmis sont des ravageurs en sylviculture, et il convient de noter que les éleveurs considèrent que les termites sont un des facteurs du déclin de leurs pâtures, voire le principal. Le phosphore des sols de cette région est considéré comme un des éléments limitant la production végétale, l'offre quantitative en ions phosphate étant très peu élevée dans la solution du sol du fait des propriétés particulières de la phase minérale de ces sols. Le projet a apporté des données nouvelles sur les quantités et la nature du phosphore de ces sols ainsi que sur sa dynamique potentielle.

### Le sol sous pâturage cultivé de faible productivité

L'état d'un Ferralsol sous un pâturage âgé, de faible productivité, se caractérise par des teneurs en matière organique (MOS) moyennes à basses. Les concentrations en ions phosphate disponibles pour les plantes sont très faibles. La structure du sol est modifiée avec une perte de la porosité de surface jusqu'à des épaisseurs de 0,5 m, l'apparition de volumes compacts, voire d'encroûtements superficiels, ces structures limitant le volume disponible pour les racines. Toutefois, il semble que les propriétés hydrauliques ne soient pas complètement altérées, et le ruissellement et l'érosion restent sous ces pâturages des phénomènes localisés. La diversité et les biomasses de la macrofaune du sol sont diminuées. Toutefois, les comportements physiques et biogéochimiques enregistrés indiquent que des retours à des propriétés favorables à la croissance des plantes se mettent en place lors de changements de modes de gestion des systèmes pâturés. Il a été possible d'intégrer, pour des ensembles minéralogiques homogènes, les connaissances sur la porosité de ces Ferralsols, ce qui permet actuellement de régionaliser les propriétés hydriques de ces sols du *Cerrado*.

## Evolution de la végétation adventice<sup>1</sup> et de la macrofaune dans les systèmes d'intégration agriculture-élevage développés dans la région des Cerrados brésiliens : conséquences sur le fonctionnement du sol

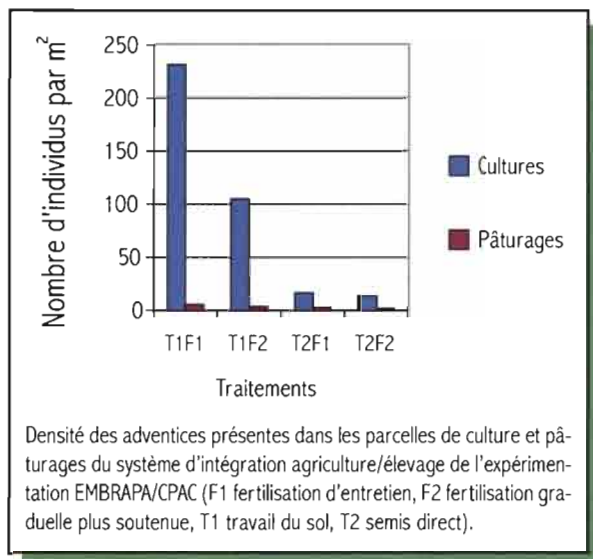
Dans la région des Cerrados où les sols sont acides et pauvres en nutriments, la pratique de cultures continues comme celle de pâturages permanents se traduit par une baisse de production au bout de quelques années d'utilisation des terres. En revanche, ces pâturages présentent une faible



Expérimentation d'intégration agriculture/élevage de l'EMBRAPA/Cerrados, au premier plan parcelle de soja, au second plan pâturage et au fond réserve de cerrado.

<sup>1</sup> Herbes et rejets d'arbres et d'arbustes qui existent dans les parcelles cultivées et qui concurrencent la plante cultivée.

densité d'adventices. Les cultures, au contraire, sont toujours fertilisées et, en général, envahies par les adventices. Le système intégrant des cultures et des pâturages dans une rotation permet d'interrompre le cycle de dégradation en améliorant périodiquement les propriétés physiques (par le pâturage) et chimiques (par les cultures) des sols et en contrôlant l'invasion par les adventices. Des interrelations fortes existent donc entre pratiques culturales, production de l'espèce cultivée, végétation adventice, macrofaune du sol et fonctionnement du sol. Ces interrelations sont étudiées depuis 2004 au sein d'une expérimentation installée depuis 1991 sur le site de l'EMBRAPA Cerrados. La rotation entre pâturages et cultures est réalisée chaque 4 ans. Deux niveaux de fertilisation (F1 fertilisation d'entretien et F2 fertilisation graduelle plus soutenue) et 2 types de préparation du sol (T1 travail du sol et T2 semis direct) sont comparés.



Des résultats préliminaires ont été obtenus en 2004 lors d'une première campagne d'acquisition de données de physique du sol, végétation adventice et macrofaune, avant la rotation des parcelles d'intégration agriculture/élevage. La densité d'individus d'adventices est globalement plus élevée dans les cultures tous traitements confondus que dans les pâturages du système d'intégration agriculture/élevage. Le travail du sol a un effet considérable sur les adventices, la densité d'individus d'adventices dans les cultures sous semis direct est 10 fois plus faible que dans les systèmes où le labour est pratiqué. En revanche la densité d'individus de la macrofaune du sol diminue nettement dans le cas de plantation après labour (plus de deux fois moins dans le cas de l'intégration agriculture/élevage). Les parcelles ayant reçu des doses plus fortes de fertilisant présentent des densités plus faibles d'adventices (la moitié pour les parcelles sous culture du système d'intégration agriculture/élevage).

## Biodiversité et fonctionnement du sol dans le contexte de l'agriculture familiale en Amazonie

### Organisation des couvertures pédologiques

L'organisation des couvertures pédologiques et la diversité des sols dans le paysage ont été caractérisées à partir de la description de toposéquences représentatives, et de l'identification des caractéristiques morphologiques et de l'extension des différents horizons. Nous sommes en présence de systèmes de transformation de ferralsols en cambisols et en gleysols et de latossols en gleysols, définis par une organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique et par des relations fonctionnelles entre les sols d'un même versant. Cette transformation, déjà mise en évidence sur le bouclier guyanais est due à deux processus : (1) une érosion diffuse (mécanique et chimique) provoquant l'amincissement des ferralsols ; (2) des modifications minéralogiques et structurales, en conditions de saturation en eau. La relation entre les mesures hydrodynamiques et géochimiques a permis de montrer que ces processus agissent dans les conditions climatiques actuelles.

Concernant les aptitudes culturales des sols, la profondeur et le degré d'hydromorphie sont deux critères qui déterminent les conditions d'exploitation des sols par les racines, de drainage de l'eau excédentaire et de la rétention de l'eau utile pour les plantes.

### Caractérisation des modes de gestion du sol et des pratiques culturales

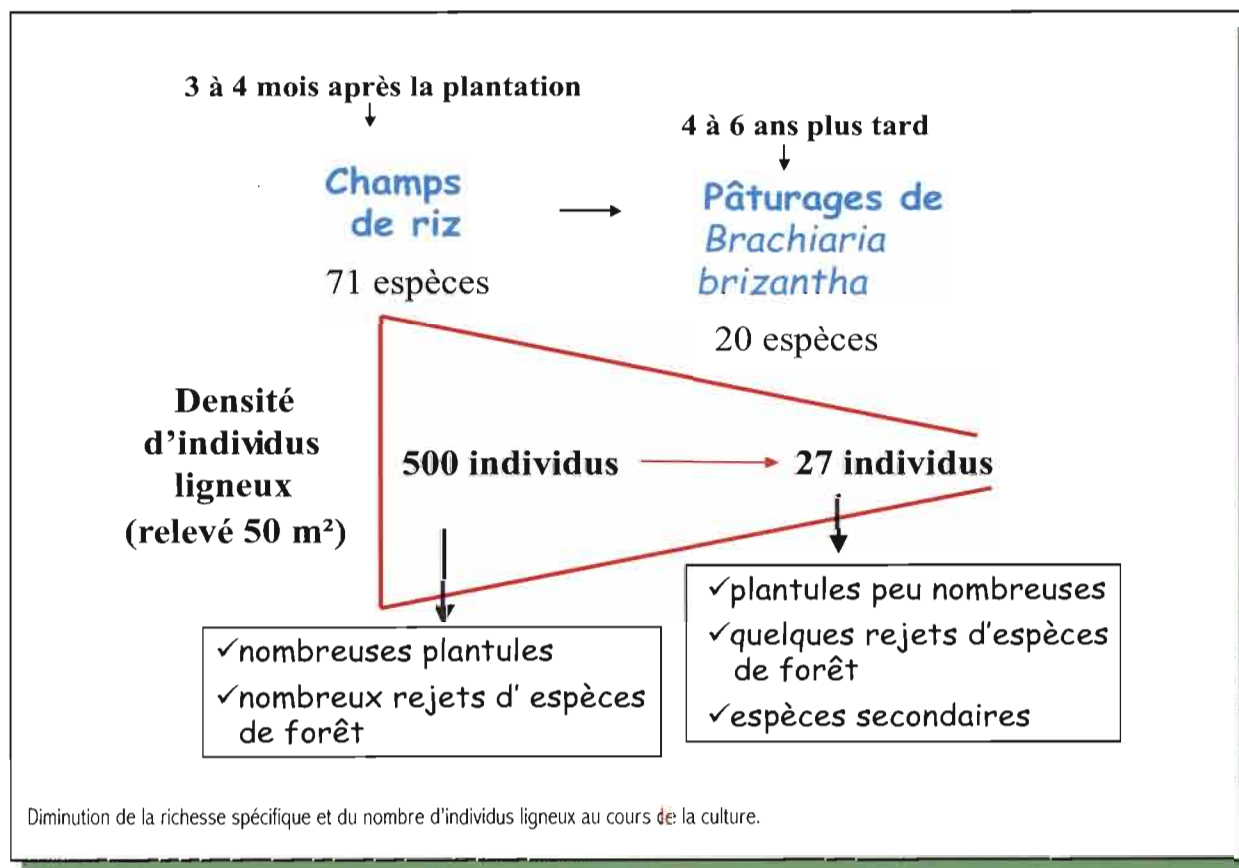
Les pratiques des agriculteurs dans la gestion des pâturages indiquent une diversité élevée des savoirs qui influencent la gestion et la durabilité des terres colonisées. Cette diversité semble liée à l'histoire de la formation de la communauté, ainsi qu'à l'origine géographique et aux expériences antérieures des agriculteurs. En d'autres termes, les pratiques dépendent des connaissances techniques des agriculteurs, même si elles sont aussi influencées par leur situation socioéconomique et leur trajectoire de vie. La diversité des savoirs et des pratiques a des répercussions sur les

modes de gestion de la couverture végétale. Cette diversité doit être prise en compte lors de l'analyse de la durabilité des activités agricoles. Les connaissances techniques conditionnent les projets des agriculteurs et la manière dont ils perçoivent leur identité socio-professionnelle. Ceci met en évidence la distinction entre les agriculteurs qui revendiquent un projet d'élevage dès leur installation et ceux qui développent cette activité en fonction des opportunités qui apparaissent et de leurs nécessités.

### Biodiversité de la végétation

La richesse floristique des forêts est élevée, au total 155 espèces ont été observées alors que 110 espèces sont répertoriées dans les jachères. Aucune relation nette n'est observée entre la diversité de cette végétation et le type de sol (ferralsol ou cambisol) pour les strates arborées et arbustives, alors que l'on observe une similarité entre les relevés de la strate herbacée des forêts et des jachères situées sur un même type de sol.

Lors du défrichement et du brûlis qui précèdent l'installation des cultures de riz, se produit une forte diminution de la richesse floristique. Cependant dans les champs de riz le nombre d'espèces est encore relativement élevé (en moyenne 71). Il s'agit d'une part de rejets et plantules d'arbres, d'arbustes et d'herbes de forêt qui ont réussi à résister alors que les espèces secondaires sont encore rares. Cette diversité sera ou non contrôlée par le pâturage qui va succéder au riz. En effet la graminée fourragère *Brachiaria brizantha* concurrence les herbes et les rejets d'arbres et arbustes alors que *Panicum maximum* est fortement envahi<sup>2</sup>. Dans les pâturages de *B. brizantha* de 4 à 6 ans, le nombre d'espèces passe à 20 en moyenne. Cependant l'espèce cultivée n'est pas le seul facteur déterminant l'évolution de la diversité de la végétation spontanée, elle dépend également de l'implantation initiale du pâturage et de la gestion du troupeau au cours du temps. Dans les systèmes cultivés, alors que le type de sol (ferralsol ou cambisol) n'influence pas la richesse floristique des ligneux, la diversité des herbacées est plus faible sur les latossols.



<sup>2</sup> Les graminées Africaines *Brachiaria brizantha* et *Panicum maximum* sont largement cultivées dans la région.



## Biodiversité et activité de la macrofaune du sol

Quatre types d'occupation du sol ont été étudiés dans 23 parcelles (270 points de collecte) : 6 parcelles de forêt, 7 de pâturages, 5 de jachères et 5 de champs de riz. Un total de 10728 animaux ont été collectés et 340 morphotypes adultes (espèces séparées selon des critères taxonomiques simples) ont été séparés. Au niveau du paysage, il n'existe pas un modèle clair d'organisation spatiale de la communauté de la faune du sol. La composition de la communauté est plus influencée par le type d'occupation du sol que par la faune des parcelles voisines. Les milieux fermés (forêt et jachère) sont, pour la majorité des groupes faunistiques beaucoup plus riches que les milieux ouverts, sans strates arbustives (pâturage, champs de riz). Cette tendance est très forte pour les espèces de litière, comme les araignées, les chilopodes, les diplopodes<sup>3</sup>. Une forte chute de la richesse spécifique est observée dès la première culture de riz, après la coupe et le brûlis, alors que les pâturages et surtout les jachères paraissent favorables à la recolonisation par la faune du sol. Dans les pâturages étudiés, un effet significatif du type de sol est observé, aussi bien sur la richesse spécifique que sur la quantité des invertébrés du sol.

Les ingénieurs du sol (lombrics, fourmis, termites) influencent, par la production de structures biogéniques et leur dégradation, certains paramètres physico-chimiques du sol. Les analyses effectuées mettent en évidence la grande quantité de déjections de vers de terre produites à la surface du sol sous forêt, reflet de l'importance de l'activité des lombrics dans la bioturbation du sol. La déforestation provoque une très forte diminution de la quantité de turricules produits (-90% dans les pâturages), et dans le même temps, une forte augmentation de la quantité de termitières. Dans les pâturages, la distribution des turricules est très hétérogène et liée à la distribution des touffes de graminées et des troncs brûlés.

## Evolution des propriétés physiques, chimiques et du fonctionnement hydrodynamique du sol

La transformation de la forêt en pâturage par l'agriculture familiale provoque une évolution des propriétés physiques et chimiques des sols. Les réserves organiques se maintiennent relativement constantes

après l'installation des pâturages. Les caractéristiques chimiques des sols, qui sont améliorées à la suite du brûlis, se maintiennent ensuite constantes durant de nombreuses années, indépendamment de l'état de dégradation de la culture qui le recouvre. En contrepartie, une détérioration des caractéristiques physiques de la couche superficielle du sol intervient rapidement pendant et après la déforestation alors que la fertilité chimique semble évoluer favorablement. On observe une compaction des sols, d'une intensité variable selon les pâturages, principalement en fonction des pratiques culturales. La compaction de la couche superficielle du sol ne paraît pas empêcher une reconstitution des réserves hydriques pendant la saison des pluies. En saison sèche, les réserves hydriques des sols s'épuisent rapidement, à la profondeur exploitée par les racines, ce qui constitue un facteur limitant pour les pâturages jeunes. Les modifications de la structure de la couche superficielle de sol semblent liées à la dynamique du système (couverture végétale, rotation du troupeau, populations de macro-invertébrés du sol).

Les résultats présentés ne sont pas nécessairement représentatifs de l'ensemble du bassin amazonien car sous l'apparente uniformité de cette région, il existe une grande variété de formations géologiques, pédologiques et végétales. Cependant, ils peuvent aider à comprendre les processus affectant la végétation, le sol et les organismes qui y vivent, à la suite de la déforestation et de l'installation de pâturages. Ces résultats partiels soulignent la grande diversité biologique de la région étudiée. Cette richesse biologique ne se distribue pas au hasard dans le paysage et est en partie liée à la variabilité des sols et en partie à l'utilisation qui en est faite. L'impact des activités agricoles sur la diversité biologique est intense et se maintient même lorsqu'elles cessent. Cet impact varie en fonction du type de culture, et pour un même type de culture en fonction des espèces utilisées.

La place du *cerrado* dans l'agriculture brésilienne et dans sa production de viande n'est pas négligeable. Le déclin constaté des pâturages cultivés est purement conjoncturel et lié à une vision extractiviste de l'activité d'élevage extensif. L'appréciation de la ressource « sol » ne peut rester statique, homogène, confinée à un type de pratique. Elle doit considérer cette ressource comme un élément dynamique qui réagit aux demandes de l'homme face à des besoins. L'analyse des sites de pâturages renouvelés et des rotations pâtures/cultures le montre bien. La gestion présente et future des sols

<sup>3</sup> Chilopodes et Diplopodes appartiennent à la classe des Myriapodes (mille pattes)



de ces types de biomes doit fournir des éléments de discussion pour un débat plus large concernant d'autres contrées tropicales. Actuellement, le débat général porte sur deux approches antinomiques : d'un côté, on cherche l'amélioration et l'intensification des systèmes de production, en particulier dans la zone intertropicale et, à l'opposé, se développe un débat sur l'extensification

des systèmes pâturés dans certaines zones tempérées et subtropicales face aux contraintes environnementales. De plus, il a été montré que dans de nombreux systèmes cultivés tropicaux, la décroissance des rendements des cultures est exponentiellement liée aux pertes cumulées en sol. Ceci conduira à une réflexion sur les choix de production et leurs modes de gestion.

## POUR EN SAVOIR PLUS

### Synthèses

Brossard M., Barcellos A. De O. 2005 – Conversion du Cerrado en pâturages cultivés et fonctionnement des ferralsols. *Cahier Agricultures*, vol. 14 n°1, 64-69.

Desjardins T., Lavelle P., Barros E., Brossard M., Chapuis-Lardy L., Chauvel A., Grimaldi M., Guimarães F., Martins P., Mitja D., Müller M., Sarrazin M., Tavares Filho J., Topall O., 2000. Dégradation des pâturages amazoniens. Description d'un syndrome et de ses déterminants. *Etude et gestion des sols*, 7(4): 353-378.

### Physique et porosité des sols

Balbino L.C., Bruand A., Brossard M., Grimaldi M., Hajnos M., Guimarães M.F., 2002. Changes in porosity and microaggregation in clayey Ferralsols of the Brazilian Cerrado. *European Journal of Soil Science*, 53: 219-230.

Muller M.M.L., Guimarães M.F., Desjardins T., Mitja D., 2004. Relation between pasture degradation and soil properties: a case study in Brazilian Amazonia. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 103, 2, 279-288.

### Géochimie du phosphore

Chapuis L., Brossard M., Lopes Assad M. L., Laurent J. Y., 2002. Carbon and phosphorus stocks in clayey ferralsols (Cerrados, Brazil). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 92: 147-158.

Corazza E. J., Brossard M., Muraoka T., Coelho Filho M. A. 2003 – Spatial variability of soil phosphorus of a low productivity *Brachiaria brizantha* pasture. *Scientia Agricola*, 60, 559-564.

### Dynamique de la MO

Brossard M., Lopes Assad M.L., Chapuis L. & Barcellos A. de O. 1997 - Estoques de carbono em solos sob diferentes fitofisionomias de Cerrados. *In* Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado, Ed. L.L. Leite & C.H. Saito. *Trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil*. Univ. de Brasília, Dept. Ecologia, 272-277.

Desjardins T., Barros E., Sarrazin M., Girardin C., Mariotti A., 2004. - Effects of forest conversion to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazonia. *Agriculture, Agrosystems and Environment*, 103 : 365-373.

### Biodiversité végétale et faunique

Barcellos A. De O., Mitja D. & Vilela L., 2003.- Banco de sementes em pastagem pura e consorciada depois de queimada. *In* 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 21 a 24 de julho, Santa Maria- RS, 6p.

Mathieu J., Rossi J.P., Grimaldi M., Mora P., Lavelle P., Rouland C., 2004. A multi-scale study of soil macrofauna biodiversity in Amazonian pastures. *Biology and Fertility of Soils*, 40: 300-305.



Recherches de

# L'IRD

au **Brésil**  
depuis 1998



**IRD**

Institut de recherche  
pour le développement





**Conception graphique**  
**Fernando Brandão**

**Impression et reliure**  
**Charbel Gráfica e Editora**