

François Bétard

De la gestion traditionnelle des terres à la gestion agroécologique des sols dans le Sertão brésilien : la clé d'un développement agricole durable ?

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.

revues.org

Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

François Bétard, « De la gestion traditionnelle des terres à la gestion agroécologique des sols dans le Sertão brésilien : la clé d'un développement agricole durable ? », *Norois* [En ligne], 218 | 2011/1, mis en ligne le 30 juin 2013, consulté le 17 décembre 2012. URL : <http://norois.revues.org/3569> ; DOI : 10.4000/norois.3569

Éditeur : Presses universitaires de Rennes

<http://norois.revues.org>

<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne sur : <http://norois.revues.org/3569>

Document généré automatiquement le 17 décembre 2012. La pagination ne correspond pas à la pagination de l'édition papier.

Cet article a été téléchargé sur le portail Cairn (<http://www.cairn.info>).



Distribution électronique Cairn pour Presses universitaires de Rennes et pour Revues.org (Centre pour l'édition électronique ouverte)

© Tous droits réservés

François Bétard

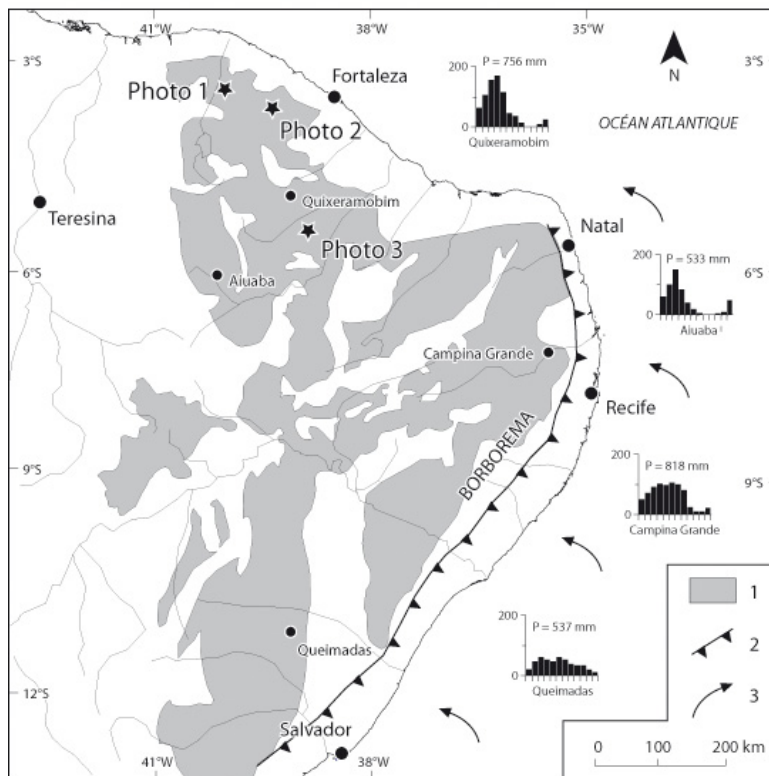
De la gestion traditionnelle des terres à la gestion agroécologique des sols dans le Sertão brésilien : la clé d'un développement agricole durable ?

Pagination de l'édition papier : p. 57-71

- 1 Connu pour les crises de sécheresse (*secas*) qui affectent périodiquement son régime climatique à saisons sèche et humide alternées, le Nordeste brésilien oppose schématiquement un intérieur semi-aride (le Sertão) à une frange côtière plus humide (fig. 1). Au-delà des conditions climatiques difficiles qui règnent dans le Sertão, le faible niveau de vie qui caractérise encore aujourd'hui sa population rurale est intimement lié au système latifundiaire hérité du colonialisme, malgré l'émergence socio-économique de l'État brésilien et les récentes politiques volontaristes et sociales en faveur du Nordeste (accès au crédit, *bolsa família*...). Étroitement lié à l'histoire de la colonisation (Sabourin et Caron, 2001), le système agro-pastoral traditionnel du Sertão repose majoritairement sur la pratique d'un élevage extensif associé à une agriculture de subsistance non itinérante et, encore aujourd'hui, peu mécanisée. L'absence quasi-généralisée de gestion conservatoire du sol, alliée à la récurrence des sécheresses prolongées, explique notamment la faiblesse des rendements agricoles et les difficultés d'intensifier les systèmes de production vivriers. À l'heure où le spectre des pénuries alimentaires revient au premier plan de l'actualité (Swaminathan, 2007 ; Brown et Funk, 2008) et face à l'accroissement démographique que connaît le Nordeste brésilien depuis environ deux décennies, les pratiques traditionnelles de gestion des terres ne seront bientôt plus en mesure d'assurer la sécurité alimentaire des populations du Sertão, d'ailleurs encore partiellement concernées par la malnutrition chronique (Dantas, 2008). En parallèle, l'augmentation des cheptels sur les parcours est susceptible de rompre l'équilibre écologique de la *caatinga* et des sols, et d'accentuer le phénomène de désertification déjà amorcé localement (Andrieu et Tonneau, 2007). Dans un tel contexte en prise directe avec la mondialisation, la question d'un développement agricole durable soulève de nombreuses inquiétudes, surtout après les échecs retentissants de l'introduction de l'agriculture irriguée auprès des petits agriculteurs familiaux au cours des dernières décennies (exclusion sociale, endettement, salinisation des sols et des eaux, etc. : Durousset et Cohen, 2000). L'article invite ici à s'interroger sur les alternatives de développement agricole durable hors irrigation, dont l'échec tient aussi au fait qu'elle n'a jamais constitué une activité traditionnelle dans le Nordeste (Molle, 1991 ; Bétard *et al.*, 2011). Parmi les modèles de développement alternatif capables de réconcilier les systèmes de production agricole traditionnels avec une meilleure gestion des ressources renouvelables, l'agroécologie constitue un nouveau champ de recherche scientifique et d'expérimentation technique méritant une attention particulière, singulièrement dans les pays émergents ou en développement (Altieri, 2002 ; Uphoff, 2002 ; Wezel *et al.*, 2009). Dans ce vaste objectif d'associer le développement agricole à la protection de l'environnement, qui constitue le fondement même de l'agroécologie, le sol apparaît comme l'un des éléments-clé des agroécosystèmes et du développement des pratiques agroécologiques (Bulgakov, 2002). En effet, les systèmes de cultures durables ne peuvent se concevoir sans gestion conservatoire de la fertilité du sol, à condition que le sol lui-même soit au départ fertile. Cela suppose d'avoir une meilleure connaissance des sols eux-mêmes et de leur fertilité, avant d'envisager les stratégies de gestion durable des terres adaptables au contexte écologique et socio-territorial du Sertão brésilien.
- 2 Après une présentation des pratiques traditionnelles de gestion des terres dans le Sertão, l'article propose donc une évaluation du potentiel agroécologique des sols de la zone semi-aride en se basant essentiellement sur des critères agronomiques. En tenant compte du succès

et des limites des expériences agroécologiques passées autour de la gestion de l'eau et de la biomasse menées par ailleurs dans le Nordeste, la discussion porte sur des propositions de gestion agroécologique du sol visant à intensifier (au sens écologique ; Griffon, 2010) les systèmes de production traditionnels en s'appuyant sur une meilleure gestion et valorisation du patrimoine pédologique.

Figure 1 : Situation géographique du Sertão dans le Nord-Est du Brésil : répartition des sols rouges à caractères fersiallitiques (Luvisols) et diagrammes pluviométriques pour quelques stations de la zone semi-aride/Situation map of Sertão in northeastern Brazil: geographic distribution of typical red fersiallitic soils (Luvisols) and some rainfall diagrams for the semiarid area



1 : Luvisols dominants (FAO, 1974) ; 2 : principale barrière montagneuse ; 3 : flux des alizés d'est. Les étoiles localisent les photos 1, 2 et 3.

1: Luvisols dominant (FAO, 1974); 2: main orographic barrier; 3: pattern of easterlies. Stars locate photos 1, 2 and 3.

Gestion traditionnelle des terres dans le Sertão brésilien

Élevage extensif et gestion traditionnelle des terres de parcours

- 3 Depuis la colonisation, la région est tournée vers l'élevage extensif, même si des mutations importantes sont aujourd'hui perceptibles (Caron, 2006). L'élevage bovin extensif est en effet intimement lié au processus de colonisation du Sertão à partir du XVIII^e siècle, à sa disponibilité en grands espaces, et à la nécessité de couvrir les besoins en viande des villes de la bande côtière, alors spécialisée dans les plantations de canne à sucre. Aujourd'hui, les terres de parcours pour les troupeaux, regroupant bovins et caprins, sont toutes privativement appropriées et clôturées à quelque 95 % (Le Houérou, 2006). Contrairement aux régions à climat similaire de l'Afrique sahélienne, le pastoralisme est établi depuis l'origine sur le mode sédentaire, en raison des structures latifundiaires qui limitent ou interdisent la culture itinérante sur brûlis tant pratiquée en Afrique sèche (Leprun, 1985). Le mode de gestion dominant des terres de parcours demeure le parcours libre, le pâturage s'appuyant sur les ressources biologiques de la *caatinga*, formation végétale xérophile et caducifoliée typique du Sertão (photo 1). De manière générale, les parcours sont pauvres en espèces palatables. La

strate herbacée graminéenne, souvent rare ou insignifiante, peut cependant croître brutalement certaines années de pluviosité élevée, ce qui constitue alors une aubaine pour l'engraissement du bétail et permet la constitution d'une réserve fourragère en prévision des années de sécheresse.

Photo 1 : Aperçu de la caatinga au milieu de la saison sèche dans le nord-ouest de l'État du Ceará/Overview of the "caatinga" vegetation in the middle of the dry season in the north-west of Ceará



À l'arrière-plan, l'imposant relief résiduel de la Serra da Barriga, au-dessus de la plaine semi-aride du Sertão. Photo : F. Bétard, juillet 2005.

In the background, the residual relief of the Serra da Barriga, above the "Sertão" plain with semiarid climate. Photo: F. Bétard, July 2005.

- 4 Les stratégies de gestion des terres de parcours ont été avant tout conçues pour faire face à ces périodes difficiles de sécheresse, parfois longues de plusieurs années : les aménagements sont cependant minimes et concernent en général, outre l'installation des clôtures, la création ou l'entretien de points d'abreuvement. À cet effet, les habitants du Sertão ont construit, depuis près de deux siècles, des petits barrages collinaires, appelés *açudes*, dont le nombre est estimé à plus de 70 000 dans l'ensemble du Sertão (Molle, 1991 ; Bétard *et al.*, sous presse). La multiplication de ces réservoirs assure normalement l'alimentation en eau des hommes et des troupeaux durant la saison sèche, mais les plus petits *açudes* s'assèchent inévitablement chaque année. Afin d'assurer aussi l'alimentation du bétail pendant les périodes de *secas*, l'une des stratégies anti-sécheresse les plus communes repose sur des plantations de cactus inermes fourragers, initialement importés du Mexique et aujourd'hui largement répandus dans le Nordeste (Le Houérou, 2006). Cependant, ces cactus fourragers, comme le figuier de barbarie ou « cactus raquette » (*Opuntia ficus-indica*), constituent seulement un aliment de disette pour le bétail, en raison de leur faible valeur nutritive.
- 5 Dans la vaste étendue de la *caatinga*, la charge animale des parcours est globalement faible (de l'ordre d'un bovin pour quinze hectares en moyenne selon P. Caron, 2006), même si la tendance à long terme est clairement à l'augmentation du cheptel. Cette charge animale est loin d'être égale sur l'ensemble du territoire semi-aride et dépend de la densité de la structure foncière et des clôtures. L'accroissement de la population rurale et la crise cotonnière des années 1980 ont grandement favorisé le développement récent de l'élevage et entraîné une pression croissante sur les ressources naturelles (eau, sol et végétation). Cette pression localement accentuée, principalement liée au surpâturage, a engendré des conséquences environnementales néfastes : baisse de la fertilité du sol, perte de biomasse et de biodiversité et apparition corrélative du phénomène de désertification. Ce phénomène s'observe depuis plusieurs années déjà, comme dans la région d'Irauçuba, l'une des plus sévèrement touchées par la dégradation des terres dans l'État du Ceará (photo 2). À l'échelle du Sertão, la *caatinga* aurait ainsi perdu, depuis une dizaine d'années, plus de 30 % de sa couverture originale

(Andrieu et Tonneau, 2007). Il faut dire que le mode de gestion traditionnel de la *caatinga* ne repose pas uniquement sur le pâturage extensif. L'exploitation sylvicole, pour le bois d'œuvre, le bois de chauffe et surtout la production de charbon de bois, est une pratique courante dans le Sertão brésilien. Les déboisements abusifs pour l'exploitation du bois ont aussi leurs conséquences sur les sols : appauvrissement en matière organique (déjà peu abondante), exagération des contrastes hydriques saisonniers à l'échelle du profil pédologique, sensibilité des horizons superficiels à l'érosion hydrique.

Photo 2 : Processus de désertification dans la région d'Irauçuba, dans le nord de l'État du Ceará/Desertification processes in the Irauçuba region, in northern Ceará



La *caatinga* a laissé place à de grandes étendues de sols nus, conséquence directe du surpâturage par le bétail. À l'arrière-plan, l'escarpement montagneux du massif granitique d'Uruburetama. Photo : F. Bétard, juillet 2005.

"Caatinga" was replaced by a wide area of bare soils as a direct consequence of livestock overgrazing. In the background, the mountainous escarpment limiting the granitic Uruburetama massif. Photo : F. Bétard, July 2005.

- 6 Dans les systèmes d'élevage développés plus récemment (Caron, 2006), une déforestation « contrôlée » est pratiquée par les éleveurs pour l'installation de pâturages semés, souvent à base de « capim buffel » (*Cenchrus ciliaris*). Ces prairies artificielles de graminées vivaces sont cultivées en pluvial, et la surface pastorale d'un même éleveur est souvent divisée en plusieurs parcelles clôturées, permettant ainsi une gestion des ressources plus souple et plus flexible que sur les parcours libres de la *caatinga*.

Agriculture pluviale et pratiques culturelles traditionnelles

- 7 Dans le Sertão brésilien, l'éleveur est en même temps agriculteur, bien que les superficies cultivées soient spatialement moins étendues que les terres de parcours de la *caatinga* (moins de 10 % de l'ensemble de la région semi-aride sont cultivées). Cela se résume en effet le plus souvent à une agriculture pluviale de subsistance, depuis l'abandon total de la cotoniculture à la fin des années 1980.
- 8 Malgré l'exposition aux aléas climatiques et aux crises de sécheresse qui compromettent régulièrement les récoltes, l'agriculture pluviale constitue encore le système de culture dominant dans la région semi-aride du Nordeste, dont la pluviométrie moyenne oscille entre 400 et 800 mm/an. Ce n'est pas tant la faible quantité de précipitations que leur mauvaise distribution au cours de l'année – voire sur plusieurs années – qui expliquent la fragilité du système d'agriculture pluviale dans le Nordeste brésilien. Les calendriers agricoles sont donc étroitement calqués sur les calendriers des pluies, qui présentent deux régimes pluviométriques différents : (1) celui du Sertão septentrional, déterminé par le déplacement annuel de la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT), est clairement unimodal, avec un seul pic de saison des pluies centré sur les mois de mars-avril (stations de Quixeramobim et Aiuaba : fig. 1) ; (2)

celui du Sertão méridional (ou Sertão bahianais) et de l'Agreste, influencé par les alizés d'est et par des perturbations complexes en provenance du sud et de l'ouest, est parfois bimodal, voire sans mode véritable, avec des pluies généralement mieux réparties sur l'année (stations de Queimadas et de Campina Grande).

9 Traditionnellement, les cultures pluviales associent le maïs (*Zea mays*), le haricot rouge (*Vigna sinensis*) et/ou le manioc (*Manihot esculenta* et *Manihot dulcis*). Dans le Sertão, l'association des cultures est plus une stratégie de gestion du risque climatique qu'une technique agronomique de gestion de la fertilité. C'est une façon de diversifier les productions agricoles en limitant le risque de l'échec cultural total en cas de mauvaise année météorologique. Dans le cas de l'association haricot-maïs, qui est la plus fréquente (photo 3), deux systèmes de préparation du sol sont généralement observés (Sabourin et Trier, 2001) : (1) le *toco*, caractérisé par une défriche initiale par brûlis, un semis sans labour et la pratique de la jachère sur quelques mois à plusieurs années ; les souches des arbres (appelées *tocos*) restent *in situ* après la défriche-brûlis ; (2) le *campo*, qui concerne normalement les terres les plus fertiles qui sont cultivées en continu après un labour au tracteur, lorsque l'agriculteur en a les moyens. Dans un cas comme dans l'autre, le semis est réalisé à la main, précocement, soit immédiatement après les premières pluies, souvent dans le sens de la plus grande pente. En réalité, contrairement à de nombreuses civilisations agraires du continent sud-américain et des tropiques semi-arides, les populations rurales du Sertão brésilien n'ont pratiquement pas développé de stratégies de gestion conservatoire de la fertilité des sols, que ce soit par l'apport d'engrais artificiels ou naturels (par exemple : épandages de lisiers et fumiers, alors que l'élevage est omniprésent), pour limiter l'érosion des sols, ou pour améliorer l'infiltration et la rétention des eaux de pluie sur les parcelles cultivées. Dans ces conditions, auxquels s'ajoutent des déficits hydriques prolongés dus au climat semi-aride à forte variation pluviométrique annuelle et interannuelle, les systèmes de cultures ne sont pas en mesure de produire des rendements agricoles élevés sur plusieurs années, quand ce ne sont pas les récoltes dans leur totalité qui sont menacées. Dans certains cas plus isolés, une petite irrigation gravitaire de complément (ou irrigation de « sauvetage ») permet d'assurer le cycle complet des cultures pluviales par des appoints d'eau en année sèche, mais cette technique reste peu employée.

10 Photo 3 : Organisation typique des terroirs autour d'un açude dans le Sertão semi-aride (Ceará central)/Typical land system units around a small dam ("açude") in semiarid "Sertão" (central Ceará)



1 : cultures de décrue (plantes fourragères) sur les marges périodiquement inondées du réservoir ; 2 : cultures pluviales (association haricot/maïs) sur les versants à sols bruns (Cambisols) situés au-dessus du niveau maximal du plan d'eau ; 3 : *caatinga* arbustive, domaine de parcours pour le bétail, sur le haut des interfluvies à sols rouges (Luvisols). Photo : F. Bétard, mai 2006.

1: recession crops (forage plants) on periodically flooded lands bordering the reservoir; 2: rain-fed crops (corn-bean intercropping) on slopes covered with shallow brown soils (Cambisols) above the maximum level of water body; 3: shrubby "caatinga", which is the domain of rangelands for livestock, on the top of interfluves covered with red soils (Luvisols). Photo: F. Bétard, May 2006.

- 11 Le système pluvial, largement dominant en surfaces cultivées, est localement complété par des cultures de bas-fond (appelées cultures de *sítio*) et des cultures de décrue (appelées cultures de *vazante*), qui constituent aussi des pratiques traditionnelles marquantes dans plusieurs régions du Nordeste. En revanche, il doit être signalé que la pratique de l'irrigation, qui s'est surtout développée au cours des deux dernières décennies, n'a jamais constitué une activité traditionnelle dans le Nordeste, malgré le formidable potentiel que représentent les 70 000 *açudes* qui parsèment la région semi-aride (Molle, 1991 ; Bétard *et al.*, sous presse). Les rares enclaves de modernisation agricole, basées sur le modèle technique de l'irrigation par motopompe autour des grands *açudes*, sont encore loin d'occulter la place vouée au *dry farming* dans les systèmes d'agriculture du Sertão brésilien. L'absence de tradition hydro-agricole a d'ailleurs souvent conduit à l'abandon total ou partiel des périmètres irrigués récemment créés autour des grands barrages, au plus grand désarroi des pouvoirs publics, les paysans préférant revenir à leur système agro-pastoral traditionnel centré autour du petit élevage extensif et des cultures pluviales de subsistance.

Évaluation du potentiel agroécologique des sols du Sertão brésilien

- 12 Nous examinons ici le potentiel agroécologique des sols du Sertão brésilien, dans l'optique d'une intensification durable des systèmes de production traditionnels de l'agriculture pluviale nordestine. Cela passe d'abord par une évaluation des potentialités des sols en termes de fertilité (Bulgakov, 2002), avant d'envisager les stratégies de gestion durable des sols adaptables au contexte socio-écologique du Sertão brésilien.

Matériel et méthodes

- 13 L'évaluation du potentiel agroécologique des sols du Sertão brésilien passe d'abord par l'analyse de la répartition de sa couverture pédologique, notamment dans ses relations avec la géomorphologie. Dans le Nordeste semi-aride à substratum majoritairement cristallin, la couverture pédologique dominante est constituée par des sols rouges à caractères fersiallitiques (Bétard, 2007), classés comme Luvisols (IUSS Working Group, 2006). Ces derniers sont des sols évolués qui occupent des lanières disjointes en situation de sommet plat d'interfluve, donc en position relativement préservée de l'érosion. À côté de ces sols évolués, on trouve aussi d'importantes superficies de Cambisols qui correspondent à des sols brunifiés et peu évolués, généralement localisés sur les versants et dans les zones d'entaille récente (Bétard, 2007). Les points bas de la topographie (axes de drainage) sont le domaine des Planosols et des Fluvisols dont les superficies sont beaucoup plus restreintes. Par leur situation topographique et leurs caractéristiques de répartition, les Luvisols et les Cambisols, qui sont le support actuel de la plupart des cultures pluviales dans le Sertão, constitueront ensemble la couverture pédologique de référence pour l'évaluation des potentialités des sols de la zone semi-aride.
- 14 Évaluer le potentiel agroécologique des sols nécessite ensuite de prendre en considération l'ensemble des propriétés du solum (Bulgakov, 2002). Il est ainsi possible de distinguer une « fertilité chimique » (capacité d'échange, teneur en bases échangeables...), une « fertilité physique » (stabilité de la structure, porosité...), une « fertilité biologique » (dynamique de la matière organique et activité de la microfaune du sol) et une « fertilité hydrique » (capacité de rétention en eau, réserve utile pour les plantes) (Baize, 2004). Une bonne appréciation de la fertilité des sols et de son évolution dans le temps doit aussi passer par la prise en compte des caractères pédogénétiques du sol et des effets de sa mise en valeur (Duchaufour, 2001). Grâce aux résultats d'une étude morphopédologique réalisée récemment dans le nord-est brésilien (Bétard, 2007), nous disposons aujourd'hui d'un meilleur aperçu de la fertilité des sols du Sertão semi-aride et, plus généralement, des potentialités globales du milieu. L'ensemble des méthodes et techniques de terrain et de laboratoire utilisées pour la sélection et caractérisation analytique des profils pédologiques a été présenté en détail par F. Bétard (2007). Les résultats

d'analyses de sols ont été complétés par les données pédologiques et agronomiques issues des travaux de J-C. Leprun (1985, 1994).

Résultats

15 Pour évaluer la richesse chimique des sols, G. Pédro (1982) puis G. Bourgeon et Y. Gunnell (1998) proposent de prendre en compte trois groupes essentiels de caractéristiques découlant directement de la genèse des sols : (1) la réserve minérale (présence ou non de minéraux primaires pas ou peu altérés) ; (2) la nature des minéraux argileux néoformés et leurs propriétés d'échange ; enfin (3) la nature des cations échangeables. Les résultats d'analyses de sols effectués sur deux profils représentatifs de la couverture pédologique dominante du Sertão semi-aride (Luvisols et Cambisols) nous donnent un bon aperçu de sa fertilité chimique, si l'on s'en tient aux trois critères énumérés ci-dessus. L'examen des résultats et des données montre que :

- la réserve minérale des Luvisols et des Cambisols est globalement importante, surtout lorsqu'on la compare à celle d'autres sols tropicaux, comme les Lixisols largement répandus en Afrique semi-aride et pauvres en minéraux altérables (Leprun, 1994). Les observations de terrain, couplées aux analyses micromorphologiques (Bétard, 2007), montrent l'abondance des feldspaths et des minéraux ferromagnésiens (biotite, grenat ou amphibole) au niveau des sols brun-rouge et des arènes de la zone semi-aride du Nordeste brésilien.
- La nature des minéraux argileux et leurs proportions respectives, telles qu'elles ont été déduites des analyses par diffraction des rayons X, montrent d'abord la prévalence des minéraux 2/1 dans les deux types de sols (smectite, illite et interstratifiés illite-smectite). À côté de ces argiles dominantes, on trouve des quantités notables de minéraux 1/1 désordonnés de la famille des kaolins. La dominance des argiles 2/1 est responsable des valeurs relativement élevées de la capacité d'échange cationique (CEC ; tableau 1). Rapportée à 1 kg d'argile, la CEC élevée de ces sols (>24 cmol(+)/kg d'argile) permet de les classer parmi les sols à argiles de haute activité (*high activity clay soils*), dont la fertilité chimique naturelle est réputée bonne.
- En ce qui concerne la nature des cations échangeables, les quantités élevées de calcium et de magnésium échangeables ainsi que les pH, proches de la neutralité, parfois légèrement alcalins en profondeur, sont des caractéristiques chimiques globalement favorables en termes de fertilité du sol (tableau 1). Ces sols ne présentent pas de problème d'acidification apparent, au regard des faibles quantités d'aluminium échangeable présentes dans le complexe absorbant.

Tableau 1 : Caractérisation de la fertilité chimique de deux profils représentatifs de la couverture pédologique du Sertão brésilien/Chemical fertility of two benchmark soil profiles of semiarid Northeast Brazil

Profondeur (cm)	pH H ₂ O	C org. %	Argile %	Cations échangeables					CEC*	
				Ca	Mg	Na	K	Al	(1)	(2)
CA1 – 4° 22' S, 39° 18' W – Ceará, Brésil – <i>Haplic Luvisol (chromic)</i>										
0-40	6,2	0,55	19,5	5,8	3,0	0,02	0,01	0,00	11,16	57,22
40-75	6,2	0,60	43,7	6,6	5,1	0,02	0,00	0,02	19,16	43,85
75-120	6,4	0,18	28,2	7,4	6,1	0,07	0,00	0,05	20,57	72,76
RE1 – 4° 07' S, 38° 45' W – Ceará, Brésil – <i>Haplic Cambisol (eutric)</i>										
0-25	6,3	0,60	12,9	1,5	1,6	0,00	0,00	0,12	6,29	48,74
25-50	6,7	0,22	36,4	3,8	7,1	3,43	0,00	0,09	17,51	48,09

*CEC (capacité d'échange cationique) mesurée à l'acétate d'ammonium à pH 7 et exprimée (1) en cmol(+).kg⁻¹ de terre fine et (2) en cmol(+).kg⁻¹ d'argile. Système de classification des sols utilisé : *World Reference Base for soil resources* (IUSS Working Group, 2006).

16 Au total, si l'on se base sur les trois critères retenus, les Luvisols et les Cambisols de la zone semi-aride du Sertão présentent donc une fertilité chimique élevée, surtout lorsqu'on la

compare à celle d'autres sols tropicaux, comme les Lixisols de l'Afrique de l'Ouest à climat similaire. Ce premier constat positif ne s'arrête pas à la richesse chimique du sol, puisque les effets d'une mise en culture semblent bénéficier globalement d'un diagnostic favorable pour le maintien de la fertilité du sol dans son ensemble. En effet, alors que les Luvisols et les Cambisols ne voient pas leurs propriétés chimiques profondément altérées par suite d'une mise en culture, même assez intensive (Leprun, 1994), l'apparition d'aluminium échangeable qui accompagne la baisse du pH dans de nombreux Lixisols africains explique la chute des rendements agricoles après une culture continue sur plusieurs années (Bourgeon et Gunnell, 1998). L'érosion des horizons superficiels, si elle a lieu, ne constitue pas non plus un handicap fondamental, compte tenu du maintien de bons paramètres chimiques avec la profondeur (tableau 1). Les carences en azote et en phosphore, facilement remédiables, sont par ailleurs un trait commun à la plupart des Luvisols des tropiques semi-arides (FAO, 1974 ; Bourgeon, 1987).

- 17 Le taux de matière organique de ces sols est faible (tableau 1), ce qui n'a rien d'étonnant dans cette région semi-aride où le processus d'humification est rapidement bloqué par le stress hydrique de la longue saison sèche. Sous végétation naturelle (*caatinga* ou forêt sèche décidue), ce taux peut néanmoins atteindre 5 % dans les horizons de surface, mais baisse assez rapidement après la mise en culture (jusqu'à 1 % et moins ; Leprun, 1994) ; ces taux restent néanmoins largement supérieurs à ceux des Lixisols développés sous steppe ou savane.
- 18 Les propriétés physiques des Luvisols et des Cambisols du Sertão sont aussi jugés de qualité satisfaisante (bonne stabilité structurale et bonne perméabilité ; Leprun, 1994). Leur structure aérée, particulière à grumeleuse dans les horizons organiques, contraste avec celle de nombreux Lixisols africains à structure lamellaire et compacte au niveau des premiers centimètres du sol, les rendant particulièrement sensibles à la battance. De telles croûtes de battance sont exceptionnelles par leur rareté sur les superficies cultivées du Nordeste semi-aride. Corrélativement, les manifestations visibles de l'érosion des sols, comme le ravinement, sont rares dans les paysages nordestins, et la dégradation physique des sols ne représente donc pas une menace réelle dans les conditions d'une agriculture traditionnelle telle qu'elle est pratiquée dans la plaine semi-aride du Sertão.
- 19 Enfin, le potentiel hydrique de ces sols apparaît contrasté : alors qu'ils disposent d'une faible réserve utile pour les plantes (généralement comprise entre 50 et 70 mm pour les Luvisols et les Cambisols), qui ne leur permet pas la culture en dehors de la saison des pluies sans apport par irrigation, un taux d'infiltration satisfaisant dans les horizons superficiels et une bonne capacité de rétention en eau, autorisée par des quantités importantes de minéraux smectitiques, permettent d'atténuer le stress hydrique de la longue saison sèche, relativement à de nombreux Lixisols de nature kaolinique.
- 20 En définitive, c'est l'ensemble des propriétés physico-chimiques, biologiques et hydriques des Luvisols et des Cambisols qui semble bénéficier d'un diagnostic globalement favorable du point de vue de leur fertilité, et donc de leurs potentialités. Cette fertilité naturelle, qui reste bonne même après mise en culture, invite une nouvelle fois à nuancer (cf. Gunnell, 1997) les propos souvent pessimistes de nombreux agronomes et géographes quand il est question des potentialités agricoles des sols tropicaux développés sur socle cristallin. Les couvertures de Luvisols et de Cambisols largement répandues sur le bouclier semi-aride du Nordeste brésilien en constituent de remarquables contre-exemples, et permettent à présent de discuter des pratiques agroécologiques envisageables dans ces conditions de bonne fertilité initiale du sol.

Discussion

Expériences passées en matière d'agroécologie dans le nordeste brésilien

- 21 L'agroécologie a pour but de concilier le développement agricole, la gestion durable des ressources naturelles et la sécurité alimentaire, singulièrement dans les pays émergents ou en développement (Altieri, 2002 ; Uphoff, 2002). La voie d'un développement durable de l'agriculture nordestine par les pratiques agroécologiques n'est pas nouvelle (cf. les

travaux en coopération franco-brésilienne CIRAD/EMPRAPA depuis une vingtaine d'années, synthétisés par L. Silveira *et al.*, 2002), mais les innovations ont essentiellement porté sur la gestion et la valorisation agroécologique du couvert forestier et de la biomasse (Andrieu et Tonneau, 2007 ; Vasconcelos et Araujo, 2007) : optimisation des fonctions de l'arbre pour la production de bois, modification contrôlée de l'architecture de la végétation pour favoriser les espèces fourragères compte tenu d'une orientation marquée vers l'élevage, mise en œuvre de modes de production agroforestiers nouveaux autour de la *caatinga* (développement des espèces fruitières et médicinales, notamment), réintroduction de l'arbre dans les espaces défrichés ou en voie de désertification, etc.

- 22 Plus récemment, la voie d'une transition agroécologique dans le Semi-aride brésilien a également été soutenue par des réseaux d'associations de cultivateurs, d'ONGs et de chercheurs autour de la gestion de l'eau, en promouvant l'abandon des techniques modernes autour des grands projets hydrauliques (comme le projet pharaonique de « transposição » des eaux pérennes du Rio São Francisco vers le bassin du Rio Jaguaribe), au profit de stratégies plus locales de gestion de l'eau, plus respectueuses de l'environnement et mieux adaptées aux conditions socio-territoriales (exemple du réseau « Articulation du Semi-aride » fondé en 1999, ayant contribué au lancement des programmes « un million de citernes rurales » et « 1 terre 2 eaux » ; Piraux *et al.*, 2010).
- 23 Dans un cas comme dans l'autre, les expériences passées ont montré que la réussite d'une transition agroécologique n'était possible que si les propositions techniques tenaient compte des spécificités des systèmes de production existants (notamment de la disponibilité en main d'œuvre et en surfaces cultivables) et de la nécessité de valoriser les savoirs et savoir-faire traditionnels des paysans (Andrieu et Tonneau, 2007 ; Piraux *et al.*, 2010). Les leçons des expériences agroécologiques passées doivent donc servir à mieux concevoir et à évaluer la faisabilité des propositions de gestion agroécologique des sols, notamment dans le contexte d'abondance des terres cultivables et de faibles densités démographiques du Sertão brésilien.

Possibilités, défis et obstacles à une gestion agroécologique des sols dans le Sertão brésilien

- 24 Outre la lutte contre la sécheresse (gestion agroécologique de l'eau) et contre le déboisement de la *caatinga* (gestion agroécologique de la biomasse), une alternative de développement agricole dans le Sertão brésilien repose donc sur la proposition d'un mode de gestion agroécologique du sol, dont on a vu que la fertilité était initialement bonne. Cette proposition vise principalement à promouvoir le potentiel de développement de l'agriculture pluviale dans le Nordeste semi-aride, actuellement insuffisamment productive et faiblement intégrée au marché, en pratiquant une meilleure gestion conservatoire de la fertilité du sol. Les principaux problèmes à corriger ou à améliorer en matière de gestion des sols sont : (1) la pauvreté du sol en matière organique, qui peut être aisément corrigée par l'apport d'engrais naturels d'origine organique ; (2) la sécheresse du sol en dehors des périodes pluvieuses, qui peut être améliorée par des pratiques de gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle cultivée ; (3) l'érosion du sol sur pente forte, facilement remédiable par des pratiques anti-érosives éprouvées.
- 25 L'une des pratiques agroécologiques les plus efficaces et actuellement les plus employées, qui permettrait de corriger au moins partiellement les trois problèmes mentionnés plus haut, consiste à utiliser le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV : AFD/MAE/FFEM/CIRAD, 2006). Dans ce mode de gestion conservatoire, le sol n'est jamais labouré et une couverture morte (le *mulch* des anglo-saxons) est maintenue en permanence. Dans le contexte du Nordeste, un tel paillage pourrait être aisément réalisé à l'aide des résidus de cultures ou de matériaux prélevés sur les végétaux natifs (feuilles de palmiers carnaúba, *Copernicia cerifera*, présents dans tous les bas-fonds humides du Sertão). Grâce à cette pratique agroécologique simple d'application et peu onéreuse, les débris végétaux qui constituent le paillage naturel assurent une bonne protection du sol contre l'érosion et limitent l'apparition des mauvaises herbes. En maintenant une bonne humidité, ce paillage limite également les besoins en arrosage. Enfin, la couverture permanente du sol contribue à la séquestration du carbone et favorise l'activité biologique du sol : après la récolte, les débris végétaux s'incorporent

au sol sous forme d'humus et permettent d'améliorer la richesse organique des horizons pédologiques de surface. La technique des SCV peut être appliquée sur des sols qui sont déjà en exploitation agropastorale ou dégradés. Au-delà des bénéfices environnementaux, les avantages économiques sont également concrets et visibles, avec des rendements et des récoltes améliorées en quantité et en qualité. Les principales limitations sont d'ordre opérationnel (Séguy *et al.*, 2008) et sont liés au surplus de main d'œuvre ou de travail nécessaire à la maintenance des couvertures végétales sur le sol. Un autre frein, d'ordre social celui-là, peut aussi être lié à la capacité d'adoption des SCV par les petits agriculteurs familiaux et à la difficulté de passer d'une « agriculture de tradition » à une « agriculture d'innovation » (AFD/MAE/FFEM/CIRAD, 2006), surtout dans le contexte d'insécurité foncière qui caractérise le Nordeste. Les facteurs de succès dans la région reposent probablement en grande partie sur la capacité de diffusion des SCV à partir des réseaux d'agriculteurs, de chercheurs et d'ONGs récemment institutionnalisés (Piroux *et al.*, 2010).

26 D'autres pratiques agroécologiques peuvent être utilisées au cas par cas, à moduler en fonction des conditions écologiques et socio-territoriales. Pour améliorer la richesse organique et la biostructure du sol, une fertilisation au moyen d'engrais verts et de produits de compostage, qui constituent des techniques de préparation peu coûteuses, peut être facilement utilisée par les paysans les plus pauvres. Par ailleurs, un transfert de fertilité entre élevage et agriculture pluviale apparaît techniquement possible, les engrais organiques d'origine animale (fumiers, lisiers) pouvant servir à régénérer la matière organique des sols cultivés. Grâce à des rendements améliorés, l'apport de fertilisants d'origine naturelle permettrait aux petits exploitants de s'assurer des rendements supérieurs et des revenus décents, tout en préservant l'agroécosystème dans lequel ils vivent. Cependant, l'adoption de telles pratiques par les agriculteurs ne va pas de soi, et peut se heurter dans le Sertão à la séparation actuelle des productions animale et végétale sur le territoire.

27 Actuellement, l'absence d'apports de fertilisants et la rotation limitée des cultures s'expliquent surtout par le fait que la fertilité du sol n'est pas considérée comme une contrainte majeure dans les représentations des paysans du Sertão. Au-delà des améliorations possibles qui ont été exposées en matière de fertilité biologique, c'est surtout le problème de l'eau qui revient au premier plan dans les discours des paysans, en raison de l'impact socio-environnemental et médiatique des sécheresses dans le Nordeste. Des aménagements multifonctionnels, pour lutter contre l'érosion des sols cultivés et mieux réceptionner les eaux de pluie, existent et ont été testés dans maintes régions semi-arides du monde dotées de systèmes morphopédologiques comparables (Inde du Sud : Gunnell, 2000 ; Afrique du Nord : Roose *et al.*, 2008) : diguettes, microbarrages, digues filtrantes, haies d'arbres et de légumineuses... L'objectif de tels aménagements, outre leur vocation anti-érosive, est d'éviter le ruissellement et de retenir l'eau dans les parcelles cultivées, pour permettre une meilleure infiltration et une humidité prolongée du sol. En conséquence, ils permettent en même temps une meilleure recharge des nappes phréatiques, et donc une utilisation plus longue des puits pour des apports d'eau d'appoint aux cultures pluviales pendant les périodes de stress hydrique.

28 Sur les versants cultivés en pentes fortes (parfois supérieures à 60 %), fréquents sur les escarpements montagneux qui interrompent localement la plaine semi-aride du Sertão, le problème de l'érosion accélérée du sol devient souvent le principal handicap à corriger, car les pluies sont souvent plus abondantes et plus intenses avec les effets de l'ascendance orographique. Dans toute la région du Nordeste, la pratique culturelle dominante repose sur une préparation du sol et des semis dans le sens de la plus grande pente, y compris sur les versants les plus déclives. Dans ces conditions, les pratiques culturelles anti-érosives à conseiller sont le travail du sol selon les courbes de niveau (semis direct ou billons isohypses), qui permettent de réduire considérablement les pertes en terre et en eau (Leprun, 1985). Des structures antiérosives peuvent être ajoutées dans les secteurs les plus menacés, avec l'installation de cordons isohypses de végétation permanente (bandes enherbées et boisées), dont l'efficacité n'est plus à démontrer en matière de lutte anti-érosive. Si les bénéfices des aménagements anti-érosifs sont incontestables, leur mise en place et leur entretien peuvent entraîner pour les agriculteurs un accroissement du temps de travail et des risques de difficultés techniques qui

devront être mesurés dans le contexte de faible quantité de main d'œuvre qui caractérise le Sertão.

- 29 L'ensemble de ces stratégies et pratiques basées sur un principe de gestion durable des sols peut permettre aux agriculteurs familiaux de s'adapter et de devenir plus résistants face aux sécheresses, en conservant mieux la fertilité du sol et les eaux de pluie sur les parcelles cultivées, en accroissant de manière corrélative la production de biomasse, et donc en renforçant la sécurité alimentaire dans la plaine semi-aride du Sertão. Le maintien des savoir-faire paysans traditionnels et la préservation des agroécosystèmes sont un autre trait spécifique au mode de gestion agroécologique des sols et des milieux. Cependant, nous l'avons signalé à plusieurs reprises les propositions techniques de gestion agroécologique peuvent se heurter à diverses barrières culturelles et sociales, potentiellement importantes dans les sociétés paysannes du Sud, et notamment dans le Sertão. L'adoption de telles pratiques demande en effet des changements majeurs de la part des agriculteurs, tant à l'échelle de l'exploitation individuelle de la parcelle qu'à celle de l'organisation collective du terroir.

Conclusion

- 30 La confrontation entre les pratiques agropastorales actuelles et le potentiel agroécologique des sols laisse entrevoir une grande marge de manœuvre dans les objectifs de développement agricole durable du Sertão, car les améliorations possibles sont nombreuses et flexibles. Dans le contexte régional, les scénarios agroécologiques de gestion du sol ont pour objectifs principaux de mieux recycler la matière organique des sols, d'atténuer l'impact des sécheresses par une meilleure conservation de l'eau à l'échelle de la parcelle cultivée, et de protéger la couverture pédologique contre les risques d'érosion accélérée sur les pentes fortes. Toutes ces pratiques agroécologiques ont pour but ultime d'améliorer les rendements des cultures pluviales et de réduire la variabilité même de ces rendements, tout en respectant l'équilibre fragile des écosystèmes semi-arides et les savoir-faire paysans traditionnels. L'agroécologie au service du développement de l'agriculture pluviale, en tant qu'alternative au modèle de modernisation agricole via l'irrigation, est une idée qui nous paraît séduisante, même si le problème de la capacité sociale des agriculteurs à accepter l'innovation peut localement se poser.
- 31 Outre les améliorations possibles des systèmes d'agriculture pluviale, le développement agricole durable du Sertão doit aussi s'appuyer sur les possibilités agroécologiques d'intensification des systèmes de production liés à l'élevage, omniprésent et actuellement en plein développement (Caron, 2006). Cela passe par le développement de cultures fourragères (en systèmes de décrue et en cultures de *sítio*) et de pâturages semés sur les meilleurs sols, les plus profonds et les mieux situés topographiquement, notamment dans les *Brejos* ou les *Chapadas* à bilan hydrique plus favorable (Le Houérou, 2006 ; Bétard, 2008). La combinaison des cactus inermes fourragers, déjà utilisés de manière traditionnelle, avec d'autres aliments de plus haute valeur nutritive, comme certains résidus agricoles et/ou agro-industriels (canne à sucre, ricin), offrent également des alternatives agroécologiques durables face à la dégradation des terres de la *caatinga*.
- 32 Dans tous les cas, afin de concrétiser le fort potentiel agroécologique que recèle le Sertão brésilien, les décideurs doivent déplacer les investissements consentis pour les projets de modernisation, souvent voués à l'échec, en direction de nouveaux projets de gestion durable des terres basés sur le modèle agroécologique. Cela suppose au préalable de sensibiliser davantage les différentes parties prenantes – politiques et paysans – aux bénéfices et aux bienfaits des pratiques agroécologiques pour régler le problème de la sécurité alimentaire et pour diminuer les risques environnementaux, qui constituent là deux des principaux enjeux du XXI^e siècle dans un pays émergent comme le Brésil.

Bibliographie

AFD/MAE/FFEM/CIRAD, 2006. *Le Semis Direct sur couverture végétale permanente (SCV). Une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud*, Paris, AFD, 68 p.

- ALTIERI M. A., 2002. Agroecology : the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 93, p. 1-24.
- ANDRIEU N., TONNEAU J.-P., 2007. Gestion agroécologique de la caatinga pour les agriculteurs familiaux du Sertão : une alternative à sa désertification ?, *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 293, n° 3, p. 9-21.
- BAIZE D., 2004. *Petit lexique de pédologie*, Paris, INRA Éditions, 271 p.
- BÉTARD F., 2007. *Montagnes humides au cœur du Nordeste brésilien semi-aride : le cas du massif de Baturité (Ceará). Apports d'une approche morpho-pédologique pour la connaissance et la gestion des milieux*, Thèse de Doctorat, Université Paris-Sorbonne, 442 p.
- BÉTARD F., 2008. Montagnes humides au cœur du Nordeste brésilien semi-aride : « montagnes-refuges » et châteaux d'eau, *Norois*, vol. 207, n° 2, p. 35-53.
- BÉTARD F., GUNNELL Y., BOURGEON G., sous presse. Systèmes morphopédologiques et gestion de l'eau dans le nord-est du Brésil et le sud de l'Inde : une approche comparative et multi-échelles, dans BART F. (éd.), *Natures tropicales : enjeux actuels et perspectives*, Pessac, Presses Universitaires de Bordeaux, coll. « Espaces Tropicaux ».
- BOURGEON G., 1987. Les "sols rouges" des régions semi-arides du Sud de l'Inde. II – Potentialités, rôle dans les systèmes agraires, *L'Agronomie Tropicale*, vol. 42, n° 3, p. 165-170.
- BOURGEON G., GUNNELL Y., 1998. Évolution des continents, géographie des sols et potentialités globales, *Actes du 16^e Congrès Mondial de Science du Sol*, Montpellier (France), 20-26 août 1998, CD-ROM.
- BROWN M. E., FUNK C. C., 2008. Food security under climate change, *Science*, vol. 319, p. 580-581.
- BULGAKOV D. S., 2002. A concept of agroecological assessment of soils of cultivated lands, *Eurasian Soil Science*, vol. 35, n° 6, p. 630-633.
- CARON P., 2006. Élevage et semi-aride brésilien : immobilisme proclamé et mutations intenses, *Sécheresse*, vol. 17, n° 1-2, p. 288-294.
- DANTAS E. W. C., 2008. Les mutations du Nordeste du Brésil, *Hérodote*, vol. 131, n° 4, p. 137-155.
- DUCHAUFOUR P., 2001. *Introduction à la science du sol. Sol, végétation, environnement, 6^e édition*, Paris, Dunod, 331 p.
- DUROUSSET E., COHEN M., 2000. Exclusion sociale et gestion des ressources hydriques : le double défi des politiques de développement dans la zone semi-aride du Brésil, *Nature, Sciences, Sociétés*, vol. 8, n° 2, p. 17-30.
- FAO, 1974. *Carte mondiale des sols au 1/5 000 000, feuille Amérique du Sud*, Paris, Unesco, 229 p.
- GRIFFON M., 2010. *Pour des agricultures écologiquement intensives*, La Tour-d'Aigues, L'Aube, 112 p.
- GUNNELL Y., 1997. Comparative regional geography in India and West Africa. Soils, landforms and economic theory in agricultural development strategies, *Geographical Journal*, vol. 163, n° 1, p. 38-46.
- GUNNELL Y., 2000. Érosion des sols cultivés et gestion conservatoire de l'eau dans les milieux de bouclier semi-aride : originalité de l'Inde du Sud au sein de la zone intertropicale, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n° 3, p. 191-202.
- IUSS Working Group WRB, 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006. 2nd edition*, Rome, World Soil Resources Report n° 103, FAO, 128 p.
- LE HOUÉROU H. N., 2006. Le milieu naturel, la végétation, les parcours, le bétail et la stratégie antisécheresse dans le Nordeste brésilien, *Sécheresse*, vol. 17, n° 1-2, p. 275-287.
- MOLLE F., 1991. *Caractéristiques et potentialités des « açudes » du Nordeste brésilien*, Thèse de Doctorat, Université Montpellier 2, 380 p.
- LEPRUN J.-C., 1985. La conservation et la gestion des sols dans le Nordeste brésilien. Particularités, bilans et perspectives, *Cahiers ORSTOM, série pédologie*, vol. 21, n° 4, p. 257-284.
- LEPRUN J.-C., 1994. Effets de la mise en valeur sur la dégradation physique des sols. Bilan du ruissellement et de l'érosion de quelques grands écosystèmes brésiliens, *Étude et gestion des sols*, n° 1, p. 45-65.
- PÉDRO G., 1982. Pédogenèse et richesse chimique du milieu, *Bulletin Technique d'Information*, n° 370-372, p. 547-553.
- PIRAUX M., SILVEIRA L., DINIZ P. et DUQUE G., 2010. La transition agroécologique comme une innovation socio-territoriale. Le cas du territoire de la Borborema dans le Semi-aride brésilien, *ISDA 2010*, Montpellier, 9 p.

- ROOSE E., ALBERGEL J., DE NONI G., LAOUINA A. et SABIR M., 2008. *Efficacité de la gestion de l'eau et de la fertilité des sols en milieux semi-arides*, Paris, Éditions des Archives Contemporaines, 402 p.
- SABOURIN E. et CARON P., 2001. Origine et évolution de l'agriculture familiale dans le Nordeste semi-aride, dans CARON P. et SABOURIN E. (dir.), *Paysans du Sertão. Mutations des agricultures familiales dans le Nordeste du Brésil*, Montpellier, CIRAD, coll. « Repères », p. 17-30.
- SABOURIN E. et TRIER R., 2001. Gestion de l'eau en système pluvial, dans CARON P. et SABOURIN E. (dir.), *Paysans du Sertão. Mutations des agricultures familiales dans le Nordeste du Brésil*, Montpellier, CIRAD, coll. « Repères », p. 91-106.
- SEGUY L., BOUZINAC S. (dir.), 2008. *La symphonie inachevée du Semis Direct dans le Brésil Central*. Document CIRAD obtenu sur le site [<http://agroecologie.cirad.fr>], 214 p.
- SILVEIRA L., PETERSEN P., SABOURIN E. (dir.), 2002. *Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido : avanços a partir do agreste de Paraíba*, Rio de Janeiro, AS-PTA, 356 p.
- SWAMINATHAN M. S., 2007. Can science and technology feed the world in 2025?, *Field Crops Research*, vol. 104, p. 3-9.
- UPHOFF N. (dir.), 2002. *Agro-ecological Innovations : Increasing Food Production with Participatory Development*, Londres, Earthscan Pub., 325 p.
- VASCONCELOS H. et ARAUJO M. R., 2007. O uso de inovações na transição de sistemas tradicionais de produção do semi-árido do Nordeste : alguns dilemas, *Revista Brasileira de Agroecologia*, vol. 2, n° 2, p. 58-61.
- WEZEL A., BELLON S., DORÉ T., FRANCIS C., VALLOD D. et DAVID C., 2009. Agroecology as a science, a movement or a practice. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 29, p. 503-515.

Pour citer cet article

Référence électronique

François Bétard, « De la gestion traditionnelle des terres à la gestion agroécologique des sols dans le Sertão brésilien : la clé d'un développement agricole durable ? », *Norois* [En ligne], 218 | 2011/1, mis en ligne le 30 juin 2013, consulté le 17 décembre 2012. URL : <http://norois.revues.org/3569> ; DOI : 10.4000/norois.3569

Référence papier

François Bétard, « De la gestion traditionnelle des terres à la gestion agroécologique des sols dans le Sertão brésilien : la clé d'un développement agricole durable ? », *Norois*, 218 | 2011, 57-71.

À propos de l'auteur

François Bétard

PRODIG UMR CNRS 8586 (université Paris-Diderot, Sorbonne Paris Cité), 5 rue Thomas-Mann – 75 205 Paris cedex 13, France francois.betard@univ-paris-diderot.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

Dans le Nordeste brésilien semi-aride, le système agro-pastoral traditionnel repose depuis la colonisation du Sertão sur l'association élevage extensif/agriculture pluviale, même si des mutations importantes sont aujourd'hui perceptibles. Les pratiques et stratégies de gestion des terres sont restées peu développées et ont été principalement conçues pour faire face, tant bien que mal, à l'instabilité climatique et au problème majeur de la sécheresse qui

sévit périodiquement dans le Nordeste. Après une présentation des pratiques actuelles de gestion traditionnelle des terres dans le Sertão brésilien, l'article propose une évaluation du potentiel agroécologique des sols de la zone semi-aride en se basant essentiellement sur des critères agronomiques. Les résultats des analyses pédologiques montrent que les sols du Sertão semi-aride présentent globalement des réserves minérales importantes, des argiles de haute activité et des teneurs élevées en bases échangeables, auxquelles s'ajoutent de bonnes propriétés physiques. De telles conditions initiales de bonne fertilité permettent d'envisager le développement de pratiques agroécologiques de gestion du sol dans une optique de développement agricole durable, à condition de tenir compte des particularités socio-territoriales régionales et locales, et de valoriser les savoir-faire traditionnels des agriculteurs familiaux susceptibles de bénéficier des innovations techniques proposées.

In semiarid Northeast Brazil (or "Sertão"), traditional farming is based on agropastoral systems combining livestock husbandry and rain fed agriculture (corn, beans and manioc), even if significant changes are nowadays visible. The conservation practices and strategies to combat soil erosion, preserve soil fertility or save rainwater have remained undeveloped. All strategies observed in traditional land management were primarily conducted to attenuate the effects of climatic variability and severe droughts, which periodically affect the semiarid region of Northeast Brazil (e.g. construction of land dams, production of forage cactus, in order to guarantee cattle drinking and feeding during dry periods). After a presentation of current practices of traditional land management in the Brazilian Sertão, this paper proposes an assessment of the agroecological potential of the semi-arid soils, mainly based on agronomic criteria. The results of soil analyses show that the Luvisols and Cambisols globally have significant mineral reserves, high-activity-clays and high levels of exchangeable bases, coupled with good physical properties. Such conditions of high natural fertility allow envisaging the development of agroecological soil management practices in a perspective of sustainable agricultural development, with the condition to take into consideration the socio-territorial peculiarities, and to enhance traditional abilities of smallholders who are likely to benefit from the technical innovations.

Entrées d'index

Mots-clés : gestion des sols – élevage – agriculture pluviale – potentialités des sols – agroécologie – zone semi-aride – Nordeste brésilien

Keywords : soil management – livestock husbandry – rain fed agriculture – soil fertility – agroecology – semiarid tropics – Northeast Brazil