Mary of the section

SYSTÈMES PÉDOLOGIQUES ET SYSTÈMES AGRAIRES : LA RENCONTRE ENTRE DEUX TEMPS.

### Systèmes pédologiques et systèmes agraires : la rencontre entre deux temps.

Mireille DOSSO,
Estelle BOUSQUET,
Michèle DAVERAT,
Sophie HOLVECK,
Olivier PHILIPPON,
Philippe JOUVE,
Alain RUELLAN,
Pierre CURMI,
Michel GRIMALDI,
Fatima GUIMARAES,
Ricardo RALISCH

#### Introduction

Quel que soit le territoire concerné, sa mise en valeur agricole peut être perçue comme une intervention de l'Homme sur une couverture pédologique ayant son organisation propre (structure et fonctionnement). Cette intervention de l'Homme, sur une structure et un fonctionnement pédologiques qui lui sont antérieurs, ne peut que les modifier : cette action, spatialement définie, est une rencontre entre deux temps différents. Et l'étude des conséquences de cette action, à la fois sur le système pédologique et sur le système agraire, est au coeur de l'étude de la durabilité du système agraire.

#### 1. Le principe de l'étude

Pour l'étude de cette interaction Homme/Sol, nous disposons à l'heure actuelle de deux approches scientifiques récentes : l'approche "système agraire" et l'approche "système pédologique". Tandis que le concept de système agraire permet d'analyser à la fois la diversité régionale des modes d'exploitation agricole d'un milieu et sa dynamique (Jouve, 1992), le concept de système pédologique permet d'analyser à la fois la diversité régionale des modes d'organisation de la couverture pédologique et sa dynamique (Ruellan, Dosso; 1993). Or, si l'approche "système agraire" est de plus en plus souvent utilisée, l'approche "système pédologique" l'est encore peu. C'est pourquoi nous proposons, sur la base de deux exemples, de montrer la nécessité et l'intérêt d'une double approche système pédologique /système agraire pour l'analyse et la compréhension des interactions Homme/Sol, dans l'espace et dans le temps.

#### 2. Les approches « système pédologique » et « système agraire »

#### Définition d'un système

Un système se définit par sa structure (son organisation) et son fonctionnement ... qui en retour agit sur la structure, qui donc influe sur son fonctionnement, etc ... Cette transfor-





Fonds Documentaire IRD Cote: B \times 22634 Ex: \( \)

MIREILLE DOSSO, ESTELLE BOUSQUET, MICHÈLE DAVERAT, SOPHIE HOLVECK, OLIVIER PHILIPPON, PHILIPPE JOUVE, ALAIN RUELLAN, PIERRE CURMI, MICHEL GRIMALDI, FATIMA GUIMARAES, RICARDO RALISCH

mation interne, permanente, est inhérente au fonctionnement du système, et induit son « auto-évolution ». C'est le développement du système ; à terme il peut conduire à sa disparition. D'autre part, les éléments extérieurs au système peuvent aussi influer sur son fonctionnement, et réciproquement. Cette description de l'évolution d'un système, schématisée Figure 1 s'applique aussi bien à celle du système pédologique qu'à celle du système agraire.

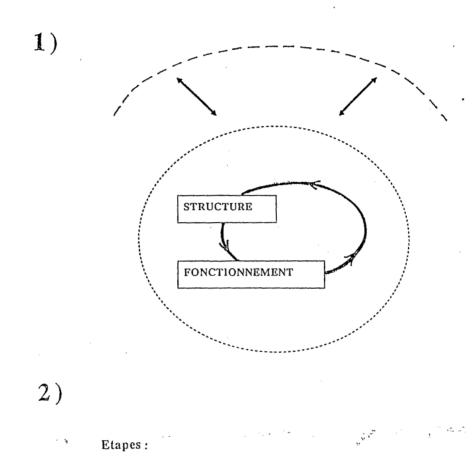


Figure 1 : 1) : schéma général d'un système évoluant à facteurs externes constants ; 2) : représentation dans le temps des différentes étapes de son évolution



#### SYSTÈMES PÉDOLOGIQUES ET SYSTÈMES AGRAIRES LA RENCONTRE ENTRE DEUX TEMPS.

#### Système pédologique : réalité et concept

A l'échelle d'un paysage, une couverture pédologique n'est jamais homogène. Pour comprendre son organisation, l'étude des différents types de séquence (succession des volumes de sol de l'amont vers l'aval) est indispensable (Figure 2). Or souvent, les différents types de séquences observés correspondent aux différentes étapes de la différenciation d'une même couverture pédologique initiale. En effet, à roche-mère équivalente, dans un même paysage, les sols, bien qu'ayant des morphologies très différentes, peuvent n'être que les différentes étapes d'une même histoire ( les étapes 1, 2, 3 ... de la Figure 1) : tous les sols d'un même paysage n'ont pas le même âge, et la logique historique permet ainsi d'expliquer une grande partie de la variabilité spatiale.

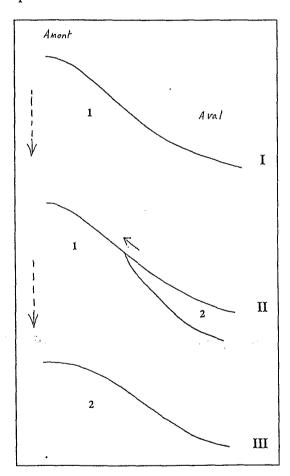


Figure 2: Un exemple de système pédologique décrit par un ensemble de trois séquences de sols: I, II et III. I, II et III représentent, dans l'ordre, les trois étapes successives de la transformation d'une même couverture pédologique, dans laquelle, ici, le volume 2 se développe aux dépens du volume 1. Dans l'espace, on peut observer les trois types de séquences; mais selon l'évolution de la transformation, on aura une dominance du type I, du type II ou de type III: c'est donc sur la base d'un travail cartographique que l'on évalue l'étape de l'évolution du système



Un système pédologique est donc tout à la fois une réalité et un concept. La réalité, c'est l'ensemble des différents volumes de la couverture pédologique liés par une même dynamique évolutive ; le concept : c'est celui qui permet de décrire et d'analyser à la fois la diversité régionale des différents types de sol et leur dynamique.

La notion de système pédologique va de pair avec celle de la transformation de la couverture pédologique; en l'absence de pertubations extérieures (changements tectoniques, climatiques, etc...), la transformation naturelle d'une couverture pédologique est en général celle d'une perte progressive de matière qui conduit in fine à sa disparition. Cette dynamique (pédogenèse appauvrissante) est particulièrement intéressante à connaître en vue de l'utilisation du milieu par l'Homme.

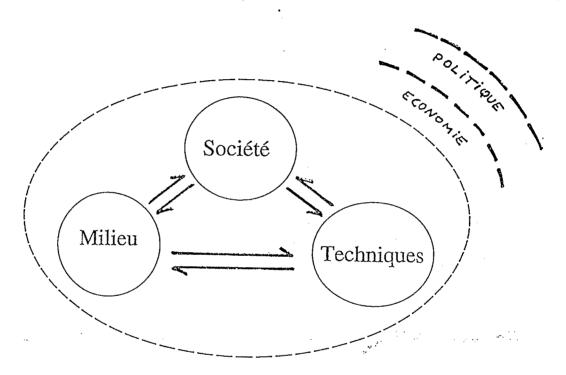


Figure 3 : Le schéma général d'un système agraire

#### Système agraire : réalité et concept

La Figure 3 schématise la réalité d'un système agraire à partir des trois pôles qui le constituent : le milieu mis en valeur, la société qui l'exploite, et ses acquis techniques ; son fonctionnement, à une époque donnée, résulte des interactions qui s'établissent entre les caractéristiques bio-écologiques de l'espace concerné, les caractéristiques socio-économiques de la société qui exploite cet espace, et de ses acquis techniques (Jouve, 1988).



#### SYSTÈMES PÉDOÉOGIQUES ET SYSTÈMES AGRAIRES : LA RENCONTRE ENTRE DEUX TEMPS.

Dans une même zone géographique on peut trouver différents types de mise en valeur qui correspondent en fait à différentes étapes du développement d'un même système agraire : ainsi, de la même manière que pour les systèmes pédologiques, c'est l'espace qui permet d'accéder au temps ; mais un temps à échelle humaine cette fois.

#### Interactions système pédologique/système agraire : la rencontre entre deux temps

Lorsque l'Homme décide de mettre en valeur un milieu, la couverture pédologique peut être à des étapes différentes de son évolution : les deux situations commentées ici sont notées 1 et 2 Figure 4 :

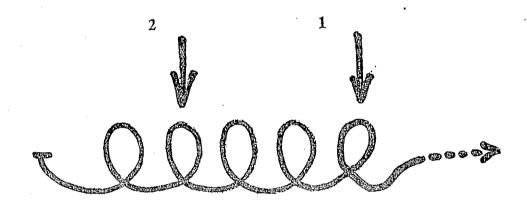


Figure 4 : Schéma de la rencontre entre deux temps : celui de la dynamique de la couverture pédologique, et celui de l'Homme et du début de ses interventions. (1, 2)

- 1: Si l'Homme intervient à l'étape finale de l'évolution d'une couverture pédologique, la durabilité de sa mise en valeur est fortement compromise. Malheureusement, il existe de tels exemples, actuels et dramatiques : c'est le cas de mises en valeurs agricoles récentes à Kalimantan (Indonésie) suite à une politique de transmigration ; c'est aussi le cas de mises en valeur agricoles récentes en situation de front pionnier en Amazonie brésilienne. Les études agro-économiques a posteriori ne changent rien à la situation. Dans l'un et l'autre cas, la responsabilité n'incombe en rien aux agriculteurs, mais à ceux qui, sans connaissance préalable du milieu prennent la décision de les faire venir.
- 2 : A priori, ce type de situation est plus compatible avec la pratique d'une agriculture durable : le potentiel de fertilité existe ençore. Mais tout dépend des modes d'intervention de l'Homme :
- si, culturellement parlant, l'Homme a dans ses bagages une conscience et une volonté de gestion patrimoniale de la terre, la durabilité est probable ;
- mais si l'Homme a plutôt une culture de pionnier, de défricheur, de cueilleur de fertilité en quelque sorte, ... alors, là aussi, la mise en valeur agricole, selon les moyens techniques disponibles, selon les densités de population ... risque d'avoir une durée de vie limitée ;
- et puis, l'Homme peut surimposer au système tout entier une nouvelle dynamique ....



#### 3. Les deux exemples

Premier exemple ; le cas d'une mise en valeur agricole récente (Bousquet E., Holveck S. ; 1996)

#### Le terrain

- Le terrain d'étude est un bassin versant de 1200 km2 situé dans l'état du Parana, au sud du Brésil (centré à 23°25 de latitude Sud et 51° de longitude Ouest). Il y a 70 ans encore, cette région était entièrement couverte de forêts (Bousquet E., Holveck S.; 1996), (Daverat M., 1996).
- Le substrat géologique de la région est constitué à la fois de grès et de basalte, à partir desquels, sous ce climat subtropical humide, s'est développé une couverture pédologique de type ferrallitique.
- Bien que la mise en valeur agricole ne date que des années 30, l'histoire des systèmes de production est déjà longue ...: la forêt a pratiquement totalement disparu, et la dégradation des sols par tassement et érosion est devenu un sujet de préoccupation pour les agriculteurs et les chercheurs depuis une vingtaine d'années.

#### Les objectifs de l'étude

Analyse des interactions Homme/Sol par rapport au problème de dégradation de la ressource Sol:

- 1) Quelle est la part du milieu dans la différenciation des systèmes de production observée ?
- 2) Inversement, quel est le rôle des différents systèmes de production sur la dégradation des sols ?
- 3) Quelles sont les conditions de durabilité de la mise en valeur agricole ?

#### La démarche suivie

- Deux sous-bassins versants ont été sélectionnés : l'un entièrement sur grès (45 km2), l'autre entièrement sur basalte (80 km2).
- Pour chacun d'eux, ont été reconnus et décrits les systèmes pédologiques et les systèmes agraires. La reconnaissance des principales différenciations verticales et latérales de la couverture pédologique a permis de faire l'inventaire des systèmes pédologiques existants. L'étude de la dynamique des systèmes agraires s'est faite en analysant l'histoire du peuplement, de la mise en valeur agricole et les transformations du paysage qui en ont résulté. On s'est en particulier intéressé à l'identification des systèmes de culture, leur distribution spatiale et leurs correspondances avec les systèmes pédologiques.
- C'est à cette échelle qu'ont été étudiées les interactions système pédologique /système agraire, à partir de l'observation de profils culturaux choisis sur la base des études précédentes. Puis, par une démarche inverse, ascendante, les résultats obtenus ont été reliés a des types de sol et des types de pratiques. Le résultat final est présenté graphiquement pour chaque bassin sous forme d'une carte des risques (d'érosion et de tassement des sols), obtenue en croisant la carte des risques relative aux sols et la carte des risques relative aux systèmes de cultures pratiqués par les différents types de producteurs.



#### SYSTÈMES PÉDOLOGIQUES ET SYSTÈMES AGRAIRES : LA RENCONTRE ENTRE DEUX TEMPS.

#### Les résultats obtenus

- Le rôle du milieu sur la différenciation des systèmes agraires: Si au départ, les couvertures pédologiques sur grès et sur basalte avaient un couvert végétal uniforme, de forêt, puis de café, assez vite deux systèmes agraires différents sont apparus. Le rôle du milieu dans cette différenciation de système agraire est évident, cependant son rôle exact reste à préciser sachant que les deux milieux ont été colonisés par des populations d'origines différentes (voir Tableau n°2).
- Le rôle de la mise en valeur sur la transformation des systèmes pédologiques :

Sur grès comme sur basalte, les modes d'exploitation du milieu ont conduit à une dégradation physique (érosion et tassement). Si les mesures de lutte anti-érosives ont permis de limiter les pertes en terre, le tassement des sols, plus ou moins accusé selon les situations est omniprésent. Cette situation est particulièrement nette lorsque les pratiques culturales sont raisonnées en fonction de considérations économiques à court terme. Il reste à étudier les conséquences de ces changements rapides (en moins de 20 ans) en termes de fonctionnement de la couverture pédologique, et ce aux différentes échelles de son organisation.

• Les conditions de durabilité de la mise en valeur agricole : En conséquence des transformations de la couverture pédologique qui affectent rendements et revenus, de manière différente sur grès ou sur basalte, la tentation des agriculteurs pourrait être de se déplacer vers de nouvelles terres. Or la dynamique agraire de cette région est condamnée à la durabilité : à l'échelle du Parana, il n'existe plus vraiment de région où migrer. Une gestion durable de la ressource sol ne peut se raisonner de la même manière, sur basalte ou sur grès.

Deuxième exemple ; le cas d'une mise en valeur agricole ancienne (PHILIPPON O., 1996)

#### Le terrain

- Le terrain d'étude est un interfluve d'environ 1000 hectares, situé dans les Monts du Forez, au centre de la France (centré à 45° 30 de latitude Nord; 04° 30 de longitude Est). Il s'étage entre 900 et 1500 m d'altitude; il y a plus d'un millier d'années, il devait être entièrement couvert de forêts.



	Bassin versant de ROLANDIA (80 km²)	Bassin versant de JAGUAPITA ( 45 km²)
Caractéristiques physiques: - Altitude moyenne - Paysage - Roche-mère - Couverture pédologique	: 700m. (amont) ; 600m. (aval) : longs interfluves à pentes plus ou moins fortes : BASALTE : ferrallitique, argileuse, forte différenciation de structure amont-aval	: 550m. (amont) ; 450 m. (aval) : interfluves courts à pentes régulières : GRES : ferrallitique, argilo-sableuse, forte différenciation de texture / structure amont-aval
Exploitation agricole actuelle: - Nombre de propriétaires - Parcellaire - Forêt - Cultures	: 1500 propriétaires : en lanière, du sommet des collines, vers la rivière : très visible dans le paysage ; une parcelle = une propriété agricole : : sur les bords de rivière = 20% de la superficie de la propriété ; : - céréales (avoine, blé) en hiver, soja en été avec aménagements anti- érosifs en courbes de niveau : et plantations de café sont dominants : - canne à sucre, élevage bovin extensif sur paturage, avicole, porcin : : clairsemé : maisons en bois au bord des rivières et sur les sommets.	: 50 propriétaires; : en lanière, du sommet des collines, vers la rivière, peu fréquent dans le paysage; et très grandes parcelles dont on voit mal les limites; : forêt peu conservée en bord de rivière; : - quelques petites propriétés aux cultures diversifiées; - sur plus de 70% de la surface = pâturages de grandes exploitations d'élevage bovin extensif, avec aménagements anti-érosifs plus ou moins bien entretenus : peu important; maisons en bois alignées sur une même courbe de niveau, près de la rivière, avec de nombreuses maisons abandonnées.

Tableau n° 1 - Présentation comparée des bassins versants de Rolandia et de Jaguapita : principales caractéristiques du milieu physique et modes d'exploitation agricole actuels

	Bassin versant de ROLANDIA	Bassin versant de JAGUAPITA
La colonisation	1929 : colonisation planifiée par une compagnie anglaise "Parana Plantation"; se charge de l'arpentage et de la vente des lots. Taille moyenne des lots = 30/35 ha. La colonisation se fait parallèlement à la création d'une voie serrée vers Sao Paulo;	1937 : de fertilité moindre que celles de Rolandia, les terres ont été délaissées par la compagnie anglaise ; elles restent sous la gestion de l'Etat, et ne sont occupées que plus tardivement.
Les colons	colons italiens ou allemands), ou petits propriétaires qui vendent pour acheter plus grand dans le Parana (terres encore boisées donc peu valorisées);  - immigrés du Japon et de l'Europe; importance du peuplement allemand sur Rolandia; ils fuient le régime nazi; ayant investi dans la construction du chemin de figule alle de de de peuplement allemand sur les ils peuples 100 heutares.	
La période du café (en culture manuelle)	Après défriche de la forêt, les souches énormes qui restent dans le sol empêchent tou l'avantage de ponyoir être implanté manuellement directement entre les souches re	
manuerie	Le site de Rolandia est précurseur dans cette culture qui se développe beaucoup dans les années 40  La fertilité naturelle du soi forestier est consommée : ancune fertil Dégradation (érosion) des sols sérieuse dès 1967	Les colons du site ne connaissent pas cette culture. Après avoir vu la réussite de Rolandia, ils se lancent; la caféiculture ne démarre donc une dans les nunées 50. t. isation ni apports, et le café n'offre pas au sol un bon reconvrement.  Les terres de Jaguapita s'épuisent plus vite que sur Rolandia : les rendements baissen et les premières ventes de propriétés se font dès 1966, associées à un exode rural.
	Des gélées successives, plus la grande gelec du 17 Juillet 1975, suivie de 60 jours sa	des propriétés étaient en café. uns pluis (ca qui a empêché la reprise du bourgeonnément), plus la sauration du marché. (ravail). en minent une recouversion moide avée un exode rural massil.
La reconversion	Exode rural très important, les propriétaires conservant leurs terres (location, métayage).  Passage aux cultures mécanisées = sola (été) - b lé (hiver); suivant le	Exode rural très important, mais certains propriétaires doivent vendre leurs terres, à des voisins qui s'agrandissent : il y a transformation des structures foncières. La reconversion se fait selon deux directions : coton et pâturage. Le coton se pratique sur les petites propriétés de 15 à 30 ha., à main d'oeuvre familiale, avec ou sans production annexe. Actuellement, le coton est en voie de disparition à cause de coûts de production trop forts. Pour les surfaces plus importantes, le propriétaire donne sa terre en gestion et développe un élevage bovingextensif.
Les différents systèmes de production actuels	<ul> <li>Chacaras (de 1 à 10 ha.) = ceinture maraîchère des villes</li> <li>Petites exploitations caféières traditionnelles de taille 10 à 20 ha. avec traction animale; inter-rangs plantés en été; avec ou sans employés permanents.</li> <li>Grandes exploitations avec sojablé: familles allemandes : &gt; 100 ha. en totale propriété; ou avec des terres en partie louées, et un parcellaire morcelé.</li> <li>Sojablé - élevage laitier: 15 à 30 ha. en propriété</li> <li>Elevage bovin extensif</li> <li>Elevage intensif/maïs: 20 ha en moyenne; apports réguliers de matière organique sur les sols qui supportent la monoculture de maïs</li> </ul>	<ul> <li>Elevage bovin extensir</li> <li>de 100 à 500 ha.: propriétaires n'ayant pas participé à la colonisation, n'habitant pas sur l'exploitation mais participant à sa gestion</li> <li>de 450 à 5000 ha, "conquis" dès le début de la colonisation. Propriétaires n'habitant pas les terres; gestion déléguée à un contremaître.</li> </ul>

Tableau n° 2 - Présentation comparée des bassins versants de Rolandia et Jaguapita : histoire de la différenciation des systèmes agraires



MIREILLE DOSSO, ESTELLE BOUSQUET, MICHÈLE DAVÉRAT, SOPHIE HOLVECK, OLIVIER PHILIPPON, PHILIPPE JOUVE, ALAIN RUELLAN, PIERRE CURMI, MICHEL GRIMALDI, FATIMA GUIMARAES, RICARDO RALISCH

- Le substrat géologique est essentiellement granitique et, sous ce climat tempéré d'altitude, la couverture pédologique y est essentiellement de type "sol brun acide".

Les objectifs de l'étude

L'étude menée sur ce terrain avait un objectif essentiellement pédologique : reconnaître et cartographier le ou les systèmes pédologiques existants.

La démarche suivie

Une quinzaine de séquences de sol ont été étudiées en détail sur la base de l'étude d'une centaine de fosses pédologiques.

Les résultats obtenus

- La distribution des sols sur l'interfluve n'est pas conforme à ce qu'elle serait si les conditions bioclimatiques étaient déterminantes.
- Pour expliquer la distribution actuelle des sols, on est obligé de faire intervenir l'action de l'homme sur le milieu : action sur le régime hydrique des sols (irrigation, drainage), modification des systèmes de pente, apports de fumier organique.
- La démonstration de l'importance de l'action de l'homme sur la pédogenèse est indirecte : là où les efforts de mise en valeur sont abandonnés, la "dégradation" est extrêmement rapide ; en moins de 50 ans, les caractères morphologiques de la podzolisation deviennent visibles, alors qu'on ne rencontre jamais de sols à caractères podzoliques en milieu cultivé. L'action de l'homme sur le milieu a donc stoppé l'évolution naturelle, de type "podzolisation" et a imposé une autre dynamique, plus favorable à la pratique de l'agriculture. On mesure ici la faible stabilité de ce nouvel équilibre.

#### 4. Discussion: la rencontre entre deux temps

Les deux exemples présentés, bien que nécessitant encore des études complémentaires, apportent déjà des enseignements sur les interactions Homme/Sol et sur la manière de les aborder.

- Dans le premier cas, celui d'une mise en valeur récente avec des agriculteurs d'origines différentes, on assiste à la création progressive d'un savoir paysan. Ce savoir s'adapte à un paysage où, sur des roches différentes, les couvertures pédologiques sont de même nature, mais étant de textures différentes, ont des comportements différents. On voit ainsi naître peu à peu, sous l'effet de l'utilisation du milieu, deux systèmes agraires différents, sur basalte et sur grès. L'étude des conditions de durabilité de ces deux systèmes agraires nécessite la prise en compte de la dimension système pédologique.
- Dans le second cas, celui d'une mise en valeur ancienne, il est remarquable de constater que c'est l'étude des systèmes pédologiques qui conduit à s'interroger sur les sys-



#### SYSTÈMES PÉDOLOGIQUES ET SYSTÈMES AGRAIRES : LA RENCONTRE ENTRE DEUX TEMPS.

tèmes agraires et leur évolution. En effet, les systèmes pédologiques observés sont le résultat d'une longue présence humaine qui a transformé le milieu. Si les aménagements du milieu disparaissent, alors la dynamique première du milieu, en équilibre avec les conditions bioclimatiques, réapparaît. Dans le cas du drainage des sols cultivés, voulu par l'homme, on montre que son abandon signifie le développement d'une dynamique de podzolisation qui peut alors transformer (dégrader) les sols actuels en moins de 50 ans.

Les deux exemples illustrent le risque, pour la durabilité des systèmes de production, de réflexions à court terme. Le premier cas, celui d'une couverture pédologique tropicale, d'âge supérieur à la dizaine de millions d'années, nous montre un milieu potentiellement riche, qui, exploité de façon minière, contraint ses agriculteurs en moins de 50 ans à trouver des conditions de durabilité, différenciées selon grès et basalte. Le second cas, celui d'une couverture pédologique d'âge beaucoup plus récent, de l'ordre de la dizaine de milliers d'années, sur granite, nous montre au contraire, un milieu de départ potentiellement pauvre, qui par un travail incessant a nourri des générations durant plus d'un millier d'années. Aujourd'hui, ce milieu anthropisé est utilisé par un système agraire dont la tendance est d'abandonner les pratiques antérieures. Cet abandon devient alors dangereux pour la durabilité de l'aptitude à produire de ce milieu: 1000 ans de transformation patiente peuvent ainsi s'effacer en moins de 50 années.

#### Conclusion et perspectives

Les deux exemples cités montrent tout à la fois la nécessité et l'intérêt d'analyser l'interaction Homme/Sol dans le cas d'une mise en valeur agricole, avec une double démarche système pédologique/système agraire.

#### Références bibliographiques

Bousquet E., Holveck S., - Interactions Homme-Sol sur le bassin-versant du Bandeirantes do Norte (Parana- Brésil). Contribution à l'étude des relations entre systèmes pédologiques et systèmes agraires en vue d'une gestion durable de la ressource sol. Mémoire CNEARC/ESAT1/ENSAR, 1996, 133p.

Daverat M., - L'impact des pratiques culturales sur la dégradation des sols. Exemple du bassin versant élémentaire d'Agua Grande et de Pensamento, Mamborê, Parana, Brésil. Mémoire CNEARC/ESAT1, 1996, 62p.

Jouve P., - Réflexions sur la spécificité et l'utilité de la notion de système agraire - CIRAD/Les cahiers de la Recherche-Développement, n° 20, 1988, p.5-16.

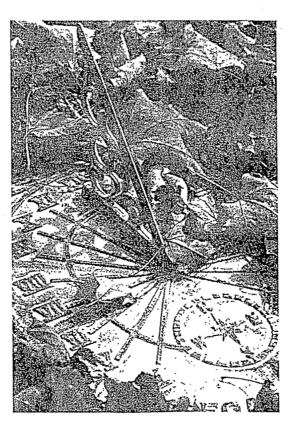
Jouve P., - Le diagnostic du milieu rural de la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu. CNEARC/Coll. Études et travaux, n°6, 40 p., 1992.

Philippon O., - Identification et cartographie des systèmes pédologiques dans une petite région agricole des Monts du Forez (Commune de Sauvain - Loire). DEÀ National de Science du Sol. Montpellier, 1996, 80p.

Ruellan A., Dosso M., - Regards sur le sol. Ed. FOUCHER - AUPELF Ed. Franco-phones, Paris, 1993, 192p.



# LES TEMPS DE L'ENVRONEMENT



Édition préparée par : Monique BARRUÉ-PASTOR Georges BERTRAND



CD-ROM d'accompagnement sur l'environnement

PRESSES UNIVERSITAIRES DU MIRAIL

## LES TEMPS DE L'ENVRONNEMENT

Édition préparée par : Monique BARRUÉ-PASTOR Georges BERTRAND

Ouvrage publié avec l'aide du Centre National de la Recherche Scientifique

PRESSES UNIVERSITAIRES DU MIRAIL

#### Couverture, Claude CONTE

Illustration de couverture, Photographie C000-20739-297 © 1998, COMSTOCK, Luxembourg

Mise en page, Benoît COLAS

Centre de Promotion de la Recherche Scientifique - UMS 838 Université de Toulouse-Le Mirail

Coordination technique Émilie GIL Laboratoire GEODE - UMR 5602, CNRS Toulouse Université de Toulouse-Le Mirail

ISSN: en cours d'attribution. ISBN: 2-85816-446-0

© PRESSES UNIVERSITAIRES DU MIRAIL, 2000 Université de Toulouse-le Mirail 5, allées Antonio Machado 31058 - Toulouse cedex 1

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Toute reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que se soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon (art. 2 et suivants du Code pénal). Les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective sont interdites (loi du 11 mars 1957).