

LA PÉDOLOGIE : DÉBAT AUTOUR DE DIFFÉRENTS REGARDS SUR LE SOL

À propos du livre d'Alain Ruellan et Mireille Dosso¹

CLAUDE CHEVERRY, PIERRE CURMI, CATHERINE GRIMALDI ET MICHEL GRIMALDI

Donner au sol, ce grand méconnu, la place qui doit être la sienne tant dans les recherches sur l'environnement que dans les actions de développement : tel est l'objectif de ce livre. Celui-ci veut non seulement provoquer le débat chez les spécialistes, mais encore sensibiliser ceux qui ont affaire au sol, sans lui accorder l'attention que pourtant il requiert, en leur donnant l'envie et les moyens de mieux le connaître.

Le sol, cet inconnu... Un journaliste a récemment affirmé : « le sol n'évoque pas grand chose pour les gens ; c'est juste un objet qu'ils piétinent ». Il est vrai que le grand public, et même les scientifiques, manifestent souvent en la matière une ignorance surprenante. De même, s'il existe indéniablement un savoir du paysan sur sa terre, ce savoir est surtout limité à la couche superficielle du sol, celle qu'il travaille et fertilise.

Pourtant l'homme attend beaucoup de ce sol et reconnaît qu'un certain nombre de ses fonctions lui sont indispensables : production de biomasse végétale, épuration des déchets, production d'eau potable, réserve génétique, support de l'infrastructure routière, de l'habitat, de l'industrie, source de matières premières, réserve d'informations archéologiques ou paléontologiques...

Pourquoi cette méconnaissance ? Peut-être parce que l'accès à cet objet est difficile. Pour l'observer puis le décrire, il faut creuser un trou, un "profil". Le paysan amazonien, par exemple, n'éprouve pas le besoin de creuser des trous dans une terre qu'il va probablement devoir quitter assez vite. Une connaissance ponctuelle du sol

est au demeurant insuffisante. L'examen de plusieurs profils, ou de tranchées, est indispensable pour analyser les variations latérales des caractères du sol (couleur, texture, structure, porosité...). Cerner à l'échelle des paysages le caractère tridimensionnel de la couverture pédologique est donc une opération assez lourde.

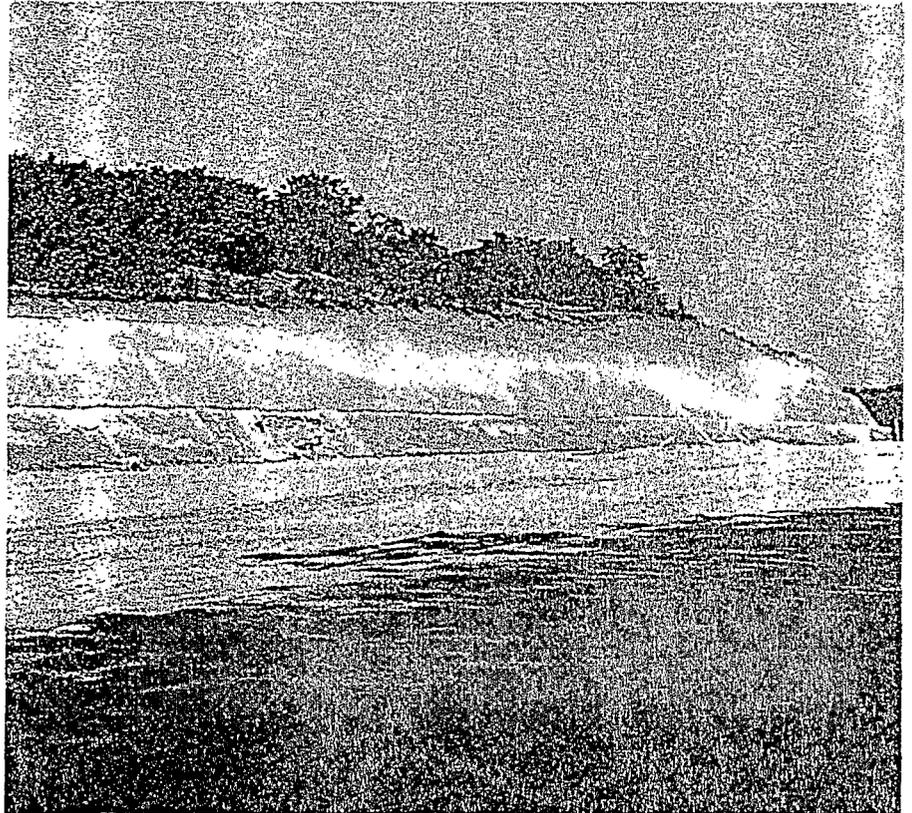


Photo 1 : Cette coupe de route, au Brésil, visualise les variations latérales des caractères du sol, marquées ici par des teintes de gris différentes. Elle montre les variations d'épaisseur de l'horizon à structure pédologique, le plus sombre, et des horizons d'altération de la roche sous-jacents, plus clairs. Ces variations doivent être analysés à l'échelle du paysage.



Des raisons culturelles peuvent être enfin invoquées qui associent le sol à la vie (terre nourricière) mais aussi à la mort et à ses tabous, ou bien dès l'enfance à l'interdiction de se "salir" en jouant avec la terre... En tout cas, alors qu'un enfant découvre avec avidité et sait reconnaître les plantes et les animaux, il ne sait que répondre si on lui demande ce qu'est un sol : on ne lui a pas appris à regarder cet objet. Plus généralement, la Science du Sol est une discipline trop peu enseignée.

Il a paru opportun à *Natures-Sciences-Sociétés* d'ouvrir un débat sur les sols. Quel est l'état des connaissances dans ce domaine ? Quelles sont les perspectives ouvertes par les nouvelles méthodes d'étude de cet objet complexe ? Quelles sont les relations entre la Science du Sol et d'autres disciplines touchant elles aussi aux problèmes de développement et d'environnement ?

Ce débat a eu lieu le 27 octobre 1994 au ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. L'ouvrage intitulé *Regards sur le sol*, récemment paru sous la signature d'Alain Ruellan et de Mireille Dosso, a servi de point de départ aux discussions, qui furent animées par C. Millier, et dans lesquelles intervinrent successivement les auteurs de l'ouvrage, puis MM. Blum, Dufumier, Rémy et Cheverry. Quelques idées évoquées lors de ce débat seront résumées ici.

DES SCIENCES DU SOL À LA SCIENCE DES COUVERTURES PÉDOLOGIQUES

La Science du Sol est une science encore jeune. Ses principaux concepts (zonalité des sols, analyse des principaux facteurs de pédogenèse...) datent de la fin du XIX^e siècle. Elle est encore très dépendante des méthodes des sciences qui interviennent plus en amont : la physique, la chimie, la biologie. Il n'est donc pas étonnant que l'on constate, aujourd'hui encore, l'affrontement entre deux types d'approches.

Les premières, que l'on qualifie de "sciences du sol" considèrent le sol comme

un matériau extrait du milieu naturel, matériau que l'on cherche à caractériser par les méthodes ou les technologies modernes dont ces disciplines amont se sont dotées. Un échantillon de sol peut ainsi être "livré" aux méthodes de la minéralogie, de la physico-chimie des constituants et des interfaces solides/liquides/gaz, de la dynamique des populations microbiennes, etc. La stratégie est alors celle de l'enchaînement échantillonnage-mesure-modélisation. Il est bien sûr nécessaire d'analyser des mécanismes, de quantifier le fonctionnement du sol à l'aide de modèles simplifiés censés reproduire le plus fidèlement possible la réalité complexe du sol dans son environnement.

Les "sciences du sol", celles qui sont conformes à cette définition, sont donc indispensables à l'avancement de la connaissance. Mais elles présentent souvent un caractère réducteur, ne portant qu'un regard partiel sur le sol par l'intermédiaire de techniques.

La démarche d'Alain Ruellan et de Mireille Dosso appartient sans ambiguïté à une autre école de pensée. Leur livre propose une façon opératoire de décrire le sol, en utilisant les capacités que la nature nous a données, en particulier la vue, le regard. Une description précise constitue, leur semble-t-il, un préalable à toute étude et interprétation ultérieures. Le sol est alors considéré comme un milieu organisé à différentes échelles, depuis l'échelle atomique, en passant par celles de l'agrégat, de l'horizon, jusqu'à celle du paysage. Ces organisations s'emboîtent logiquement en passant d'une échelle à l'autre.

L'analyse structurale, démarche soutenue par les auteurs du livre, insiste par ailleurs sur le fait que la perception du sol à travers une coupe verticale, le profil, ne permet pas d'appréhender le sol dans son entier ; ce n'est qu'une fenêtre sur un corps naturel dont les dimensions spatiales dépassent de beaucoup l'échelle du profil. C'est la perception du caractère organisé de la couverture pédologique à l'échelle de l'unité du paysage, qui a permis de mettre en évidence la notion de "système pédologique".

Claude Cheverry : ENSAR, INRA, Unité de Science du Sol et de Bioclimatologie, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex, France.

Pierre Curmi, Catherine Grimaldi : INRA, Unité de Science du Sol et de Bioclimatologie, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex, France.

Michel Grimaldi : ORSTOM, Dépt. TOA, UR12, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex, France.

Ce système est traversé par des flux de matière et d'énergie qui le font évoluer dans le temps : la diversité spatiale du milieu répond à une logique historique. En fonction de la durée et de l'intensité des facteurs de la pédogenèse, on pourra distinguer des sols peu différenciés, moyennement différenciés

ou très différenciés. Par ailleurs, entre les éléments constitutifs d'un tel système (horizons pédologiques ou autres sous-systèmes) existent des limites géométriques, ou "fronts de transformation", que l'on pourra suivre et interpréter en termes de dynamique de ce système.

L'analyse structurale implique donc de prendre le temps d'étudier sur le terrain ce qui se passe aux limites. Ces situations de transition, difficiles à appréhender dans le cadre normal des sciences du sol, se révèlent de grande importance pour la compréhension de la genèse du sol, de son évolution spatiale et temporelle.

L'analyse structurale privilégie la morphologie, c'est-à-dire tous les caractères accessibles à certains de nos sens, à l'échelle qui leur est adaptée : les couleurs, les structures, les porosités, les racines, les autres formes d'activité biologique. On peut d'ailleurs noter que le fait de raisonner en priorité à cette échelle intermédiaire devient inhabituel dans la science moderne, plutôt portée au "moléculaire". Cette description pourra être complétée par des observations morphologiques à d'autres échelles, depuis le microscope électronique à balayage ou à transmission jusqu'aux images fournies par les satellites.

La vue seule ne permet pas de quantification. Par contre, un regard précis associé à des règles d'interprétation – et les auteurs prétendent par le regard aller très loin dans l'explication des phénomènes – est un préalable obligé et riche d'informations qui devrait toujours précéder la mise en œuvre d'analyses, de mesures, d'études de comportement. Les approches réductionnistes sont alors "situées". Ces approches seront elles-mêmes enrichies des questions soulevées lors des observations morphologiques. Dans cette vision, le sol est le moins isolé possible des autres éléments de l'écosystème, de l'homme y compris.

Un certain nombre de questions peuvent être posées

■ L'étude des sols ainsi conçue, et on peut parler ici de "Science des sols" ou mieux de "Science des couvertures pédologiques" mérite-t-elle le statut d'une science ? On peut répondre par l'affirmative car il semble bien ces dernières années que le pro-

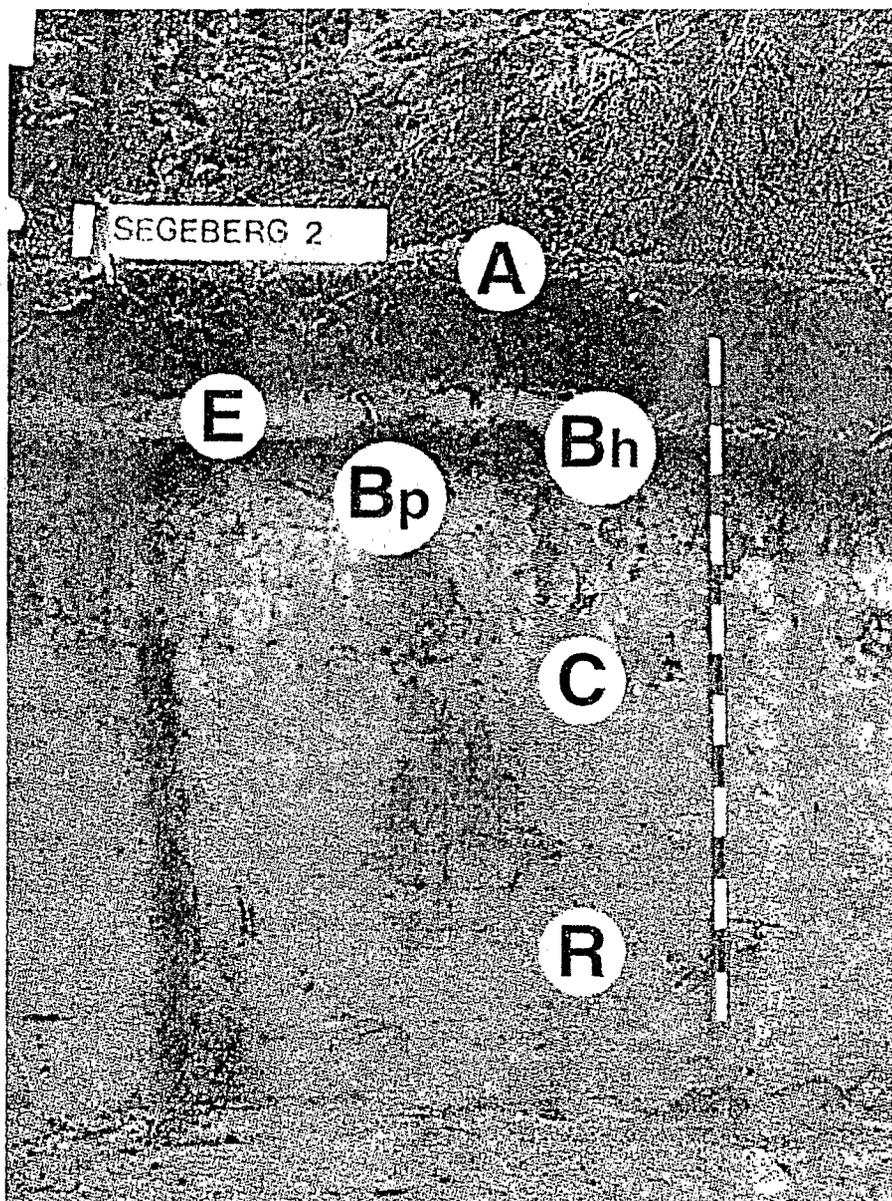


Photo 2 : Sol très différencié podzologique (Allemagne) : les flux de matière à travers la couverture pédologique conduisent à la différenciation d'horizons aux caractères et propriétés très contrastés.

grès scientifique ne dépendait pas seulement des progrès réalisés dans les sciences monodisciplinaires mais qu'il venait souvent de l'assemblage de connaissances pour comprendre un système complexe. Cette démarche conduit en effet à l'émergence de nouveaux concepts.

■ Le "regard" est-il toujours incontournable pour décrire l'organisation d'une couverture pédologique ? On peut par exemple reconstituer une organisation spatiale à partir de mesures, distribuées de manière aléatoire ou non dans cet espace, et de procédures de traitement des données (analyse géostatistique, krigeage...).

Des travaux récents ont ainsi conduit à estimer, sans décrire les sols eux-mêmes, l'extension, dans les parties basses des paysages bretons (talwegs) des sols hydromorphes, c'est-à-dire des sols engorgés par l'eau. Cette méthode, fondée sur l'utilisation de "modèles numériques de terrain" revient en fait à manipuler des données altimétriques. Elle suppose donc que l'on admette que l'un des facteurs de la pédogenèse (la topographie en l'occurrence) rende compte à lui seul du processus d'hydromorphie. Mais elle ne conduit pas à une réelle connaissance de l'organisation de la couverture pédologique : le pouvoir prédictif de tels modèles ne risque-t-il donc pas d'être limité ?

■ Dans quelle mesure une vision déterministe de la distribution des sols dans le paysage favorise-t-elle ou non le dialogue avec les agronomes ? Il est certain que l'analyse du "profil cultural" présente des analogies avec l'analyse du profil pédologique. L'étude des couvertures pédologiques éclaire par ailleurs les agronomes quant à la mise en place d'une agriculture adaptée aux différents compartiments du paysage. Mais l'agriculteur crée, par son travail du sol (labour) une variabilité des états de surface à des échelles de temps et d'espace (décimétrique) peu familières au pédologue, qui préfère parfois les systèmes qui se situent aux confins du climat.

Va-t-on vers un rapprochement entre les deux écoles de pensée ?

Le débat reste vif. Les tenants des "Sciences du Sol", souvent influencés par les spécialistes des Sciences de l'Univers, restent persuadés que la physique reste la discipline maîtresse, incontournable, pour rendre compte du fonctionnement de cet objet poreux et qu'ils sont ainsi les seuls capables de bâtir des modèles prédictifs.

Au sein même des tenants de la démarche naturaliste, l'ambition de viser une "Science des couvertures pédologiques" ne fait pas encore l'unanimité. Beaucoup de pédologues continuent à donner un maximum d'importance à l'examen des seuls profils de sol. Ces profils sont étudiés, classés, et servent de base à la cartographie. Les grandes classifications américaines, FAO, et les cartes qui en découlent, sont fondées sur cette approche verticaliste. Ces pédologues estiment en effet que la démarche tridimensionnelle (quadridimensionnelle si l'on prend en compte le temps) est trop compliquée... et que les agronomes ont besoin d'informations plus simples pour comprendre le sol !

Divers points positifs méritent cependant d'être soulignés en conclusion. On assiste en particulier actuellement à un rapprochement entre les deux Écoles. Les physiciens reviennent par exemple du caractère trop éclaté de leurs approches. Ils sont intéressés par une « géométrisation du réel qui vise à inférer des paramètres physiques et leurs distributions spatiales, à partir d'une (re)connaissance fine du milieu poreux et de l'organisation dans l'espace des volumes pédologiques » (Vauclin, communication orale). Au sein des pédologues naturalistes, les conceptions holistiques s'imposent progressivement. Ces pédologues admettent désormais volontiers, on l'a déjà souligné, qu'une fois qu'on a acquis la compréhension globale des sols, « le réductionnisme a sa place ».

Cette évolution correspond d'ailleurs à une demande : d'autres scienti-

riques ont besoin de cette approche systématique pour intégrer le sol dans leurs préoccupations. On peut citer ici le cas des géologues, des géographes, des hydrologues, des biologistes, des agronomes, et ceci quel que soit leur propre angle d'attaque des problèmes ("pointu" pour certains problèmes de biologie, plus global lorsqu'il s'agit d'étudier des systèmes agraires ou des écosystèmes aquatiques).

REGARDS SUR LE SOL ET... SOCIÉTÉS HUMAINES

Le pédologue daigne prendre en considération le rôle de l'homme... mais y porte-t-il pour autant le même regard que le spécialiste du développement rural ou le paysan ?

Les écosystèmes naturels se font rares sur la planète. La plupart sont déjà fortement artificialisés par l'homme. De ce point de vue le sol est un carrefour où différentes activités humaines coexistent, ou même s'affrontent. La société humaine doit être largement prise en compte comme facteur d'évolution des sols et des paysages, par son influence sur le relief ou le micro-relief, sur le régime des eaux, sur le couvert végétal, sur l'ambiance physico-chimique, sur l'activité biologique des sols. Elle influence la vitesse d'évolution du sol ou change assez radicalement ses propriétés et le sens de son évolution.

Il y a d'ailleurs plus de notations pessimistes que de notations optimistes pour qualifier l'action des hommes (agriculteurs, ingénieurs ou autres aménageurs) sur le sol. Car le sol est une ressource fragile, peu renouvelable à court terme, c'est-à-dire à l'échelle de temps qui intéresse l'espèce humaine. Il doit donc nécessairement être protégé pour être conservé dans son intégrité et ses fonctions.

La gestion du sol est dépendante de l'usage auquel les hommes le destinent. Les propriétés, les capacités d'un sol sont bien sûr relatives à cet usage. En agriculture par

exemple, la fertilité d'un sol n'est pas une qualité intrinsèque et absolue. Elle peut être considérée comme "construite". Le pédologue a cependant quelques idées *a priori* sur le sujet. Il peut ainsi recommander certaines pratiques (enrichissement en humus...) qui lui paraissent favoriser un "bon" travail du sol. Il peut également estimer que certains milieux sont plus riches chimiquement, physiquement et biologiquement que d'autres.

Mais dans certains cas, ces idées *a priori* ne sont plus valables. La riziculture est un exemple particulier. Dans la plupart des pays du monde les croûtes de battance ou les semelles de labour sont considérées comme des défauts, car leur présence est synonyme de "mauvaise" stabilité structurale. Or il existe en Asie, dans des régions surpeuplées consacrées à la riziculture, des paysans qui créent volontairement des semelles de labour pour que des nappes perchées se développent.

La fertilité d'un sol doit donc être relativisée par rapport au type de culture mais aussi par rapport à un contexte socio-économique : "améliorer" les rendements passe souvent par une augmentation des coûts de production et du volume de travail qui n'est pas toujours ressenti comme une "amélioration". Un exemple est celui des sols du Niger. Il y a deux ou trois générations, alors que le climat était moins sec (400-500 mm de pluie), les populations cultivaient des sols sableux mais dont le taux d'argile, très faible, était cependant suffisant pour que leur "fertilité" soit jugée supérieure à celle des sols purement sableux. Avec l'accroissement de la sécheresse, ces sols sont devenus difficiles à travailler et les hommes se sont déplacés vers des sols à structure complètement particulière, plus pauvres chimiquement, donc en apparence moins fertiles, mais pour eux plus intéressants car plus faciles à travailler. Les jugements de valeur ou les normes de fertilité que le pédologue peut être tenté de porter ou d'établir sont ainsi relativisés ou référés aux critères d'évaluation des sociétés humaines concernées.

Il en découle que si les sociétés humaines attendent beaucoup du sol, c'est de

manière changeante en fonction des priorités de ces sociétés. Un exemple récent sera cité. Après la deuxième guerre mondiale, l'agriculture française voulait rattraper son retard de productivité : il fallait alors "forcer" les capacités du sol, artificialiser le milieu. Cela s'est traduit par une politique ambitieuse de drainage, d'irrigation, de fertilisation, de traitements, d'aménagement des paysages.

L'agriculteur des régions d'agriculture intensive a ainsi pris l'habitude de s'assurer contre les risques de variabilité spatiale du sol ou temporelle du climat. L'apparition de quotas de production, la montée en puissance de préoccupations environnementales ont récemment (et partiellement) changé la perception qu'ont les agriculteurs du rôle du sol. Les inondations de janvier 1995 ont aussi révélé qu'un large public attendait désormais du sol qu'il tamponne le milieu vis-à-vis de ce risque. Il n'est plus désormais nécessaire de faire "de tout" partout, quel que soit le prix et le risque.

Actuellement le discours ambiant vise d'ailleurs à moins artificialiser l'environnement. Il paraît désormais raisonnable de mieux prendre en compte les potentialités pédo-climatiques du milieu. La recherche accordera dorénavant davantage d'intérêt à des phénomènes autrefois considérés comme marginaux dans une problématique de productivité : ruissellement, flux de composés azotés vers l'atmosphère...

Le sol doit donc être considéré à travers son histoire sociale, histoire qui obéit à ses propres lois. Les économistes s'intéressant au développement rural auront en fait tendance à ne plus du tout regarder le sol à travers sa seule histoire naturelle mais comme faisant partie d'un écosystème qui est lui-même un objet de travail d'une société ayant une histoire sociale. Il est donc souhaitable de reposer les problèmes pédologiques et les problèmes d'évaluation de la fertilité des sols dans ce contexte plus large. De véritables systèmes pédologiques ne sont-ils pas d'ailleurs récemment nés sous l'influence des systèmes agraires ?

Cela implique enfin que le pédologue admette, mais c'est un objet de débat, que le paysan n'est parfois qu'en apparence ignorant des caractéristiques de son sol. Il en a, en fait, un autre mode de représentation.

Science des couvertures pédologiques et Science des systèmes agraires : des problèmes méthodologiques communs ?

L'étude des systèmes agraires s'attache aux transformations de l'agriculture depuis le néolithique jusqu'à nos jours et partout dans le monde. Elle présente plusieurs analogies avec celle des systèmes pédologiques et des problèmes méthodologiques sont communs aux deux approches. Le regard de l'économiste comme celui du pédologue est ponctuel. Tous les deux sont confrontés de la même manière à des problèmes de représentativité des points d'observation puis d'extrapolation et d'interpolation, et l'expérimentation proprement dite est difficile.

Dans les deux cas, la connaissance de la diversité de l'organisation spatiale peut apporter des informations sur l'histoire et donner quelques outils pour prévoir l'avenir. Dans cette logique, l'analyse des concordances ou des discordances entre systèmes pédologiques et systèmes agraires ne peut qu'être fructueuse. Une réflexion sur la probabilité de "changements globaux" à l'échelle planétaire serait par exemple probablement éclairée par l'analyse simultanée des variations au cours de l'histoire du stock de carbone des sols et du rôle qu'a joué l'homme dans ces variations.

CONCLUSION

L'intérêt que porte une société à une ressource se traduit souvent par l'outil législatif dont elle se dote pour gérer ou protéger cette ressource. Il est de ce point de vue frappant de constater qu'il n'existe, aujourd'hui encore, en France, aucune loi sur le sol lui-même, à l'exception d'un arrêté sur la pollution des sols de 1975, alors qu'il existe des lois sur l'eau, les paysages, les déchets... Le

sol est peu connu parce que peu "pris au sérieux".

Les pédologues ont leur part de responsabilité dans cette affaire. Ils ont trop souvent adopté un jargon qui leur était propre. Leur passion de classer les sols a parfois été excessive et surtout ils ne se sont peut-être pas suffisamment intéressés aux systèmes où l'homme intervient. Mais ils en ont pris conscience. L'ouvrage d'Alain Ruellan et de Mireille Dosso en témoigne et, par l'envie qu'il nous donne de regarder le sol, par la volonté affichée de s'adresser à un large public, y compris aux utilisateurs directs de ce sol, par les débats qu'il ouvre, constitue une bonne opportunité de mieux connaître et respecter ce bien précieux. Il rappelle à la communauté scientifique l'impérieuse nécessité de proposer des solutions pour transmettre aux générations futures un sol ayant conservé toutes les fonctions qu'on lui reconnaît aujourd'hui. ■