

Remarques sur quelques notions élémentaires de la pédologie⁽¹⁾

1. Pédon, Profil et Sol. 2. Les Horizons. 3. La variabilité latérale des sols

Jean BOULAINÉ

Département des Sols, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 78850 Grignon, France

RÉSUMÉ

L'auteur étudie d'une manière informelle les définitions, les sens et les contenus implicites et logiques d'un certain nombre de termes pédologiques : horizon, pédon, profil, un sol, aire élémentaire de sol, structure de la couverture pédologique, etc.

Ces mots sont souvent placés dans différentes perspectives et correspondent tantôt à un objet concret et réel, tantôt à sa description abstraite, tantôt même à des ensembles de caractères artificiels obtenus sur les objets pédologiques par des procédés purement techniques.

L'auteur insiste particulièrement sur la distinction entre pédon et profil, sur l'aspect cinétique de la définition de « un sol » dont la dimension-temps ne doit pas être absente et sur l'impossibilité de définir un objet pédologique sans préciser ses relations avec l'environnement.

Il évoque le terme de Pédosystème, autre vocable utilisable pour parler des sols, et constate que l'approche dialectique facilite le découpage en unités cartographiques et la définition des unités taxonomiques en lesquelles les pédologues tentent de résoudre la couverture pédologique.

ABSTRACT

The author is studying informally the definitions, meanings as well as implicit and logical contents of a certain number of pedological terms such as horizon, pedon, profile, a soil, the elementary area of soil, the structure of the soil cover, etc.

These words are often considered from different points of view and correspond either to a concrete and real object, or to its abstract description, or even to groups of artificial features displayed by pedological objects through purely technical methods.

The author lays particular stress on the distinction between pedon and profile, on the kinetic aspect of the definition of "a soil" whose time characteristic must be present and on the impossibility of defining a pedological object without specifying its relations with the environment.

He recalls the term of Pedosystem which can also be used when speaking of soils and he observes that the dialectical approach makes it easy the cutting out into cartographic units and the definition of taxonomic units into which pedologists try to break up the soil cover.

(1) Les textes réunis sous ce titre ont été diffusés pour la plupart sous des formes provisoires dans des documents à tirage limité, notes de travail et cours polycopiés.

Ils n'ont pas de liens entre eux si ce n'est la recherche d'une certaine cohérence. Une approche plus globale, mais plus résumée de la Pédologie en tant que science autonome, a été proposée par l'auteur dans le premier chapitre de la « Pédologie Appliquée » (Masson, Paris, 1980). Les textes présentés ici peuvent être considérés comme l'explicitation de certains passages de cet essai synthétique.

PÉDON, PROFIL ET SOL

L'étude détaillée des sens de ces trois mots, de leur évolution, et des problèmes que pose leur utilisation dans le langage écrit comme dans l'usage oral éclairé, nous semble-t-il, une bonne partie des choix que le pédologue est amené à faire en matière de langage et de taxonomie.

1 Pédon

LES DÉFINITIONS ORIGINALES

La notion de pédon a été vulgarisée en 1960 par la septième approximation de la classification américaine rédigée sous la direction de G. SMITH et d'après une définition proposée par SIMONSON et GARDNER (1960).

C'est le problème des dimensions minimum à donner à la notion de sol qui a conduit au concept de pédon : « *The view that areal limit to « a soil » cannot be set, if carried to extreme leads to other odd conclusions... Nos escape from a some what arbitrary minimum limit to the area of « a soil » seems possible. The pedon was devised as the solution to this problem.* »

DÉFINITION 1 (1960) : Le Pédon est donc au départ : *le plus petit volume qui peut être appelé un sol. A de nombreux points de vue, il est comparable à la cellule élémentaire d'un cristal. Un pédon a trois dimensions. Sa limite inférieure est la limite vague, plus ou moins arbitraire entre sol et « non-sol ». Les dimensions latérales sont suffisamment grandes pour permettre l'étude de la nature de tous les horizons, car un horizon peut varier en épaisseur et même être discontinu. La surface varie de 1 à 10 m², selon la variabilité des horizons. Lorsque les horizons sont interrompus ou cycliques et se répètent à des intervalles linéaires de 2 à 7 m, le pédon inclut la moitié du cycle. Ainsi, chaque pédon comprend l'ensemble de variations de l'horizon à l'intérieur de cette petite zone. Quand le cycle est inférieur à 2 m, ou quand tous les horizons sont continus et d'épaisseur constante, le pédon couvre une superficie de 1 m². A l'intérieur de ces limites, chaque pédon inclut de même la gamme de variabilité de l'horizon correspondant à cette petite zone. La forme du pédon est grossièrement hexagonale. Une dimension latérale ne devrait pas être fortement différente de quelque autre (Traduction belge de la 7^e Approximation, 1962).*

DÉFINITION 2 : G. AUBERT et J. BOULAINÉ (1974) donnent la définition suivante, un peu plus complète que celle de 1960 :

Le plus petit volume qui puisse être appelé sol. Les dimensions latérales en sont suffisamment grandes

pour permettre l'étude de la nature de tous les horizons. La surface varie de un à dix mètres carrés. Un pédon a trois dimensions. Il est grossièrement hexagonal.

De 1960 à 1975, la définition du pédon s'est modifiée dans les textes anglo-saxons. Elle est devenue celle d'un simple volume arbitraire de sol qui en permet l'échantillonnage.

LE PÉDON DE LA SOIL TAXONOMY (1975)

C'est une « unité d'échantillonnage » (unit of sampling). Le texte de la Soil Taxonomy (pp. 1-5) précise bien la démarche qui justifie le choix d'un pareil volume unitaire :

(a) Peu de propriétés peuvent être déterminées en surface, il faut donc étudier les horizons en faisant des trous, ce qui limite considérablement la portion de la couverture pédologique explorée.

(b) Les régimes du sol ne peuvent être suivis dans leurs variations temporelles que dans des sites bien choisis et « représentatifs ».

Il en résulte que ce que nous apprenons du sol provient d'échantillons extraits pour étude et non par l'étude de l'ensemble de l'entité-sol.

En quelque sorte, le Pédon est, en volume et à échelle humaine, ce que la lame mince est en surface et à l'échelle centimétrique (il y a des lames ordinaires et des lames « mammoth » de même qu'il y a des pédon ordinaires [1 m²] et des pédon plus grands [10 m²]).

DÉFINITION 3 : (Soil Taxonomy, 1975, p. 5). *Le pédon est une portion de sol formant un tout organique, qui a des dimensions latérales suffisamment larges pour inclure des variations représentatives de la configuration et des rapports des horizons ainsi que des variations dans la composition du sol. La fourchette de la surface varie de 1 à 10 m², dépend de la nature de la variabilité du sol. Quand l'amplitude des variations est inférieure à deux mètres et quand tous les horizons sont continus et d'une épaisseur presque uniforme le pédon a une surface d'environ 1 m². Quand des horizons ou certaines propriétés sont interrompues ou présentent des variations et se reproduisent à des intervalles compris entre 2 et 7 m, le pédon inclus, un demi-cycle / 3,50 m d'amplitude — surface 9,62 m² si le pédon est circulaire, cas idéal, donc de l'ordre de 10 m² /. Si les horizons sont cycliques, mais se reproduisent à des intervalles supérieures à 7 m, le pédon redevient / un volume / d'une surface de 1 m² et il y a dans chaque cycle deux ou plusieurs sols qui sont représentés.*

Remarquons immédiatement que cette définition ne prend pas en compte :

1. Les variations progressives à l'intérieur d'une

unité et qui, au niveau d'un pédon, eût-il 3,50 m de large, ne se manifeste que par un gradient assez faible.

2. Les variations qui font changer l'horizon de nature : par exemple, un horizon ochrique peut changer de nature sous un épineux dans le sud-marocain et passer brusquement à un horizon mollique. Ce n'est pas une variation, mais une mutation.

Ces variations font que le taxon qui correspond à une partie du pédon peut être d'un autre ordre, ou sous-ordre, ou groupe ou sous-groupe que le taxon qui correspond à une autre partie du pédon. Il y a des pédons multitaxa.

3. Naturellement, les variations dont l'amplitude est supérieure à 7 m.

4. La configuration géométrique : cellulaire, striée, réticulée, dendritique, des volumes hétéromorphes qui affectent éventuellement le pédon et les formes, dimensions et caractères de ces volumes.

5. Les gradients de variations (augmentation ou diminution) de ces volumes hétéromorphes (cf. juxtaposition variante).

Il faut donc concevoir un système qui permette d'exprimer les variations du sol dont la « longueur d'onde » est supérieure à 7 m. Des travaux cartographiques poursuivis ces dernières années ont apportés diverses solutions à ce problème (J. BOULAIN, 1980).

LE PÉDON, VOLUME ÉLÉMENTAIRE, ÉCHANTILLON

La notion de pédon a donc sensiblement évolué de 1960 à 1975.

Au départ, c'était le plus petit « sol » possible. Maintenant, c'est un volume arbitraire sur lequel s'exerce l'observation et les mesures des pédologues pour obtenir des informations qui sont ensuite reprises dans un processus cognitif, associées avec d'autres informations et notamment, des informations recueillies sur d'autres pédons élémentaires, le tout permettant de définir un sol ou des sols.

C'est ainsi que des ouvrages très répandus dans le monde anglo-saxon le définissent dans les termes suivants :

H. D. FOTH et L. M. TURK, 1972 (p. 271) : *A pedon is the smallest volume that we should describe and sample* ; H. O. BUCKMAN et N. C. BRADY, 1972 (p. 304) : *A soil characterized by a three dimensional sampling unit (pedon)...* ; de même BRIDGES (1970) affirme (p. 29) : *the pedon, a three-dimensional unit of soil...*

La définition peut donc être légèrement modifiée. Le sol étant une structure chrono-spatiale (4 dimensions), le pédon est l'unité de volume qui permet de le définir à l'instant de son étude.

DÉFINITION 4 : *Volume élémentaire nécessaire et suffisant pour définir à un instant donné l'ensemble des caractères structuraux et des constituants matériels du sol* (J. BOULAIN, 1969).

En résumé, le pédon était au départ le plus petit volume de sol possible. Il était identifiable à « un sol ». Actuellement, c'est une unité d'échantillonnage, commode pour l'observation, la mesure, et le raisonnement, mais « un sol » peut nécessiter l'étude de plusieurs pédons. Le pédon, unité très artificielle, relève de la technique et non plus du concept de sol. C'est un volume élémentaire artificiellement et conventionnellement découpé dans la couverture pédologique. Les dimensions de ce volume sont adaptées à nos techniques d'étude.

2 Profil

Le mot profil a de multiples significations. Entre autres, celle dans la langue parlée des pédologues français, de « portion de sol que l'on observe ». C'est ainsi que Ph. DUCHAUFOUR (1977) dans la première page de son traité dit que « l'ensemble des horizons constitue le profil. L'étude approfondie du profil... ».

L'adoption de la notion de pédon par les auteurs de langue anglaise et son refus, ou tout au moins le peu d'usage de ce concept par les auteurs français, viennent très probablement du sens du mot profil tel qu'il est utilisé en pédologie par les deux groupes d'auteurs.

Pour les anglo-saxons, le profil n'a pas d'épaisseur : « *If we were to cut a section downward this soil... Such a section is called a profile and the individual layers are regarded as horizons* » (BUCKMAN and BRADY, 1972). Ils définissent ainsi le profil (p. 622) : *A vertical section of the soil through all its horizons and extending into the parent material.*

B. T. BUNTING (1967) est encore plus net (p. 105) : *From the level of the individual soil profile — a two dimensional face — one proceeds to a rigorously described and delimited soil body, a three dimensional entity termed a pedon...*

Un concept bidimensionnel du profil est aussi utilisé par nos collègues belges : *le profil pédologique est une coupe verticale de la pellicule superficielle de la terre* (H. LAUDELOUT et R. FRANKART, 1970).

On trouverait, par contre, de multiples textes où le mot profil est employé pour « volume de sol ».

D'où une première interrogation : le terme profil correspond-il à une surface, à un volume, ou même, à une ligne ?

Le sens primitif du mot est :

DÉFINITION 1. *Profil : Contour, délinéation d'un visage ou d'un objet quelconque vu seulement par un de ses côtés... Coupe pratiquée dans un corps, un terrain,*

un bâtiment. Ce n'est qu'en Pédologie qu'il prend le sens d'aspect du sol tel qu'il se présente sur le front d'une coupe (le profil du sol est l'élément principal qui en permet la description et la classification (dictionnaire Larousse en trois volumes, 1966).

Parallèlement, le mot profil, lorsqu'il est qualifié, évoque la courbe de répartition d'un caractère du sol avec la profondeur : profil textural, profil organique, profil calcaire différencié, etc.

D'ailleurs, étymologiquement, Profil vient d'un mot italien qui signifie « bordure de trottoir ». Le sens le plus courant comme sens original correspond bien à une ligne dans un système de référence dont la verticale est privilégiée.

Il est donc plus logique de chercher une définition de type linéaire ou aéroilaire plutôt qu'une définition volumique.

Une autre approche permet peut-être de mieux cerner le contenu souhaitable du mot profil. Elle consiste à rechercher si le mot a vocation de désigner un objet réel ou sa représentation.

Dans les expressions profil hydrique, profil calcaire, etc., le mot profil signifie : séquence verticale ordonnée de haut en bas de mesures concernant le sol : il ne désigne pas le sol lui-même, mais une représentation d'un paramètre servant à définir le sol.

DÉFINITION 2. Profil : Séquence de valeurs correspondant à certains caractères du sol et ordonnées suivant l'axe vertical de haut en bas.

D'autre part, les agronomes, à la suite de S. HÉNIN *et al.* (1960) utilisent l'expression « profil cultural ».

Il est indéniable que, dans l'esprit comme dans le texte, la plupart des utilisations faites de cette expression correspondent à la désignation d'un ensemble réel de couches de terre.

DÉFINITION : Profil cultural. Ensemble constitué par la succession de couches de terre, individualisées par l'intervention des instruments de culture, des racines des végétaux et des facteurs naturels réagissant à ces actions (S. HÉNIN *et al.* 1960).

Mais une ambiguïté subsiste, même dans le texte qui donne cette définition : « A peine connue, cette méthode a été mise en concurrence avec la pédologie : c'est une erreur, car les informations obtenues ne sont pas les mêmes. »

Il s'agit donc d'informations et non de la matière même du sol. Un « morceau de sol » ne peut pas être à la fois cultural et pédologique. Par contre, on peut, sur une coupe de sol (ou sur un volume élémentaire) recueillir des observations dont certaines sont relatives aux caractères culturaux du sol et d'autres relatives aux caractères naturels (génétiques, pédologiques, etc.).

La méthode en question c'est « l'observation du profil cultural ». Le profil cultural n'est que le résultat de cette observation.

Naturellement, *par extension*, au fil du discours comme au fil de la plume, la représentation de l'objet a fini par désigner l'objet lui-même. Mais, *en toute rigueur*, il vaudrait mieux garder au mot profil un contenu abstrait : ensemble d'informations recueillies sur l'objet-sol.

DÉFINITION 3. Profil : Séquence d'observations réalisée sur la face verticale d'un pèdon et orientée de haut en bas : profil pédologique, profil cultural, profil hydrique, profil calcaire, etc.

Il en résulte qu'on ne doit pas dire description du profil, mais : profil pédologique, ou profil du pèdon.

Pèdon est un mot qui désigne une réalité concrète (un volume élémentaire de sol). Profil désigne une réalité abstraite (la séquence d'observation ou de mesure faite dans un but déterminé).

3 Un sol

Puisqu'un morceau de la couverture pédologique ne peut pas être réduit à un pèdon qui n'est qu'un volume arbitraire, puisqu'il ne peut être réduit à un profil qui n'est qu'une séquence d'information, qu'est-ce donc qu'un sol dans l'esprit des pédologues actuels ?

La Soil Taxonomy a une position claire :

« A soil », the soil that we classify, consists of continuous similar pedons that are bounded on all sides by « not soil » or by pedons of « unlike character ».

Le texte (p. 5) précise que le polypèdon a des caractères que ne possèdent pas ses pèdons constitutifs (limites naturelles, marges de transition, relief, etc.) et qu'il s'agit de « the real things that we want to classify ». Il est bien spécifié en outre que les unités cartographiques sont définies en termes d'unités taxonomiques, mais peuvent contenir plus d'une sorte de sol (allusion et renvoi aux unités complexes).

Cette position est dans la ligne des pensées des auteurs américains telle qu'elle a été détaillée par exemple par R. W. SIMONSON. Le sol est perçu comme un morceau du continuum qui recouvre les roches « soil is continuous over the land surface of the earth » (R. W. SIMONSON 1957), c'est un objet à trois dimensions comme les roches qu'il recouvre mais la dimension-durée, n'est pas prise en compte. Le concept de sol est purement statique.

Mais, il faut rappeler que les fondateurs de la Pédologie avaient, dès la fin du XIX^e siècle, une conception beaucoup plus cinétique du sol. C'est I. P. ДОКΟΥЧАЕВ qui a affirmé le caractère vivant du sol, incluant dans le concept de sol son passé (cette *pédogenèse* qui est une *ontogenèse*) et son devenir actuel, c'est-à-dire le fonctionnement, les régimes et le comportement du sol.

Cela apparaît dans une définition du sol donnée par le même DOKOUCHEV : « *le sol est une entité naturelle indépendante et variante* ». L'indépendance est prise au sens qu'elle avait, au XIX^e siècle finissant : le sol est perçu comme ayant ses propres lois, ce qui n'empêche pas que son déterminisme soit lié à de multiples phénomènes de la nature. Quant au caractère variant, il correspond évidemment à la différenciation latérale (il y a des sols différents les uns des autres, c'est la variation par individualisation), mais aussi à la variation *dans le temps* : le sol est le produit de l'altération progressive des roches, il se développe par apparition de nouveaux éléments structuraux et il est affecté de rythmes pénécycliques. DOKOUCHEV (à travers une traduction anglaise) parle de variations presque journalières (fast daily).

En fait, le sol connaît deux sortes de cycles : le cycle circadien ou quotidien pendant lequel changent par exemple la température, la pression de CO₂ reliée à la respiration des plantes, l'activité microbiologique et faunistique, etc., et le cycle saisonnier ou annuel pendant lequel l'humidité, la température, le pH, la concentration de la solution du sol subissent des variations telles que l'état final de ces variables à la fin du cycle est assez voisin de leur état initial.

C'est en cela que les pédologues disent que le sol est *vivant*. Il ne s'agit pas d'affirmer que le sol contient des êtres vivants, ce qui d'ailleurs est vrai, mais de prendre en compte dans la définition du sol et dans les études pédologiques le caractère variant cyclique ou pseudo-cyclique de toute une série de variables du sol.

C'est la tradition pédologique la plus classique. Citons à l'appui de ce rappel V. AGAFONOFF (1936) qui a été l'initiateur de la pédologie en France, « *au laboratoire, nous étudions le sol mort* », et, entre tous les auteurs russes plus récents, RODE (1961) « *l'idée d'évolution du sol, l'idée de la variabilité éternelle du sol a été partagée par tous les principaux représentants de l'école russe de Pédologie, à commencer par DOKOUCHEV... Les cycles les plus importants sont le cycle journalier et le cycle annuel, etc.* ».

Le comportement actuel du sol fait donc partie de la définition du sol. Une façon d'en rendre compte est de préciser les *régimes* du sol : régime thermique, régime hydrique, régime physico-chimique, régime trophique. Cette notion se répand de plus en plus : elle est en particulier largement utilisée dans la classification américaine des sols (Soil Taxonomy, 1975). Et la dernière réunion F.A.O.-U.N.E.S.C.O. sur la classification des sols (Sofia, juin 1980) a reconnu

parmi les quatre caractères fondamentaux des unités taxonomiques le régime hydrique.

Du point de vue agronomique, on peut même dire que l'essentiel de la pédologie, ce que les utilisateurs en attendent, réside dans la définition précise du comportement du sol. L'étude de la Pédogenèse, c'est-à-dire de l'histoire du sol, n'est utile que dans la mesure où elle permet de mieux préciser l'étendue en surface du sol (l'unité cartographique) et de mieux prévoir son comportement. L'approche pédogénétique augmente la précision de nos cartes et accroît la probabilité de concordance de nos définitions avec les caractères des sols en place.

La deuxième forme de variation du sol en fonction du temps n'est pas cyclique : elle se manifeste en termes d'évolution et de processus et les intervalles de temps qu'il faut alors considérer sont beaucoup plus grands : ils se mesurent ici en siècles, en millénaires, voire en dizaines ou en centaines de millénaires. Au cours de cette longue évolution, il y a des périodes qui se succèdent caractérisées par des stades successifs de l'état du sol. On a parlé, en assimilant une fois de plus le sol à un être vivant, de stades de jeunesse, de maturité, ou même de vieillesse. Les sols, comme l'écrit RODE, sont « *sujeux à des changements constants dans leur composition et leurs propriétés en fonction du temps, ces changements trouvent leur expression dans les processus de formation du sol qui opèrent constamment* ». On appelle *Pédogenèse* l'ensemble des phénomènes et des processus qui a pour résultat, à partir du Matériau initial, le sol dont nous constatons aujourd'hui l'existence en un certain lieu. Cette pédogenèse est une ontogenèse (développement d'un individu). C'est en cela qu'on a pu parler d'une génétique (A. DEMOLON). Cette génétique n'a évidemment rien à voir avec celle des êtres biologiques. C'est une ontogénétique et non pas une phylogénétique.

C'est assez récemment (vers 1935) que la Pédologie a été réduite par certains auteurs à l'étude des profils : la lecture des ouvrages de GLINKA, d'AGAFONOFF ou d'ERHART, qui n'utilisent guère ce mot, est instructive à cet égard. Les auteurs américains de la Soil Taxonomy ont, par contre, en quelque sorte ramené notre vision des sols au niveau de l'unité cartographique en distinguant le pédon et le polypédon. Pour les anglo-saxons, en effet, c'est l'ensemble des polypédons qui correspondent à la définition d'une série de sols qui est l'objet essentiel de leurs études : les « sols » d'une série (1) ont en commun l'unicité du traitement (donc du comportement agronomique).

(1) Rappelons que jusqu'en 1975, les pédologues américains ne distinguaient pas dans le contenu du mot « série » entre les sols en place et l'unité taxonomique. Depuis la Soil Taxonomy (1975), une distinction très nette est faite entre les polypédons (objets réels en place) et série, unités de classification abstraite.

D'une façon générale, la notion de sol oscille entre une approche limitée à la manière même du sol (le sol des chimistes) parfois associée à des caractères structuraux, et une approche beaucoup plus globale, dans laquelle le sol est conçu comme un objet à quatre dimensions, affecté de régimes et dynamismes internes, recevant et fournissant constamment à son environnement de la matière et de l'énergie, verticalement et horizontalement. Remarquons au passage que pour cette seconde façon de voir, qui est la plus classique, le sol est un système ouvert.

Le concept de pédosystème : On sait l'intérêt d'analyser les objets naturels en terme de système ; c'est désormais une démarche classique dans les sciences de la Nature. Le sol a été considéré par les fondateurs de la Pédologie comme un véritable système et c'est probablement une des raisons du succès de la Pédologie dans l'univers culturel soviétique. Le Musée Williams, à Moscou, donne une bonne illustration de cette conception du sol par les présentations toposéquentielles des principaux sols d'U.R.S.S.

Sol et pédosystème sont donc à notre avis synonymes, l'utilisation du deuxième terme n'ayant comme unique avantage qu'une symétrie de langage avec écosystème ; le premier terme étant le même ensemble naturel, perçu à travers l'approche pédologique, qui est perçue, dans le second terme, avec une approche écologique. La différence réside dans le fait que les pédologues privilégient l'inerte, alors que les écologistes privilégient le vivant, et aussi, dans cela que les champs d'observation temporels sont de dimensions très différentes. Pour l'écologiste, les durées prises en compte sont de l'ordre de l'année, de la décennie ou du siècle ; pour le pédologue, elles sont de l'année, du siècle ou de la dizaine de millénaires.

L'exploration des sous-systèmes dont sont constitués les sols (les horizons) d'une part et des systèmes plus vastes dont ils font partie (couverture pédologique) permet de mieux préciser les caractères du Pédosystème.

LES HORIZONS

Comme beaucoup d'autres vocables pédologiques, le mot horizon est affecté de polysémie. Mais celle-ci n'a pas suscité beaucoup de discussions car *horizon* signifie avant tout un ensemble matériel bien réel.

1 La nature des horizons réels

Si l'on observe une coupe de terrain avec un affleurement rocheux surmonté par un sol, on perçoit d'abord celui-ci globalement comme une zone superficielle, d'épaisseur faible (de l'ordre du mètre) relativement constante. Une observation plus rapprochée montre que ce sol est en fait constituée de couches parallèles entre elles et à la surface du terrain. Les limites entre ces couches sont parfois très nettes, parfois plus estompées ; elles sont souvent bien parallèles entre elles, parfois plus irrégulières mais dans ce cas, on constate si la longueur de la coupe observée est suffisante, que l'épaisseur des couches oscille autour d'une valeur moyenne de l'ordre de quelques décimètres.

Ces couches sont les *horizons* ; elles sont dues aux transformations qu'a subies le matériau depuis le début de son évolution en sol. Ce matériau, une roche dans la majorité des cas, est surtout soumis à des actions qui s'exercent verticalement : les hétérogénéités parallèles à la surface prennent une grande importance (1).

DÉFINITION : *Les horizons sont des couches grossièrement parallèles à la surface du sol, dont l'existence est reconnue par l'observateur, qui manifestent l'anisotropie verticale du sol, et qui sont différentes les unes des autres par leurs constituants, leur organisation et leur comportement.*

Notons que cette définition permet d'inclure sous le mot horizon, à côté des horizons différenciés par la nature des constituants ceux qui sont caractérisés par leur organisation (par exemple vertisols) ou leur comportement (par exemple ferralsols).

L'horizon-objet est en fait un quasi-objet, c'est-à-dire un domaine matériel dont les limites sont floues au moins pour une partie d'entre elles et dont les caractéristiques sont perceptibles en termes statistiques.

Les pédologues réduisent l'horizon-objet de plusieurs manières différentes :

— en lui donnant des limites ; notamment par des surfaces de séparation (fronts) souvent parallèles à la surface.

Un cas extrême est celui d'un sol homogène que l'on divise arbitrairement pour l'analyse en couches (« horizons ») de 10, 20, etc. centimètres d'épaisseur. Il y a aussi le cas d'un horizon par ailleurs bien différencié que l'on découpe en « tranches fines »

(1) *Des actions se manifestent aussi par la formation d'hétérogénéités qui sont des volumes isolés (nodons).*

tous les 2-3-4 cm pour vérifier par l'analyse que l'ensemble est bien homogène ;

— en assimilant le volume total à la matière échantillonnée en un endroit particulier ;

— en ne prenant en compte que certains caractères analytiques ;

— en faisant des analyses « globales » de l'échantillon broyé ;

— en négligeant dans bien des cas l'aspect diachronique et en ne prenant en compte que les descriptions et les résultats analytiques concernant l'échantillon pris à une certaine date ;

— en perturbant (broyage, tamisage, séchage, etc.) une bonne partie des caractères et en raisonnant ensuite sur les paramètres mesurés sur le résidu.

La micromorphologie en nous permettant une exploration au niveau microscopique d'un échantillon non perturbé a heureusement apporté un correctif sensible à ces approximations des faits tout en y ajoutant des informations saisies à un niveau dimensionnel qui échappait pratiquement à l'observation.

Les variations latérales brusques sont assez faciles à prendre en compte : elles permettent et imposent de définir plusieurs types de sols différents.

Par contre, les variations latérales progressives sont plus difficiles à définir et à préciser. On signale ceci pour mémoire : la question sera reprise dans un texte différent.

2 Le langage appliqué aux objets-horizons

En admettant qu'un pédologue étudiant un sol, au niveau du pédon, ait reconnu des limites qui séparent des horizons, comment peut-il en parler et quelle est la valeur du langage qu'il emploie ?

DÉSIGNATION GLOBALE

Actuellement le mot *horizon* désigne à la fois l'objet, sa représentation, et l'idée que nous nous en faisons.

Pour distinguer ces trois approches, on peut éventuellement utiliser le langage suivant :

STRATON : l'objet réel en place et dans le temps que nous désignons ;

LAYON : le signifiant, le signe, vocable ou écrit, ou somme de bits en mémoire ou en transit dans un système électronique, etc.

HORIZON : le concept lui-même tel que nous le concevons : le signifié.

UN SOL : ensemble que l'on peut définir pour sa partie matérielle comme une succession verticale d'horizons.

PROFIL : séquence de layons qui nous permet un certain type de conceptualisation du sol : exemple : A₀₀, A₀, A₁, A₂, B_h, B_{Fe}, BA₁, C₁, C₂, R ; en français, cela peut approximativement se dire podzol humoferrugineux à litière de type mor sur une altérite.

Dans ces conditions, on peut définir les mots suivants :

PÉDON : Séquence de stratons qui constitue une unité d'échantillonnage du sol.

Dans de nombreux cas, les limites entre horizons sont faciles à détecter, à préciser, et à caractériser. Dans les autres cas, on fait *comme si* le sol était constitué d'horizons et on l'étudie par couches d'épaisseur arbitrairement choisies : de 20 cm en général, mais aussi de 10 en 10 ou de 5 en 5, etc.).

Toute la pédologie est basée sur la distinction des horizons, car, au moment de l'observation du sol, c'est horizon par horizon que l'on procède. D'autre part, les échantillons de sol que l'on prélève pour analyse sont forcément en nombre limité pour des raisons de temps et des raisons financières. Très souvent, on se limite à un échantillon par horizon, et à un petit nombre d'horizons. En faisant cela dès le départ, on accepte d'assimiler le sol *implicitement* à une somme de $n+1$ horizons homogènes. Une grande partie des raisonnements ultérieurs, notamment sur les résultats chiffrés des mesures, est basée sur cette hypothèse simplificatrice.

En fait, le sol n'est jamais exactement constitué d'une pile de couches de matériaux homogènes : il y a des gradients verticaux, et des gradients obliques, à l'intérieur des horizons ; il y a aussi des discontinuités (fentes), des traits pédologiques (revêtements, racines, etc.), et des volumes limités (*nodons*).

INFORMATIONS CONCERNANT LES HORIZONS

Il est d'usage d'appeler aussi *horizon*, et en particulier dans la description des sols, c'est-à-dire dans les profils, l'ensemble des quelques informations qui ont été collectées au moment de l'observation, ou mesurées après échantillonnage d'une partie de l'horizon-objet. Dans les descriptions de sols, dans les tableaux d'analyse, on emploie couramment le mot pour « observations faites sur l'horizon », ou « mesures faites sur l'échantillon d'horizon », etc.

LES SYSTÈMES SYMBOLIQUES

Depuis DOKOUCHEV, nous employons des lettres et des chiffres qui, combinés, constituent un sigle qui correspond à un horizon-objet et nous les appelons des *horizons*.

Par exemple, il arrive couramment d'écrire ou de dire : horizon BT ou horizon 1C₂ ou II A_{2g}, etc.

Plusieurs systèmes existent, assez voisins d'ailleurs.

Il s'agit, en fait d'hypothèses faites sur la nature de l'horizon-objet. C'est d'ailleurs l'analyse faite par E. P. WHITESIDE dans une communication au Congrès de Madison (1960). Tenant compte des critiques faites au système de lettres qu'il avait proposé l'année d'avant, il proposa alors que son système soit désigné par le mot « interprétatif » au lieu de « génétique ».

D'après le même auteur, on peut distinguer six (en fait huit) types d'informations (Levels of generalization) contenus dans le système des lettres.

1. Information pétrographique (chiffres romains).
2. Information pédogénétique (lettre majuscule).
L'auteur confond d'ailleurs ces deux niveaux !
3. Les mélanges entre horizons sont indiqués par la juxtaposition de majuscules dont la première indique l'horizon prédominant.
4. Les sous-horizons sont marqués par des lettres minuscules.
5. Des variations dues à des phénomènes passés (caractères reliques ou paléos) indiqués par des lettres minuscules placées avant les majuscules (cette technique a été abandonnée par les systèmes modernes).
6. Le degré de développement marqué par des minuscules (J = juvénile, v = vigueur : techniques elles aussi abandonnées).
7. Le mouvement des solutions est marqué par des guillemets en dessous et à gauche de la lettre désignant l'horizon génétique (abandonné).
8. Les chiffres arabes se réfèrent uniquement à la séquence et à la position verticale des horizons.

E. P. WHITESIDE (1960) proposait d'ailleurs la notation X pour les horizons dont l'interprétation génétique n'est pas possible dans l'état des connaissances (X = genèse inconnue).

De sorte que lorsqu'on écrit d'un sol qu'il a un profil A, BT, C, R (par exemple), on ne dit pas que le sol réel est lessivé mais que dans l'état des recherches sur ce sol et des connaissances en général, on interprète les observations faites sur les pédons et les horizons qui ont été étudiés comme indices et résultat du processus de lessivage.

Les symboles et sigles sont donc du domaine de l'abstrait ; ils correspondent à des horizons hypothétiques dont « l'existence » dépend des connaissances de l'époque à laquelle ils sont employés.

Par exemple, quand les auteurs de 1930 parlent d'horizon B, ils confondent sous ce sigle les horizons que nous appelons maintenant spodiques et ceux que nous appelons argilliques. A cette époque, on ne distinguait pas encore lessivage et podzolisation. On sait qu'il a fallu attendre 1949 (G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOR) pour faire la distinction.

Signalons d'ailleurs que, en ce qui concerne la désignation des horizons par des lettres, la Soil

Taxonomy (1975, page 459) considère que « each horizon or layer designation used is merely a symbol indicating the considered judgment of the person describing the soil relative to kind of departure from the original material from which it has formed, including the zero degree (... C et R...) ... This implies that each symbol indicates merely an estimate, not a proven fact ».

LES HORIZONS DIAGNOSTIQUES

Cet autre sens du mot horizon a été introduit en 1960 par la septième approximation de la classification américaine et repris par la légende F.A.O. de la carte des sols du monde (1975).

Les horizons diagnostiques présentent un ensemble de propriétés quantitativement définies servant à identifier les unités pédologiques. Les caractéristiques des horizons pédologiques (réels) résultent de processus pédogénétiques de sorte que l'utilisation d'horizons diagnostiques fait reposer le système de classification sur les principes généraux de la pédogénèse. On utilise comme critère des valeurs repérées (couleurs, dureté, températures) ou mesurées (profondeurs, taux, densités, volumes, masses) par des protocoles indépendants de l'observateur.

Ces protocoles s'appliquent à des portions d'horizons ou à des horizons découpés eux-mêmes par application d'un protocole.

C'est ainsi que, pour déboucher sur le diagnostic : présence d'un horizon mollique, on *mélange* les 18 cm supérieurs d'un sol, puis on fait un certain nombre de tests : couleur, dureté, friabilité, taux de matière organique, etc.

L'horizon diagnostique n'est plus un objet réel, c'est un objet artificiel, fabriqué ou pris en compte après la mise en œuvre d'une certaine technique.

L'HORIZON CONCEPT

Au-delà de la réalité propre de l'objet, de sa description, de son interprétation, et de l'expression codée d'une réalité artificielle (dont l'objet constitue une majeure partie). L'horizon est aussi un concept abstrait, une idée que nous nous faisons, à un certain moment, et dans un certain (contexte) paradigme scientifique de ce que pourrait être un sous-ensemble de l'ensemble sol.

C'est ainsi que le concept d'horizon d'accumulation d'argile, ou encore le concept d'horizon profond caractéristique des sols que nous appelons podzols (horizon spodique) ont été dans les années 60-80 et sont encore des concepts majeurs de la Pédologie. *A contrario* et par exemple, le concept d'horizon vertique (1) ne s'est pas imposé.

(1) Ce pourrait être l'horizon de comportement d'un vertisol ou les pressions développées dans un cycle humectation-dessiccation par des argiles gonflantes provoqueraient l'apparition de slickensides, d'une faible porosité, et de formes pseudorhombiques.

On peut se demander pourquoi? Car il s'agit d'un horizon très typé, très caractéristique et qui permet un diagnostic statistiquement très sûr à condition que les horizons sus-jacents aient les mêmes caractères texturaux. C'est-à-dire à condition que l'horizon vertique ne *se différencie pas* par sa texture, donc par la nature de ses constituants des horizons qui le surmontent.

Or, la prise en compte de caractères négatifs (absence de différenciation) est beaucoup plus difficile à accepter que la prise en compte de caractères positifs; c'est ainsi que l'horizon argillique a un taux d'argile plus élevé que les horizons qui le surmontent. On prend même la précaution dans la définition de l'horizon argillique diagnostique de préciser que ce taux doit être 1,2 fois celui des horizons sus-jacents, ce qui est une manière d'introduire un coefficient de sécurité contre les erreurs d'analyse ou d'interprétation.

Mais, par contre, aucun système n'a encore osé définir l'horizon vertique en précisant qu'il *ne doit pas y avoir de différence texturale avec les horizons sus-jacents*.

Tout ce qui vient d'être dit souligne un autre caractère de la notion d'horizon-concept. Elle ne tient pas compte uniquement des caractères intrinsèques de l'horizon-objet, mais aussi des relations avec les horizons voisins. C'est un caractère commun à beaucoup d'objets pédologiques (pédon, horizon, accumulations diverses) que leur valeur d'indice, leur nature génétique, leurs possibilités de fonctionnement pour des applications pratiques, sont liées à leur position relative dans le (système) sol.

C'est un caractère banal d'ailleurs. La biologie nous a appris à ne plus pouvoir concevoir un être vivant hors de sa niche écologique et à penser les individus non plus comme des ensembles matériels limités, mais comme des « cuvettes de l'espace-temps » (F. MEYER).

Il se trouve justement que ce caractère qui est vérifié par la plupart des horizons existe aussi entre les pédosystèmes dont font partie les sous-systèmes horizons et cela est particulièrement net quand on étudie la variabilité latérale des sols.

LA VARIABILITÉ LATÉRALE DES SOLS

Le problème posé par la variabilité latérale des sols n'avait pas échappé aux excellents naturalistes que furent la plupart des pédologues « du 1^{er} siècle » de la Pédologie. Presque tous ont affirmé que le sol est un « *continuum* », et nombreux sont ceux qui ont parfaitement perçu les différences essentielles qui distinguent les sols des êtres biologiques.

C'est ainsi, par exemple, que SIBIRTSEV, le théoricien de la première équipe russe, a proposé la notion de *combinaison* qui permet, dans certaines limites, d'exprimer les variations latérales, sur des distances de l'ordre du mètre, du décamètre ou de l'hectomètre, qui affectent fréquemment la couverture pédologique.

Dans ce qui suit, nous aborderons les problèmes posés par la variabilité qui intéresse des distances de l'ordre du mètre, supérieures au mètre, et inférieures à quelques centaines de mètres (350 m pour être précis, cf. J. BOULAINE, 1981).

Ce faisant, nous choisissons d'accepter, *a priori*, la Pédologie classique dans ses analyses à partir du pédon. Cela n'empêche d'ailleurs pas de déboucher sur des conclusions relatives aux variabilités latérales : tous les travaux récents qui ont mis en évidence par exemple les phénomènes obliques ont comme point de départ des analyses à ce niveau.

Mais on pourrait aborder l'analyse par d'autres points de départ. Par exemple, par des mesures en continu (réflectance par télédétection, résistivité ou autres mesures électriques, etc.) ou par l'étude de la variabilité des horizons ou d'un groupe limité en nombre de caractères de surface, etc.

Ce choix *a priori* de la prise en compte au départ du niveau du pédon est justifié à nos yeux par les considérations suivantes :

— Toute la Pédologie actuelle existe à partir de descriptions et d'analyses de pédons constitués d'horizons. L'expression synthétique des résultats est faite à ce même niveau en termes taxonomiques.

— La vulgarisation des connaissances sur le sol est elle-même tributaire de ce niveau de prise des faits de départ.

— Les techniques nécessaires aux autres modes d'approches sont encore dans l'enfance : il faudra attendre des années pour qu'elles soient d'un usage courant.

— Il n'est pas sûr d'ailleurs que ces techniques amènent à changer de démarche complètement.

1 Le volume ou l'aire élémentaire

Une question préliminaire doit être étudiée : *Comment doit-on prendre en compte les variations décimétriques et métriques?*

En d'autres termes : peut-on réduire le sol à un volume élémentaire fini dont les dimensions sont métriques et qui peut être considéré comme un élément de base dont :

(a) la sommation pour $N+1$ éléments identiques est une unité cartographique simple.

(b) les variations entre 2 ou plusieurs éléments de ce type pris seuls ou en groupe permettent de définir une unité complexe.

Parmi les solutions de ce problème de départ, deux doivent être soulignées, la solution américaine (pédon) et la solution russe (aire élémentaire de sol).

LE PÉDON (Soil Taxonomy, 1975)

Telle qu'elle a été définie précédemment, cette notion est opératoire pour décrire les variations latérales des sols.

— 1^{er} cas. Le sol n'a pas de variations notables par l'observation d'un pédon de 1 m². On continue l'étude avec des pédons de la même surface.

— 2^e cas. Le sol a des variations notables au niveau d'observation :

(a) Si ces variations se répètent sur des distances inférieures à 7 m (demi-variation inférieure à 3,50 m), on considère un pédon de 10 m² qui est alors « nécessaire et suffisant » pour définir la variabilité du sol.

Il semble logique alors de poursuivre l'analyse du sol puis la synthèse des résultats par la définition d'une unité taxonomique (de niveau inférieur, par exemple une série) référée à un pédon de 10 m², c'est-à-dire décrivant un sol sur 3,50 m de large au plus.

(b) Si ces variations ont une « longueur d'onde » supérieure à 7 m, on revient à l'observation de n+1 pédon de 1 m² quitte à définir une unité complexe. Cette unité est alors définie *par référence* à un ou plusieurs pédons appartenant à des taxons différents (généralement de niveau inférieur, mais pas obligatoirement).

L'AIRE ÉLÉMENTAIRE DE SOL (E.S.A.) DE FRIDLAND (1972)

A travers la traduction en langue anglaise de 1976 (pp. 15-25), du livre « Structura pochviennovo pokrova », nous pouvons nous faire une idée approchée des concepts de base des pédologues russes.

La notion d'unité d'échantillonnage n'est pas définie aussi rigoureusement que pour le Pédon. Ils tentent de déterminer des unités géographiques et taxonomiques minimales et ils croient à l'existence de telles unités (1). Pour eux « une frontière (limite) de sol est une frontière (limite) entre des groupes (unités) de classification des sols ». Ils cherchent donc

à définir une « aire élémentaire de sol (elementary soil area, FRIDLAND, 1965 : E.S.A.) qui est une formation de sol libre de toute frontière (limite) pédogéographique; ses dimensions sont variables (p. 10)... C'est l'élément le plus simple de la couverture pédologique » (p. 42).

« Les combinaisons de sol sont formées par des aires élémentaires de sols alternant spatialement et sont plus compliquées que ces aires élémentaires de sols » (p. 42).

Les E.S.A. sont soit homogènes, soit hétérogènes, avec des taches sporadiques ou avec un motif régulier cyclique.

Il faut ici lever une hypothèque, celle des variations de la couverture pédologique qui sont dues à des phénomènes biologiques. Par exemple, les monticules des fourmilères ou des termites, les emplacements de souches de grands arbres, les coussins de mousses, les sols bouleversés par les chablis, etc. Ces variations sont considérées par nos collègues russes comme « non pédo-géographiques » mais « morphologicobiologiques », et elles ne rentrent pas dans la définition des aires élémentaires de sol.

REMARQUES

(a) La définition de l'E.S.A. et la restriction que nous venons de rappeler se traduit par le fait que les dimensions de cet élément minima de volume sont variables et indéterminées : elles sont laissées à l'appréciation du pédologue cartographe qui doit aussi exercer son « devoir de négligence » (BACHELARD) en percevant les variations d'origine biologiques sans les intégrer dans son travail cartographique.

(b) Un autre caractère, souligné par FRIDLAND (p. 18) est que l'E.S.A. n'est indivisible que sur le plan géographique. *Du point de vue de la pédologie générale, il est complexe et divisible en une multitude de profils de sol (individus de sol) (2), horizons, agrégats, etc., qui ne doivent pas être figurés dans l'étude de l'enveloppe géographique de leur ensemble.*

(c) Un troisième caractère vient de la liaison étroite avec le système de référence (classification). *Si la différenciation est basée sur une classification texturale, les lois de distribution géographique (geographical regularities) se montrent très différentes de celles qui dérivent d'une approche basée sur des profils génétiques.*

(1) Les anglo-saxons ne se posent même pas la question de l'existence de telles unités. Si elles existent, pourquoi pas? Si elles n'existent pas, cela n'a pas d'importance! Dans les deux cas, ils ont le système du pédon qui est opératoire.

(2) Le mot profil a ici le sens de « volume de sol », donc il faudrait le traduire par PÉDON.

2 Y a-t-il antinomie entre Pédon et aire élémentaire de sol ?

Le rédacteur, par le choix des textes étudiés et cités, par la structure de son exposé, peut donner l'impression que ces deux notions sont contradictoires. Il faut y regarder de plus près.

a) Sont-elles, en premier lieu, typiques des écoles pédologiques russes et américaines respectivement? L'autorité de leurs auteurs et l'importance des deux textes, mais aussi tout ce que nous savons du climat philosophique des cultures où elles ont pris naissance, nous inclinent à le penser. Certes, dans chacun de ces pays, il doit y avoir, il y a certainement, des chercheurs qui explorent d'autres démarches mais, en gros, on peut dire qu'il y a en pédologie un paradigme (1) russe et un paradigme américain et que les notions de pédon (ou mieux, polypédon, voir plus loin) et d'aire élémentaire de sol (E.S.A.) les symbolisent bien.

(b) Le point le plus important est de constater ce que le lecteur averti aura déjà fait, que ces notions ne sont pas situées au même point de l'analyse de la couverture pédologique :

— *Le Pédon* est une « unité d'échantillonnage » qui est utilisée pour commencer l'étude d'une portion de cette couverture, c'est presque un point de départ, sinon que le choix de son emplacement n'est pas neutre (il précède l'observation et l'étude détaillée).

— *L'aire élémentaire de sol* est une notion qui apparaît beaucoup plus tard dans l'étude des sols, au moment de la synthèse des résultats. Il faut éliminer les traits structuraux d'origine biologique, bien percevoir les autres, et ce n'est guère que dans les synthèses partielles, préliminaires de la synthèse cartographique globale que la nature, les dimensions et la structure interne d'une aire élémentaire de sol peuvent être précisées.

3 Démarche cartographique dans le cas d'une variabilité métrique à hectométrique

Nous avons décrit (J. BOULAIN, 1980) la démarche cartographique du pédologue dans le cas des unités pures : elle est itérative et considère que la définition du contenu et du contour de l'unité cartographique sont en situation dialectique. Elles doivent être précisées dans le même processus cognitif qui peut durer des semaines ou des mois

et arriver peu à peu, grâce à la perception progressive des facteurs de la pédogenèse et des caractères spécifiques des sols, à un découpage géographique et taxonomique.

Qu'en est-il lorsque la variabilité latérale des sols est trop grande pour que, compte tenu des moyens matériels du temps de travail et de l'échelle de la représentation, nous puissions utiliser la notion d'unité pure pour sa définition et sa représentation?

Classiquement, on a depuis longtemps résolu ce problème à l'aide des notions suivantes (2) :

— *Association AB* : présence des taxons A et B dans l'unité cartographique.

— *Séquence AB* : gradient de différenciation de A vers B.

— *Chaîne AB* : transfert de matière de A vers B, et, corrélativement, gradient de différenciation.

— *Juxtaposition AB* : présence des taxons A et B. Dispersion aléatoire et éventuellement, dominance de la surface totalisée de A.

Ces notions ont été utilisées par les cartes internationales pour les associations, par les pédologues français pour les séquences chaînes et juxtaposition. Les auteurs américains utilisent des notions voisines. Les pédologues russes ont des systèmes plus élaborés, mais peu d'exemples ont été proposés à l'analyse à travers des textes accessibles aux lecteurs occidentaux.

Ces remarques étant faites, il n'en reste pas moins que les deux notions décrites ci-dessus sont l'une au début, l'autre à la fin, de deux démarches assez différentes.

Elles ont cependant en commun deux caractères fondamentaux, héritage commun de DOKOUCHAEV :

(a) Elles partent de la notion de sol, ensemble d'horizons, entité naturelle indépendante et variante, dont l'étude est abordée par la considération d'un volume élémentaire (pédon), ou d'une coupe située entre la surface et la roche non transformée, la somme des informations ainsi recueillies étant le profil du sol. Un sol peut, et doit être caractérisé pour les deux écoles comme d'ailleurs pour l'école française par son profil.

(b) Elles se réfèrent toutes deux à un système de référence (classification ou taxonomie) qui décrit synthétiquement et hiérarchise plus ou moins des concepts (orthotypes ou épitomae) qui permettent de dénommer les sols.

(1) Au sens de T. S. KUHN. Ensemble de lois, de mots, de concepts, de problèmes, qui caractérise un groupe de scientifiques pendant une certaine période d'une science. Une révolution scientifique est un changement de paradigme.

(2) Très schématisées ici ; cf. aussi J. BOULAIN, 1975-1980.

Ces systèmes de référence sont plus ou moins simples ou contraignants, mais ils existent et la description d'une unité cartographique se fait en utilisant les types ainsi définis quitte d'ailleurs à préciser en plus les intermédiaires, les variations, les impuretés, etc. Il semble bien, en outre, que dans les deux systèmes, le russe et l'américain, certaines variations de faible amplitude soient intégrées dans la définition des unités de classification (sols polygonaux, vertisols à relief gilgai glossissols, sols vermiques, etc.); les classifications françaises et la légende F.A.O. font de même.

Il reste que chacune des deux approches de la variabilité de la couverture pédologique que nous avons analysées présente des avantages et des inconvénients.

L'approche américaine définit son point de départ d'une façon rigoureuse et objective : un volume élémentaire (à un instant t) de 1 ou 10 m² de surface suivant les cas. Par contre, la suite reste encore assez peu précise au moins tant que la nouvelle édition du Soil Survey Manual qui doit traiter du problème n'est pas dans le commerce (voir à ce sujet J. BOULAINÉ, 1980).

En général, les auteurs classiques de langue anglaise se limitent à la notion de polypédon ou de complexe, bien que depuis longtemps, les australiens et les canadiens aient développé le concept de *pattern*. BUOL, HOLE et MC CRACKEN (1973, p. 142) le réduisent à la variabilité d'ordre biologique comme FRIDLAND. La Soil Taxonomy n'en parle pas et se contente, aux petites échelles (1/100 000 et au-dessus), de la notion d'association et de « phase de série » pour les grandes échelles.

L'approche russe définit avec rigueur son point d'arrivée mais ne parle pas de façon précise de son objet de départ.

Par contre, elle possède avec la notion de structure de la couverture pédologique un arsenal conceptuel qui lui permet, à toutes les échelles d'exprimer de façon satisfaisante la variabilité latérale des sols.

Dans une publication récente (1976), V.-M. FRIDLAND résume d'un point de vue très général les concepts qui permettent d'analyser cette structure de la couverture pédologique. Il y distingue quatre niveaux.

Le premier niveau correspond aux « surfaces pédologiques élémentaires » (S.P.E.), en anglais, « elementary soil area », qui sont caractérisées par une composition, une genèse et une évolution unique du sol. On peut momentanément assimiler ces surfaces pédologiques élémentaires aux Individus-Sols ou polypédons de la 7^e approximation (1960), ou plutôt aux génons homogènes de J. BOULAINÉ (1969).

Le second niveau correspond aux micro-structures et aux méso-structures. Elles sont caractérisées

par une composition à plusieurs éléments (c'est-à-dire à plusieurs surfaces pédologiques élémentaires), une structure génético-géométrique définie, et une histoire unique. Des liaisons génétiques entre les composants sont inhérentes aux micro-structures et à la plupart des méso-structures. Les causes de l'existence des micro- et des méso-combinaisons sont, dans la plupart des cas, les formes du relief.

Le troisième niveau comporte les régions et les secteurs (FRIDLAND emploie *sectia* en russe et le traduit par *district* en anglais), qui implique l'unité de composition, de structure, d'histoire ou de développement, bien que des liens génétiques n'existent pas entre les composants ou existent en petit nombre. C'est la structure géologique et les traits géomorphologiques qui sont les facteurs les plus importants de l'existence de ces ensembles à ce niveau de perception de la couverture pédologique.

Le quatrième niveau consiste en provinces, zones, sous-zones et aires. Le caractère essentiel de chacune de ces unités est déterminé uniquement par la composition de la couverture pédologique : la structure, l'histoire de chaque unité, peuvent être très différentes les unes des autres. C'est le climat qui est prédominant à ce niveau, bien que les autres facteurs de différenciation des sols puissent eux aussi jouer leur rôle.

CONCLUSION

La position classique de la plupart des pédologues a été d'étudier le sol en le conceptualisant d'abord au niveau de l'observation directe, ce qui amène à accepter (avec MARBUT) que l'essentiel est le « profil », quitte ensuite à dresser la carte des zones où ce sol existe.

Peu à peu, on assiste à l'émergence d'une nouvelle approche de l'inventaire taxonomique et cartographique des sols.

Depuis longtemps, l'école française sous l'impulsion de G. AUBERT cherchait à voir « les sols dans le paysage ». D'autres écoles le font plus traditionnellement en sacrifiant la rigueur du point de départ ou bien d'une façon plus opérationnelle en définissant avec rigueur le champ de l'observation de base.

Quoi qu'il en soit, la tendance actuelle est à la méfiance de toute attitude doctrinale, et à la recherche de la plus grande objectivité possible par une définition stricte des dimensions des objets observés ; par la séparation de ce qui est contingent de ce qui est structurel ; par l'adoption d'une attitude dialectique qui recherche à la fois les caractères intrinsèques du sol tout en justifiant leur choix par la conséquence du jeu des interactions avec le milieu.

Pour cela les Pédologues font de plus en plus commencer leur démarche par la perception d'une couverture pédologique structurée dont ils ont essayé d'analyser le contenu et la structure à différents niveaux, y compris celui du profil ou du pédon. Ils se réfèrent pour cela le plus souvent au langage existant et aux taxonomies acceptées quitte à introduire un minimum de concepts et de vocables nouveaux.

C'est notre position : utiliser le plus possible le thésaurus commun pour expliquer les démarches

nouvelles ou des apports à des démarches anciennes, limiter le choc d'un mot nouveau dans l'esprit de nos lecteurs à des concepts nouveaux absolument nécessaires, ou à la reprise de concepts anciens qui avaient perdu leur contenu primitif.

1^{er} mars 1981.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 11 septembre 1981.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGAFONOFF (V.), 1936. — Les sols de France au point de vue pédologique. Dunod, Paris.
- AUBERT (G.) et BOULAINÉ (J.), 1967-1974-1980. — La Pédologie. *Que sais-je?* n° 352, P.U.F. Paris.
- BONNEAU (M.), LE TACON (F.) et DUCHAUFOUR (Ph.), 1967. — Réflexions sur l'importance du facteur temps dans l'évolution des sols. *Science du sol*, n° 2, Paris.
- BOULAINÉ (J.), 1969. — Sol, pédon et genon. Concepts et définitions. *Bull. Ass. Fr. pour l'Étude du Sol* n° 2, Paris.
- BOULAINÉ (J.), 1975. — Géographie des sols. *P.U.F. Collect. S.U.P.*, Paris.
- BOULAINÉ (J.), 1978. — Les unités cartographiques en Pédologie. Analyse de la notion de Génon. *Science du sol* n° 1 — *A.F.E.S.* Versailles.
- BOULAINÉ (J.), 1979. — Acmé et Climax. Pédosystème et Écosystème. Essai de définition. *C.R. Ac. d'Agriculture de France*, 25 avril 1979, Paris.
- BOULAINÉ (J.), 1980. — Pédologie appliquée. *Coll. des Sciences Agronomiques*, Masson, Paris.
- BOULAINÉ (J.), 1981. — Exemple de démarche cartographique dans le cas d'une couverture pédologique complexe (zone de la forêt du Piards, Jura méridional). *Département des Sols* n° 1. *I.N.A.*, Paris.
- BUCKMANN (M. O.) et BRADY (N. C.), 1972. — The nature and properties of soils. McMillan, Londres.
- BUNTING (E. M.), 1967. — The geography of soil. Aldine Company, Chicago.
- BUOL (S. W.), HOLE (F. D.), MC CRACKEN (R. J.), 1973. — Soil genesis and classification. *The Iowa State University Press*. Ames Iowa U.S.A.
- BRIDGES (E. M.), 1972. — World soils. *Cambridge University Press*. Cambridge.
- GHATELIN (Y.), 1979. — Une épistémologie des sciences du sol. *Mémoire O.R.S.T.O.M.*, n° 88, Paris.
- DUCHAUFOUR (Ph.), 1977. — Traité de Pédologie. T. I. Pédogenèse et classification. Masson, Paris.
- ERHART (H.), 1935. — Traité de Pédologie. T. I. Pédologie générale. *Institut pédologique du Bas-Rhin*, Strasbourg.
- FOTH (M. D.) et TURK (L. M.), 1972. — Fundamental of soil science. *J. Wiley and Sons*, New York.
- FRIDLAND (V. M.), 1972. — Structura prochviennovo Pokrova. *Académie des Sciences d'U.R.S.S. Institut de Géographie*, Moscou.
- FRIDLAND *et al.*, 1972. — Programme de la carte des sols de l'U.R.S.S. au 1/2 500 000. *Doc. multigr.* 158 p. *Institut Dokouchaev*, Moscou.
- FRIDLAND (V. M.), 1973. — La structure de la couverture des sols de la zone des sols podzoliques. *Doc. polycopié (conférence du 18.10.73)*, *I.N.R.A., Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France*, Versailles.
- FRIDLAND (V. M.), 1976. — Levels of organization of the soil mantle and regularities of soil geography.
- GLANGEAUD (L.), 1970. — La méthodologie géodynamique des ensembles naturels bornés. *Revue géog. Phys. et Géol. Dyn.* Vol. XII, fasc. 5: 465-492, Paris.
- HÉNIN (S.), GRAS (R.) et MONNIER (G.), 1969. — Le profil cultural, Masson, Paris.
- MANIL (G.), 1958. — Climax et pédoclimax. *Bull. Soc. Roy. Botan. de Belgique*. T. 91. Bruxelles.
- RODE (A.), 1961. — The soil forming process and soil evolution. *Traduit du russe par Israel program for scientific translation*, Jérusalem.
- SIMONSON (R. W.), 1957. — What soils are. *Yearbook of Agriculture*. *U.S.D.A.* Washington.
- SIMONSON (R. W.) et GARDNER (D. R.), 1960. — Concept and function of Pedon. *C.R. 7th Congress of soil science*, Madison.
- SOIL SURVEY STAFF, 1960. — Septième approximation de la classification des sols. *U.S.D.A.*, Washington.
- SOIL SURVEY STAFF, 1975. — Soil Taxonomy.
- WHITESIDE (E. P.), 1960. — Proposed genetic soil horizon designations. *7th intern. Congress of soil science*, Madison, Wisconsin.
- YAALON (D. H.), 1971. — Soil forming process in time and space. *Paleopedology*. *Int. Soc. Soil Sc. and Israel Universities Press*. Jérusalem.