

L'évolution des démarches en pédologie. De l'héritage de B.B. Dokoutchaev à la diversité des démarches actuelles en pédologie

G. BOCQUIER*

INTRODUCTION

Intérêt d'analyser le développement historique des démarches

Nous constatons actuellement parmi les pédologues une grande diversité des démarches, c'est-à-dire des manières de travailler en pédologie, aussi bien pour mener des recherches que pour réaliser des travaux d'inventaire ou d'application. Pour comprendre cette diversité d'aujourd'hui nous pouvons faire un retour en arrière et tenter d'analyser le développement historique qu'ont connu les différentes démarches pratiquées depuis B.B. Dokoutchaev, en examinant quelles sont leurs origines et les transformations successives qui les ont conduit à coexister aujourd'hui. Ce retour en arrière, il est peut-être plus simple et plus assuré de le tenter vis-à-vis des démarches, c'est-à-dire des manières dont la pédologie a été anciennement pratiquée, plutôt que vis-à-vis des seuls concepts, c'est-à-dire des manières dont la pédologie a pu être successivement pensée.

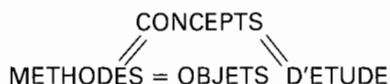
Définition des démarches en pédologie

Les démarches en pédologie peuvent être simplement définies comme des manières d'acquérir des connaissances, dans un but général ou finalisé, concernant la constitution, l'origine, la distribution, le fonctionnement d'ensembles pédologiques. On reconnaît ainsi qu'il puisse exister des démarches propres à la pédologie — le sol étant considéré comme une entité naturelle susceptible d'être étudié comme une chose complète en elle même — et ainsi l'on n'envisage pas de diviser, de fragmenter la science du sol en diverses spécialités comme la physique du sol, la chimie ou la minéralogie du sol, la fertilisation. On admet par ailleurs dans cette définition qu'une démarche en pédologie soit dépendante d'objectifs, et qu'elle corresponde à un choix de méthodes et d'objets d'étude, qui s'influencent réciproquement :

(*) Laboratoire de Pédologie - Université Paris-VII. 2, place Jussieu, 75251 Paris Cedex 05.

Note. — La mise au point de cet article doit beaucoup aux séances de travail que j'ai réalisées avec M. Gérard BOCQUIER, Professeur à l'Université de PARIS-VII, et M. François-Xavier HUMBEL, Directeur de Recherches de l'ORSTOM.

DEMARCHE : dépendante des OBJECTIFS
correspond à un choix de :



Distinction de trois phases dans le développement historique des démarches en pédologie

On peut ainsi traiter de l'évolution des démarches en pédologie depuis B.B. DOKOUTCHAEV en envisageant d'une manière dialectique quelles ont été les évolutions conjointes des concepts, des méthodes et des objets d'étude, et en situant celles-ci au long de trois phases historiques qui se sont progressivement relayées.

Une phase représentant l'**héritage** de B.B. DOKOUTCHAEV, qui s'est perpétué sensiblement jusqu'aux années 1945.

Une phase de **renouveau**, qui se centre dans l'intervalle des années 1960-1970 : intervalle qui correspond lui-même à une période de forte expansion scientifique mondiale dans les sciences de la terre et de la vie.

Puis une phase de **renaissance**, que nous connaissons actuellement.

Cette distinction s'accorde sensiblement avec celles déjà présentées dans plusieurs études de synthèse, nationale, G. MILLOT (1980), et internationales, S.W. BUOL (1980), V. KOVDA (1980), E.A. FITZPATRICK (1980), B.G. ROZANOV (1982), qui nous montrent qu'une évolution historique analogue des démarches a été également perçue à l'étranger ou dans les sciences de la terre en général. Nous tenterons donc d'envisager au long de ces trois phases les caractères généraux et les tendances successives qu'ont présenté ces démarches. Et ceci sans prétendre tout envisager, sans citer d'autres noms propres, car dans cette tentative les lacunes et les imperfections sont inévitables.

L'HÉRITAGE DE B.B. DOKOUTCHAEV

Premiers schémas conceptuels

Les traits majeurs de cet héritage découlent des deux concepts de base, qui, à la naissance de la pédologie, ont eux-mêmes défini le premier objet d'étude et déterminé les premières démarches.

Le sol, corps naturel, objet d'étude en lui-même, est formé d'horizons et est étudié par son profil.

Le sol résulte de l'interaction de cinq facteurs de formation. La nature et les propriétés des sols varient avec les facteurs de l'environnement.

Les premiers schémas conceptuels s'exprimaient donc par les relations :

FACTEURS DE FORMATION - SOLS

et plus précisément :

FACTEURS ACTUELS DE FORMATION -
PROPRIÉTÉS ACTUELLES DES SOLS

Et le sol est ainsi défini par ses relations fonctionnelles externes, actuelles, avec l'environnement.

Première démarche zonale et actualiste

Les premières démarches en pédologie ont alors consisté à réaliser des caractérisations globales de profils de sols, puis avec celles-ci des cartographies régionales, dans lesquelles des types de sols étaient mis en relation avec des

L'ÉVOLUTION DES DÉMARCHES EN PÉDOLOGIE. DE L'HÉRITAGE DE B.B. DOKOUTCHAEV A LA DIVERSITÉ DES DÉMARCHES ACTUELLES EN PÉDOLOGIE

facteurs externes, actuels, du milieu. Ainsi, cette première approche scientifique des sols était donc fonctionnelle, factorielle et géographique, et elle a conféré à la pédologie naissante un caractère principal zonal, mais également actualiste.

Principaux résultats de cette première phase

A ces premières démarches sont associées deux ensembles de résultats très généraux et significatifs pour les évolutions ultérieures.

D'une part, ont été réalisés durant cette période les premiers inventaires nationaux et mondiaux des types de sols et de leur répartition considérée comme zonale ou azonale. Mais ces données apparaissent aujourd'hui trop conceptualisées : elles reposaient en effet sur des caractérisations insuffisamment précises et sur des inventaires non systématiques et à trop petite échelle.

D'autre part, c'est durant toute cette période que sont élaborées et développées dans le monde entier des méthodes analytiques particulières à la pédologie pour caractériser les profils et surtout pour préciser les propriétés des sols. Réalisées sur des échantillons perturbés, ces analyses physiques et chimiques sont globales, et elles sont basées sur la séparation des phases ou sur des extractions plus ou moins conventionnelles de composés. Ces analyses n'atteignent pas directement les constituants : elles sont généralement indirectes et nécessitent alors d'opérer des reconstitutions granulométriques, chimiques, minéralogiques. Un grand nombre de ces méthodes analytiques sont encore utilisées conventionnellement aujourd'hui pour réaliser des caractérisations globales de types de sols.

L'héritage de B.B. DOKOUTCHAEV apparaît donc bien avoir été basé sur la recherche de relations fonctionnelles entre les sols et les facteurs du milieu. Les démarches étaient ainsi dès la naissance de la pédologie de type géographique (zonal) et actualiste. Envisageons donc maintenant et de manière plus détaillée comment a pu s'opérer progressivement un certain renouvellement dans ces démarches.

LE RENOUVELLEMENT

Un renouvellement et un élargissement des bases conceptuelles et méthodologiques de la pédologie semblent s'être opérés principalement après 1945. Ils résulteraient à la fois :

— de renouvellements internes à la pédologie, qui connaît alors une forte expansion.

— de plusieurs contributions provenant d'autres sciences et techniques.

Après la seconde guerre mondiale, on a effectivement assisté à une explosion des effectifs des pédologues, à leur dissémination géographique et à toute une moisson de résultats nouveaux qui ont été ensuite — vers les années 1960-1970 — amplifiés et diversifiés par des apports des sciences de la terre et de la vie — alors en pleine expansion — et par les performances des nouvelles techniques analytiques.

Essayons donc maintenant de retracer quelques uns des nouveaux itinéraires, qui ont été alors ouverts et successivement empruntés, notamment par des pédologues français qui œuvraient alors aussi bien dans les milieux méditerranéens ou intertropicaux.

CONCERNANT LES RENOUVELLEMENTS INTERNES DE LA PÉDOLOGIE

Introduction de la notion de processus et apparition d'une démarche morphogénétique

On constate tout d'abord que les relations entre les sols et leurs facteurs de formation ne sont plus recherchées et établies directement mais par l'intermédiaire de processus pédogénétiques, qui sont alors reconnus et distingués, comme le lessivage, la podzolisation, la ferrallitisation. Le schéma conceptuel devient alors du type suivant :

FACTEURS
DE
FORMATION

PROCESSUS
PÉDOGÉNÉTIQUES

TYPES
DE
SOLS

Et la démarche qui commence alors à être pratiquée — et qui peut l'être encore actuellement — est dite morphogénétique, car elle consiste :

— à partir de données morphologiques et analytiques, saisies dans le profil, sinon dans certains horizons ;

— à diagnostiquer des processus, c'est-à-dire à estimer la signification pédogénétique des caractères et des propriétés du profil examiné ;

— puis à confronter cette estimation à différents concepts de types de sols (orthotypes) ou de types d'horizons. Ces types de référence étant d'ailleurs généralement présentés dans le cadre d'un système de classification.

Ainsi, sur ces bases morphogénétiques, a été réalisé dans plusieurs pays du monde une seconde génération de cartes pédologiques régionales.

Trois remarques peuvent être formulées concernant cette nouvelle démarche morphogénétique :

— d'une part, la caractérisation de ces processus pédogénétiques demeure globale ; qu'elle soit réalisée à partir de données théoriques ou expérimentales (par exemple le rapport $K_i = \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ pour définir la ferrallitisation), ou bien à partir des données d'observation ou de mesures traitées plus ou moins statistiquement pour définir des indices (de drainage, de lessivage...).

— d'autre part, les objets d'étude : horizons, profils, types de sols, les objets de référence : orthotypes dans les classifications, et les processus eux-mêmes, demeurent conceptualisés et souvent ne peuvent être explicitement définis ;

— enfin, cette approche morphogénétique demeure principalement actualiste, comme le montre, dans plusieurs systèmes de classification qui sont alors utilisés, la présence à un niveau élevé de critères extrinsèques concernant les facteurs du milieu ou les régimes actuels.

Emergence des conceptions et des démarches historiques

Le développement de la démarche morphogénétique précédente, appliquée à des formations pédologiques complexes et anciennes, ainsi qu'à des régions du globe très diverses (notamment les régions intertropicales à longue histoire continentale), a conduit à remettre en cause cet actualisme, de manières fort différentes, et notamment en introduisant en pédologie deux notions nouvelles à caractère historique : celle d'héritage et celle d'évolution historique du sol.

Il a tout d'abord été mis en évidence que tous les caractères et les propriétés qui sont reconnues actuellement dans un sol, n'ont pas pour seule origine et dépendance les équilibres actuels du milieu. Certaines propriétés acquises dans des milieux anciens différents de l'actuel peuvent être ainsi héritées et demeurer dans le profil à l'état de reliques plus ou moins stables. On a pu préciser ensuite que ces héritages provenant d'altération et de pédogénèses anciennes différaient eux-mêmes suivant les régions, et notamment suivant l'histoire géologique et bioclimatique plus ou moins longue et variée qu'ont connu ces régions.

Concernant l'évolution historique du sol, il est ensuite apparu que le sol peut subir une évolution continue, alors que les facteurs externes du milieu demeurent ou non constants au long de l'histoire. Lors de cette évolution continue, le sol passe alors par des stades de développement qui correspondent à des successions de types de différenciation : par exemple d'un sol lessivé à un planosol puis à un vertisol, ou bien d'un sol ferrallitique à un podzol. Ainsi, au long de l'histoire et que ce soit par variation des facteurs externes ou par autodéveloppement du sol, un type de différenciation pédologique peut se transformer en un autre type de différenciation.

Ainsi, ces deux notions nouvelles :

— d'héritage, correspondant à des formations discontinues du sol ;

— d'évolution, correspondant à des transformations continues, se regroupent dans le schéma conceptuel suivant :

L'ÉVOLUTION DES DÉMARCHES EN PÉDOLOGIE. DE L'HÉRITAGE DE B.B. DOKOUT-CHAEV A LA DIVERSITÉ DES DÉMARCHES ACTUELLES EN PÉDOLOGIE

FACTEURS DE FORMATION
DANS LEUR DÉVELOPPEMENT
HISTORIQUE — PROCESSUS DANS LEUR
DÉVELOPPEMENT
HISTORIQUE — PROPRIÉTÉS
ACTUELLES
DES SOLS

Mais les démarches de type historique ont été et demeurent encore aujourd'hui très variées et délicates à mettre en œuvre. Elles se situent en effet entre deux positions extrêmes correspondant aux deux notions précédemment définies, d'héritage avec un caractère discontinu, et d'évolution avec un caractère continu. Ainsi dans le cas des surfaces étagées si communes dans les milieux intertropicaux, la formation du modelé (la morphogénèse) et la formation des sols (la pédogénèse) ont pu être considérées :

— soit comme discontinues et indépendantes : la perspective est alors passéiste, et les méthodes mises en œuvre sont plutôt celles de la géomorphologie sinon de la stratigraphie ;

— soit comme continues et liées : la perspective est plutôt transformiste, et les méthodes sont plutôt celles de la géochimie et de l'analyse structurale.

Ainsi, l'introduction de ces concepts et de ces démarches historiques a représenté, dans les deux dernières décades un renouvellement considérable en pédologie. De nombreuses recherches ont été suscitées en associant géomorphologues et géochimistes. Mais on doit constater que les principaux résultats obtenus n'ont pas pu être intégrés de manière satisfaisante notamment dans les systèmes de cartographie et de classification, qui demeurent actualistes et qui conservent les horizons et les profils de sols comme les seuls objets d'étude et de référence.

Cependant, au cours de cette période, le sol a pu être considéré comme un objet historique — qui peut désormais être étudié en lui-même et dans sa continuité, c'est-à-dire sans relations fonctionnelles externes — alors que l'héritage de B.B. Dokoutchaev le faisait plutôt reconnaître comme un objet géographique.

Emergence de la notion de continuum spatio-temporel avec l'analyse des relations spatiales entre les sols

Ce sont les démarches de type historique qui — en réalisant des analyses en continu de certaines variations de caractères dans les couvertures pédologiques — sont à l'origine d'une nouvelle démarche : celle de l'étude systématique de la distribution spatiale (en deux puis trois dimensions) des horizons (plutôt que celle des profils) dans les couvertures pédologiques.

Ainsi, certaines différenciations pédologiques, qui sont analysées au niveau de leurs horizons sinon au niveau de microstructures (nodules, cutanes...), peuvent alors apparaître ordonnées dans l'espace. Et ces différenciations pédologiques, qui correspondent aussi à des différenciations à la fois géochimiques et minéralogiques, sont bien le résultat de transformations et de transferts de matière au sein de la couverture pédologique.

Ce type de démarche a également montré que ces séquences de différenciation qui sont ainsi ordonnées dans l'espace, le sont également dans le temps, et qu'elles peuvent alors représenter tout un système de transformation d'une couverture pédologique en une autre couverture pédologique.

Il apparaît ainsi qu'avec ces démarches, l'objet d'étude a progressivement changé depuis les profils étudiés d'une manière discontinue. Il concerne désormais aussi bien des microstructures que des ensembles d'horizons, qui sont tous étudiés en continuité et qui constituent ainsi un continuum spatio-temporel.

Dans ces démarches, les méthodes d'analyse se sont également modifiées : ce sont notamment les relations géométriques et historiques que les constituants et les différentes structures présentent entre eux dans l'espace qui sont plutôt recherchées. Et de cette manière, se dégage progressivement l'intérêt des caractères structuraux.

On constate également que ce ne sont plus les processus pédogénétiques que l'on tente de reconstituer à partir de caractères diagnostics, mais plutôt les mécanismes de transformation et de transfert de matière, dans leur ordre d'intervention. Seules, alors conservées des démarches antérieures : la perspective générale de l'évolution historique, ainsi que la recherche des relations entre des systèmes pédologiques de transformation et les variations de certains facteurs externes pour tenter de définir, par exemple, des équilibres ou des déséquilibres pédobioclimatiques dans une couverture pédologique.

Concernant les contributions d'autres sciences et techniques

Pour montrer les contributions d'autres sciences et techniques, nous ne ferons que citer trois apports particuliers qui ont participé au renouvellement et à l'élargissement à la fois des concepts, des méthodes analytiques et des démarches. Ce sont notamment :

— Les méthodes statistiques et l'outil informatique

Ces méthodes ont permis de réaliser avec de grandes performances la saisie, le stockage et le traitement de grand nombre d'informations pédologiques. Elles ont conduit à la création de banques de données ainsi qu'à des recherches systématiques de corrélations statistiques. Et elles ont assuré le développement de la modélisation ainsi que l'automatisation de certains travaux de cartographie pédologique.

Par l'utilisation de ces méthodes, les démarches n'ont pas été profondément renouvelées, mais les efforts de formalisation qu'elles ont suscités ont conduit à introduire plus de rigueur lors du choix, de la saisie et du traitement de différentes données pédologiques.

— Le développement de la géochimie

Par son important développement durant cette période, la géochimie a permis notamment et successivement :

- l'introduction de certaines méthodes expérimentales comme celles appliquées à l'étude des processus d'altération, puisque ceux-ci admettent une modélisation chimique. Et ce sont de tels travaux qui ont alors assuré la caractérisation géochimique (et minéralogique) globale des principaux processus d'altération ;

- l'utilisation de données théoriques (thermodynamiques) pour définir sinon prévoir par le calcul et la simulation — mais encore une fois globalement — les équilibres généraux entre des solutions et des phases minérales ;

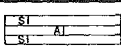
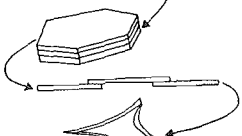

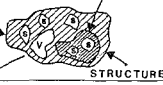

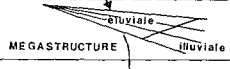
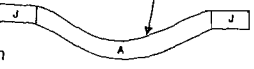
- enfin, par les méthodes et les techniques de la géochimie isotopique, par exemple, soit la reconstitution des conditions de genèse de certains minéraux, soit le traçage de l'eau du sol, ou les études cinétiques concernant la dissolution de composés minéraux comme ceux intervenant en particulier dans les cycles de l'azote ou du phosphore dans les sols.

— La contribution de la pétrographie et de la microanalyse

Les méthodes de la pétrographie cristalline et sédimentaire ont pu être progressivement transférées et appliquées aux sols et aux altérations, dès que la fabrication des lames minces de sol a pu être techniquement assurée, mais surtout dès que les microscopies électroniques couplées à la microanalyse, ont permis d'observer et d'analyser en place les constituants et les microstructures pédologiques qui sont généralement de très petites dimensions.

On définit ainsi à plusieurs niveaux d'organisation différentes structures (Tableau I), qui sont hiérarchisées dans l'espace et qui sont aussi ordonnées dans le temps. En effet toutes ces structures ne se sont pas différenciées ou emboîtées simultanément, mais successivement dans le temps. Et l'on parvient donc, à différents niveaux d'organisation, à faire des reconstitutions synchroniques et

TABLEAU I.
Unités d'organisation et hiérarchie des structures pédologiques

Méthodes d'étude	Unités d'organisation	Structures définies à ces niveaux d'organisation	Dimensions, Schémas des structures et de leur hiérarchie
à transmission	FEUILLET (Assemblage de couches)	<u>Structure cristalline</u>	° Å 
Microscopie Electronique	CRISTALLITE (Assemblage de feuillets)	<u>Structures plasmiqes</u>	μ 
à émission	UNITÉ POLYCRISTALLINE (Assemblage de cristallites) : Tactoïde-Microdomaine ASSOCIATION D'U.P. : Réseau-Domaine		
Microscopie Optique	FOND MATRICIEL (F.M. = Plasma + Squelette + Vide)	<u>Structure de base</u>	mm  MICROSTRUCTURE
Macroscopie	AGRÉGAT = PED (F.M. + Microstructures intrapédiques)	<u>Structure primaire</u>	cm  STRUCTURE
	HORIZON (Ped + Microstructures interpédiques)	<u>Structure secondaire</u>	dm  MACROSTRUCTURE
Télé-détection	ENSEMBLE D'HORIZONS	<u>Mégastructure</u>	m  MEGASTRUCTURE
	CONTINUUM (Juxtaposition ou Association de mégastructures)	<u>Structure de la couverture pédologique</u>	hm 

diachroniques des structures, qui se sont différenciées successivement dans une couverture pédologique.

La seconde base concrète de l'analyse structurale c'est la possibilité, dans ce cadre structural et notamment pour les plus petites structures, de l'analyse de la constitution des matériaux pédologiques.

Comme pour les roches, c'est alors la constitution des matériaux pédologiques qui peut être analysée directement, en déterminant en place et conjointement :

- la nature des constituants (leur géochimie et minéralogie);
- les relations que ces divers constituants présentent entre eux, c'est-à-dire à la fois leur structure et l'ordre (ou chronologie relative) de leur mise en place.

LA RENAISSANCE

Depuis une dizaine d'années, plusieurs démarches nouvelles se sont progressivement dégagées. Elles représentent une certaine renaissance pour la pédologie dans la mesure où elles reprennent des approches anciennes et où elles les associent à des concepts nouveaux et à des méthodes nouvelles d'analyse. Les deux seuls exemples que nous envisagerons sont ceux de : l'analyse structurale de la couverture pédologique, et de la couverture pédologique étudiée comme un système biogéodynamique complexe.

L'ANALYSE STRUCTURALE DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE

L'analyse structurale en pédologie a deux bases concrètes qui ont été élaborées progressivement durant la période précédente :

- le sol est un système structural complexe ;
- on peut analyser directement la constitution des matériaux pédologiques et reconstituer les mécanismes de la différenciation pédologique.

L'organisation structurale hiérarchisée de la couverture pédologique

Avec tout un ensemble de méthodes d'étude, on peut effectivement observer et définir dans un matériau et dans une formation pédologique un certain nombre d'unités d'organisation concrètes, ainsi que les modes d'assemblage qu'elles présentent successivement entre elles (Tableau I).

L'analyse directe de la constitution des matériaux pédologiques et l'étude des mécanismes de la différenciation pédologique

La constitution d'un matériau pédologique, c'est-à-dire à la fois la nature de ses constituants et les relations structurales de ceux-ci, peuvent donc être désormais déterminées conjointement par des analyses directes, en place, et notamment à l'échelle des constituants eux-mêmes.

On peut également analyser comment varie la constitution des matériaux en place dans une formation pédologique. Et de l'étude comparée de ces variations, c'est la différenciation elle-même qui peut alors être définie de différents points de vue : biochimique, minéralogique, géochimique.

L'analyse directe de la constitution des matériaux assure ainsi la reconstitution des trois principaux types de mécanismes à l'origine de la différenciation pédologique.

- les transformations de matière minérale et organique ;
- les transferts et les accumulations de matière ;
- les transformations structurales, elles-mêmes en relai avec les deux processus précédents.

Ainsi, au niveau des constituants comme des différentes structures, ce sont donc des relations causales et historiques, intrinsèques au matériau, qui sont recherchées par cette démarche. Et c'est le déterminisme de la différenciation pédologique que l'analyse structurale tente de reconstituer.

LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE ÉTUDIÉE COMME UN SYSTÈME BIOGÉODYNAMIQUE COMPLEXE

Dans une perspective biogéodynamique, les couvertures pédologiques peuvent être conçues et étudiées comme des systèmes variablement ouverts et irréversibles. Ces systèmes sont traversés par des flux d'énergie et de matière qui sont eux-mêmes à l'origine de nouvelles structures et de nouvelles dynamiques.

Ces systèmes pédologiques ont globalement leur dynamique et leur évolution propres lorsque les facteurs externes du milieu demeurent constants : il s'agit alors de leur antodéveloppement. Ou bien ils ont des dynamiques et des évolutions qui sont dirigées par certaines variations des facteurs externes, et en particulier par des interventions humaines.

Dans ces perspectives et en mettant en œuvre des techniques comme celles du traçage isotopique, la dynamique, le fonctionnement, les propriétés de ces systèmes biogéodynamiques peuvent être analysés directement sinon modélisés et simulés, mais à la condition que ces démarches soient menées sur des systèmes dont l'organisation structurale a été préalablement définie.

CONCLUSIONS

Les grands traits de l'évolution générale des démarches en pédologie depuis B.B. DOKOUTCHAEV, ont été regroupés, à titre d'essai, dans le tableau synthétique II, en n'utilisant que certaines caractéristiques relatives des différentes démarches qui ont été présentées.

TABLEAU II.
Les grands traits et les tendances de l'évolution
des démarches en pédologie

	1-HÉRITAGE	2-RENOUVEAU	3-RENAISSANCE
<u>OBJETS D'ÉTUDE</u> et mode d'analyse	PROFIL	HORIZON	CONTINUUM
	Discontinue d'objets	Discontinue puis continue des variations	Analyse structurale spatio-temporelle
<u>MÉTHODES D'ANALYSE</u> caractérisation analytique	Analyses globales	, indirectes, avec reconstitutions. Analyses expérimentales. Corrélations statistiques.	Analyse directe de la constitution. Analyse systémique du fonctionnement. Modélisation Simulation.
	Globale de types de sol	Globale de processus	Des mécanismes et de leur déterminisme.
<u>DÉMARCHES</u>	Recherche de	<u>Relations fonctionnelles externes</u>	<u>Relations causales internes</u>
	avec les	FACTEURS du milieu	PROCESSUS de pédogénèse
	Approche	<u>Fonctionnelle</u>	<u>Factorielle</u>
	Type	ZONALE-ACTUALISTE	HISTORIQUE
			MÉCANISMES
			<u>Systemique</u>
			DÉTERMINISTE

Il s'en dégage quelques grandes tendances. Elles nous indiquent qu'avec des évolutions concernant les objets d'étude aussi bien que les méthodes d'analyse, se sont successivement dégagées, puis relayées des démarches qui ont été d'abord de type zonale-actualiste, puis historique et enfin plutôt déterministe. Et ce sont ces trois grands types de démarches qui peuvent en effet coexister aujourd'hui.

Il apparaît enfin qu'avec cette évolution générale des démarches, la pédologie s'engagerait actuellement à redevenir — comme les sciences de la vie et les autres sciences de la terre — une science historique, et comme ces dernières une science des systèmes complexes.

