

Éléments d'épistémologie pédologique

Application à l'étude des sols ferrallitiques

Y. CHATELIN

Pédologue de l'ORSTOM, Bangui (R.C.A.)

« ...la nécessité absolue d'une épistémologie critique redevient évidente, comme condition même de l'objectivité de la connaissance. Ce ne sont plus désormais les seuls philosophes qui se livrent à cette critique, mais les hommes de science qui sont conduits à l'incorporer dans la trame théorique elle-même. »

J. MONOD, *Le hasard et la nécessité.*

RÉSUMÉ

Les difficultés actuelles de la science des sols conduisent à une analyse épistémologique. Le développement historique de la pédologie tropicale explique ses deux inspirations principales, l'une géochimique et l'autre géomorphologique. Les analyses de laboratoire conduisent à des données mathématisables faciles à traiter, mais une très large part de l'observation des sols et de leur environnement reste descriptive. La terminologie pédologique manque souvent de spécificité et de stabilité, elle exerce parfois une rétroaction qui oriente l'observation vers des faits privilégiés. La classification joue un rôle considérable, c'est à travers elle que s'exprime la typologie générale des sols. Traduisant des attitudes scientifiques très différentes, plusieurs types de classification sont reconnus et dénommés sélectif, sommatif, pangnosique. L'importance donnée à la classification générale des sols correspond à une étape du développement de la pédologie, elle sera un jour dépassée. Issue des idées scientifiques générales de la fin du dix-neuvième siècle, la pensée génétique imprègne encore la plupart des travaux pédologiques, mais de nouvelles orientations de pensée se dessinent actuellement.

ABSTRACT

The present difficulties of soil science lead to an epistemological analysis. The historical development of the tropical pedology explains its two chief inspirations either geochemical or geomorphological. The laboratory analysis leads to some mathematical data easy to use, but a very important part of the observation of the soils and their environment remains descriptive. The pedological terminology is often lacking in specificity and stability; sometimes, by retroaction, it directs observation to some privileged facts. The classification plays a considerable part; through it, the general soil typology can be conveyed. As they reveal some very different scientific positions, several types of classification are known and called selective, summative and pangnosic. The importance given to the general soil classification is connected with a phase of the pedology development, which will be left behind some day or other. Most of the pedological works are still nowadays directed by the genetical thought, issued from the general scientific ideas of the end of the nineteenth century, but new orientations of thought are beginning to take shape at the present time.

INTRODUCTION

Les sciences de laboratoire, qu'elles appartiennent aux grands domaines de la physique, de la chimie ou de la biologie, ont généralement l'avantage d'une reproduction facile des faits à observer. Il peut s'agir de faits naturels qui se renouvellent avec une fréquence suffisante, ou d'opérations réalisées artificiellement. La pédologie, par contre, n'est que rarement une science expérimentale au plein sens du terme (1). Pour les quelques mécanismes comme l'altération des roches ou les transformations des matières organiques qui peuvent effectivement s'étudier en laboratoire, la méthode expérimentale a livré un enseignement considérable. Il n'en reste pas moins que la formation des sols s'effectue, dans le temps et dans l'espace, suivant des paramètres qui interdisent à l'observateur de suivre une pédogenèse dans sa totalité, et plus encore de la reproduire.

La pédologie s'est donc édifiée principalement par les méthodes de l'analyse comparative, les comparaisons s'effectuant suivant les vecteurs géographique et historique. Appliquée à des individus-sols complexes, cette méthode ne peut atteindre la rigueur obtenue dans l'étude expérimentale de phénomènes dont la pureté est contrôlée. Malgré ce handicap méthodologique, la pédologie a cherché la solution des plus difficiles problèmes, ceux de la genèse des sols. Le caractère spéculatif de cette recherche a permis la différenciation de plusieurs écoles pédologiques. Les corrélations entre les systèmes créés par ces écoles sont toujours laborieuses et parfois incertaines.

L'opposition persistante au sein de la pédologie de plusieurs orientations souligne la nécessité d'une analyse critique. Les concepts principaux qui dirigent chaque école ne peuvent être bien compris et jugés que si l'on connaît leur origine et leur développement. C'est donc toute une analyse épistémologique qu'il faudrait entreprendre. Nous essaierons d'en donner ici les premiers éléments. Bien que les sols ferrallitiques soient notre objectif, il sera parfois nécessaire d'élargir le débat au niveau de la pédologie générale, et parfois même de considérer d'autres domaines de la science. Il apparaîtra en effet que les concepts pédologiques les plus profonds ne sont pas parfaitement autonomes, mais participent à la vie générale des idées qui dirigent les sciences de la nature.

(1) Rappelons que Claude BERNARD distinguait les sciences d'observation et les sciences expérimentales.

1. CONTEXTE HISTORIQUE ET SCIENTIFIQUE

1.1. Une science récente

La pédologie est née tardivement, à la fin du XIX^e siècle, alors que la théorie de l'évolution des espèces imprégnait profondément la pensée de tous les naturalistes. DOKUCHAEV lui-même a cité DARWIN parmi les maîtres à penser de son temps, mais il a plus encore été influencé par l'exemple de MENDELEEV. Tandis qu'il commençait son étude du chernozem, la « loi » (1) périodique des éléments recevait l'éclatante confirmation que l'on sait par la découverte successive du gallium, du scandium, puis du germanium. La pédologie s'est édifiée à ce moment où il semblait possible que, par la force de son raisonnement, l'esprit humain puisse découvrir toutes les grandes lois de la nature. Elle a affirmé immédiatement ses prétentions à être reconnue comme une science à part entière, à connaître et expliquer, à formuler une doctrine génétique. Sans doute DOKUCHAEV aurait-il pu faire siennes ces paroles de MENDELEEV : « Les généralisations, les doctrines, les hypothèses et les théories sont l'âme des sciences ».

Le bien-fondé de cette orientation de la pédologie vers des concepts génétiques peut nous sembler encore actuellement parfaitement justifiée. Pourtant cela a correspondu à une tendance intellectuelle d'une certaine époque, à une forme de pensée particulière née chez les naturalistes et ensuite largement généralisée. Voici ce qu'a pu écrire à ce propos l'un des grands noms (JAKOBSON 1957) de la linguistique moderne. « ...les questions de typologie ont conservé pendant longtemps un caractère spéculatif et préscientifique. Tandis que la classification génétique (des langues) avançait à pas de géants, les temps n'étaient pas encore mûrs pour une classification typologique. La primauté des problèmes génétiques dans la pensée scientifique au siècle dernier laissa une empreinte particulière sur les esquisses typologiques de cette époque : les types morphologiques furent conçus comme des stades

(1) Nous parlons actuellement plus volontiers de « classification » que de « loi » périodique. Pourtant en 1871, MENDELEEV a publié dans un journal français, « le Moniteur Scientifique », un article intitulé « La loi périodique des éléments chimiques ».

évolutifs ». Formulés pour un domaine pourtant fort éloigné, ces jugements nous paraissent d'une étonnante validité pour la science du sol. Il suffira de rappeler que l'on définit encore parfois (DUCHAUFOR 1961) la pédologie comme « science de l'évolution des sols ». Bien que se soit conservée l'habitude de traiter de la genèse des sols, d'établir des classifications plus ou moins génétiques, de nouveaux concepts prennent le relai de cette tendance initiale, ainsi que nous le verrons plus loin.

Lorsque la théorie évolutionniste a été conçue, elle pouvait déjà s'appuyer sur une méthode, un langage, une systématique déjà au point. En effet, rappelons-le, LINNE est né un demi-siècle avant LAMARCK, un siècle avant DARWIN. Une certaine séparation s'est établie entre la connaissance la plus concrète et l'interprétation à laquelle toutes les spéculations ont été permises. Le phénomène inverse s'est produit en pédologie. Des lois générales sur la genèse des sols, très tôt formulées, se sont répercutées à tous les niveaux de l'analyse pédologique. Ces prétendues « lois » génétiques sont dans une large mesure spéculatives, elles n'ont pas la rigueur des corrélations déterminées empiriquement par certaines sciences vraiment expérimentales. Leur incertitude, les modifications qui leur ont été données, ont contribué à l'établissement d'un système pédologique instable, ainsi qu'il sera vu plus loin. Au détriment d'une conception plus globale, la pensée génétique a privilégié certains aspects des sols, en particulier leur évolution géochimique.

Des problèmes qui ont été pratiquement réglés au cours du 19^e siècle pour d'autres sciences, paraissent encore en suspens pour la pédologie. La littérature récente est emplie de débats sur l'opportunité de baser la classification des sols sur des critères génétiques, ou sur les caractères pédologiques intrinsèques, et de tentatives d'associer les deux points de vue. Un étrange parallélisme apparaît avec ce qui nous est rapporté (ORCEL 1961) de l'histoire des sciences minéralogiques et géologiques. Au tout début du siècle précédent, WERNER tentait de classer les roches par leurs hypothétiques conditions de formation, alors que HAUY voulait le faire « indépendamment de leurs positions respectives dans la nature, et d'après les caractères qui leur sont propres et les suivent partout ». C'est BRONGNIART qui, en 1827, proposait la conciliation des deux tendances en ce que nous appellerions maintenant un système morpho-génétique. De l'intention à la réalisation, le chemin peut être long, et il fallut attendre l'année 1889 pour que MICHEL-LEVY propose l'ébauche

d'un système enfin satisfaisant qui s'est transmis, avec un certain nombre de perfectionnements, jusqu'à notre époque.

C'est probablement avec l'approbation unanime que certains auteurs (SEHGAL et SYS 1970) peuvent écrire, en 1970, que « the principles and systems of soil classification are the "oldest" yet, at the same time always the "youngest", and present the most vitally important problems of theoretical science ». Ces mêmes auteurs ajoutent que l'on ne peut vraiment parler de « systématique » des sols que depuis l'édification en 1960 de la 7th Approximation.

Nous ne prétendons pas que la pédologie soit dans un stade anachronique. Il s'agit sans doute d'une science assez récente, qui a rencontré des problèmes particuliers et ne pouvait donc pas se développer suivant les mêmes étapes que telle ou telle autre des sciences de la nature. Il nous semble surtout que la pédologie a suivi certaines voies privilégiées et négligé d'autres domaines pourtant tout aussi essentiels, ainsi que nous allons essayer de le montrer maintenant.

1.2. Les connaissances allogènes

Parmi les faits les plus marquants de ces dernières années figurent sans doute l'apparition de la 7th Approximation, et certainement aussi la naissance et le développement rapide de la micromorphologie. Cette nouvelle branche de la pédologie attire quelques commentaires. Les pédologues ont adopté en leur temps les méthodes modernes de la minéralogie, analyses thermiques, radiocristallographies et spectrographies variées. Par contre ils ont attendu un passé tout proche pour redécouvrir le microscope, outil élémentaire de tous les naturalistes depuis plusieurs siècles. Baptisée micromorphologie des sols, l'utilisation du microscope en pédologie est considérée maintenant comme l'une des voies de recherche les plus prometteuses.

Certains des concepts principaux de la pédologie ont été transposés de disciplines voisines. L'importance de ces apports allogènes a probablement été plus grande en pédologie tropicale que dans le reste de la science des sols. Il a été dit par ailleurs (CHATELIN 1970) que la science des sols latéritiques ou ferrallitiques est issue de la rencontre, aux environs de l'année 1927, de deux courants scientifiques. Géologie de surface avant la lettre, l'étude des « latérites » procédait d'une expérience déjà longue et apportait des connaissances minéralogiques

et chimiques approfondies. Les principes de la science du sol sont venus se greffer sur ces acquisitions déjà cohérentes et ordonnées. Cet apport des anciens travaux géologiques des régions tropicales fait que le secteur le mieux exploré de l'étude des sols ferrallitiques est à l'heure actuelle encore celui de la géochimie.

L'observation des stone-lines, ou nappes de gravats, formations qui prennent une ampleur particulière dans les sols ferrallitiques, a lancé la pédologie tropicale dans une nouvelle voie offerte par une discipline voisine, la géomorphologie. A cette science du modelé terrestre a été demandé d'éclairer les mouvements de masse, les remaniements, puis d'analyser les différentes surfaces, de donner une chronologie aux sols, de mettre leur genèse en relation avec les paléoclimats. Les publications françaises de ces dernières années traduisent bien deux inspirations dominantes, l'une géochimique, l'autre géomorphologique.

Le développement de la pédologie nous semble caractérisé par certains déphasages, entre des techniques d'analyse ainsi que cela a été souligné à propos de la micromorphologie, et plus encore par des déphasages dans l'avancement de la connaissance des différents domaines considérés comme les composants de la science du sol. Déclarée science indépendante, la pédologie a dû rechercher des principes et méthodes propres, mais elle est restée aussi largement tributaire de disciplines voisines. Des concepts allogènes ont défini pour les pédologues des voies de travail sûres, et ce sont surtout des sujets marginaux, appartenant aussi bien à une discipline qu'à l'autre, qui ont enregistré le plus de progrès. Ceci a eu pour conséquence néfaste de détourner d'une recherche axée sur les concepts pédologiques centraux. Typologie générale et classification des sols ont moins retenu l'attention que les aspects géochimiques et géomorphologiques de la ferrallitisation.

1.3. Une insuffisance épistémologique

La réflexion sur la pédologie s'est développée principalement par elle-même. Ce n'est que rarement qu'elle a prétendu faire appel aux principes généraux des logiciens et des historiens de la science. La 7th Approximation (1960) a été la principale occasion d'un travail épistémologique entrepris d'abord par les pédologues américains et principalement par M.G. CLINE (1961, 1963), puis par tous ceux qui ont voulu défendre ou condamner le nouveau

système. Développée pour cette occasion particulière, l'analyse épistémologique n'est sans doute pas devenue la préoccupation permanente que recommande la citation placée en exergue de ce texte. Elle n'a pas apporté de solutions admissibles par tous à certains problèmes généraux de la science du sol.

C'est ainsi que l'on trouve transposés très différemment les principes établis par John Stuart MILL, l'un des très rares logiciens dont certains pédologues ont pu s'inspirer. Opposant classification artificielle et classification naturelle, MILL (1874) base cette dernière sur les propriétés ayant le plus de généralité, celles qui apparaissent comme des causes, et souligne son double rôle pour la mémorisation des objets désignés et pour la mise en évidence des lois. Ce sont ces principes que GLINKA (1931) affiche pour justifier sa classification, l'une des variantes du système de classification de l'école russe. La même référence à MILL est scrupuleusement reproduite par SMITH (1965) qui la présente comme principe de base de la 7th Approximation. Toute la variabilité des concepts pédologiques se retrouve pourtant dans les différences séparant les écoles russe et américaine.

Qu'un même principe soit aussi diversement appliqué montre la difficulté à concevoir certains aspects de la pédologie suivant les règles de la logique générale des sciences. De façon peut-être moins flagrante, la notion de sol et d'individu-sol soulève aussi des difficultés sur le plan logique et méthodologique. Le sol a reçu de multiples définitions, insistant sur sa constitution matérielle, sa distribution spatiale, son caractère évolutif, sa dépendance historique, ses fonctions dans le monde vivant. Les formulations peuvent être très différentes, mais il n'y a pas d'opposition majeure sur le concept fondamental de sol. Les difficultés apparaissent avec la définition de l'individu-sol ou pédon. Certains le considèrent comme un corps naturel (JOHNSON 1963), alors que d'autres n'y voient qu'une abstraction (DOST 1960). En raison de la méthode d'observation, il faut se résigner à décrire en deux dimensions un individu que l'on prétend ne concevoir qu'en trois dimensions. Cela apparaît très bien dans la 7th Approximation qui, après avoir fermement reconnu les trois dimensions du pédon, ne peut ensuite présenter que des profils décrits de façon conventionnelle.

Les principes des sciences physiques tels que les a conçus BRIDGMAN (1927) ont guidé dans une large mesure l'élaboration de la 7th Approximation. BRIDGMAN a insisté sur le fait qu'un concept n'a de

valeur que s'il peut être défini en termes opérationnels, c'est-à-dire par les conditions de l'expérience. Ceci peut être transposé au problème d'ensemble de la connaissance humaine. Parti également des sciences physiques, c'est ce qu'a fait Niels BOHR (1958) en soulignant que toute connaissance bien définie reconnaît la liaison inséparable de son contenu objectif avec le sujet observant. Pour revenir aux idées directrices de la 7th Approximation, il faut mentionner que BRIDGMAN, empiriste strict, fait une règle pour le scientifique de se limiter à des corrélations sûres, ou tout au moins de ne pas les mêler à des hypothèses explicatives qui peuvent être préjudiciables au développement ultérieur de la recherche.

Les méthodes analytiques employées en pédologie doivent satisfaire à l'obligation énoncée par BRIDGMAN de se définir en termes opérationnels. Chacun admet que les notions, prises à titre d'exemple, de bases échangeables, de fer libre, de composés fulviques, de température du sol, doivent se référer à un certain procédé opératoire. Il en va de même, avec plus de difficulté, pour l'analyse morphologique. Par contre, il est moins évident que la science des sols doive se restreindre à des données ainsi collectées et traitées uniquement suivant des corrélations empiriques incontestablement établies. Toute une pédologie qui se dit génétique, morphogénétique, historico-génétique, s'est développée avec des concepts généraux, des interprétations théoriques, des aperçus intuitifs. Entre un empirisme strict et la libre construction intellectuelle se situe pour la science des sols un problème épistémologique fondamental qui ne semble pas avoir reçu actuellement de solution qui fasse l'unanimité.

Ceci peut conduire à des problèmes philosophiques généraux qu'il est sans doute sage d'éviter comme l'ont fait la plupart des pédologues dont la réflexion est restée d'ordre purement pédologique. C'est donc principalement sur le concept de sol, son évolution, sur l'équilibre à donner dans une classification entre les faits concrets et les concepts génétiques, sur la discussion de certaines interprétations, que l'on trouve le plus d'analyses critiques (AUBERT et DUCHAUFOR 1956, GLANGEAUD 1956, HENIN 1957, MUIR 1962, KNOX 1965, MONNIER 1966, BOULAIN 1969). Pour les sols tropicaux, et en particulier pour les sols ferrallitiques, une analyse épistémologique s'est amorcée. Plusieurs publications ont préparé celle présentée maintenant. Leurs titres sont significatifs de cette orientation vers l'analyse critique, ce sont « Influence des conceptions géomorphologiques

et paléoclimatiques sur l'interprétation de la genèse et la classification des sols ferrallitiques d'Afrique centrale et australe » (CHATELIN 1967), « Développement des connaissances et formation des concepts actuels » (CHATELIN 1970), « Evolution de la notion "sol" au cours de vingt années d'études pédologiques en Afrique » (MAIGNIEN 1969).

Il faut souligner que c'est un texte de quelques pages (AUBERT et DUCHAUFOR 1956) qui a exposé les bases de la pédologie française et de sa classification. Tous les développements ultérieurs ont cherché à rester en conformité avec les principes qui ont guidé ce premier texte. Les modifications de classification ont souvent été présentées de façon succincte. Aussi ressent-on actuellement, pour l'étude des sols ferrallitiques et sans doute pour toute la pédologie française, la nécessité de clarifier et d'actualiser certains principes directeurs. Il a souvent été dit que la pédologie française s'établit sur des bases morpho-génétiques, mais il est plus difficile de montrer comment équilibrer en un même système des caractères morphologiques, faits concrets peu discutables, et des concepts génétiques sujets à des interprétations diverses.

2. ATTITUDE OBJECTIVE OU PROJECTIVE

Le caractère d'objectivité est l'un des fondements de la science. En commentant la thèse de BRIDGMAN sur la valeur des concepts scientifiques, les paragraphes précédents laissent deviner qu'il peut y avoir parfois des difficultés à s'assurer d'une objectivité indiscutable. Nous nous contenterons ici de considérer l'objectivité de l'analyse pédologique, en cherchant à déceler les imperfections conjoncturelles que l'on peut espérer corriger au cours de l'étude des sols ferrallitiques.

2.1. Les fonctions cognitives

La connaissance pédologique s'alimente sur un ensemble de faits complémentaires perçus pour les uns par les moyens des analyses physiques, chimiques, biologiques, de laboratoire, et pour les autres perçus directement par le pédologue lui-même.

Mélanges complexes, les sols compliquent sérieusement les analyses de laboratoire. Les dosages totaux doivent être complétés par la reconnaissance des différentes formes prises par un même élément. Il faut donc opérer des extractions ménagées ou des

dosages sélectifs, toujours assez incertains. Les chimistes des sols ont essayé de définir des formes totales, libres, échangeables, réductibles, assimilables, mobilisables. Les techniques physiques se présentent sans doute plus favorablement que les analyses chimiques. Les analyses thermiques, les spectrographies par flux d'électrons, de rayons X, d'infrarouges, permettent de distinguer les réactions spécifiques d'espèces en mélange. C'est par leur réaction à ces différentes méthodes que sont définis les minéraux argileux. Un effort permanent est accompli pour la critique des méthodes d'analyse, leur perfectionnement, la recherche de nouvelles méthodes. Leur dépendance par rapport aux modes opératoires étant évidente, les concepts de composition minérale et organique suivent aisément les progrès des méthodes analytiques. Tout ceci n'est pas l'objet principal de notre propos et n'est mentionné que pour mémoire.

Nous nous intéresserons davantage à cet autre instrument perceptif : l'individu-pédologue. L'analyse morphologique au sens large, faite à l'examen du sol en place, est réalisée par l'intermédiaire des sens humains. Les seuls auxiliaires utilisés en pratique sont le mètre qui donne la profondeur des horizons et la taille de certaines figures, et un code de référence pour les couleurs. Beaucoup d'observations sont délicates à réaliser. Il est difficile d'analyser correctement l'agencement structural, la combinaison de matériaux complexes, et plus difficile encore d'en rendre compte. C'est à l'individu-pédologue qu'il incombe de saisir le sol de façon globale, dans toute sa complexité, et de le situer dans un contexte écologique et physiographique qui ne se laisse pas non plus facilement appréhender.

L'homme exerce donc des fonctions cognitives directes, se situant à la base de l'analyse pédologique. Il est un instrument de la perception primaire, au même titre qu'un pH-mètre ou un spectrographe. De même que pour ces instruments, il est juste d'examiner comment il s'acquitte de son rôle, sachant qu'il s'est réservé les tâches les plus complexes. Anticipant sur les paragraphes suivants, nous dirons que ses points faibles proviennent de ce qu'il fausse parfois l'analyse par des a priori introduits dans l'observation, ce qui est en contradiction avec le principe d'objectivité, et qu'il restitue souvent mal ce qu'il a perçu, ce qui est un problème de langage.

2.2. Les a priori dans l'observation

Ce que l'on voit se trouve derrière les yeux, dit un proverbe chinois. Sans aller jusqu'à une conclu-

sion aussi radicale, il faut admettre le caractère temporel de la science et reconnaître le contrôle que les idées en cours exercent sur la capacité d'acquérir de nouvelles connaissances. Nous verrons plus loin que l'étude des sols ferrallitiques a été dominée par plusieurs idées-clés. Suivant l'époque et les individus, l'une ou l'autre s'est imposée, conditionnant l'observation elle-même, amenant à négliger plus ou moins complètement les faits sans rapport avec elle. C'est ce que nous allons illustrer de quelques exemples.

Les premiers concepts des pédologues français sur les sols ferrallitiques dérivent principalement des observations faites en Côte-d'Ivoire sur des sols fortement gravillonnaires par LACROIX, SCAETTA, puis AUBERT (voir CHATELIN 1970). Considérés peut-être comme corps ubiquistes, ou comme signes inintelligibles, les gravillons n'ont pendant longtemps que peu retenu l'attention. Rapidement mentionnés dans les descriptions élémentaires, ils disparaissent des considérations plus générales et des définitions taxonomiques et cartographiques. Aussi peut-on lire les premiers travaux de synthèse sur les sols de Côte-d'Ivoire (DABIN *et al.* 1960) ou de République Centrafricaine (QUANTIN 1965) sans en retirer la vision de paysages envahis par les accumulations gravillonnaires.

Cette situation primitive s'est modifiée lorsque les pédologues ont abordé le problème de l'autochtonie ou de l'allochtonie des matériaux grossiers dénommés stone-lines, nappes de gravats, et de leurs couvertures meubles. Les concepts allochtonistes, l'élaboration d'une doctrine de remaniement des sols (SEGALEN 1969) ont fixé l'attention sur les épanchages constitués par les gravillons enfin réhabilités. Avec la description des sols remaniés, les publications actuelles sur les sols centrafricains (BOULVERT 1968 à 1971), contrairement à celles qui les ont précédées, présentent ces accumulations comme des traits majeurs du paysage pédologique. Ces mêmes remarques pourraient être faites pour d'autres pays que la République Centrafricaine.

A ses débuts, le concept allochtoniste des pédologues a détourné l'attention des horizons supérieurs des sols, au profit des matériaux grossiers. Il pouvait sembler en effet que le brassage de recouvrements meubles à composition minéralogique héritée et constante sur de vastes surfaces conduise à des sols d'une étonnante monotonie. Aussi beaucoup de descriptions des horizons de surface réalisées à une certaine époque paraissent-elles très succinctes. Certains travaux sur les sols du Gabon (CHATELIN 1959) peuvent être mentionnés à titre d'exemple pour

illustrer cette tendance. Il a fallu que soit reconnue, en partie sous l'influence de la 7th Approximation, la nécessité d'une typologie pédologique rigoureuse pour que l'on s'attache à mieux considérer tout ce qui est observable.

Lorsque l'on considère les travaux passés, il apparaît que l'analyse a souvent consisté plus en la vérification de concepts déjà établis qu'en la collecte de données nouvelles. Adoptant une attitude projective, l'observateur cherchait à adapter quelques modèles connus à la réalité à laquelle il se confrontait. D'autres exemples illustreront plus loin cette attitude. L'esprit de système a fait négliger beaucoup de faits parfaitement décelables.

2.3. Les formulations

Les instruments de laboratoire auxquels nous faisons allusion, pH-mètres, spectrographes ou autres, ont une valeur analytique plus ou moins bonne, mais ils ont les deux avantages de fournir des résultats définissables en termes opérationnels et de ne pas présenter de difficulté d'expression. Ils transcrivent leurs données en langage mathématique direct ou traduit graphiquement, de façon sûre et parfaitement assimilable à l'entendement humain.

Formés au langage mathématique, les pédologues sont habiles à transposer les faits expérimentaux chiffrables en équations, courbes, diagrammes. A titre d'exemple, nous rappellerons les relations obtenues pour certains sols ferrallitiques entre la composition minérale (SEGALIN 1957) ou organique (de BOISSEZON 1971) et les données de l'analyse du climat. Toutes les données de la science des sols ne sont pas chiffrables. Beaucoup de faits d'observation directe, et bien entendu les concepts les plus interprétatifs, ne reçoivent à aucun moment d'expression mathématique et doivent être entièrement traités par le langage verbal. Malgré un caractère très concret, c'est le cas pratiquement de tout ce qui compose l'étude morphologique des sols. Il semble que les principales difficultés de la pédologie concernent ce domaine qui, de la collecte des faits élémentaires à la synthèse, n'a pas d'autre expression que verbale. L'importance de la terminologie pédologique étant parfois sous-estimée, nous nous permettrons de rappeler ici quelques généralités sur les relations langage-pensée et sur le problème sémantique.

Chaque science cherche à se créer un langage spécifique et relativement autonome. Les nouveaux symboles créés, les mots savants, ne conservent pas

toujours le sens strict qui leur est donné au départ. Ils peuvent se charger d'inextricables associations d'idées, s'éloignant de définitions strictement opérationnelles pour des concepts plus généraux et moins délimités. Il se produit aussi qu'un certain terme finisse par être employé suivant des sens différents. Aussi intéressant soit-il, un concept perd de sa vigueur et finit dans l'oubli s'il se contente d'une formule indécise ou mal adaptée. D'une façon plus générale, il faut souligner que le développement de la pensée est conditionné par la verbalisation dans une mesure telle qu'il peut être dit que « a change in our language can change our appreciation of the cosmos » (WHORF 1956). De mêmes données physiques ne conduisent pas plusieurs observateurs à la même image si leurs pensées ne se développent pas sur un mode expressif commun. Tout ceci doit être conscient à l'esprit des pédologues qui effectuent beaucoup d'opérations, non mathématisables, dans le domaine pensée-langage verbal.

Nous ne donnerons ici qu'un exemple pédologique de ces relations complexes entre le langage et l'analyse. La structure des sols est généralement décrite à partir de trois images idéales. Elle est dite massive pour un milieu continu, homogène. La sphère et les surfaces courbes donnent le modèle de la structure grumeleuse, les polyèdres et les surfaces planes le modèle de la structure dite polyédrique. Dans le langage courant, le mot massif s'associe à compact, cohérent, dur, lourd (1). Ces concepts associés ne s'adaptant pas aux sujets décrits, le modèle massif a été peu utilisé pour définir la structure des sols ferrallitiques qui a été analysée essentiellement suivant le modèle polyédrique. Il est peu de mots qui, comme polyédrique, aient été répétés aussi inlassablement dans toutes les descriptions. Les sols ferrallitiques en ont gardé l'image d'une structure en polyèdres, malgré toutes les nuances introduites quant au degré de développement de la structure. Il apparaît de plus en plus que la structure en question n'a que de très lointaines analogies avec le schéma du polyèdre, et que, s'il faut se référer à l'un des trois modèles préétablis, elle est plus proche du type continu, homogène, massif. Nous concluerons cet exemple en citant J. BENTHAM : « Il n'est jamais aussi difficile d'extirper l'erreur que lorsqu'elle a pris racine dans la langue. »

(1) P. Robert. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française. « Massif : ...qui présente l'apparence d'une masse épaisse, lourde, compacte. Epais... gros... lourd... mastoc... pesant... plein... »

Bien que présenté sommairement, le cas des structures peut servir d'introduction au procès du langage employé pour les sols ferrallitiques. Une faute de spécificité s'attache à beaucoup de termes qui proviennent de modèles extérieurs au sujet, ont un sens influencé par leur utilisation extra-pédologique, et se prêtent éventuellement à des substitutions de synonymes qui contrecarrent la stabilité du langage. Des insuffisances terminologiques se sont traduites soit par des lacunes dans l'analyse et la description, soit par des abus de langage en conduisant à l'utilisation de termes inadéquats. Ces problèmes ont été exposés ailleurs (CHATELIN et MARTIN 1972).

2.4. Conclusion

Nous avons recherché ce qui peut limiter l'objectivité de l'analyse pédologique. Relevant les mots-clés de la discussion, nous rappellerons l'impossibilité d'une expérimentation systématique, la difficulté de concevoir une méthodologie générale, les intentions spéculatives, un langage parfois déformant, l'introduction d'a priori conceptuels dans l'observation. Incapable d'être toujours strictement objective, l'analyse se fait parfois projective. Elle projette sur son sujet des schémas préétablis, lui fait réfléchir les concepts de l'observateur. Le langage joue un grand rôle dans ce phénomène.

3. LA CLASSIFICATION DES SOLS

3.1. Dualité de ses fonctions

La classification se situe au sommet de l'édifice constitué par la science du sol. Elle est chargée de réunir toutes les connaissances et de les coordonner en un ensemble intelligible. La classification fait ressortir les principes qui ont guidé la pédologie. Il a été montré par ailleurs (CHATELIN 1967) comment se sont répercutées sur plusieurs systèmes de classification des sols ferrallitiques les différentes positions prises au sujet de la conception d'un profil pédologique étendu jusqu'à la roche ou limité à la partie supérieure, de l'interprétation de l'ancienneté du cuirassement, de la connaissance des paléopédogénèses, de la généralisation de l'hypothèse allochtoniste.

Tout aussi important que le premier, le second rôle de la classification est d'établir une systématique

des sols, système mémorisable qui désigne de façon commode et sûre tous les sols connus. Il a été dit plus haut comment ces deux fonctions se sont trouvées réunies par l'ambition de la pédologie débutante d'être à la fois descriptive et explicative. Dans une certaine mesure, le rôle explicatif est dévolu aux unités supérieures de la classification, l'identification précise des sols étant assurée par les taxa inférieurs. Il serait cependant illusoire de voir une séparation véritable des deux fonctions dans les classifications qui ont cours à l'heure actuelle.

Pour illustrer les contradictions entraînées par cette dualité de fonctions, nous les comparerons à celles que rencontrerait un imaginaire officier d'état-civil qui serait aussi philologue. Comme officier d'état-civil, il voudrait classer ses fiches par ordre alphabétique, système pratique lui permettant de retrouver aisément le dossier de tous les individus qu'il doit contrôler. Le philologue préférerait un classement génétique, et voudrait séparer les patronymes issus du vieux français de ceux venant du celte, isoler ceux dérivés de noms de métiers de ceux issus de la toponymie, etc.

3.2. Plusieurs systèmes de classification

La solution de ce problème de dualité d'objectifs se trouverait dans ce qu'il est convenu d'appeler, à la suite de Stuart MILL, une classification « naturelle », nécessairement unique. Il ne semble malheureusement pas que l'on puisse découvrir parmi les sols un véritable ordre naturel reproduisible dans une classification qui deviendrait parfaite. Une seule classification (KUBIENA 1953) s'est prétendue « naturelle », mais son emploi ne s'est pas imposé, et elle est généralement considérée, de même que les autres, comme un système répondant aux concepts particuliers de son auteur.

Il est souvent dit qu'une classification des sols n'a qu'une valeur relative, fonction du but poursuivi et du niveau des connaissances, qu'elle ne peut se départir d'un certain caractère artificiel. Les plus anciennes classifications, que l'on a dites géologiques, agronomiques, texturales, chimiques, étaient typiquement artificielles puisqu'elles reposaient sur le choix arbitraire d'un caractère unique. Pensant que la recherche d'une classification naturelle n'a été que la poursuite d'une illusion, certains auteurs modernes (LEEPER 1956, NORTHCOTE 1962) proposent des systèmes reconnus artificiels, évidemment modernisés et plus complexes que les précédents. Ces prises de position restent exceptionnelles. Sans prétendre y

parvenir, la plupart des systèmes actuels tendent pourtant vers cette classification naturelle idéale, le plus concret d'entre eux prétendant être pour le moins un « comprehensive system ». Ces classifications modernes se disent génétiques, morphogénétiques, historico-génétiques, « comprehensive ». Nous abandonnerons ces distinctions qui ont fait l'objet de suffisamment de commentaires et discussions, pour adopter un autre point de vue.

Nous présenterons d'abord deux remarques préliminaires. Les taxa pédologiques peuvent être définis par un *orthotype* ou par un *épitomé* (1). L'orthotype correspond à un concept central, autour duquel des variations sont permises. Un système entièrement établi avec des orthotypes est souple ; à la notion de limite se substitue facilement celle d'intergrade. Au contraire, un épitomé résume tous les caractères, fixe des limites. Un ensemble constitué d'épitomés paraît plus précis et plus rigide que le précédent. Une même classification peut utiliser suivant les cas les concepts d'épitomé ou d'orthotype.

La deuxième remarque concerne la *stabilité de certains éléments* de classification. Evoluant au cours du temps, recevant parfois à un même moment plusieurs variantes proposées par des auteurs différents, les principales classifications sont assez changeantes. Mais il se peut que l'architecture générale de la classification soit modifiée et que certains taxa, éléments stables du système, soient respectés. Il en est ainsi pour les Séries, à travers les différentes approximations de la classification américaine. Actuellement sont connues environ 8 500 séries (SMITH 1965). Les éléments stables du système soviétique sont les Types génétiques, définis à un niveau de généralité beaucoup plus élevé que les séries précédentes puisque l'ensemble de l'URSS n'en compte guère plus de 110 (ROZOV et IVANOVA 1967). La classification s'établit à partir de ces éléments, assemblés pour composer les taxa supérieurs, divisés pour former les taxa inférieurs. Séries et Types génétiques ne sont pas parfaitement figés, les progrès de l'analyse pédologique tendent à accroître leur nombre. A une époque donnée, ils peuvent pourtant être considérés comme les éléments stables à partir desquels s'établissent la classification ou les différentes variantes de cette classification.

Nous verrons plus loin que tous les systèmes pédologiques ne possèdent pas de telles unités invariantes.

Nous distinguerons *trois modèles de classification*, en soulignant leur caractère théorique. Les classifications existantes se rapprochent plus ou moins de l'un de ces schémas, et empruntent souvent quelques caractères des autres.

La classification peut être *sélective*. Elle s'établit par tris successifs. Chaque niveau de classification opère sur un critère dont il sépare les différentes variantes, ou ventile dans ses différents taxa des critères de natures différentes. Il faut que les niveaux de classification soient en nombre suffisant pour passer en revue tous les critères intéressants. Les critères peuvent être considérés en fonction de leur valeur intrinsèque. Une transition apparaît avec notre deuxième modèle de classification si ces critères sont corrélés à d'autres caractères précis, et avec notre troisième modèle s'ils ont une signification élargie, une valeur génétique.

La carte des sols d'Afrique (D'HOORE 1964) donne un bon exemple de classification sélective. Pour les sols ferrallitiques, le premier niveau taxonomique sépare les sols rouges et les sols jaunes. Le deuxième niveau distingue les sols suivant leur texture, en relation avec la nature de leur sédiment ou de leur roche d'origine. Il convient de souligner que les caractères de couleur sont parmi ceux qui n'ont guère qu'une valeur intrinsèque. Ils ont été longtemps utilisés pour différencier les sols ferrallitiques, sans que l'on ne sache ni interpréter ces couleurs ni les relier empiriquement à d'autres caractères. Ce n'est que récemment (SEGALEN 1969) qu'a été montrée la dépendance de la couleur vis-à-vis de certains états minéralogiques du fer. Les critères du deuxième niveau ne présentent que des corrélations réduites, entre texture et matériau d'origine. La classification s'est donc établie sur une sélection de critères limités. Cet examen a été limité à une partie réduite de la classification de l'ensemble des sols d'Afrique, dans laquelle le mode sélectif de l'établissement des taxa est particulièrement net.

Dans une classification *sommative* (1), chaque catégorie est diagnostiquée par la réunion du plus

(1) Epitomé : en grec, abrégé. Ce mot a été adopté dans la langue française (cf. Littré, P. Robert). Il est utilisé par des auteurs de langue anglaise, et en particulier par les pédologues américains avec le sens que nous lui donnons ici.

(1) Sommatif : du français sommation, action d'effectuer une somme (P. Robert). Ce terme a été préféré à « colligatif » qui a un sens plus large. La colligation est une opération inductive par laquelle on réunit des faits sous une idée. A ce titre, la classification pangnosique est aussi dans une certaine mesure colligative.

grand nombre possible de données. Le classificateur cherche à faire la somme de ce qui est connu, s'abstenant dans la mesure du possible de faire entre les critères à retenir un choix qui suppose un jugement de valeur, comme cela est le cas pour une classification sélective. Les caractères considérés peuvent être ou non intrinsèquement pédologiques, les données concernant l'environnement peuvent s'y inclure. Une classification sommative ne peut s'établir que sur des données concrètes, définies opérationnellement aussi bien que possible. Elle a tendance à ne retenir que ce qui est chiffrable et peut se prêter au traitement informatique, et proposera de préférence des épitomés aux orthotypes. Elle est l'expression d'un esprit résolument empiriste, attaché aux faits.

La classification américaine apparaît comme la plus achevée des classifications sommatives. Au niveau de la définition des Séries, le caractère sommatif est net. Dans la classification ancienne qui a débuté avec MARBUT (1927), des caractères différents apparaissaient avec les taxa supérieurs. Cette différence de conception des unités supérieures et inférieures était d'ailleurs considérée par les auteurs soviétiques comme une inconséquence. Cependant malgré leur signification génétique, les taxa élevés recevaient dans la mesure du possible une présentation sommative. Cela a été signalé ailleurs (CHATELIN 1970) à propos des Lateritic Great Soil Groups dont chaque taxon était défini par la réunion des caractères principaux des sols et de l'environnement.

Imprégnée d'idées théoriques et d'interprétations génétiques, la pensée de MARBUT a été un accident dans la pédologie américaine, bien que sa marque sur la classification se soit maintenue une trentaine d'années (à la faveur, nous semble-t-il, du ralentissement des activités pédologiques pendant la deuxième guerre mondiale). Système sommatif dont tous les termes ont une définition opérationnelle, la 7th Approximation s'est mise en conformité avec les tendances de la pédologie américaine, et a rétabli l'homogénéité interne de la classification. Aussi en présentation de la 7th Approximation a-t-il pu être dit (SMITH 1965) avec fierté qu'elle renouait avec des principes établis dès 1912 par le pédologue américain COFFEY.

Dans le détail des différents taxa de la 7th Approximation, l'apparition successive des différents caractères peut paraître réglée par un schéma sélectif. Le caractère sommatif s'impose si l'on considère l'esprit général du système, la définition des unités stables, les Séries, et même la définition des taxa les plus

élevés. En effet, dès le niveau des Ordres, mollisols, vertisols, oxisols et autres ont une définition sommative et non basée sur un caractère ou un processus.

Enfin la classification des sols peut être *pangnosique* (1). On entend par là une classification qui se prétend basée sur une connaissance ayant l'appréhension, plus ou moins directe et explicite, de la genèse et des caractères intrinsèques des sols dans leur totalité. Il est considéré que les sols sont des unités naturelles définies sur des bases suffisamment sûres pour ne pas être remises en question par les caractères échappant encore à l'analyse. Ces caractères non encore perçus ne peuvent qu'être implicitement contenus dans la définition des sols. Les taxa peuvent être désignés par des formules diverses, et en particulier par la mention du milieu de genèse.

La classification soviétique, avec ses multiples variantes, constitue une œuvre immense qu'il est difficile de juger. Nous la présenterons cependant comme la plus achevée des classifications qui se veulent pangnosiques. Il a été dit plus haut qu'une classification sommative correspond à un esprit empirique et concret. Une classification pangnosique traduit une nouvelle attitude intellectuelle devant la nature que nous allons essayer de cerner.

Le caractère pangnosique de la pédologie soviétique apparaît dans la méthode d'approche des unités stables du système, les Types génétiques, basée sur « the ecological-genetic principles which consider all soil properties and all processes and phenomena to be inseparably bound to their causal factors » (ROZOV et IVANOVA 1967). Ainsi conçue, une unité pédologique peut être présentée et dénommée par un caractère sans que les autres ne puissent être considérés comme négligés. « The reproach that we are too "climatic" is based on a misunderstanding » (LOBOVA 1965).

Les auteurs soviétiques ont abondamment discuté leur système en termes pédologiques et n'ont pas manqué de souligner la conformité de leur attitude avec le matérialisme dialectique qui postule la possibilité d'appréhender les lois générales de l'univers. Il faut sans doute y ajouter d'autres lignes de pensée moins apparentes. En premier lieu, il est considéré que les méthodes analytiques classiques n'ont encore qu'une portée limitée, prétendre réduire la science à leurs données immédiates serait une véritable amputation. Leurs insuffisances doivent être compensées

(1) Pangnosique : du grec pan = tout, gnosis = connaissance.

par une approche dialectique seule capable de dégager les déterminismes et les lois. Les sols sont des corps complexes qu'il faut saisir dans leur totalité (1). Tout cela constitue un mode d'approche bien différent de celui qui conduit à un système sommatif.

A partir de cette unité de base pangnosique, le type génétique, les auteurs soviétiques ont élaboré de multiples modèles de classification. Traduisant des conceptions sensiblement différentes du sol, certains de ces modèles ont proposé des taxa supérieurs basés sur des caractères relativement limités, physiques, chimiques, biologiques, hydriques. Plus proches de l'idéal pangnosique, les deux tendances qui nous paraissent les plus significatives de l'école soviétique présentent des classifications dites écologico-génétiques (ROZOV et IVANOVA 1967) et historico-génétiques (KOVDA et al. 1967). A la suite de DOKUCHAEV, les pédologues soviétiques ont marqué un intérêt pour les cartes continentales et mondiales qui ne se comprend que dans une vision très synthétique des sols et de leur environnement.

3.3. La classification française des sols ferrallitiques

Avec les sols ferrugineux tropicaux et plus encore avec les sols ferrallitiques, la classification française a développé la partie la plus originale de son système. En effet beaucoup de sols, podzols, chernozems, vertisols, sols halomorphes et autres, sont étudiés largement dans le monde par les chercheurs des principales écoles pédologiques. Des raisons historiques font que le domaine des sols ferrallitiques est encore peu étudié par les pédologues américains et soviétiques et que l'école française y a réalisé un travail plus autonome que dans les autres milieux. Soulignons également, à la suite de SEGALIN (1971) qu'une approche particulière s'impose pour les sols ferrallitiques dont la morphologie et l'histoire diffèrent profondément de celles de la plupart des autres sols.

La classification des sols ferrallitiques, *par son architecture*, est essentiellement sélective. Elle ne contient pas d'éléments stables, sommatifs comme les Séries ou pangnosiques comme les Types géné-

tiques, qui se transmettent d'une variante, ou d'une approximation, de la classification à l'autre. Des Séries ont été établies au cours de certains travaux (1), mais leur emploi ne s'est pas généralisé, et la classification ne dispose pas d'éléments stables. Pour définir complètement un sol donné, il faut sélectionner successivement tous les critères possibles en lui faisant parcourir la grille de classification dont chaque niveau taxonomique délivre un signe distinctif. Ces signes sont souvent conçus pour représenter un « processus », le concept de processus d'évolution figurant parmi les principes directeurs de la pédologie française.

L'ancienne version de la classification (AUBERT 1965) sélectionnait, au premier niveau taxonomique les sols faiblement ferrallitiques à rapport silice/alumine relativement élevé, les sols ferrallitiques typiques dans lesquels ce rapport s'abaisse, les sols ferrallitiques lessivés (2), les sols ferrallitiques humifères. Le deuxième niveau taxonomique permettait l'apparition de nouveaux caractères parmi lesquels nous relevons la couleur jaune, rouge, brune, l'induration, l'hydromorphie, etc. Chaque critère est mentionné pour lui-même, sa signification ne s'élargit que dans la mesure où il exclut nécessairement certains autres.

La nouvelle version de la classification (AUBERT et SEGALIN 1966) retient des critères différents et plus nombreux. Elle opère de même par sélection, mais cette fois en trois niveaux principaux. Au premier de ces niveaux sont reconnues trois catégories d'après le taux de saturation qui est considéré comme la meilleure traduction pédologique des conditions écologiques. Les caractères typique, appauvri, lessivé (3), remanié, humifère, sont sélectionnés au deuxième niveau qui retient le plus marqué d'entre eux, puis, comme ils ne s'excluent pas nécessairement les uns les autres, une nouvelle fois au troisième niveau taxonomique avec de nouveaux caractères comme l'induration, la couleur jaune, rouge, brune, l'hydromorphie. Parmi une douzaine de caractères possibles, il en est donc retenu deux qui définissent groupe et sous-groupe. De même

(1) En particulier par P. SEGALIN à Madagascar pour des sols ferrallitiques et par M. GAVAUD au Niger pour d'autres sols tropicaux.

(2) « Lessivé » doit être compris dans le sens de « désaturé ».

(3) Dans le sens éluviation-illuviation d'argile ou de fer. C'est la « translocation » des auteurs de langue anglaise.

que dans la classification antérieure, les taxa inférieurs s'établissent par les caractères de la roche-mère pour la famille, puis suivant les particularités de la différenciation morphologique pour la Série.

La classification française est conçue en fonction d'orthotypes plus que d'épitomés. Dans certains cas cependant, elle propose des limites nettes, transformant les taxa en épitomés, comme cela a été le cas avec le rapport silice/alumine, ou maintenant avec les sols fortement, moyennement ou peu désaturés. Dans la classification actuelle des sols ferrallitiques, les caractères morphologiques apparaissent au deuxième et troisième niveau taxonomique. La classification s'applique assez aisément si l'on ne considère que les apexols. La sélection permet de retenir deux traits morphologiques principaux, correspondant à ce qui est appelé ailleurs (1) « horizons majeurs ». Ceci peut suffire pour caractériser un apexol dont le développement est réduit, mais devient insuffisant si l'on considère la totalité des profils ferrallitiques, souvent atteints de « gigantisme » suivant l'expression de SEGALIN (1971).

La classification des sols ferrallitiques est sélective dans sa forme, mais par ses intentions plus ou moins explicites elle entend être *pangnosique et universaliste*, ambition générale de toute la classification française. Cela apparaît dans l'intérêt porté à l'élaboration des unités supérieures de la classification, au détriment de la typologie qui se pratique en premier lieu sur des unités restreintes par des opérations essentiellement sommatives. Il n'existe pas de Séries largement connues parmi les pédologues, qui soient strictement définies sur le plan pédologique et situées géographiquement, et qui puissent jouer pour les sols ferrallitiques un rôle comparable à celui des collections ou gisements de références en d'autres sciences. Les pédologues soviétiques ont longtemps eu la même attitude, et n'ont commencé que récemment (GERASIMOV 1964) à s'intéresser aux taxa peu élevés de leur classification.

Beaucoup de travaux régionaux dans le domaine ferrallitique ont conduit à des systèmes plus ou moins modifiés par rapport à ce qui est admis comme la classification de l'ensemble de l'école française (AUBERT et SEGALIN 1966). Malgré cette origine régionale, les essais de classification nés au Gabon (CHATELIN 1966), en Guyane (LÉVÊQUE 1966), à Madagascar (RIQUIER 1966), en Côte-d'Ivoire (de

BOISSEZON 1969), ont été constitués pour les taxa les plus élevés et conçus comme des systèmes susceptibles d'une application générale.

En raison de son ambition universaliste, la classification ne peut admettre de ne présenter qu'une vision partielle des sols existants. C'est pourquoi les définitions de ses grandes unités se sont influencées réciproquement, la restriction de l'une entraînant l'élargissement de l'autre, de façon à inclure tous les sols. Cela a été le cas pour le partage des sols tropicaux en ferrugineux et ferrallitiques (voir CHATELIN 1970). Les sols ferrallitiques ont acquis un caractère zonal, ce qui est une manière commode de garantir que certains sols ne se trouvent pas sans place dans la classification.

4. UN SYSTÈME PÉDOLOGIQUE INSTABLE

La classification des sols ferrallitiques n'a pas constitué de base structurée, formée d'unités stables. Elle s'est établie par sélection d'un certain nombre de critères, mais le choix de ces critères, leur ordre de succession, ont varié suivant les idées générales successivement développées par les pédologues.

4.1. Les idées-clés

Déjà mentionnées dans les pages précédentes, trois idées-clés ont guidé dans une large mesure l'étude des sols ferrallitiques et le développement de leur classification. Deux d'entre elles sont issues de ce que nous avons appelé les connaissances allogènes. Nous mentionnerons également un quatrième concept d'intérêt général qui n'a que peu été utilisé dans la classification.

La ferrallitisation, considérée comme un *processus géochimique*, est à la base de la définition des sols. Les premières connaissances apportées au siècle dernier par l'étude des « latérites » concernaient leur composition minéralogique, puis la transformation elle-même d'une roche en latérite (voir CHATELIN 1970). Orientés dans cette voie par l'œuvre de LACROIX, les pédologues français ont trouvé une raison supplémentaire d'approfondir le sujet lorsque leur est apparue (ERHART 1956) l'importance de la géochimie ferrallitique dans le cadre général de la biosphère. Un indice géochimique simple et commode permettant malgré quelques difficultés d'interprétation (voir CHATELIN 1970) la comparaison des roches et des sols, a été trouvé dans le rapport silice/alumine

(1) Voir « Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques ».

Le processus géochimique, considéré de façon globale et estimé par le rapport silice/alumine, a été exprimé par les termes faiblement et fortement ferrallitique. Complété par des caractères morphologiques, il se retrouve dans les définitions des ferrisols, des sols ferrallitiques jeunes ou ferrallitiques pénévulés. La composition de la kaolinite fournit une valeur repère. Entre ce premier repère et une composition entièrement allitique, l'évolution géochimique se présente comme un continuum dans lequel peuvent être précisés, sur des limites choisies empiriquement, plusieurs stades ou degrés d'intensité. En plus de la nature des produits néoformés, sont considérées la puissance des formations altérées et la rapidité de leur formation.

La deuxième idée-clé s'applique à la *mise en place* des matériaux du sol. Formulé dès les premières études par la distinction des « residual and detrital laterites », le problème de mise en place est repris dans de multiples travaux modernes. Il est exprimé à travers une terminologie très diversifiée dont les mots les plus marquants sont autochtone, allochtone, recouvrement, stone-line, nappe de gravats, colluvion, troncature, remaniement. L'évolution géochimique dont nous parlions au paragraphe précédent peut être analysée avec plus ou moins de finesse et suivant des conceptions nuancées, mais sans susciter d'interprétations vraiment contradictoires sur des points fondamentaux. Au contraire, des solutions radicalement opposées ont été proposées au problème de la mise en place des sols ferrallitiques à trois niveaux discontinus. Les mêmes faits d'observation peuvent recevoir des interprétations différentes, en l'absence d'une méthodologie unanimement admise. Il faut pourtant apporter une réponse catégorique, le sol est autochtone ou allochtone, remanié ou non, la réponse proposée peut modifier jusqu'à la conception du « sol » lui-même. Actuellement, l'interprétation des remaniements s'inscrit dans une vision associant des mécanismes pédologiques à ceux de l'édification de certains modelés paysagiques (SEGALEN 1969).

Pour répondre à des préoccupations plus strictement pédologiques, un critère montrant l'*action du milieu écologique* actuel a été recherché. Cette fonction a d'abord été cumulée par le critère géochimique, aussi longtemps que l'on a cru à une répartition progressive des rapports silice/alumine en fonction des conditions climatiques. Il est apparu ensuite que la régularité de cette répartition ne se vérifie qu'à très petite échelle, dans une comparaison générale des sols du globe, mais que, à l'intérieur d'un domaine limité comme celui des sols ferrallitiques, elle est

fortement perturbée par les conditions locales. C'est ensuite l'état de saturation du complexe d'échange qui a été retenu. Ce dernier critère est actuellement testé, mais il semble déjà que lui aussi présente de nombreuses variations locales. La matière organique, les données du pédo-climat, permettront aussi de nouvelles approches du problème. C'est évidemment le principe de zonalité qui a suscité la recherche d'une variable pédologique corrélative des conditions écologiques. Les pédologues se sont aussi inspirés de la notion de « climax » des phytogéographes et ont parfois parlé de sols climaciques, ou d'évolution climacique.

Ces trois idées-clés ont influencé pratiquement tous les travaux. Par contre, l'éventualité d'une polygénie de certains sols ferrallitiques, présente à l'état latent dans l'esprit de tous les pédologues, n'a trouvé qu'assez peu d'illustrations concrètes. Il faut mentionner à part la position des pédologues belges qui distinguent du sol proprement dit un profil géologique, dont l'histoire peut être complexe, qui ne concerne pas directement le pédologue (voir CHATELIN 1967). Grâce à la datation de différentes surfaces d'aplanissement, les pédologues français ont introduit (SEGALEN 1967, MARTIN 1967) les notions chronologiques dans leurs études. Il est possible de reconnaître avec assez de certitude des sols dont le début de formation s'étale dans le temps. Ancienneté et polygénie ne doivent pas être confondues. Il semble n'y avoir eu que peu d'exemples où aient été explicitement présentés pour une même région des sols mono et polygènes (CHATELIN 1964, 1968). Pourtant les auteurs qui proposent une vision générale des sols du globe, ou qui suggèrent des principes de travail, insistent souvent sur la permanence ou la disparition de caractères hérités de conditions anciennes (GLANGEAUD 1956, KOVDA 1965, SEGALEN 1971). C'est ce que les auteurs soviétiques dénomment une approche historique de l'étude des sols.

Les concepts de remaniement et de mono ou polygénie ont des implications morphologiques précises, alors que le processus géochimique et l'action des conditions écologiques sont essentiellement perçus par des méthodes analytiques de laboratoire. Tous ces concepts ont une signification nettement génétique, s'ajoutant donc pour deux d'entre eux à des traits morphologiques particuliers.

4.2. Le mouvement des idées dans la classification

Les contraintes provoquées par l'association d'une structure sélective à une ambition pangnosique sont

à l'origine de l'instabilité de la classification. En effet, il est souvent demandé au critère unique retenu pour définir un certain taxon une portée plus grande que celle qu'il peut assumer. Un critère de classification peut être rejeté, non parce que sa signification intrinsèque est démentie, mais parce que l'on constate a posteriori qu'il n'assure pas un groupement satisfaisant des autres caractères. Il se peut aussi que l'intérêt des pédologues se déplace, ou que l'interprétation d'un caractère soit complètement remise en question. Une substitution entre deux critères de nature différente ne permet pas de relier les deux versions correspondantes de la classification.

L'aspect géochimique de l'évolution ferrallitique a joué dans la classification un rôle varié. Dans la première version de la classification (AUBERT et DUCHAUFOR 1956), la distinction des sols typiques et faiblement ferrallitiques suivant le rapport silice/alumine tenait la première place. Certains pédologues (DABIN *et al.* 1960) ont ensuite introduit la notion plus complexe de ferrisol, empruntée aux pédologues belges, qui associe certains caractères structuraux à un stade peu avancé de l'évolution géochimique. Avec la multiplication des études, il est apparu que le rapport silice/alumine dépend largement de la nature de la roche-mère et de la position topographique. La dominance de la kaolinite et la présence d'alumine libre n'apparaissant plus nécessairement comme des stades d'une même évolution, le rapport silice/alumine a perdu son rôle dans la classification (AUBERT et SEGALLEN 1966). Par contre ont été reconnus, à un niveau taxonomique d'ailleurs peu élevé, des sols pénévulés qui associent une altération incomplète et un faible développement morphologique. Récemment, il a été proposé (de BOISSEZON 1969) de réintroduire la notion de ferrisol, cette fois à un niveau taxonomique très élevé, celui de la sous-classe. Il y a donc eu des changements notables dans l'intérêt porté à un critère géochimique global et dans son association à des caractères morphologiques. La définition générale des sols ferrallitiques elle-même a dû être rectifiée, la valeur 2 du rapport silice/alumine ayant perdu son rôle primitif de limite absolue (voir CHATELIN 1970).

Dans des conditions et sous des formulations diverses, le concept cherchant à exprimer l'influence du contexte écologique a été introduit à plusieurs reprises. Les pédologues d'Afrique centrale (BRUGIÈRE 1958) ont défini comme « profondément lessivés » des sols qui étaient à l'époque considérés comme ferrugineux tropicaux mais que l'on décrirait à présent comme sols ferrallitiques psammitiques. Le terme

« profondément lessivé » correspondait semble-t-il à des notions complexes faisant intervenir l'acidité et la désaturation, mais aussi la profondeur et le pédoclimat du sol. Malgré l'ambiguïté du terme qui désigne aussi un déplacement de l'argile, le « lessivage » a été employé en Côte-d'Ivoire (LENEUF 1959, 1966) avec un sens intermédiaire entre ce que nous appelons maintenant lixiviation et désaturation, un peu plus restreint que le sens de « profondément lessivé » du cas précédent. Dans son sens le plus strict, la désaturation est actuellement employée (AUBERT et SEGALLEN 1966) pour classer les sols ferrallitiques à leur premier niveau taxonomique. L'influence du milieu écologique a donc pris la place autrefois dévolue au processus géochimique.

La deuxième de nos idées-clés, envisageant la mise en place des matériaux du sol, est assurément celle qui a donné le plus de positions contradictoires. Le problème ne semble pas avoir été considéré dès les premiers travaux français sur les sols ferrallitiques, la classification se présentant alors comme si elle adoptait une hypothèse implicitement autochtoniste (AUBERT 1954 a et b). Par la suite, les interprétations autochtoniste et allochtoniste se sont confrontées et se sont souvent succédées sur le même terrain. C'est ce qui s'est passé en particulier au Congo où ont été reconnues des formations superficielles de recouvrement (BOCQUIER 1958) avant que certaines observations ne conduisent à une interprétation par différenciations opérées pratiquement *in situ* (LAPORTE 1962). Puis les travaux actuels (de BOISSEZON et GRAS 1970) ont repris, avec la notion de remaniement, une attitude proche de la première. Dans le même temps sont développées au Togo des recherches (LÉVÊQUE 1970) qui concluent à la formation sur place de beaucoup de sols à niveaux gravillonnaires. Les concepts les plus nettement allochtonistes ont conduit à introduire dans la classification la notion de « troncature » (RIQUIER 1966) et même à ne considérer comme le « sol » proprement dit que la partie supérieure meuble des profils à l'exclusion des niveaux grossiers (GRAS 1970, DELHUMEAU 1969), ce qui est contraire aux principes généraux de la pédologie française. Ainsi sont définis des « sols minéraux bruts et rankers sur nappe de gravats » et des « sols peu évolués, régosoliques » dont la description fait apparaître, sous l'horizon humifère, un horizon gravillonnaire épais.

Il est juste de souligner que tous les critères de la classification n'ont pas été soumis à de telles révisions. Ceux d'entre eux qui se rapportent à des caractères morphologiques précis sont parfois déplacés

d'un niveau taxonomique à un autre, mais leur définition et leur signification générale ne se modifient guère. C'est en particulier le cas pour l'induration, l'hydromorphie de certains horizons, pour l'accumulation de matière organique, pour les caractères de couleur. Introduit récemment dans la classification, le critère d'appauvrissement semble devoir s'inscrire parmi les moins spéculatifs et par conséquent les plus stables.

Rappelons enfin la tentative d'introduire deux concepts nouveaux pour la classification des sols ferrallitiques (CHATELIN 1966), l'un d'inspiration typiquement génétique reconnaissant des sols « poly-géniques », l'autre soulignant les caractères morphologiques particuliers des sols « psammo-ferrallitiques ». Ce sont des concepts que l'on trouve employés dans des classifications autres que le système français.

Le présent texte est rédigé pour les pédologues étudiant eux-mêmes les sols ferrallitiques, pour qui les problèmes soulevés ne seront pas nouveaux. Une trop longue étude serait nécessaire pour entrer dans le détail de tous les mouvements d'idées, de toutes les options successives, qui ont marqué l'étude des sols ferrallitiques et que nous venons de résumer en quelques paragraphes seulement. Pour terminer sur un jugement général, nous soutiendrons que de sa première version de 1954 à celle de 1966, la classification des sols ferrallitiques s'est perfectionnée nettement, tant par l'augmentation des informations dont elle réussit à rendre compte que par l'organisation des ses taxa. Toutefois, si ses développements successifs donnent dans une certaine mesure l'image d'une série d'approximations en cours de progression, ils évoquent aussi un mouvement de va et vient faisant avancer ou reculer les mêmes concepts. Adoptés, contestés, reformulés, abandonnés, prioritaires ou relégués à une position secondaire, les concepts fondamentaux de l'étude des sols ferrallitiques n'ont pas réussi à structurer une classification stable admise par tous ceux qui doivent la pratiquer.

4.3. Spéculation et ésotérisme

La classification a été le reflet de toutes les spéculations faites sur la genèse des sols, elle a été privée d'une typologie de précision suffisante et n'a pas su constituer d'unités stables. Malgré une banalisation des termes, presque tous issus du langage courant, l'étude des sols ferrallitiques a pris pour les spécialistes eux-mêmes un certain caractère ésotérique. A l'intérieur de l'école française, des conceptions contradictoires se sont succédé dans le temps, ou ont coexisté en partageant les pédologues.

Beaucoup de ces défauts ne sont pas particuliers à l'étude des sols ferrallitiques telle que l'ont pratiquée les pédologues français, mais relèvent d'une difficulté générale de la pédologie actuelle. Des nombreuses remarques faites à ce sujet, nous conserverons une citation parce qu'elle est récente, qu'elle n'est pas destinée à la pédologie tropicale mais que nous pourrions pourtant en conserver tous les termes en conclusion de notre analyse de la classification des sols ferrallitiques, « ...the reproductibility of classification systems presents a sorry spectacle. Even with similar insights, greatly differing classifications can be produced on the basis of the same material. The compiling of comparable systems for different areas is still an unsolved problem. Thus there exists a special need for reproducible classification methods and methods which lead to comparable results » (SCHELLING 1970). Soulignons dès à présent que ce qui est déploré en premier lieu n'est pas l'insuffisance des connaissances acquises dans le domaine de la pédologie générale, mais le manque de communicabilité de ces connaissances.

5. RECHERCHE DE PERSPECTIVES NOUVELLES

Dans un passé récent, les pédologues français ont accordé beaucoup d'attention à l'examen critique de leurs propres travaux. Nous ne mentionnerons que rapidement les points sur lesquels se porte l'attention générale, pour nous attarder ensuite davantage à tirer de notre étude les germes de futurs développements.

5.1. L'objectivité

La nécessité de réaliser une analyse pédologique plus objective se présente comme une obligation fondamentale. Plus objectif signifie d'abord meilleur dans la qualité des observations, et en ce sens beaucoup d'efforts sont déployés pour la description morphologique des sols et pour l'amélioration des techniques de laboratoire. L'objectivité suppose aussi une analyse exhaustive, qui ne se limite pas à certains aspects de la réalité étudiée. Aussi cherche-t-on actuellement à appliquer les méthodes relativement nouvelles de la micromorphologie, à développer les investigations de domaines encore assez peu connus comme ceux de l'eau dans le sol, de l'évolution de la matière organique, de la dynamique générale des profils.

5.2. Structuration des connaissances et classification

L'obligation pour la pédologie de conserver une attention particulière pour sa classification générale correspond sans doute à une étape de son développement et sera peut-être un jour périmée. Le développement historique normal des sciences de la nature a été souvent schématisé par deux étapes, taxonomique d'abord puis phénoménologique. Nous avons vu que la pédologie a entrepris de front les deux phases, contrairement aux sciences plus anciennes. L'analyse de certains phénomènes est actuellement très poussée, alors que les difficultés de la taxonomie sont encore loin d'être surmontées. La pédologie est peut-être la seule science de la nature qui bute encore sur un problème de classification (1). Les systématiques employées pour les végétaux et les animaux peuvent constituer des édifices d'une logique plus ou moins parfaite sans que cela n'entrave les recherches botaniques ou zoologiques. De même lorsqu'une roche est bien connue, il importe peu au géologue qu'elle soit placée sous une étiquette de roches dites « ignées », ou « éruptives », ou « plutoniques ». Certaines sciences, comme la chimie et plus encore la physique, ne posent pratiquement plus de problèmes de systématique ou de classification. Le cas de la classification périodique des éléments est intéressant à considérer. Il s'agit sans doute de la plus parfaite de toutes les classifications. Elle conserve un rôle didactique et mnémonique, mais elle n'est plus comme la classification des sols un instrument permanent de travail et de discussion.

Plus encore que pour les atomes du tableau périodique, un système général de classification devient inutile pour des objets parfaitement connus, que l'on sait décrire et désigner correctement. Ce sont les objets créés par l'homme que l'on peut considérer comme les mieux connus. Bien qu'il en existe des milliers de sortes différentes, on ne voit pas ce que pourrait apporter une classification générale de ces objets. Par contre une telle classification pourrait apparaître nécessaire à un hypothétique martien étudiant, avec difficulté, les activités terrestres. On peut imaginer que ce malheureux martien aboutisse à un

(1) C. CANGUILHEM a noté que la botanique du XVII^e siècle, avec TOURNEFORT, était déjà classificatrice alors que la zoologie restait encore presque exclusivement monographique. L'achèvement du stade taxonomique apparaît en large décalage de la botanique, à la zoologie, puis à la géologie, et n'est pas encore parfaitement réalisé par la science des sols.

système un peu analogue à celui que nous employons pour les sols et que, ayant découvert par exemple un aéro-Train, il le place dans la « Classe des engins à propulsion autonome », « Sous-classe à énergie par combustion », « Groupe intergrade à déplacement sur appui terrestre — à déplacement aérien », « Sous-groupe à trajectoire imposée »..., etc. Gageons que les interlocuteurs de notre martien auraient du mal à comprendre de quoi il s'agit et qu'ils soumettraient la classification à de rudes polémiques.

Les classifications pédologiques actuelles proposent des structures verticales qu'il faut saisir dans leur totalité. Cela apparaît bien avec la classification des sols ferrallitiques. Dire d'un sol qu'il appartient au « Sous-groupe appauvri » n'a guère de sens si l'on n'ajoute qu'il s'agit du « Groupe remanié », « Sous-classe peu désaturée », « Classe ferrallitique ». La valeur de l'information apportée par une unité taxonomique est fonction de la qualité de l'ensemble du système. Une classification donnée réalise une certaine structuration des connaissances. S'il n'est pas absolument impensable que la classification perde de son importance, comme cela est le cas dans d'autres sciences, ou à la limite devienne même inutile, ainsi qu'il en est pour les produits de l'activité humaine, c'est qu'il existe d'autres moyens d'organiser des connaissances.

52.1. APPROCHE LINGUISTIQUE

La classification est utilisée par les pédologues comme le support et le véhicule de leurs connaissances. Elle peut être considérée comme un moyen d'expression, et traitée comme un langage. Alors que les langages usuels s'établissent par le travail spontané et dans une large mesure inconscient d'un grand nombre d'individus pendant un temps très long, le langage scientifique doit résulter d'un effort délibéré et assez rapide pour assimiler l'apport sans cesse renouvelé des connaissances. Des notations suffisamment perfectionnées pour décrire les sols ont été essayées (NORTHCOTE 1962, GLAZOVSKAYA 1966, FITZPATRICK 1967), mais le moyen d'expression général de la pédologie est resté essentiellement un langage scientifique établi de façon classique avec plus ou moins de succès ainsi que cela a été discuté ailleurs (CHATELIN et MARTIN 1972).

Le problème linguistique est peu familier aux pédologues, nous l'aborderons par des exemples et en nous permettant le rappel de quelques généralités. Il est facile de comprendre qu'un mot comme « société » ne trouve son plein sens que pour autant

que l'on possède les concepts et les mots « individu », « groupe », « population », « démographie », « classe », « travail », « revenu », « richesse »... et bien d'autres qu'il n'est pas nécessaire de rechercher davantage. Dans le domaine pédologique, un mot comme « ferrallitique » correspond à un niveau d'abstraction et de généralité que l'on peut comparer à celui de « société » dans le langage général. Il ne peut se charger de sens que dans la mesure où il est soutenu et explicité par d'autres concepts et d'autres mots. Exagérant l'analyse que nous avons faite de la situation terminologique de la pédologie tropicale, nous dirons que la signification du mot « ferrallitique » est bloquée par l'insuffisance d'une description que les termes en usage restreignent aux horizons « A, B ou C », aux structures « grumeleuses ou polyédriques », etc.

Cet exemple nous permet de répéter une évidence apparue dès les premières recherches sémantiques (de SAUSSURE 1916), à savoir que les mots forment un système dans lequel chacun tire sa valeur de ses rapports avec les autres. Le langage scientifique tout particulièrement apparaît comme une « organisation autonome, créative et symbolique » par laquelle se définit notre expérience (ou ce que l'on considère comme notre connaissance), mais aussi à partir de laquelle nous opérons la « projection des prévisions qu'elle contient dans le champ de l'expérience » (SAPIR 1931). Cette manière de présenter le langage pourrait aussi bien servir à définir la classification telle qu'elle apparaît en pédologie. La classification peut être présentée dans une certaine mesure comme une forme primitive de langage, dans lequel on essaie de compenser l'insuffisance des formulations verbales par un positionnement dans une construction taxonomique hiérarchisée. La position taxonomique tient lieu de ces relations privilégiées qui s'établissent entre certains mots dans un langage avancé. C'est pourquoi nous avons pu dire plus haut que placer un sol dans un certain Sous-groupe ne prend son plein sens que si l'on considère l'ensemble de la classification.

Admettant dès maintenant la possibilité de dépasser le stade de l'organisation obligatoire des connaissances dans une architecture taxonomique unique, il nous semble nécessaire de développer les moyens expressifs de la pédologie. Rappelons encore les difficultés actuelles à rendre compte des multiples études régionales et cartographiques. Il est sans doute intéressant de rattacher un sol, sur lequel un certain nombre de données ont été recueillies, à une unité d'une classification universelle de référence. Il serait aussi important de réussir à exprimer ces données

sans chercher à les dépasser et de faire connaître ce que chaque étude apporte objectivement comme connaissance.

La 7th Approximation constitue un exemple qui appelle quelques commentaires. Les pédologues américains ont établi une classification, en affectant aux critères utilisés des signes qui servent ensuite à composer les noms des taxa. Leur terminologie ne vaut que ce que vaut leur classification. A l'opposé d'un langage souple et vivant, elle se présente comme une clé, comme un code figé, qui ne permet à personne de s'exprimer sans entrer dans un système de concepts et de normes péremptives. Le langage idéal qu'il est permis d'ambitionner devrait au contraire faire une place à tous les concepts. Une collection terminologique limitée ne peut tenir lieu d'un langage véritable qui ne s'obtiendra pas sans une prise de conscience générale du problème d'expression posé par la pédologie.

5.2.2. STRUCTURE DE LA CLASSIFICATION

Les classifications pédologiques telles que nous les connaissons restent pour l'instant une nécessité. Ne prétendant pas résoudre les difficultés qu'elles rencontrent, nous nous contenterons de récapituler leurs objectifs, les principales options qui se présentent à elles, et de poser le problème de leur structuration. Rappelons d'abord qu'il nous semble que la *première structure à apporter est celle du langage*. Cette manière d'envisager le problème peut conduire beaucoup plus loin qu'il n'y paraît quand on se prête à un exercice de terminologie typologique de portée restreinte.

La *première dualité* à laquelle doit se prêter la classification provient des deux optiques complémentaires suivant lesquelles les sols peuvent être envisagés. Le *pédon* (BOULAIN 1969) correspond au concept d'individu-sol, il est considéré comme la plus petite unité spatiale réunissant tous les caractères d'un sol donné. Au contraire, l'*unité dynamique* (MAGNIEN 1969, BOCQUIER 1971) présente des unités paysagiques comme les véritables corps pédologiques organisés. Reprenons à ce propos le cas de la clé terminologique américaine. Elle a été établie pour un système qui ne considère dans les sols que des pédon, et elle apparaîtra sans doute comme sans valeur, ou tout au moins comme très contraignante, pour qui voudra présenter les sols sous la forme d'unités dynamiques. Un véritable langage procurerait au contraire une formulation à chaque concept et tisserait entre eux des liens favorisant le passage d'un point de vue à l'autre.

Nous avons dit plus haut qu'une classification peut s'établir sur des *orthotypes* ou des *épitomés*, ou sur les uns et les autres suivant le rang taxonomique. La classification française devra expliciter son choix en la matière, il semble pour l'instant qu'elle ait été conçue d'après les orthotypes bien que la notion d'intergrades ne s'y soit pas beaucoup développée. Il est souvent souligné que *les unités de classifications ne correspondent pas nécessairement à certaines unités de cartographie*. Pourtant, ainsi que cela a été très bien analysé par CLINE (1963), il ne semble pas que l'on puisse définir un certain « type » à introduire dans la classification sans tenir compte de l'ordre géographique des sols. Par des exemples, il est facile de montrer que l'on peut aboutir à des groupements tout à fait incohérents en considérant un certain nombre de caractères analytiques pourtant importants (KUBIENA 1958). Quels que soient ses principes directeurs, la classification finit donc toujours par être testée par la cohérence de son application géographique. Taxonomie et cartographie entretiennent des rapports parfois assez subtils dont il faut tenir compte. Nous rappellerons enfin que la classification peut s'inspirer de l'un des *trois modèles* que nous avons dénommés sélectif, sommatif, pangnosique.

La dualité fondamentale de la classification est d'avoir à répondre aux deux rôles que nous lui avons reconnus : être un instrument d'identification fiable en même temps que le support de concepts abstraits. Ces deux fonctions sont-elles conciliables, ou faut-il chercher à les dissocier en un système à double entrée ? La classification américaine a trouvé le moyen d'identifier les sols de façon reproductible. Ses auteurs ont aussi prétendu l'avoir édifiée sur la base de multiples interprétations et hypothèses. Malheureusement ces préoccupations scientifiques de départ ne sont guère accessibles à ceux qui l'utilisent, et il ne semble pas que la classification américaine ait un rôle didactique et une capacité d'orienter la recherche et la pensée pédologiques à la mesure de la masse des connaissances qu'elle résume.

5.3. Continuité et renouvellement

La pédologie paraît être une science très conservatrice. Il ne semble pas y avoir eu au cours de ces dernières décades beaucoup de nouveautés comparables par exemple avec la théorie des quanta en physique ou la découverte de l'ADN en biologie. La 7th Approximation a sans doute constitué un événement d'importance, et il est encore tôt pour juger de toute son influence. Il n'est pas inutile de

souligner que son apport se situe, non pas dans une meilleure connaissance des faits eux-mêmes, mais à un niveau épistémologique de critique et d'organisation du savoir. Par ailleurs, les concepts portant sur le sol lui-même et sur la compréhension des phénomènes pédologiques ont été perfectionnés et présentés dans un langage rajeuni, souvent sans changement profond.

Ainsi le concept du pédon ne paraît pas fondamentalement différent de celui du sol, corps individuel, ou corps naturel, proposé par DOKUCHAEV. Il a été précisé que ce corps s'inscrit en trois dimensions, ce qui à la réflexion fait figure d'évidence, et un nouveau nom lui a été donné. De même l'unité pédologique dynamique trouve sa définition dans la catena de MILNE associant zones d'éluviation et d'illuviation. EDELMAN a autrefois analysé de magnifiques unités dynamiques comprenant des sols kaoliniques rouges et montmorillonitiques noirs, et a montré le mouvement de la silice des uns aux autres. L'ancienneté de ce que nous avons appelé les idées-clés a déjà été soulignée. Le remaniement et la datation des sols ont été envisagés par les géologues des Indes au milieu du siècle dernier, dans leurs études des « high-level, low-level and detrital laterites ». Quant à l'évolution géochimique des sols, on peut avancer qu'elle a été déjà largement comprise par BAUER et HARRASSOWITZ. Tout ceci a été exposé ailleurs (CHATELIN 1970).

La classification française plonge très loin ses racines, jusqu'à celle que SIBIRTZEV a établi à la fin du siècle dernier par la prise en compte de deux séries d'indices. Les premiers traduisent « le degré d'intensité atteint par le type de pédogenèse », les seconds concernent « les variations dans les facteurs matériels de la pédogenèse » (MARGULIS 1954). Cela représente une ébauche très précise de la classification française qui reconnaît un processus fondamental et des processus secondaires, ou des caractères secondaires simplement hérités de conditions locales. Ainsi établit-on une hiérarchie entre la « ferrallitisation », processus fondamental présenté par le taxon le plus élevé, et les processus secondaires plus ou moins ubiquistes comme l'hydromorphie, l'appauvrissement, le cuirassement, et les caractères hérités de la roche, qui sont relégués dans les taxa inférieurs.

Nés dans un contexte déjà ancien de l'histoire des sciences et transposés du monde vivant aux sols, les concepts de « genèse et d'évolution » ont longtemps dominé la pensée pédologique. Ils conservent actuellement leur part d'intérêt si l'on veut voir dans la

« genèse » les rapports de causalité et de succession historique, et dans l'« évolution » ce que nous appellerions maintenant plus volontiers la dynamique des sols. Ce n'est pas ici que l'on peut prétendre dégager les lignes de force de la pensée scientifique actuelle, mais il ne nous semble pas que les concepts de genèse et d'évolution des sols puissent se conserver avec leur aspect doctrinal et leur arrière-plan philosophique à l'époque de la cybernétique, de l'analyse systémique, et du structuralisme. L'habitude conserve encore genèse et évolution parmi les maîtres-mots d'un certain langage pédologique, mais cela ne doit pas masquer un certain renouvellement des idées. La pédologie actuelle doit être *descriptive* dans le sens le plus large, un système donné s'analysant suivant tous ses composants et non seulement suivant ceux dont on pense connaître les fonctions « génétiques ». La *typologie* a renouvelé la façon de concevoir les sols et d'établir les modèles qui les représentent, utilisant largement la *morphométrie* et ses méthodes statistiques et informatiques. Ces nouvelles méthodes conduisent certains auteurs à des essais de *taxonomie numérique*. L'étude des *structures* se développe, en particulier avec celles constituées par les séquences, les unités dynamiques, les paysages ouverts et fermés. Rappelons l'approche *historique* et *dynamique* mentionnée dans les lignes précédentes pour compléter la liste des concepts autour desquels semblent s'orienter les travaux actuels. L'avenir dira si l'ensemble de ces concepts a pu constituer une doctrine cohérente, comparable à ce qu'a été l'approche génétique.

Retraçant à grands traits l'histoire de l'étude des sols ferrallitiques telle que nous l'avons décrite (voir CHATELIN 1970) et avec les éléments présentés ici, nous situons plusieurs « coupures épistémologiques » (1). Succédant aux descriptions du début de l'étude des latérites, la première a été réalisée par le travail de BAUER montrant la filiation par altération d'une roche à une latérite alumineuse, ouvrant la voie de la géochimie de surface. Nous avons reconnu

(1) Rappelons que c'est par des réflexions sur la physique que Gaston BACHELARD a été conduit à ce concept de coupure épistémologique. En physique, une seule manipulation comme celle de MICHELSON peut conduire à une théorie aussi complexe que celle de la relativité. La physique nucléaire et l'astrophysique nous ont maintenant habitués à de multiples bouleversements des idées. Le lecteur comprendra sans doute qu'il n'en est pas encore ainsi en science des sols, et acceptera peut-être que nous ayons dit plus haut de la pédologie qu'elle est dans une certaine mesure une science conservatrice.

vers 1927 une deuxième coupure, opérée par la jonction de la géochimie des latérites et des principes généraux de la pédologie. Une nouvelle phase a commencé vingt ans plus tard quand la pédologie tropicale s'est engagée dans l'établissement d'une taxonomie gouvernée par les interprétations génétiques. Nous pensons qu'un dépassement de la pensée génétique se réalise actuellement.

La pédologie fait partie de ces sciences pour lesquelles conserve toute sa réalité le dilemme entre une attitude strictement empiriste et une approche plus théorique. Dans la mesure où sont inconcevables des positions vraiment extrêmes, les écoles américaine et soviétique se sont éloignées à certains moments aussi loin qu'il est possible dans la solution de ce problème. L'école française a cherché une situation d'équilibre, de juste milieu, refusant le culte abusif du concret et du chiffré comme l'interprétation trop ambitieuse et dogmatique. Elle s'inscrit dans une longue tradition de pensée. Pour réaliser ses objectifs, la pédologie française ne peut se contenter d'être guidée par une démarche intuitive, mais doit entreprendre une véritable analyse épistémologique.

Manuscrit reçu au S.C.D. le 17 avril 1972.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), 1954a. — Les sols latéritiques. Congr. Intern. Sci. Sol. 5. 1954. Léopoldville. Vol. 1, pp. 103-118.
- AUBERT (G.), 1954b. — La classification des sols utilisée dans les territoires tropicaux de l'Union française. Conf. Interfr. Sols. 2. 1954. Léopoldville. Vol. 2, pp. 705-708.
- AUBERT (G.), 1965. — Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes utilisés par la section de pédologie de l'ORSTOM. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 3, 3, pp. 269-288.
- AUBERT (G.), DUCHAUFOR (P.), 1956. — Projet de classification des sols. Congr. Intern. Sci. Sol. 6. 1956. Paris. Vol. E, pp. 597-604.
- AUBERT (G.), SEGALIN (P.), 1966. — Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 4, 4, pp. 97-112.
- BOCQUIER (G.), 1958. — Première note relative à l'étude des formations superficielles du sud Congo. ORSTOM, Brazzaville, 5 p. multigr.
- BOCQUIER (G.), 1971. — Genèse et évolution de deux toposéquences des sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique (Thèse). ORSTOM, Paris, 364 p. multigr.
- BOHR (N.), 1958. — Atomic physics and human knowledge. New York, Wiley, VIII. 101 p.
- BOISSEZON (P. de), 1969. — Note sur la classification des sols ferrallitiques. ORSTOM, Adiopodoumé, 13 p. multigr.

- BOISSEZON (P. de), 1971. — Les matières organiques des sols ferrallitiques. ORSTOM, Adiopodoumé, 67 p. multigr.
- BOISSEZON (P. de), GRAS (F.), 1970. — Notice explicative - Carte pédologique Sibiti-est. République du Congo-Brazzaville au 1/500 000. ORSTOM. Notice explicative n° 45. Paris, 144 p.
- BOULAIN (J.), 1969. — Sol, pédon, génon. Concepts et définitions. *Bull. Ass. fr. Et. Sol*, 2, pp. 31-40.
- BOULVERT (Y.) 1968 à 1971. — Carte pédologique de l'Ouham. En 4 notices explicatives. ORSTOM. Notice explicative (en cours).
- BRIDGMAN (P.W.), 1927. — The logic of modern physics. MacMillan, New York, XIV, 228 p.
- BRUGIERE (J.M.), 1958. — Carte pédologique de l'A.E.F. au 1/5 000 000. Notice explicative. ORSTOM, Brazzaville, 16 p. multigr.
- CANGUILHEM (G.), 1970. — Etudes d'histoire et de philosophie des sciences. Vrin, Paris, 394 p.
- CHATELIN (Y.), 1959. — Reconnaissance pédologique des régions agricoles du Haut-Ogooué (Gabon). ORSTOM, Brazzaville, 91 p. multigr.
- CHATELIN (Y.), 1964-1968. — Notes de pédologie gabonaise. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 2, 4, pp. 3-16 et 6, 1, pp. 3-20.
- CHATELIN (Y.), 1966. — Essai de classification des sols ferrallitiques du Gabon. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.* 4, 4, pp. 45-60.
- CHATELIN (Y.), 1967. — Influence des conceptions géomorphologiques et paléoclimatiques sur l'interprétation de la genèse et la classification des sols ferrallitiques d'Afrique centrale et australe. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 5, 3, pp. 243-255.
- CHATELIN (Y.), 1970. — Les sols ferrallitiques. Tome 1. Historique. Développement des connaissances et formation des concepts actuels. ORSTOM, Bangui, 110 p. multigr.
- CHATELIN (Y.), 1970. — Introduction à la géochimie des altérations et des sols. ORSTOM, Bangui, 92 p. multigr.
- CHATELIN (Y.), MARTIN (D.), 1972. — Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, X, 1, pp. 25-43.
- CLINE (M.G.), 1961. — The changing model of soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 25, 6, pp. 442-446.
- CLINE (M.G.), 1963. — Logic of the new system of soil classification. *Soil Sci.*, 96, 1, pp. 17-22.
- COFFEY (G.N.), 1912. — A study of the soils of the United States. U.S. Dept. Agric. Bureau of Soils, Bull. n° 85, 114 p.
- DABIN (B.), LENEUF (N.), RIOU (G.), 1960. — Carte pédologique de la Côte d'Ivoire au 1/2 000 000. Notice explicative. Secrétariat d'Etat à l'Agriculture, Abidjan, 31 p.
- DELHUMEAU (M.), 1969. — Etude des sols de la région de Mouila en relation avec l'évolution karstique du schisto-calcaire de la Nyanga. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 7, 3, pp. 417-434.
- DOST (H.), 1960. — Criticism of the concept of soil as a natural body. Intern. Congr. Soil Sci. 7. 1960. Madison. Vol. 4, pp. 124-126.
- DUCHAUFOUR (P.), 1961. — Comparaison de la classification américaine et de la classification française. *Pédologie*, 11, 1, pp. 138-147.
- ERHART (H.), 1956. — La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson, Paris, 83 p.
- FITZPATRICK (E.A.), 1967. — Soil nomenclature and classification. *Geoderma*, 1, pp. 91-105.
- GERASIMOV (I.P.), 1964. — Modern Dokuchaev's approach to soil classification and its application to soil maps of the USSR and of the world. Intern. Congr. Soil Sci., 8. 1964. Bucarest. Vol. 5, pp. 25-36.
- GLANGEAUD (L.), 1956. — Intervention sur la classification des sols. Congr. Intern. Sci. Sol. 6. 1956. Paris. Vol. A, pp. 176-179.
- GLAZOVSKAYA (M.A.), 1966. — Principles for classifying soils of the world. *Sov. Soil Sci.*, 8, pp. 857-877.
- GLINKA (K.D.), 1931. — Treatise on soil science. 4th (posthumous). Ed. Trad. 1963. Ed. Israel Programm for Scientific Translations Jerusalem, 674 p.
- GRAS (F.), 1970. — Surfaces d'aplanissement et remaniement des sols sur la bordure orientale du Mayombe (Congo-Brazzaville). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 8, 3, pp. 273-294.
- HENIN (S.), 1957. — L'évolution du concept de sol et ses conséquences. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 43, pp. 66-69.
- D'HOORE (J.), 1964. — La carte des sols d'Afrique au 1/5 000 000. C.C.T.A. Publ. n° 93. Lagos, 209 p.
- JAKOBSON (R.), 1957. — 8th Intern. Congr. Linguists, Oslo. Traduit par N. RUWET et publié sous le titre Essais de Linguistique générale, Editions de Minuit, Paris, 1963, 255 p.
- JOHNSON (W.M.), 1963. — The pedon and polypedon. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 27, 2, pp. 212-215.
- KNOX (E.G.), 1965. — Soil individuals and soil classification. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 1, pp. 79-84.
- KOVDA (V.A.), 1965. — Common features and differences in the history of the soils of the continents. *Sov. Soil Sci.*, n° 1, pp. 1-11.
- KOVDA (V.A.), LOBOVA (Ye.V.), ROZANOV (B.G.), 1967. — Classification of the world's soils. *Sov. Soil Sci.*, n° 4, pp. 427-441, n° 7, pp. 851-863.
- KUBIENA (W.L.), 1953. — Claves sistematicas de suelos. Consejo superior de Investigaciones científicas, Madrid, 388 p.
- KUBIENA (W.L.), 1958. — The classification of soils. *J. Soil Sci.*, 9, 1 pp. 9-19.
- LAPORTE (G.), 1962. — Reconnaissance pédologique le long de la voie ferrée Comilog. ORSTOM, Brazzaville, 148 p. multigr.
- LEEPER (G.W.), 1956. — The classification of soils. *J. Soil Sci.*, 7, 1, pp. 59-64.
- LENEUF (N.), 1959. — L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte d'Ivoire forestière, et les sols qui en sont dérivés. ORSTOM, Paris, 212 p.
- LENEUF (N.), 1966. — Exposé introductif sur le processus de lessivage dans les sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 4, 4, pp. 25-27.
- LÉVÊQUE (A.), 1966. — Etude des principaux critères de la classification des sols ferrallitiques de Guyane française. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 4, 4, pp. 61-74.

- LÉVÊQUE (A.), 1970. — L'origine des concrétions ferrugineuses dans les sols du socle granito-gneissique au Togo. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 8, 3 pp. 321-345.
- LOBOVA (Ye.V.), 1965. — Brief review of the principal soil classification systems in European countries and USA. *Sov. Soil Science*, n° 2, pp. 111-120.
- MAIGNIEN (R.), 1969. — Evolution de la notion « sol » au cours de vingt années d'études pédologiques en Afrique. ORSTOM, Yaoundé, 15 p. multigr.
- MARBUT (C.F.), 1927. — A scheme for soil classification. Intern. Congr. Soil Sci. 1. 1927. Washington. Vol. 4, pp. 1-31.
- MARGULIS (H.), 1954. — Aux sources de la pédologie. Publ. Ec. Nat. Sup. Agron., Toulouse, 85 p.
- MARTIN (D.), 1967. — Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le Centre-Cameroun. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 5, 2, pp. 189-218.
- MILL (J.S.), 1874. — A system of logic. 8th Ed. Harper & Brothers, New York, XV, (17), 659 p.
- MONNIER (G.), 1966. — Le concept de sol et son évolution. *Sci. Sol*, 1, pp. 89-111.
- MUIR (J.W.), 1962. — The general principles of classification with reference to soils. *J. Soil Sci.*, 13, 1, pp. 22-30.
- NORTHCOTE (K.H.), 1962. — The factual classification of soils and its use in soil research. Intern. Soc. Soil Sci., Comm. IV & V. Joint meeting. 1962. Palmerston North, pp. 291-297.
- ORCEL (J.), 1961. — Les sciences minéralogiques. In : Histoire générale des sciences. T. 3. La science contemporaine. Vol. 1. le XIX^e Siècle. P.U.F., Paris, pp. 343-370.
- QUANTIN (P.), 1965. — Les sols de République Centrafricaine. *Mém. ORSTOM* n° 16. Paris, 113 p.
- RIQUIER (J.), 1966. — Définition et classification des sols ferrallitiques de Madagascar. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 4, 4, pp. 75-88.
- ROZOV (N.N.), IVANOVA (Ye.N.), 1967. — Classification of the soils of the USSR. *Sov. Soil Sci.*, n° 2, pp. 147-156 & n° 3, pp. 288-299.
- SAPIR (E.), 1931. — Cité par L.B. WHORF, 1957, op. cité.
- SAUSSURE (P. de), 1916. — Cours de linguistique générale. Payot, Lausanne, 337 p.
- SHELLING (J.), 1970. — Soil genesis, soil classification and soil survey. *Geoderma*, 4, 3, pp. 165-193.
- SEGALEN (P.), 1957. — Etude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar. *Mém. Inst. sci. Madagascar*, D, 7, 182 p.
- SEGALEN (P.), 1967. — Les sols et la géomorphologie du Cameroun. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 5, 2, pp. 137-187.
- SEGALEN (P.), 1969. — Le remaniement des sols et la mise en place de la « stone-line » en Afrique. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 7, 1, pp. 113-127.
- SEGALEN (P.), 1969. — Contribution à la connaissance de la couleur des sols à hydroxydes de la zone intertropicale : sols jaunes et sols rouges. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, 7, 2, pp. 225-236.
- SEGALEN (P.), 1971. — Communications personnelles.
- SEHGAL (J.L.), SYS (C.), 1970. — The soils of Punjab. 2. Application of the «7th Approximation» to the classification of the soils of Punjab. Some problems, considerations and criteria. *Pédologie*, 20, 2, pp. 244-267.
- SMITH (G.D.), 1965. — Lectures on soil classification. *Pédologie* n° spécial 4, 134 p.
- U.S.D.A., Soil Survey Staff, 1960. — Soil classification. A comprehensive system. 7th Approximation. U.S.D.A., Washington, 265 p.
- WHORF (B.L.), 1956. — Language, thought and reality. Selected writings. Technology Press of the M.I.T., J. Wiley, 278 p.