

Etude des sols et classification

INTRODUCTION DE L'APPROCHE MORPHOGENETIQUE

G. AUBERT *

Pendant que les idées de DOKOUCHEV et de ses élèves se développaient en Russie et se répandaient en de nombreux pays d'Europe orientale ou centrale puis en Allemagne et aux Etats-Unis BOULAIN (1984) et malgré la participation des pédologues russes aux Expositions internationale (1889) et universelle (1900) de Paris, la conception du sol restait encore, le plus souvent, en France, celle d'un produit d'altération des roches, dont les propriétés dépendent essentiellement des caractères de celles-ci, ou bien celle du milieu dans lequel se développe la végétation qui doit pouvoir y satisfaire à ses exigences édaphiques.

Ce n'est que peu à peu, principalement après l'arrivée en notre pays, d'émigrés russes tels que AGAFONOFF (1936), dont l'action et l'influence furent largement soutenues par LACROIX, BRUNO, OUDIN et surtout DEMOLON, que la conception du sol, issue des travaux de DOKOUCHEV put se répandre, et, même, rapidement à travers la France. Elle pénètre aussi grâce à ERHART (1935), qui l'avait acquise auprès des pédologues allemands.

L'APPROCHE DU SOL

Le sol est un élément de la croûte terrestre qui à l'interface de la lithosphère, de la biosphère et de l'atmosphère, résulte de leurs actions réciproques pendant un temps souvent très long. Les processus responsables de sa formation font intervenir des échanges d'énergie. Sa dynamique repose à la fois sur les deux ensembles de cycles géochimique et biogéochimique des éléments. Ils s'expriment par leurs transformations et les transferts des produits en résultant. Ceux-ci sont dus à tout l'ensemble des activités biologiques et des circulations de liquides et de fluides qui s'y développent en fonction des régimes hydriques et thermiques qui y règnent.

Sauf dans quelques cas particuliers, tels que le contact des sols avec un glacier, avec un massif rocheux à nu, avec une nappe d'eau à l'air libre, les limites latérales des sols ne peuvent être strictement précisées, comme cela est possible pour des animaux, des végétaux, etc. (DEMOLON 1938, AUBERT 1963). Un type de sol passe à ses voisins, le plus souvent, de façon progressive et non uniforme suivant les caractères

de définition retenus pour chacun. Une des solutions à ce problème consiste à ne plus étudier l'« unité-sol » décrite d'après son profil mais la succession des horizons qui constituent la couverture pédologique du lieu (BOULET et al., 1982). L'étude de l'ensemble des horizons pédologiques dans le profil du sol envisagé dans son paysage et dans ses liaisons avec les sols voisins en reste cependant une méthode simple et fructueuse (AUBERT 1945, AUBERT et BOULAIN 1967).

Nous observons un sol depuis sa roche mère et son matériau originel jusqu'à la surface en cherchant à reconnaître les matériaux qui le constituent dans leur ensemble et leur succession, et les processus qui ont présidé à leur organisation en fonction des divers modes de circulation des solutions et de transfert des éléments qui s'y sont produits. La dynamique de formation des constituants des divers horizons des sols et de leur assemblage à l'intérieur de chaque horizon, ainsi que de son passage à celui des autres horizons du sol et de ceux des sols voisins est un des points essentiels de la recherche pédologique.

Cette étude du sol est globale en ce sens qu'elle doit l'appréhender dans sa totalité verticale

* Fondateur de la section de pédologie de l'ORSTOM. Ancien Président de l'AFES (1959-1962).

comme latérale, dans l'ensemble de son profil aussi bien que des sols qui lui sont liés dans son paysage ; elle doit aussi l'envisager dans ses divers caractères. L'étude ne peut donc être que stationnelle et macromorphologique sur le terrain. Elle porte sur la végétation et la disposition du système racinaire ainsi que sur les divers types d'expression de l'activité faunique ; sur la constitution, la texture et la structure — expression de leur organisation — des horizons et des passages des uns aux autres, verticalement et obliquement ; sur la micro-organisation de ces éléments, telle que la révèle l'observation microscopique, élément fondamental de la compréhension de la formation des sols dans la succession de leurs processus d'évolution ; sur la minéralogie de ses éléments des plus fins aux plus grossiers ; sur les propriétés physiques et les caractères chimiques des horizons ; ainsi que sur ce qui peut être déterminé et, si possible mesuré, de l'activité biologique du sol. Toutes ces dernières déterminations ne peuvent être réalisées, le plus souvent, qu'au laboratoire ce qui nécessite le prélèvement d'échantillons, opération délicate à réaliser en fonction du but poursuivi pédologique, agronomique, ou autre.

La confrontation de toutes ces observations et de tous ces résultats, souvent d'ailleurs grâce à des méthodes statistiques adaptées, peut permettre de déterminer les conditions et processus de formation du sol, et, dans bien des cas, leur succession au cours des millénaires.. ou centaines de millénaires.

LA CLASSIFICATION DES SOLS

Ayant étudié un certain nombre d'unités de sols, profils dans leurs paysages, ou successions de couvertures pédologiques, on pourrait se borner à leur attribuer des numéros, ou même des noms rappelant le lieu où elles ont été étudiés.

Depuis un siècle et plus, la plupart des pédologues, ont cherché à les rattacher à un système de classification de signification régionale ou, si possible, mondiale. Il peut s'agir d'une liste d'unités cartographiques, parfaitement définies, pour pouvoir être reconnues par chacun comme dans le cas de la Légende de la Carte des sols du monde de la FAO-UNESCO (1975), ou d'une taxonomie, liste d'unités définies de façon intrinsèque avec précision et réunies en plusieurs niveaux successifs présentant chacun des caractères analogues et plus ou moins subordonnés. Ce tableau peut enfin être une véritable classi-

fication hiérarchisée, du sommet à la base de sa « pyramide » en fonction d'un système de critères répondant à des qualités déterminées, telles que définition intrinsèque des unités, logique, cohérence et hiérarchisation du système, grâce à la similitude et à la subordination des critères de définition des différents niveaux, généralité de la classification à la fois sur le plan mondial et sur celui des diverses échelles possibles d'étude ; on peut y ajouter aussi l'applicabilité pratique du système.

Dans une classification des sols où la définition des Unités ne peut être fondée sur les bases du principe de parenté et de filiation, le principe de similitude maximale intraspécifique ne peut être respecté (AUBERT, 1963-1965).

Il est courant de reconnaître que l'axe d'une classification des sols correspond à une certaine philosophie de l'étude des sols.

L'actuelle *Soil Taxonomy* des USA (USDA, 1975), dénommée précédemment *Soil Classification*, est en fait intermédiaire entre les deux systèmes, car seul le niveau des ordres ne comporte pas d'organisation et n'est qu'un accollement d'unités. Le système français présente aussi une imperfection, plus limitée cependant, à ce niveau par suite de l'introduction des classes des sols hydromorphes et des sols salsodiques qui ne peuvent être régulièrement placées dans la gradation évolutive des autres classes.

L'utilité d'une taxonomie et, mieux, d'une classification, est multiple.

Elle aide à rassembler et à ordonner les connaissances sur les objets classés et par conséquent à les retenir. En les dénommant de façon hiérarchisée, elle favorise leur rapprochement, leur comparaison et le transfert des résultats de leur utilisation d'un point à un autre, d'un pays à un autre. Classer des sols n'a pas seulement une valeur spéculative, mais présente aussi des applications pratiques.

Si cette classification est de base génétique — si elle est morphogénétique, elle est en même temps intrinsèque — elle a l'avantage de tenir compte de la circulation des solutions du sol, phénomène d'une grande importance pour une compréhension de l'évolution du sol (PALLMANN, 1942) et pour son utilisation rationnelle et conservatoire (AUBERT, 1968). Elle permet aussi de différencier, au moins jusqu'à un certain degré, ce qui est le résultat de l'évolution actuelle, de ce qui est celui d'une évolution ancienne ou même

fossile. Ce dernier point n'est d'ailleurs pas toujours, même ainsi, très facile à résoudre (paléo hydromorphie par exemple (SEGALEN, 1979). Un tel type de classification présente deux imperfections :

— la première, de beaucoup la plus importante, est qu'elle repose sur notre connaissance des processus d'évolution des sols et de leurs types d'expression, ce qui, dans l'état actuel de la science pédologique — et probablement pour encore un certain nombre d'années — ne correspond pas à des certitudes, mais à des hypothèses plus ou moins vérifiées ;

— la seconde est le manque de précision dans la définition des unités et la nécessité d'utiliser un faisceau d'éléments et non pas un seul pour y parvenir. Bien entendu, il faut reconnaître que la classification française « pêche » gravement de ce point de vue (SEGALEN, 1979). Un effort important est à réaliser sur les définitions de ces diverses unités, à la plupart des niveaux, sans cependant tomber dans le regrettable excès de précision de la « USDA Soil Taxonomy » (1975) où il semble que soit oublié le manque de signification réelle, dans la plupart des cas, de la définition d'une Unité sol parmi ses voisines dans le paysage, par une valeur précise d'un seul de ses caractères. Cette amélioration des définitions est indispensable pour que notre classification pédologique ne soit plus aussi subjective, mais qu'elle atteigne un degré suffisant d'objectivité.

L'APPORT DE LA PEDOLOGIE FRANÇAISE

Historique

Dès l'abord (OUDIN, 1937), la classification des sols adoptée en France a été nourrie de la pensée des premiers pédologues russes — grâce à DEMOLON, 1931-1938, AGAFONOFF, 1936 —, parfois complétée par celle des auteurs allemands (RAMANN, 1928) ou autrichiens (KUBIENA, 1953) et, plus rarement, américains (Ch. A. KELLOG et al., 1938).

Elle n'était d'abord constituée que d'une liste de catégories ou groupes de sols non hiérarchisés mais essentiellement définis par leurs processus d'évolution, reconnus d'après leurs caractères morphologiques (DEMOLON, 1931-1938 ; OUDIN, 1937) (cf. PEDRO, p.). Peu à peu, l'influence de OUDIN (1950) et des idées développées par ROBINSON (1936-1949), par PALLMAN (1942) et de la connaissance acquise par les pédologues français de certains sols des régions subtropicales et tropicales (ORSC, puis ORSTOM), elle prit la

forme d'une classification plus régulière comportant déjà 4 ou même 5 niveaux alors dénommés séries, s/séries, types, s/types et variétés (AUBERT *in*, DEMOLON chap. IIII 1944, 1948, 1952).

En 1956, au Congrès international de science du sol à Paris, fut présenté un « Projet de classification des sols » (AUBERT et DUCHAUFOR, 1956) (cf. PEDRO, p.). Il comporte la répartition des sols du Monde en 10 classes en fonction de leur degré d'évolution et de la nature physico-chimique de celle-ci, subdivisées en sous-classes d'après le facteur écologique de base qui conditionne la différenciation des Unités principales, à l'intérieur de chaque classe, puis en groupes d'après des processus évolutifs responsables de leur différenciation, et en sous-groupes d'après l'intensité de ceux-ci, ou l'apparition de caractères dus au développement de processus secondaires (hydromorphie par exemple). Il s'agit typiquement d'un « schéma » morphogénétique. Ce schéma a été peu à peu transformé et complété, d'abord surtout à la suite d'études d'inventaire, puis de caractérisation de diverses catégories de sols, réalisées en différentes régions subtropicales ou tropicales, par les pédologues français, principalement de l'ORSTOM (AUBERT, 1963-1965), mais aussi grâce à celles de plus en plus nombreuses, poursuivies en métropole par les pédologues de l'INRA, du CNRS, des Universités et des Ecoles Nationales Supérieures Agronomiques.

Cet ensemble, repris et aménagé par une Commission de l'INRA, comportant des pédologues de divers organismes français, aboutit à la Classification CPCS rédigée sous la direction de BOULAIN (ENSA Grignon, 1967) et traduite en anglais dans la Soil Taxonomy (1975).

Elle ne devait être qu'un premier essai et être révisée dès 1972. Pour des raisons matérielles, sa révision est encore en cours actuellement.

Il s'agit d'une classification morphogénétique et globaliste des sols qui tend à être mondiale. Elle est, autant qu'il est possible, malgré certaines insuffisances — au niveau des sous-classes par exemple et de certains groupes — intrinsèque, logiquement cohérente et générale.

Les classes y sont, dans leur ensemble, définies et hiérarchisées en fonction de l'état de développement du profil et du degré d'évolution du sol, ainsi que du type même de transformation

* Nous citerons en particulier, parmi les travaux réalisés avant 1967, ceux de MAIGNIEN (1956, 1958, 1964), SEGALEN (1957), LENEUF (1959), LAMOUREUX (1967), pour les premiers, et, pour la France, ceux de MARCELIN (1947), BORDAS et al. (1952), PLAISANCE (1955)...

des constituants minéraux et de répartition des éléments organiques. Deux classes particulières y sont incluses correspondant à des types d'évolution aux conséquences relativement réversibles, mais de très grande importance pratique : classe des sols hydromorphes et classe des sols salso-diques. Leur inclusion à ce niveau est souvent critiquée, mais nous paraît fondamentale.

Les *sous-classes*, dans chacune des classes, sont différenciées par les effets des différentes conditions écologiques ou pédoclimatiques proches des régimes définis par les pédologues américains (USDA, 1975) et russes (FRIDLAND, 1976) et repris en France par BOULAINÉ (1979), qui s'y développent.

Dans les *groupes*, les unités pédologiques sont réunies en fonction de leurs processus évolutifs de différenciation et dans les *sous-groupes* en fonction de l'intensité de l'effet de ceux-ci ou de l'apparition de caractères dus à l'action de processus secondaires. Les *faciès* correspondent à des tendances évolutives dont l'expression est plus régionale que mondiale.

Aux niveaux inférieurs, seuls les caractères morphologiques, souvent de grande importance pratique, sont pris en compte : caractères lithologiques de la roche mère, ou du matériau originel à celui de la *famille*, profondeur ou autres caractères du sol ou du paysage à celui de la *série*, détails texturaux, à celui du *type*, et effets de la culture, de l'érosion, etc., à celui de la *phase* (AUBERT, 1976).

CONCLUSIONS : TENDANCES ACTUELLES

Dans les conditions actuelles, diverses tendances se développent parmi les pédologues français ;

BIBLIOGRAPHIE

AGAFONOFF (V.) - 1936 - Les sols de France, au point de vue pédologique. Dunod, Paris, 154 p.
AUBERT (G.) - 1945 - Cours de pédologie. ORSTOM.
AUBERT (G.) - 1963 - La classification des sols. La classification pédologique française. Cah. ORSTOM, sér. Pédologie, 3, 1-7.
AUBERT (G.) - 1965 - La classification pédologique utilisée en France. Pédologie, 3, 25-56.
AUBERT (G.) - 1967 - Classification pédologique, cartographie des sols et mise en valeur des terres. Publ. Ann. Edaf. y Agrob. XXVI, 1-4, 839-843.
AUBERT (G.) - 1976 - Pédologie, in Encyclopedia Universalis, 12, 683-691.

nous ne pouvons que les énumérer rapidement, sans les analyser en profondeur.

La première tendance prône un abandon de la classification des sols. Mais chez les uns, seule l'étude détaillée et très précise, surtout sur le plan géochimique, du sol — là où d'ailleurs, en fonction de nos connaissances actuelles, elle peut l'être le plus profondément — est importante ; sa classification est très secondaire, sinon inutile ; en revanche, pour d'autres, classer des unités-sols définies par leur profil dans leur paysage est d'un faible intérêt par rapport à l'étude de la répartition et de la succession des couvertures pédologiques (RUELLAN, 1983).

Dans la seconde tendance, qui reste attachée à la classification des sols, les recherches se maintiennent en général dans le cadre morphogénétique :

— pour les uns (DUCHAUFOR, 1983), il importe d'insister davantage sur l'importance et l'influence des divers types de matière organique et sur les conditions écologiques du milieu d'évolution du sol (cf. ci-après, p.).

— pour d'autres, une amélioration de la CPCS suivant divers types de schémas (BOULAINÉ, 1978, 1982 ; BAIZE et JAMAGNE, 1982) devrait nous permettre d'avoir à notre disposition une classification des sols morphogénétique, toujours intrinsèque, cohérente et efficacement utile.

Seul, le projet établi par SEGALEN et al. (1977, 1979), fondé principalement sur la considération des constituants minéraux du sol, s'écarte largement de cette dernière voie qui reste, encore actuellement, l'originalité la plus profonde de la pensée pédologique française sur ce plan.

AUBERT (G.) - 1944, 1948, 1952 - Les sols de France et d'Outre-Mer, in DELOMON (A.). La dynamique du sol. 3, 4, 5 éditions, chap. III.
AUBERT (G.) et BOULAINÉ (J.) - 1967 - La pédologie. Que sais-je ? P.U.F., Paris, 126 p.
AUBERT (G.) et DUCHAUFOR (Ph.) - 1956 - Projet de classification des sols. C.R. 6^e Cong. Int. Sci. Sol Paris, V, 597-604.
BAIZE (D.), JAMAGNE (M.) et al. - 1980 - Préambule et projet de nouvelles définitions des horizons. SESCOF, INRA, 14 p.
BORDAS (J.) et al. - 1952 - Contribution à la mise en valeur de la Costière du Gard. Mém. Soc. Et. Sc. Nat. du Rhône, Nîmes, 414 p.

- BOULAIN (J.) - 1980 - Pédologie appliquée. Masson, Paris, 414 p.
- BOULAIN (J.) - 1982 - Projet de révision de la classification française des sols. INA, Paris-Grignon, 57 p.
- BOULAIN (J.) - 1984 - L'héritage de V.V. DOKOUCHEV. Science du sol (à paraître).
- BOULET (R.), CHAUVEL (A.), HUMBEL (F.X.) et LUCAS (Y.) - 1982 - Analyse structurale et cartographie en pédologie. I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique. Cah. ORSTOM, Pédologie, XIX, 4, 309-321.
- BOULET (R.), HUMBEL (F.X.) et LUCAS (Y.) - 1981 - Id. II. Une méthode d'analyses prenant en compte l'organisation de la dimension tridimensionnelle des couvertures pédologiques. Id., 321 à 339.
- C.P.C.S. - 1967 - Classification des sols. ENSA, Grignon, 70 p.
- DEMOLON (A.) - 1931 - Principes d'agronomie. I. La dynamique du sol. Dunod, Paris, 1^{re} éd.; 1938, 2^e éd.; 1944, 3^e éd., 387 p.; 1952, 5^e éd.
- DUCHAUFOUR (Ph.) - 1983 - Pédologie. 1. Pédogenèse et classification, 2^e éd. Masson, Paris, 490 p.
- EHRART (H.) - 1935 - Traité de pédologie. Inst. pédologique, Strasbourg.
- FAO-UNESCO - 1975 - Carte mondiale des sols à 1/5 000 000. Légende UNESCO, Paris, 62 p.
- FRIDLAND (V.M.) - 1976 - Levels of organisation of the soil mantle and regularities of soil geography. Cong. Int. Géographie, Moscou.
- KELLOGG (C.E.), BALDWIN (M.), THORP (J.) - 1938 - Soil classification, in « Soils and Men ». Yearbook, U.S.D.A., 979-1001.
- KUBIENA (W.L.) - 1953 - The soils of Europe. The Man and Sons, London, 318 p.
- LAMOUREUX (M.) - 1967 - Contribution à l'étude de la pédogenèse en sols rouges méditerranéens. Sc. Sol, Paris, 2, 55-86.
- LENEUF (N.) - 1959 - L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte-d'Ivoire forestière. Mém. ORSTOM, Paris, 210 p.
- MAIGNIEN (R.) - 1956 - Classification des sols subarides au Sénégal. C.R. 6^e Cong. Int. Sc. Sol, Paris V, 77, E, 469-472.
- MAIGNIEN (R.) - 1958 - Contribution à l'étude du cuirassement des sols en Guinée française. Mém. Carte Géol. Alsace-Lorraine, Strasbourg, 316 p.
- MAIGNIEN (R.) - 1964 - Compte rendu de recherches sur les latérites. UNESCO, Paris, 240 p.
- MARCELIN (P.) - 1947 - Observations sur des terres et des sols en région méditerranéenne. Nîmes, 146 p.
- UDIN (A.) - 1937 - Classification pédologique et cartographique des sols de France. C.R. Ac. Agric. 23, 415-423.
- UDIN (A.) - 1950 - Carte des sols de France. IV^e Cong. Int. Sc. Sol, Amsterdam. Vol. III-VII, 229, 150-151.
- PALLMAN (H.) - 1942 - Gründzüge der Bodenbildung. Bentele, Berne.
- PLAISANCE (G.) - 1955 - Les sols à simili-gley. Bull. AFES, 392-416.
- RAMANN (E.) - 1928 - The evolution and classification of soils. Heffer, Cambridge.
- ROBINSON (G.W.) - 1936 - Soils, 2^e éd. Th. Murby, London.
- ROBINSON (G.W.) - 1949 - Soils, 3^e éd. Th. Murby, London.
- RUELLAN (A.) - 1983 - Morphologie et fonctionnement des sols. Rencontres maghrébines de pédologie. Fac. Agr., Tunis, 8 p.
- SEGALEN (P.) - 1957 - Etude des sols dérivés de roches volcaniques non basiques à Madagascar. Mém. Inst. Scient. Madagascar D, VIII, 1-187.
- SEGALEN (P.) - 1977 - Les classifications des sols. ORSTOM Bondy, 175 p.
- SEGALEN (P.), FAUCK (R.), LAMOUREUX (M.), PERRAUD (A.), ROEDERER (P.), VIEILLEFON (J.), QUANTIN (P.) - 1979 - Projet de classification des sols. ORSTOM Bondy, 300 p.
- USDA Soil Survey Staff - 1975 - Soil Taxonomy. Agricultural hand book 436, Washington, 754 p.

Association Française pour l'Etude du Sol

LIVRE JUBILAIRE DU CINQUANTENAIRE

1934



1984

PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS

- DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE,
- DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE,
- DE L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION (O.R.S.T.O.M.), et
- DE LA MISSION INTERMINISTERIELLE DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE (MIDIST).